



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

**МАТЕРИАЛЫ
ПЕРВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ**

**Москва
2014 г.**

УДК 629.471

ББК 39.2

ISBN 978-5-9905057-2-8

Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов: материалы первой международной научно-практической конференции.

–М.: ООО «ТМХ-Сервис», 2014 г. – 308 с.

В сборнике представлены материалы Первой международной научно-практической конференции «Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов», которая была организована совместно ООО «ТМХ-Сервис» и МИИТ и прошла 10 октября 2014 года в ТГК «Измайлово» в г. Москве. В работе конференции приняло участие более 140 человек, 37 организаций, из которых 16 – вузы. Научный состав конференции: 24 доктора наук, 17 профессоров, 15 кандидатов наук. Представлено 60 докладов. По итогам работы конференции приняты решения, одобренные результаты работы конференции и наметившие дальнейший порядок работы.

В настоящем издании приведены решения конференции и статьи по сделанным докладам. Материал рассчитан на ученых и специалистов локомотиворемонтного комплекса.

Ил. 137, Табл. 8, библиогр. 114 назв.

Общая редакция: начальник департамента научно-технического развития ООО «ТМХ-Сервис», д.т.н., профессор И.К. Лакин.

Встречающиеся в документе названия программных продуктов, оборудования, изделий, фирм и др. являются зарегистрированными товарными знаками соответствующих компаний.

При использовании настоящего материала ссылки на документ обязательны.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕШЕНИЕ.....	6
УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ	8
РЕГЛАМЕНТ И ПЛАН РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ.....	14
ТОП-100.....	18
НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ВУЗОВ, НИИ И ОРГАНИЗАЦИЙ	57
НАПРАВЛЕНИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЁРСТВА	59
ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЁРСТВА.....	60
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ НПК	60
РАБОЧАЯ ГРУППА КОНФЕРЕНЦИИ	61
ПРИВЕТСТВИЕ Б.А.ЛЁВИНА.....	62
ПРИВЕТСТВИЕ К.В.ЛИПЫ	63
ПРИВЕТСТВИЕ И.В.МИЦУКА	65
Н.Л.Михальчук. Актуальность развития локомотиворемонтного комплекса.....	66
В.И.Гриненко. Взаимодействие с вузами в процессе инновационного развития	67
В.М.Круглов. Роль вузов в развитии железнодорожного транспорта.....	68
Р.Х.-М.Абисалов. Коммерческое партнёрство	71
М.М.Качановская. Кадровая политика ТМХ-Сервис.....	72
И.А.Домбровский. Инновации ТМХ-Сервис на Улан-Баторской ж.д.	78
И.А.Посадов. Подготовка топ-менеджеров Локомотиворемонтного холдинга	80
А.Г.Ламкин. О вопросах модернизации и технического обслуживания локомотивов в условиях реформирования локомотивного комплекса	81
ДОКЛАДЫ УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ	90
Балабин В.Н., Какоткин В.З., Лобанов И.И. (МИИТ).... Применение системы СМДд для проведения оперативного диагностирования силовых установок тепловозов ТЭП70 в депо ТЧР-21 Елец.....	90
Балабин В.Н., Калугин С.П., Брагин А.В. (МИИТ)..... Сервис-модульные центры - новая философия эксплуатации и обслуживания модульных локомотивов	93
Балакин А.Ю. Носырев Д.Я. (СамГУПС) Совершенствование технологического процесса, технического обслуживания и текущего ремонта.....	101
Брагин А.В., Балабин В.Н. (МИИТ) Юнит-модульный локомотив. Предпосылки появления сервисной безлюдной технологии обслуживания локомотивов	105
Быстров В.Ф. Фадеев С.В. (ДиаТех) Техническое обслуживание систем диагностики типа ОМСД и СБД	113
Власьевский С.В., Мельниченко О.В., Семченко В.В. Повышение коэффициента мощности, надежности электровозов на базе выпрямительно – инверторных преобразователей.....	115

Воробьёв А.А., Карпов В.А., Соколов С.А. (МИИТ).....	Оценка эксплуатационных показателей безотказности осей колесных пар по результатам неразрушающего контроля	130
Воробьев, Терехов (ПГУПС).....	Определение основных параметров и моделирование процесса восстановления поверхности катания бандажей повышенной твердости	132
Глущенко М.Д. (МИИТ).....	Эффективность форсированных испытаний тяговых электродвигателей локомотивов и электропоездов.	136
Головаш А.Н. (НИИТКД)	Проблемы и решения сервисного обслуживания локомотивов	141
Горский А.В. Воробьёв А.А. Скребков А.В. (МИИТ)	Использование эксплуатационных показателей надежности для оптимизации межремонтных пробегов электровозов на полигоне Челябинск — Рыбное	144
Ежевская Л.А., Пестряков А.С., Пестрякова Н.С (ВНИИЖТ)	Современное оборудование для ремонта и настройки тепловозов	153
Зарифьян А.А., Солодин С.Н. (РГУПС)	Система теплового контроля силового электрооборудования локомотивов	155
Иньков Ю.М., Феоктистов В.П., Шабалин Н.Г. (МИИТ)	Диагностирование локомотивов методом статистического последовательного анализа энергозатрат по поездкам.....	158
Каневский А.В. (ЦТИ)	Комплексная система поддержки технологического процесса ремонта на основе электронного каталога локомотивов	161
Ким С.И. Харитонов В.И. Долганова Е.В. Ким С.В. (ОАО ВНИКИ)	Оперативная диагностика оборудования локомотива с помощью встроенной экспертной системы «ЭСкадра».....	166
Князев А.С., Зыкова А.П., Курзина И.А. (ТГУ)	Энергосберегающие технологии производства конструкционных материалов и деталей для железнодорожного транспорта с повышенными эксплуатационными свойствами.....	170
Копачёв С.В. (МИИТ)	Экспериментальное исследование технологической подготовки ремонта подвижного состава	178
Кочерга В.Г., Яранцев М.В., Коньков А.Ю. (ДВГУПС).....	Оценка технического состояния топливной аппаратуры тепловозных дизелей	180
Крашенинин А.С. Гогаев В.А. (УкрГАЗТ) ..	Обоснование тактики то, тр локомотивов при продлении срока эксплуатации	186
Кулага А.А. (МИИТ)	Диагностирование работы валов отбора мощности постановкой датчиков с бегущим магнитным полем	192
Леонов А.Е. Евстафьев А.М. Ролле И.А. (ПГУПС)	Использование диагностической информации аппаратуры управления электровоза 2ЭС4к для мониторинга его технического состояния	195
Литовченко В.В. Малютин А.Ю. (МИИТ) .	Повышение надёжности вспомогательных машин электровозов переменного тока путем простой модернизации	199
Логинова Е.Ю. Коваленко А.В. (МИИТ)	Применение накопителей электрической энергии в цепях вспомогательных электрических машин локомотивов	202
Масьянова И.Т. (УрГУПС).....	Актуальные проблемы подготовки кадров для сервисного обслуживания локомотивов в условиях реализации федеральных государственных образовательных стандартов	204

Мачеретт Д.А. Гавриленков А.А. Демидов С.С. Батурина Д.А. (МИИТ).....	Оценка экономической эффективности плазменного упрочнения гребней колесных пар локомотивов.....	208
Мольдерф С.В. (МКЖТ)	Развитие института наставничества на ремонтных предприятиях компании ТМХ-Сервис	213
Новачук Я.А. (ДВГУПС)	Первоочередные теоретически и экспериментально обоснованные мероприятия для «ТМХ - Сервис»	219
Перминов В.А. Федотов М.В. Журавлева О.В. (ВНИКТИ)	Лакин И.К. Мельников В.А. Аболмасов А.А. (ТМХ-Сервис) Автоматизированное рабочее место диагностирования тепловоза по данным бортовой микропроцессорной системы управления.....	223
Перминов В.А. Федотов М.В. (ОАО ВНИКТИ) Грищенко А.В. Грачев В.В. Базилевский Ф.Ю. Курилкин Д.Н. (ПГУПС)	Использование нейросетевых диагностических моделей для контроля технического состояния тепловозов по данным бортовых подсистем диагностики	227
Пляскин А.К. Давыдов Ю.А. Кейно М.Ю. (ДВГУПС)	Интерактивная система диагностирования объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.....	237
Романова Т.А. Быковская Н.А. (ВНИИЖТ)	Требования к лакокрасочным покрытиям и техническим моющим средствам в сервисном обслуживании локомотивов при ТО, ТР и КР	242
Рыбников Е.К. Вахромеева Т.О. (МИИТ)	Модернизация элементов подвешивания тяговых двигателей тележек электровозов серии ЭП10	246
Семенов А.П. (НИИТКД)	Организация и развитие опытного и мелкосерийного производства в отраслевом научно-исследовательском институте как элемент перехода к смешанной системе ремонта подвижного состава	249
Смазнов П.П. (МИИТ).....	Перспективы развития сервисного обслуживания щёточно-коллекторного узла тяговых электрических машин локомотивов	261
Степанов А.А. Гайноченко Т.М. (ГУУ)	Повышение эффективности бизнеса и качества отраслевого управленческого образования на основе взаимодействия ВУЗов и бизнеса.....	266
Стрикова Т.С. (МКЖТ)	Предложение по привлечению ТМХ-Сервис к комплексной подготовке специалистов (по особенностям региона)	272
Тартаковский Э.Д., Пузырь В.Г., Дацун Ю.Н. (УкрГАЗТ)	Формализация экспертных оценок при аттестации локомотиворемонтных производств	274
Файзибаев Ш.С. Хромова Г.А. (ТашИИТ)	Методика на экспертное техническое диагностирование в целях продления срока безопасной эксплуатации электровозов ВЛ60К, 2ВЛ60К (со сроком службы более 50 лет)	279
Шантаренко С.Г., Тараненко В.А. (ОмГУПС).....	Инновационные технологии для ремонта локомотивов	286
Д.Г.Евсеев.	Заключительное слово	292



**РЕШЕНИЕ
ПЕРВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ
ЛОКОМОТИВОВ»**

10 октября 2014 г.

г. Москва

1. Признать успешным проведение Первой международной научно-практической конференции «Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов» (далее по тексту НПК). Участники НПК – Приложение 1. Регламент и план работы конференции – Приложение 2.
2. Одобрить сделанные на НПК доклады, включая стендовые. TMX-Сервис и МИИТ опубликовать сделанные доклады в виде сборника трудов конференции. Включить в сборник настоящее Решение.
3. Участникам НПК принять к сведению представленный TMX-Сервис TOP-100 проблем сервисного обслуживания при организации дипломного проектирования и научной работы. (Приложение 3).
4. TMX-Сервис принять к сведению предложения вузов и организаций по направлениям научно-исследовательских работ (Приложение 4).
5. Одобрить основные направления работ с вузами («Некоммерческое партнерство» - Приложение 5). Вузам и TMX-Сервис организовать соответствующую работу.
6. Принять к сведению предложенный TMX-Сервис порядок взаимодействия с вузами по инновационному развитию (Коммерческое партнёрство – Приложение 6).
7. Осуществлять взаимодействие участников НПК через портал ASUNT.ru (раздел НПК). Модераторы сайта: TMX-Сервис, МИИТ, АВП Технология.
8. Считать целесообразным ежегодное проведение НПК по направлениям согласно Приложению 7. Создать рабочую группу по подготовке конференции в составе согласно Приложению 8.

ПРИЛОЖЕНИЯ К РЕШЕНИЮ КОНФЕРЕНЦИИ:

Приложение 1. Список участников конференции.

Приложение 2. Регламент и план работы конференции.

Приложение 3. Список проблем сервисного обслуживания, требующих научной проработки TOP-100.

Приложение 4. Направления работ, предлагаемые вузами и организациями для совместной проработки.

Приложение 5. Направления некоммерческого партнёрства.

Приложение 6. Порядок коммерческого партнёрства.

Приложение 7. Основные направления работы НПК.

Приложение 8. Рабочая группа по подготовке 2-й Международной научно-практической конференции «Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов».

*Принято единогласно участниками конференции 10 октября 2014 г.
Москва, ТГК «Измайлово», конференц-зал «Москва»*

УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ

Организации-участники конференции

	<i>Организаций</i>
Вузы	16
НИИ	8
Компании	10
Пресса	3
ВСЕГО	37

Представительство организаций, человек

ФАЖТ	1
ОАО «РЖД»	8
МИИТ	28
Вузы страны	28
ТМХ-Сервис	18
НИИ	18
Компании	12
Пресса	5
ВСЕГО	118

Научный состав конференции, человек

Доктора наук	24
Профессоры	17
Кандидаты наук	15
Аспиранты	12

Представительство, человек

Руководители организаций	7
Ректоры	1
Проректоры	7
Заведующие кафедрой	12
Заведующие лабораторий	5
Городов	18
Стран	7

Объем работы конференции

Доклады	9
Выступления	12
Стендовые доклады	39

Ф.И.О.	ОРГАНИЗАЦИЯ
Мицук Игорь Владимирович	ФАЖТ
ОАО «РЖД»	
Терегулов Олег Александрович	Дирекция тяги
Михальчук Николай Львович	Дирекция тяги
Краснова Екатерина Владимировна	Дирекция тяги
Посадов Игорь Александрович	Советник президента ОАО "РЖД"
Танаев Валерий Фаритович	Октябрьская ж.д.
Цыпугина Наталья Владимировна	Октябрьская ж.д.
Ламкин Андрей Геннадьевич	ПКБ ЦТ
Коренько Артём Владимирович	ПКБ ЦТ
Романова Татьяна Александровна	ВНИИЖТ
Долганова Елена Викторовна	ВНИКТИ
Ким Сергей Ирленович	ВНИКТИ
Харитонов Владимир Иванович	ВНИКТИ
Ким Светлана Владимировна	ВНИКТИ
Перминов Валерий Анатольевич	ВНИКТИ
Федотов Михаил Викторович	ВНИКТИ
Журавлева Олеся Владимировна	ВНИКТИ
Машталер Юрий Александрович	НИИАС
Вержбицкий Андрей Валентинович	НИИАС
Петров Сергей Александрович	НИИАС
Ежевская Людмила Алексеевна	Уральское отделение - филиал ОАО "ВНИИЖТ"
Пестряков Александр Сергеевич	Уральское отделение - филиал ОАО "ВНИИЖТ"
Пестрякова Надежда Сергеевна	Уральское отделение - филиал ОАО "ВНИИЖТ"

Карпов Валерий Александрович	Метрологический центр Приволжской ЖД
Карабанов Андрей Васильевич	РОСПРОФЖЕЛ
Крутонюк Григорий Львович	РОСПРОФЖЕЛ
Беянков Владимир Иванович	РОСПРОФЖЕЛ
Данковцев Николай Николаевич	РОСПРОФЖЕЛ
Московский Государственный университет путей сообщения (МИИТ)	
Лёвин Борис Алексеевич, Круглов Валерий Михайлович, Евсеев Дмитрий Геннадьевич, Скребков Алексей Валентинович, Пудовиков Олег Евгеньевич, Мачерет Дмитрий Александрович, Гавриленков Анатолий Александрович, Балабин Валентин Николаевич, Какоткин Владимир Захарович, Копачёв Сергей Викторович, Брагин Антон Викторович, Малютин Артём Юрьевич, Глущенко Михаил Дмитриевич, Смазнов Пётр Петрович, Кулага Андрей Анатольевич, Демидов Сергей Сергеевич, Рыбников Евгений Константинович, Вахромеева Татьяна Олеговна, Стрикова Татьяна Сергеевна, Пузанков Александр Дмитриевич, Гусельников Александр Павлович, Батурина Дарья Алексеевна, Лакин Игорь Игоревич, Ляшенко Никита Сергеевич, Осяев Анатолий Тимофеевич, Иньков Юрий Моисеевич, Скоркин Вячеслав Борисович, Щербаков Кирилл Георгиевич, Соловьев Вячеслав Владимирович, Лобанов Иван Игоревич, Чечет Виктор Анатольевич, Коваленко Андрей Викторович, Логинова Елена Юрьевна, Феоктистов Валерий Павлович, Воробьев Александр Алексеевич, Соколов Сергей Андреевич, Горский Анатолий Владимирович, Шабалин Николай Григорьевич (Кировский филиал).	

ВУЗЫ	
Давыдов Юрий Анатольевич	ДВГУПС, Хабаровск
Власьевский Станислав Давыдович	ДВГУПС, Хабаровск
Каргапольцев Сергей Константинович	ИрГУПС, Иркутск
Мельниченко Олег Валерьевич	ИрГУПС, Иркутск
Макаров Виктор Васильевич	ИрГУПС, Иркутск
Шантаренко Сергей Георгиевич	ОмГУПС, Омск
Балакин Андрей Юрьевич	СамГУПС, Самара
Шепелин Павел Викторович	СамГУПС, Самара
Зарифьян Александр Александрович	РГУПС, Ростов-на-Дону
Солодин Сергей Николаевич	РГУПС, Ростов-на-Дону
Воропаев Александр Иванович	РГУПС, Ростов-на-Дону
Сычѳв Александр Павлович	РГУПС, Ростов-на-Дону
Масьянова Ильмира Тальгатовна	ЧИПС – филиал УрГУПС, Челябинск
Пузырь Владимир Григорьевич	УкрГАЗТ, Харьков, Украина
Дацун Юрий Николаевич	УкрГАЗТ, Харьков, Украина
Кругляк Владимир Викторович	УкрГАЗТ, Харьков, Украина
Тартаковский Эдуард Давидович	УкрГАЗТ, Харьков, Украина
Бабанин Александр Борисович	УкрГАЗТ, Харьков, Украина
Крашенинин Александр Семенович	УкрГАЗТ, Харьков, Украина
Гогаев Валерий Артурович	УкрГАЗТ, Харьков, Украина
Грачев Владимир Васильевич	ПГУПС, Санкт-Петербург
Курилкин Дмитрий Николаевич	ПГУПС, Санкт-Петербург
Ролле Игорь Александрович	ПГУПС, Санкт-Петербург
Евстафьев Андрей Михайлович	ПГУПС, Санкт-Петербург
Грищенко Александр Васильевич	ПГУПС, Санкт-Петербург
Базилевский Федор Юрьевич	ПГУПС, Санкт-Петербург
Князев Алексей Сергеевич	ТГУ, Томск
Нагаева Марина Вадимовна	ТГУ, Томск
Овсейчик Сергей Здиславович	ЗабИИЖТ, Чита
Гайночѳнко Татьяна Михайловна	ГУУ, Москва
Степанов Алексей Алексеевич	ГУУ, Москва
Игнатова Яна Сергеевна	ГУУ, Москва
Метелкин Павел Владимирович	ГУУ, Москва
Сакульѳва Татьяна Николаевна	ГУУ, Москва
Файзибаев Шерзод Сабирович	ТашИИТ, Ташкент, Узбекистан
Хромова Галина Алексеевна	ТашИИТ, Ташкент, Узбекистан

Мольдерф Сергей Владимирович	МКЖТ, Москва
Мальцев Евгений Алексеевич	СФУ, Красноярск
НИИ, Организации	
Домбровский Игорь Андреевич	АО "Улан-Баторская ж.д.", Монголия
Кобзев Сергей Алексеевич	ЗАО "ТРАНСМАШХОЛДИНГ"
Семченко Виктор Васильевич	ЗАО «ДЦВ Красноярской ж.д.»
Тимченко Александр Юрьевич	ЗАО "ОЦВ"
Тихонов Дмитрий Александрович	ООО "АВП Технология"
Волковский Дмитрий Витальевич	ООО "АВП Технология"
Дюков Игорь Иванович, к.т.н.	Стокгольмская школа экономики, Швеция
Каневский Анатолий Владимирович	ООО "Центр транспортных исследований"
Александрова Лора Натановна	ООО "Центр транспортных исследований"
Епишкин Андрей Николаевич	ОАО "Электровыпрямитель", Саранск
Остянко Андрей Евгеньевич	ООО "Токстэл"
Сильванский Евгений Андреевич	ВЭЛНИИ, Новочеркасск
Семенов Александр Павлович	НИИТКД, Омск
Кузнецов Сергей Михайлович	НИИТКД, Омск
Головаш Анатолий Нойевич	НИИТКД, Омск
Маренников Владислав Васильевич	ООО "ИРТРАНС"
Калмычков Владимир Александрович	ООО "ИРТРАНС"
Быстров Владимир Федорович	ООО «ДиаТех», Нижний Новгород
Фадеев Сергей Владимирович	ООО «ДиаТех», Нижний Новгород
Щербаков Михаил Иванович	ООО "ИРТИС/IRTIS"
Смолянин Анатолий Геннадьевич	Швейцарский центр содействия бизнесу
Островская Марина Юрьевна	Аспирант РАНХ и ГС

	при Президенте РФ
Холдинг "ТМХ-Сервис"	
Липа Кирилл Валерьевич, Гриненко Валерий Иванович Абисалов Роман Хаджи-Мурадович, Лянгасов Сергей Леонидович, Паксиватов Александр Николаевич, Качановская Мария Михайловна, Аушев Игорь Александрович, Шварёв Алексей Александрович, Саперов Алексей Васильевич, Лакин Игорь Капитонович, Аболмасов Алексей Александрович, Мельников Виктор Александрович, Баркунова Анастасия Александровна, Попкова Жанна Георгиевна, Платов Владимир Сергеевич, Пенежин Антон Александрович, Брехова Наталья Андреевна, Толочко Татьяна Николаевна, Михайлова Наталья Александровна, Тарабрина Мария Валерьевна, Волкова Татьяна Николаевна, Колобылина Марина Викторовна	
Бабков Алексей Валерьевич	ООО "Локомотивные технологии"
Колесникова Анна	ООО "Локомотивные технологии"
Харитонов Сергей Андреевич	ООО "Локомотивные технологии"
Леонов Александр Ерофеевич	Филиал «Западно-Сибирский»
Власов Сергей Викторович	Филиал «Нижеудинск»
Варфоломеев Дмитрий Анатольевич	Инжиниринговый центр ЖДРМ
ПРЕССА	
Остапенко Олег Иванович	Журнал "Железнодорожный транспорт"
Берзин Артур Альфредович	Газета "Гудок"
Зоничев Сергей Геннадиевич	Газета "Гудок"
Остудин Виталий Алексеевич	Журнал "Локомотив"
Верников Константин Владимирович	Газета «Евразия Вести»
Серебряный Илья Михайлович	Газета «Евразия Вести»

РЕГЛАМЕНТ И ПЛАН РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ

РЕГЛАМЕНТ

Время	Мероприятие
8:00 – 8:30	Подготовка стендовых докладов участниками конференции
8:30 – 10:00	Стендовые доклады
8:30 – 10:00	Регистрация участников конференции
10:00 – 12:00	Часть 1. Пленарное заседание «Проблематика сервисного обслуживания»
12:00 – 12:30	КОФЕ-БРЕЙК
12:30 – 13:30	Часть 2. Доклады участников конференции
13:30 – 14:30	Часть 3. Круглый стол «Научно-образовательный потенциал вузов»
14:30 – 15:00	Часть 4. КРУГЛЫЙ СТОЛ «Формы научно-практического и учебного взаимодействия»
с 8:30 – 15:30	Часть 5. СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ
15:30	Заккрытие конференции

ПЛАН

<i>Время</i>	<i>Докладчик</i>	<i>Тема доклада</i>
10:00 – 12:00	Часть 1. ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ «ПРОБЛЕМАТИКА СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ»	
10:00 – 10:03	ЕВСЕЕВ Дмитрий Геннадьевич д.т.н., профессор, Президент института транспортной техники и систем управления МИИТ	Открытие конференции.
10:03 – 10:08	ЛЁВИН Борис Алексеевич Ректор МИИТ, д.т.н., профессор	Приветствие участникам конференции. Постановка задач конференции.
10:08 – 10:12	ЛИПА Кирилл Валерьевич Председатель совета директоров ООО «ТМХ-Сервис»	Приветствие участникам конференции. Постановка задач конференции.
10:12 – 10:15	МИЦУК Игорь Владимирович Заместитель руководителя ФАЖТ	Приветствие участникам конференции. Постановка задач конференции.
10:15 – 10:30	МИХАЛЬЧУК Николай Львович Заместитель начальника дирекции тяги ОАО «РЖД», к.т.н.	Актуальность развития локомотиворемонтного комплекса.
10:30 – 10:45	ГРИНЕНКО Валерий Иванович, д.т.н., генеральный директор ООО «ТМХ-Сервис»	Взаимодействие с вузами в процессе развития сервисного обслуживания локомотивов.
10:45 – 11:00	КРУГЛОВ Валерий Михайлович, д.т.н., профессор, проректор МИИТ по научной работе	Роль вузов в развитии железнодорожного транспорта.
11:00 – 11:10	АБИСАЛОВ Роман Хаджи-Муратович, заместитель генерального директора ТМХ-Сервис по коммерции	Коммерческое партнёрство.
11:10 – 11:20	КАЧАНОВСКАЯ Мария Михайловна Начальник департамента по управлению персоналом и социальным вопросам ТМХ-Сервис	Кадровая политика ТМХ-Сервис.
11:20 – 11:30	ДОМБРОВСКИЙ Игорь Андреевич Первый заместитель начальника Акционерного общества "Улан-Баторская ж.д."	Роль ТМХ-Сервис в инновационном развитии локомотивного комплекса Улан-Баторской ж.д.

<i>Время</i>	<i>Докладчик</i>	<i>Тема доклада</i>
11:30 – 12:00	ПОСАДОВ Игорь Александрович к.т.н., советник президента ОАО «РЖД», профессор Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации, приглашенный профессор Стокгольмской школы экономики	Подготовка топ-менеджеров Локомотиворемонтного холдинга под управлением компании ООО «Локомотивные технологии» по Корпоративной образовательной программе Холдинга «РЖД» в модульном формате Executive MBA Стокгольмской школы экономики.
12:00 – 12:30	КОФЕ-БРЕЙК	
12:30 – 13:30	Часть 2. ДОКЛАДЫ УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ	
12:30 – 12:45	ЛАМКИН Андрей Геннадьевич , первый заместитель директора ПКБ ЦТ - филиала ОАО «РЖД»	Порядок модернизации локомотивов ОАО «РЖД».
12:45 – 12:55	СИЛЬВАНСКИЙ Евгений Андреевич ВЭЛНИИ, Новочеркасск, Заведующий сектором	Мероприятия, направленные на улучшение конструкции эксплуатируемого парка подвижного состава
12:55 – 13:00	КНЯЗЕВ Алексей Сергеевич д.т.н., советник ректора Национального исследовательского Томского государственного университета (ТГУ)	Современное средство для гидрохимической очистки теплообменных систем подвижного состава
13:00-13:05	СЕМЕНОВ Александр Павлович , к.т.н., генеральный директор ОАО «НИИТКД»	Инновационное развитие технологии сервисного обслуживания в НИИТКД
13:05 – 13:10	ВОЛКОВСКИЙ Дмитрий Витальевич Начальник отдела маркетинга ООО «АВП Технология»	Инновационное развитие технологии сервисного обслуживания в ООО «АВП Технология»
13:10 – 13:15	ДАВЫДОВ Юрий Анатольевич д.т.н., профессор, заведующий кафедрой "Локомотивы" ДВГУПС, Хабаровск	Предложения учёных ДВУГПС по взаимодействию с ТМХ-Сервис

<i>Время</i>	<i>Докладчик</i>	<i>Тема доклада</i>
13:15 – 13:25	ЛАКИН Игорь Капитонович д.т.н., профессор, начальник департамента научно-технического развития ООО «ТМХ-Сервис»	Автоматизированная система управления надёжностью локомотивов в ТМХ-Сервис. Информационное взаимодействие участников конференции. ASUNT.ru
13:25 – 13:30	Перерыв	
13:30 – 14:30	Часть 3. КРУГЛЫЙ СТОЛ «НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ВУЗОВ» Выступления представителей вузов с предложениями по сотрудничеству: ОМГУПС, ДВГУПС, ИРГУПС, УРГУПС, СамГУПС, РГУПС, ПГУПС, МИИТ, УкрГАЖТ (Украина)	
14:30 - 14:35	Перерыв	
14:35 – 14:55	Часть 4. КРУГЛЫЙ СТОЛ «ФОРМЫ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОГО И УЧЕБНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ» Обсуждение проекта решения конференции, внесение предложений участников конференции. Голосование по проекту решения.	
14:55 – 15:00	ГРИНЕНКО Валерий Иванович, д.т.н., генеральный директор ООО «ТМХ-Сервис»	Подведение итогов. Заккрытие конференции.
8:30 – 10:00 12:00 – 12:30 15:00 – 15:30	Часть 5. СТЕНДОВЫЕ ДОКЛАДЫ (опубликованы в настоящем сборнике в виде статей)	
15:30	<i>ОКОНЧАНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ</i>	

ТОП-100

ТОР 100

ТОР100 ПРОБЛЕМ

СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

*Предложения по научно-практическим направлениям исследований
и опытно-конструкторским работам для повышения эффективности сервисного обслуживания локомотивов.*

Участие в работе над проблемами предполагает анализ первопричин, поиск возможных технических, технологических, логистических, социальных, административных и/или экономических инновационных решений, результатом внедрения которых должно стать: повышение надёжности локомотива, снижение простоя на плановых и неплановых ремонтах, сокращение затрат на ТО и Р, другие экономические показатели.

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ

- 1. ПРЕВЫШЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВОВ**
- 2. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВОЗОВ**
- 3. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОВОЗОВ**
- 4. КОНСТРУКЦИОННЫЕ ОТКАЗЫ**
- 5. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЕПО**
- 6. МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА**
- 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**
- 8. ПОДГОТОВКА КАДРОВ**

№ п/п	ПРОБЛЕМА	ОПИСАНИЕ	ИСТОЧНИК
1	ПРЕВЫШЕНИЕ ДОПУСТИМЫХ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВОВ Необходим анализ и обоснование возможных последствий превышений режимов эксплуатации. Методы исключения эксплуатационных отказов.		
1.0.	Организация взаимодействия		
1.0.1.	Нет четкого разграничения ответственности по нарушениям и отказам между ТЧР, ТЧЭ и ТМХ	Необходим общий регламент взаимодействия	Исполнительный аппарат
1.1.	Дизель-генераторная установка		
1.1.1.	Холодный запуск дизеля	Машинистами допускается запуск дизеля с нарушением регламента, что приводит к повышенному износу дизеля. Необходим анализ и обоснование последствий нарушений, методы борьбы нарушениями.	Филиал «Северо-Западный»
1.1.2.	Отключение автоматического режима регулирования	Машинисты отключают автоматический режим работы, что приводит к нарушениям режимов эксплуатации	Исполнительный аппарат
1.1.3.	Эксплуатация на высоких позициях при низких температурах теплоносителей	Локомотивные бригады выводят дизель на позиции контроллера выше 4 при температурах теплоносителей ниже 45 ⁰ С	Филиал «Северо-Западный»

1.1.4.	Горячая остановка дизеля	Горячая остановка двигателя приводит к преждевременному выходу из строя турбокомпрессоров. Как только двигатель перестает работать, давление масла резко падает, а обе крыльчатки, ведущая и нагнетающая, продолжают по инерции вращаться. Подшипники вала, на который насажены обе крыльчатки, оказываются без смазки и быстро изнашиваются, появляются радиальные зазоры. Вследствие таких перегрузок турбина начинает «кушать» масло. Через увеличившийся зазор смазка просачивается под нагнетающей крыльчаткой и попадает во впускной коллектор, а потом сгорает в цилиндрах. К тому же турбина не может долго держать высокие обороты без поступления соответствующего количества отработанных газов. Поэтому износ от масляного "голодания" в подшипнике качения сопровождается и другими побочными факторами. Например: после продолжительной работы двигателя с приличной отдачей мощности корпус турбины сильно разогревается от большого количества проходящих через неё раскаленных отработанных газов. Чаще всего турбина охлаждается протоком того же моторного масла. Если прекратить поступление этого потока, при остановке ДГУ, обязательно происходит пригорание остатков смазки к деталям турбины, что приведет, со временем к накоплению нагара и неизбежному износу деталей.		Филиал «Дальневосточный»
1.1.5.	Следование на локомотиве с заглушенной ДГУ	На равнинных участках пути локомотивные бригады глушат дизель одной из секций		Филиал «Северо-Западный»
1.1.6.	При прогреве в зимний период работа ДГУ менее 30 минут			Филиал «Северо-Западный»
1.1.7.	Длительная работа дизеля на холостом ходу			Филиал «Северо-Западный»
1.1.8.	Обход защиты ДГУ	Машинисты отключают реле давления масла дабы избежать остановку дизеля при низком давлении масла в системе, данное нарушение приводит к повышенному износу подшипников коленчатого вала.		Филиал «Дальневосточный»

1.1.9.	Горячая остановка дизеля	После остановки дизеля не производится проворачивание коленчатого вала на 4-5 оборотов для охлаждения верхних поршней дизеля 10Д100	Филиал «Нижеудинский»
1.1.10.	Запуск дизеля без прокачки масла	Машинистами допускается запуск дизеля с проворота без подключения маслопрокачивающего насоса, что приводит к износу шеек коленчатого вала и подшипников шатунов	Филиал «Нижеудинский»
1.1.11.	Холодный запуск дизеля	Перед запуском дизеля локомотивными бригадами не производится слив конденсата из воздухоохладителей, что приводит к дополнительным работам по ремонту шатунно-поршневой группы	Филиал «Нижеудинский»
1.2.	Тяговые электродвигатели (ТЭД)		
1.2.1.	Превышение пятиминутных токов	Перегрев ТЭД	Исполнительный аппарат
1.2.2.	Превышение часовых и длительных токов	Перегрев ТЭД	Исполнительный аппарат
1.2.3.	Превышения максимального напряжения	Круговой огонь по коллектору	Исполнительный аппарат
1.2.4.	Отключение и включение тяговых двигателей при следовании в режиме «тяга» (под нагрузкой)		Филиал «Северо-Западный»
1.2.5.	«Старение» изоляции ТЭД - как следствие снижение изоляционных свойств и выход из строя ТЭД	Нарушение режимов управления электровозом локомотивными бригадами приводит к перегреву изоляции тяговых двигателей: - превышение токовых нагрузок; - отключение мотор-вентиляторов на выбеге без предварительного охлаждения обмоток; - движение по лимитирующим подъемам с поездами повышенного веса и длины со скоростью ниже расчетной; - в холодное время года перед началом движения не производится предварительная обдувка ТЭД;	Исполнительный аппарат

1.2.6.	Перегрев тяговых двигателей	Не соблюдение скоростных режимов вождения на лимитирующих подъемах по данным тяговой –энергетической лаборатории ведет к перегреву ТЭД при номинальных значениях тока и напряжения. Руководство ТЧЭ и ВС ТР не принимает данные нарушения как предшествующие отказам ТЭД. Необходимо установка датчиков с фиксацией МСУД или получение заключения с опытной поездкой представителей экспертных комиссий в летний период.	Исполнительный аппарат
1.2.7.	Попадание снега в ТЭД в зимний период вследствие отключения мотор-вентиляторов	При отключенных мотор-вентиляторах охлаждения ТЭД не происходит выдувание снега из вентиляционных отверстий ТЭД, что приводит к попаданию снега в ТЭД, пробое изоляции и межвитковым замыканиям.	Филиал «Западный»
1.2.8.	Отключение мотор-вентиляторов охлаждения ТЭД на выбеге и при остановках на промежуточных станциях.	Для снижения шумовых нагрузок и экономии электроэнергии локомотивные бригады отключают МВ. При отправке поезда, при наборе 1 позиции происходит резкое включение МВ на высокую скорость. Подобные явления несут два негативных момента: ускоренное старение изоляции ТЭД из-за повышения тепловых нагрузок и повреждение электродвигателя МВ в момент броска тока.	Филиал «Московский»
1.2.9.	Езда с отключенной секцией	При срабатывании защиты на одной из секций, машинист реализует мощность локомотива за счет оставшихся секций.	Филиал «Дальневосточный»
1.2.10.	Невыполнение критических скоростей на подъемах	- Приводит к боксованию – что в последствии ведет к повреждению коллектора ТЭД в следствии возникновения кругового огня. - Так же приводит к перегреву ТЭД в следствии воздействия больших токов, что в конечном итоге приводит к преждевременному старению электрической изоляции якорной обмотки ТЭД	Филиал «Дальневосточный»

1.2.11.	Отключение автоматической подсыпки песка на электровозах 2,3ЭС5К	Необходимо рассмотреть возможность модернизации схемы автоматической подсыпки песка, в качестве возможных вариантов требующих изучения: - оставления управление на тумблере «песок автоматически», а системы защиты от боксования и юза перенести на блокировки контроллера машиниста(13,14); - исключение возможности отключения автоматической подсыпки песка, при постановке контроллера в режим Тяга производится подключение схемы АПП.		Филиал «Дальне-восточный»
1.2.12.	Управление локомотивом на пониженных позициях с поездом критической массы на подъёмах, близких к расчётному	В связи со снижением подачи воздуха в тяговые электрические машины от вентиляторов, имеющих механический привод от дизеля, происходит перегрев тяговых электрических машин.		Филиал «Южный»
1.2.13.	Старение изоляции	Перед постановкой локомотивов в ремонтные корпуса не производится прогрев электрических машин со стороны локомотивных бригад		Филиал «Нижеудинский»
1.2.14.	Перегрев изоляции	Следование поездов по лимитирующим подъемам со скоростями ниже установленных		Филиал «Нижеудинский»
1.3.	Система охлаждения Дизеля			
1.3.1.	Контроль работоспособности	Необходимы простые и действенные методы контроля работоспособности охладительной системы дизеля.		
1.3.2.	Эффективность используемых секций охладителей ДГУ, применение наиболее эффективных конструкций.	Проведение анализа существующих схем охлаждения, применение методов инновационных радиаторов для охлаждения ДГУ		Филиал «Дальневосточный»
1.4.	Колёсно-моторный блок			
1.4.1.	Боксование, юз колёсных пар	Несоблюдение локомотивными бригадами режима ведения поезда		Филиал «Нижеудинский»
1.4.2.	Нагрев бандажей колесных пар	При следовании по спускам машинисты применяют кран вспомогательного тормоза усл.№254 для поддержания заданной скорости по перегону		Филиал «Нижеудинский»
1.5.	Вспомогательное оборудование			

1.5.1.	Отключение вентиляторов	Машинисты отключают вентиляторы в режиме выбега, что приводит к перегреву ТЭД		Исполнительный аппарат
1.5.2.	Высокое напряжение в контактной сети	Напряжение в контактной сети более 29кВ., что приводит к повышению напряжения в цепи 380В более допустимого и выходу из строя вспомогательных машин электровозов ВЛ60, ВЛ80.(Участок Забайкальской и Дальневосточной ж.д.)		Филиал «Нижеудинский»
1.5.3	Повышенное давление в системе смазки локомотива	Локомотивными бригадами допускается повышенное давление в распределительных редукторах и гидромуфте, что приводит к выходу из строя данного оборудования		Филиал «Нижеудинский»
1.5.4	Работа тормозного компрессора	Отсутствие контроля за уровнем смазки в картере компрессора, наличие добавления смазки в картер несоответствующей марки (как правило, дизельного масла)		Филиал «Нижеудинский»
1.5.5.	Муфты распределительных редукторов		Отсутствие контроля со стороны локомотивных бригад за креплением полужёстких муфт привода редукторов	Филиал «Нижеудинский»
1.5.6.	Отказы электродвигателей мотор-компрессоров		Перед запуском компрессоров в зимнее время после длительной стоянки не производится проворачивание вала компрессора	Филиал «Нижеудинский»
1.5.7.	Отказы электродвигателей вспомогательных машин электровозов		Групповой пуск вспом.машин без выдержки времени между пусками.	Филиал «Нижеудинский»
1.8.	Микропроцессорные системы управления			

1.8.1.	Отсутствие записи основных параметров работы тепловозов ТЭ10МК в режиме «онлайн» и как следствие отсутствие претензий к локомотивной бригаде по их действиям при выходе узлов и агрегатов из строя	Запись основных параметров работы тепловоза с включением и выключением основных аппаратов в режиме «онлайн» с возможностью их последующей расшифровки, по аналогии с имеющимися флэш-накопителями тепловозов 2ТЭ25.	Филиал «Московский»
1.9.	Тормозная система		
1.9.1.	В зимний период перемерзание трубопроводов, отстойников, маслоотделителей, кранов ГР	Нарушение цикличности, контроля и фиксации режимов продувки пневматической цепи. Необходимо подключение кнопок продувок на свободные входы МСУД	Исполнительный аппарат
1.9.2.	Невыполнение продувки ПМ, ТМ, ГР локомотивными бригадами	Невыполнение регламентных работ приводит к повышенному образованию и накоплению конденсата в трубопроводах, главных резервуарах, как следствие образованию ржавчины и окалины, с её последующим попаданием в воздухораспределители и краны машиниста. На электровозах 2,3ЭС5К необходимо рассмотреть возможность дооснастить парк регистраторами продувки ГР. На других сериях локомотивов разработать возможность контроля проведения продувки.	Филиал «Дальневосточный»
1.10.	Электрическое оборудование локомотивов		
1.10.1.	Возможность хищения медесодержащих элементов локомотива	Существующие схемы управления локомотивом позволяют производить хищения при этом существенно не изменяя характеристик работы электровоза. Административные методы борьбы с хищением неэффективны. Необходима разработка схем управления при котором отсутствие запасной части приводит к неработоспособности локомотива в целом, а не отдельного его узла (реостатный тормоз, шунты ослабления поля).	Филиал «Западный»

1.10.2.	Применение нештатного порядка остановки дизеля (отключение автоматическим выключателем вместо кнопки «Остановка дизеля»)	Коммутационные напряжения в цепях управления, приводящие к выходу из строя электронного оборудования	Филиал «Южный»
1.11	Прочие системы локомотивов		
1.11.1.	Все системы тепловозов М62 в/и, ТЭ10 в/и, ТЭ116 в/и, ЧМЭЗ. Отказы любых систем тепловоза из-за не надлежащих условий эксплуатации из-за вмешательства в схему работы локомотивной бригады, либо обслуживающего персонала.	Исключение выхода из строя агрегатов тепловоза из-за нарушения нормальных условий эксплуатации до устранения несоответствий (защита от вмешательства в системы защиты, электрические цепи и т.д.). Исключение возможности обхода системы защиты. Создание комплексной системы контроля работы основных узлов тепловоза (дизельная группа, электрооборудование) не допускающую дальнейшую эксплуатацию тех или иных агрегатов при недостижении установленных условий (давление топлива, давление масла, напряжение и т.д.).	Филиал «Московский»
2	ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕПЛОВОЗОВ Необходим анализ энергоэффективности тепловозов, влияние системы ТО и Р на энергоэффективность, методы повышения энергоэффективности тепловозов.		
2.1.	Методы контроля энергоэффективности тепловозов		

2.1.1.	Измерение расхода топлива по показатель гр./кВт*ч	Важным способом контроля исправности тепловоза является контроль расхода топлива на кВт*ч выработанной энергии. Прямое измерение параметра отсутствует. Необходимы достоверные экспериментальные данные по удельному расходу топлива на 1 кВт*ч выработанной электроэнергии и создание комплексной системы (совместимой с РПРТ), учитывающей расход топлива и электроэнергии на произведенную работу и учитывающей расход топлива на холостом ходу.	Филиал «Московский»
2.1.2.	Норма расхода топлива	В ТЧЭ отсутствуют нормы на горячий простой тепловозов по сериям и периодам года, а также нормы расхода при проведении ТО-2 локомотивам	Филиал «Нижеудинский»
2.2.	Слив топлива		
2.2.1.	Слив топлива	Несанкционированный слив топлива. Решением проблемы может послужить установка в топливный бак датчиков массы (давления) работающих в системе, учитывающей скорость изменения массы топлива в баке, с учетом расход топлива по данным РПРТ. При изменении массы топлива на неработающем дизеле, либо по наличию разницы в подаваемом топливе в топливный коллектор и показаниям датчика массы внутри бака, система направляет сообщение «Несанкционированный расход топлива», ИД № локомотива в специализированный отдел Дирекции тяги.	Филиал «Московский»
2.2.2.	Взаимодействие	При постановке локомотивов на СО нет должного участия Заказчика при замерах количества топлива в баках, а соответственно ведётся двойной учёт топлива по актам ТУ-162, ТУ-31л и ТХО-3	Филиал «Нижеудинский»
3	ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭЛЕКТРОВОЗОВ Необходим анализ энергоэффективности электровозов, влияние системы ТО и Р на энергоэффективность, методы повышения энергоэффективности электровозов.		
3.1.	Методы контроля энергоэффективности электровозов		

3.1.1.	Отсутствие прямых измерений тяговых характеристик каждого КМБ.	После производства крупных видов ремонта, как вариант, производить испытание локомотивов на динамометрических стендах.	Филиал «Московский»
3.2.	Рекуперация на электровозах постоянного тока		
3.2.1.	Вход в рекуперацию	Неустойчивый вход в рекуперативный режим приводит к снижению частоты использования рекуперации	
3.2.2.	Нарушение рекуперации	Нарушение рекуперации вследствие постороннего вмешательства в целостность токопроводящих шин.	Филиал «Московский»
3.3.	Рекуперация на электровозах постоянного тока		
3.3.1.	Вход в рекуперацию	Неустойчивый вход в рекуперативный режим приводит к снижению частоты использования рекуперации	Исполнительный аппарат
3.3.2.	Разброс токов	Недопустимо большой разброс токов ТЭД в рекуперации приводит к снижению эффективности электрического торможения, приводит к юзу неконтролируемых колёсных пар.	Исполнительный аппарат
3.3.3.			
3.4.	Энергоэффективность электровозов переменного тока с ВИП		
3.4.1.	Углы запаса в тяге	У электровозов с ВИП задаются недопустимо большие углы запаса, что снижает характеристики электровозов. Уменьшение углов запаса, с другой стороны, приведет к понижению устойчивости системы управления	Исполнительный аппарат
3.4.2.	Углы запаса в рекуперации	У электровозов с ВИП задаются недопустимо большие углы запаса, что снижает характеристики электровозов. Уменьшение углов запаса, с другой стороны, приведет к понижению устойчивости системы управления	Исполнительный аппарат
3.4.3.	Отсутствие УСАВП на пассажирских локомотивах.	Систему автоведения отсутствует на электровозах ЭП1 приписки ТЧЭ-11 Белогорск (№005, 011, 241, 296, 303) не оборудованных УСАВП с РПДА	Филиал «Нижеудинский»

4	КОНСТРУКЦИОННЫЕ ОТКАЗЫ Конструктивные недостатки оборудования локомотивов, требующие модернизации в условиях депо или ремонтных локомотивных депо		
4.1.	Дизель		
4.1.1.	Способ восстановления корпуса сальника вала отбора мощности тепловоза ЧМЭЗ.	Корпус сальника вала отбора мощности установлен в передней крышке дизеля, через которую проходит поводковый вал, который жестко крепится к коленчатому валу дизеля. В корпусе установлен сальник Гуфери 80х100х13, который препятствует вытеканию дизельного масла. В процессе эксплуатации тепловоза происходит износ самого сальника. Замена сальника трудоемкий процесс, необходимо спрессовывать полумуфту. Так же в процессе работы происходит износ вала, на валу образуется риска и смена сальника положительного результата не дает. Поэтому предлагаем точить новый корпус, в который можно будет установить два сальника. Тем самым можно будет предотвратить течь масла по валу отбора мощности, что в эксплуатации будет иметь положительный эффект.	Филиал «Московский»
4.1.2.	Способ восстановления лабиринтов ротора турбокомпрессора РДН-50 тепловоза ЧМЭЗ.	В процессе работы турбокомпрессора РДН-50 тепловоза ЧМЭЗ бывают случаи разрушения подшипника 76308 ЛШ со стороны газового колеса. В результате разрушения подшипника происходит разрушение уплотнительных лабиринтов со стороны газового колеса, которые предотвращают попадание выпускных газов в подшипник. Для восстановления ротора протачивается поврежденный вал затем втулка. Втулка нагревается до температуры 400 градусов и напрессовывается на ротор. Затем производится балансировка ротора на балансировочном станке.	Филиал «Московский»
4.1.3.	Масляная система дизеля Д49 тепловозов ТЭ10МК, 2ТЭ25К, М62.	Слабая защита дизеля Д49 при «масляном голодании».	Филиал «Московский»

4.1.4.	Отсутствие контроля давление масла, подаваемого на турбокомпрессор, дизеля Д49 тепловозов ТЭ10МК, 2ТЭ25К, М62.	Отсутствие контроля давления масла, подаваемого на турбокомпрессор. Нет возможности в процессе эксплуатации локомотивной бригаде контролировать давление масла, подаваемого на турбокомпрессор и как следствие выход из строя ТК.	Филиал «Московский»
4.1.5.	Отсутствие контроля работы центробежных фильтров дизеля Д49 тепловозов ТЭ10МК, 2ТЭ25К, М62.	Необходимо разработать способ сигнализации о замедлении скорости вращения или остановке роторов центробежных фильтров для проведения своевременной их очистки и восстановления работоспособности (датчики, бленкеры и т.д.).	Филиал «Московский»
4.1.6.	Система воздухообеспечения дизеля Д49 тепловозов ТЭ10МК, 2ТЭ25К, М62.	Ненадежный способ крепления воздухопроводов от воздушных фильтров к турбокомпрессору дизеля. Необходимо изменение конструкции способа крепления воздухопроводов.	Филиал «Московский»
4.1.7.	Система воздухообеспечения дизеля Д49 тепловозов ТЭ10МК, 2ТЭ25К.	Трудоемкость обслуживания при закоксованности воздухоохладителей в процессе эксплуатации. Целесообразно предусмотреть люка на крышках воздухоохладителя для возможности его очистки без снятия с дизеля.	Филиал «Московский»
4.1.8.	Масляная система дизеля Д49 тепловозов ТЭ10МК, 2ТЭ25К, М62. Сброс загрязнений.	Сброс загрязнений после фильтрации самоочищающимся масляным фильтром обратно в картер дизеля. Исключить попадание загрязнений после фильтрации масла самоочищающимся масляным фильтром обратно в картер дизеля.	Филиал «Московский»
4.1.9.	Неисправность и ГМР тепловозов ЧМЭЗ в/и.	Постоянный выход из строя ГМР. Замена гидромеханического привода компрессора и главного вентилятора на электроприводы при КР, СР. Снижение неплановых ремонтов и отказов оборудования. Снижение затрат на обслуживание и ремонт. Снижение простоя локомотивов.	Филиал «Московский»
4.1.10.	Частый излом поршневых колец нижних поршней дизеля 10Д100 тепловоз ТЭ10 в/и.	Исключение попадания замка поршневых колец на выпускные окна цилиндрических втулок при работе дизеля. Рассмотреть возможность штифтовки поршневых колец от проворота в ручьях поршня.	Филиал «Московский»

4.1.11.	Запорный клапан подачи масла в гидропривод главного вентилятора 2ТЭ10М(У).	Из-за низкой прочности конструкции корпуса, изготовленного из чугуна частый выход из строя, по причине трещины. В связи с этим на большинстве тепловозов данной серии, гидропривод работает по аварийной схеме подаче масла. Повышение надежности гидроприводов из-за меньшего отложения грязевых остатков на чашах гидропривода и снижение динамического воздействия на валопроводы привода главного вентилятора при его включении и выключении. Рассмотреть возможность усиления конструкции клапана или изготовление корпусных деталей из другого материала.		Филиал «Московский»
4.1.12.	Неисправность привода распределительного вала дизеля 5-26-ДГ тепловоза 2М62(У).	Частая неисправность зубьев “69” группы дизеля 5-26ДГ. Данную неисправность можно отнести к конструктивным недоработкам дизеля 5-26ДГ. Изменение конструкции. Усиление зубчатых колес.		Филиал «Московский»
4.1.13.	Неисправность антивибратора дизеля тепловоза ЧМЭЗ.	Антивибратор дизеля К6S310DR имеет 2 конструктивных недостатка (втулка фланца и крепление боковых крышек), что может привести к разрушению передней крышки дизеля и повреждению близко расположенного оборудования.		Филиал «Московский»
4.1.14.	Система воздухообеспечения дизеля тепловозов 2ТЭ25К, 2ТЭ10 в/и с дизелями Д49.Воздухоохладитель.	Частый выход из строя воздухоохладителей в процессе эксплуатации в связи с загрязнением его охлаждающих трубок. Создание эффективной системы воздухообеспечения дизеля с минимальным необходимым уровнем вмешательства ремонтного персонала.		Филиал «Московский»
4.1.15.	Система воздухообеспечения дизеля тепловозов 2ТЭ25К. Отсутствие защиты	Отсутствие защиты от попадания посторонних предметов в турбокомпрессор дизеля вследствие возможного разрушения деталей выхлопного коллектора (жаровой трубы). Предотвращение случаев выхода турбокомпрессоров дизелей		Филиал «Московский»
4.1.16.	Трещины втулок цилиндровых комплектов ДГУ 18-9ДГ	Во втулках цилиндровых комплектов появляются трещины в местах крепления шпилек крепления газового стыка, что приводит к обводнению дизельного масла и его замене.		Филиал «Дальневосточный»

4.1.17.	Трещины втулок цилиндровых комплектов ДГУ 18-9ДГ	Во втулках цилиндрических комплектов появляются трещины в местах крепления шпилек крепления газового стыка, что приводит к обводнению дизельного масла и его замене.	Филиал «Южный»
4.1.18.	Нет водяного охлаждения колена выпускного коллектора серия 2ТЭ116У.	Угроза возгорания или получения травм.	Филиал «Южный»
4.1.19.	Наличие конструктивного недостатка	На дизелях типа Д49 выходит из строя задний корпус привода насосов вследствие износа из-за наличия прямого воздействия струи охлаждающей жидкости на перегородку полости.	Филиал «Нижеудинский»
4.1.20.	Течь масла по ОРЧО	На тепловозах не предусмотрено наличие зафиксированной ёмкости под масло	Филиал «Нижеудинский»
4.1.21.	А1-9ДГ	Отсутствие контроля давления масла в последней коренной шейке коленчатого вала по причине установки РДМ-2 у первой коренной шейки	Филиал «Нижеудинский»
4.1.22.	Повышенный износ конической шестерни редуктора ГВ тепловоза ТЭМ18	При выполнении первого ремонта тепловоза ТЭМ18 в объёме ТР-3, коническая шестерня редуктора ГВ заменяется в виду не нормального износа в виде выкрашивания зубьев.	Филиал «Нижеудинский»
4.1.23.	Повышенный износ клиновидных ремней приводов ВСТ, вентилятора охлаждения ТЭД, тепловоз ТЭМ18.	Рвутся ремни (В-2240) в период гарантированного пробега тепловоза ТЭМ18, ремни не вырабатывают ресурс согласно паспорта.	Филиал «Нижеудинский»
4.1.24.	Неисправности системы охлаждения	Требуется производство работ по промывке системы охлаждения с применением специального оборудования	Филиал «Нижеудинский»
4.1.25.	Неисправности цилиндро-поршневой группы	Требуется применение новых технологий в виде добавления в дизельное масло специализированных присадок	Филиал «Нижеудинский»

4.1.26.	Повреждение змеевика холодильника напорной магистрали электровозов ЭС5К.	Оборудовать место скапливание конденсата участка воздухопровода нагревающим элементом. Для исключения продувки змеевика при включенном компрессоре рассмотреть возможность изменение электрической схемы питания клапана его продувки от цепи питания разгрузочного клапана через реле времени. Таким образом, продувка змеевика будет возможна только при отключенном компрессоре /в автоматическом режиме/ без участия локомотивной бригады. Сброс конденсата с ГР оставить в штатном режиме. Электровозам, выпущенным без продувки змеевика (холодильника) произвести модернизацию по ее установки.	Филиал «Братский»
4.2.	Главный генератор		
4.2.1.	Тяговый агрегат марки А721АУ2 имеет низкую эксплуатационную надежность	Отгар токоведущих перемычек от катушек ротора как основного, так и вспомогательного генераторов. Низкое качество исполнения системы отопления поезда (при использовании происходит переброс электрической дуги по текстолитовому изолятору)	Филиал «Южный»
4.2.2.	Электрический пробой изоляции	Улучшить качество пропитки при подъёмочных видах ремонта в условиях ремонтных депо	Филиал «Нижеудинский»
4.2.3.	Неисправности коллекторной камеры	Рассмотреть вопрос внесения дополнений в цикловые работы с увеличением времени в объёме ТО-2 с наличием обязательной продувки ГГ сжатым воздухом	Филиал «Нижеудинский»
4.3.	ТЭД		
4.3.1.	Превышения допустимого напряжения 1000В на тяговых двигателях НБ-514	В автоматических режимов ведения нет ограничения напряжения на ТЭД, конструктивно в МСУД не заложено из – за тяговых характеристик. Действия локомотивных бригад при превышении напряжения ТЭД в автоматическом режиме не прописаны. Влияние неоднократных перенапряжений на ТЭД не описаны.	Исполнительный аппарат

4.3.2.	Значительный объем неплановой замены и ремонта ТЭД А14846et электровозов серии ЧС2к по наличию свободного хода якоря, как причина несовершенства конструкции карданного привода.	Наличие в карданном приводе свободного хода, обусловленного возможностью деталей привода выбирать зазор (в игольчатых подшипниках шарниров Гука, в шлицевых соединениях поводков, в шлицевом сочленении цилиндра и в зубчатом зацеплении). Свободный ход деталей привода в эксплуатации приводит к дополнительным динамическим нагрузкам и значительно снижает ресурс работы привода. В рамках конференции предлагается рассмотреть возможность унификации привода электровозов ЧС2к с приводом ЧС7 после 210 номера, лишённого ряда недостатков, присущих приводу ЧС2к.		Исполнительный аппарат
4.3.3.	Низкая защищенность ТЭД марки ЭДУ-133 марки ЭД-150	Попадание осадков внутрь ТЭД, как следствие снижение сопротивления изоляции.		Филиал «Южный»
4.3.4.	Перетирание подводящих проводов к клеммам ТЭД (вследствие чего может произойти срабатывания РЗ, ГВ)	Затрудненности в проведении ревизии шаровой связи, и осмотра в труднодоступных местах подводящих проводов и клемм ТЭД при ТР-2 (для выявления состояния покровной изоляции, вследствие чего может произойти срабатывания РЗ, ГВ)		Филиал «Южный»
4.3.5.	Перекрытие электродугой по изоляторам в коллекторной камере	Рассмотреть вопрос внесения дополнений в цикловые работы с увеличением времени в объёме ТО-2 с наличием обязательной продувки ТЭД сжатым воздухом		Филиал «Нижеудинский»
4.3.6.	Проблема недостаточного количества охлаждающего ТЭД воздуха (отсутствие «наддува»)	Существующая конструкция суфле охлаждения ТЭД (патрубков) не надежная. Часто требуется смена, не обеспечивается достаточный «наддув».		Филиал «Нижеудинский»

4.3.7.	Ослабление крепления катушки дополнительного полюса тягового электродвигателя с последующим повреждением изоляции и замыканием витков катушки на корпус остова.	Необходима установка пружинной шайбы между катушкой и корпусом крепления магнитопровода дополнительного полюса. (проблема не решается) На основании мероприятий утвержденным Вице-президентом ОАО А.В.Воротилкиным и техническим директором ЗАО «Трансмашхолдинг В.В. Шнейдмюллером по совершенствованию конструкции производства ООО «ПК» «НЭВЗ» на 2012-2013 год пункт №24 /В целях увеличения прочности механической фиксации катушек дополнительных полюсов на сердечнике производить эту операцию при изготовлении ТЭД НБ-514Б с применением «Paramat»/ срок исполнения июль 2012год. При проверке отметки о проведенной модернизации в паспорте ТЭДНБ514 №6200 датой изготовления декабрь 2012г, указанная запись отсутствует. О чем свидетельствует невыполнение данного пункта мероприятия. С июня 2012года по 1.06.2013г ответа на исполнение данного решения не поступало. Необходима техническая документация для освоения ремонта ДП ТЭД.	Филиал «Братский»
4.4.	КМБ		
4.4.1.	Подрез гребня бандажей на тепловозах серий ЧМЭЗ	Изменение профиля бандажей 2 и 5 колесных пар тепловозов ЧМЭЗ с целью предотвращения подреза гребней бандажей (производить обточку их бандажей по аналогии с электровозами ЧС2 до толщины гребня 23-21 мм.).	Исполнительный аппарат
4.4.2.	Излом металлических кожухов зубчатой передачи в процессе эксплуатации. Трудоемкий процесс их замены.	Замена металлических кожухов зубчатой передачи на стеклопластиковые с уменьшенными линейными размерами и измененным профилем нижнего габарита.	Филиал «Братский»

4.4.3.	Износ вкладышей МОП в зимний период из-за наличия скапливания конденсата в рабочей и запасной камере МОП.	Изготовить приспособление для слива конденсата с МОП электровозов. (выкручивание и закручивание пробок с рабочих камер МОП без разлива смазки на пол) Определить за чей счет производить модернизацию по установке пружины на крышку рабочей камеры МОП	Филиал «Братский»
4.5.	Электрические аппараты		
4.5.1.	Выход из строя контакторов сх. № 060-2 электровозов ЧС7.	Предотвращение выхода из строя контакторов Svad-11 сх.№ 60-2 электровозов ЧС7 (изменение электрической схемы электровоза, замена на другой контактор и др.).	Филиал «Московский»
4.5.2.	Система защиты в цепях преобразователей 2ТЭ25К.	Частое ложное срабатывание имеющихся автоматических выключателей на 160А в эксплуатации.	Филиал «Московский»
4.5.3.	Конденсаторная защита отопления поезда и конденсаторная защита вспомогательных машин электровоза ЧС4т. Нарушение герметичности.	Нарушение герметичности корпуса конденсаторов вследствие чего происходит вытекание наполнителя, задымление в машинном отделении, загрязнение смонтированных рядом элементов (диодов, сопротивлений, кондуитов, проводов)	Филиал «Московский»
4.5.4.	Электрическая проводка. Межсекционное соединение тепловозов М62 в/и, ТЭ10 в/и, ТЭ116 в/и.	Постоянные обрывы, механические повреждения, окисления. Замена межсекционного соединения на беспроводное соединение. Разработка надежных силовых межсекционных соединений и межсекционных соединений цепи управления.	Филиал «Московский»
4.5.5.	Выход из строя контактора отопления поезда электровозов серии ЧС2к.	Вследствие увеличения энергопотребления современными вагонами значительно увеличились нагрузки на контактор отопления поезда. Учитывая неудачное расположение контактора отопления и несоответствие современным режимам эксплуатации, участились случаи выхода его из строя. Как предложение по избеганию подобных рисков, необходимо рассмотреть вариант по изменению расположения и типа контактора отопления при производстве ремонтов в СР.	Филиал «Московский»

4.5.6.	ББР 2ЭС5К (ЗЭС5К)	Полосы на воздуховоде Блока баластных резисторов ББР приварены точечной сваркой. При работе вентилятора МВ-3 под потоком воздуха со временем отваливаются по сварке и попадают на баластные резисторы. Необходимо усиление конструкции.		Филиал «Дальневосточный»
4.5.7.	Задатчик тока контроллера машиниста КМ-34 2ЭС5К (ЗЭС5К)		Частый выход из строя резистора СП4-8В	Филиал «Дальневосточный»
4.5.8.	Выключатель быстродействующий ВБ-08	Происходят трещины металлических тяг быстродействующих выключателей, прошедших пробег 500000 км, восстановлению подлежат тяжело, так как при заваривании трещин ведёт шихтованную часть тяг. Необходимо усиление тяг.		Филиал «Дальневосточный»
4.5.9.	ВБО-25-20/630 УХЛ 1	Излом пружины защелки, нарушение зазора А, излом защелки привода включения дугогасительных контактов, настройка положения блокировки низковольтной SQ-3, отсутствие переключения блокировки SQ-1 из-за механического заедания переключающего штока		Филиал «Дальневосточный»
4.5.10.	Перемерзание воздушных, водяных труб в районе ВВК серии 2ТЭ116, 2ТЭ116У.		Отказ работы пневматических контакторов, выход из строя водяной системы.	Филиал «Южный»
4.5.11.	Эксплуатация локомотивов на низкой частоте.		Машинисты включают на ПЧФ низкую частоту, что ведет к перегреву оборудования и выходу из строя.	Филиал «Южный»
4.5.12.	Низкая защищенность датчиков системы МСУ-ТЭ, МСУ-ТП от воздействия внешних факторов	Датчики системы подвержены окислению, места установки датчиков не проработаны. Так датчик разряжения в ТК установлен в зоне попадания воды из водомерного стекла, датчик давления ОЖ и температуры холодного спая, установленные в проходном коридоре подвержен механическому повреждению при перемещении локомотивных бригад по дизельному помещению		Филиал «Южный»
4.5.13.	Главный выключатель ВОВ-25-10/400 на ЭП1М(П)		Усиленное выгорание ножей разъединителя выключателя в процессе циклов включения-отключения	Филиал «Южный»

4.5.14.	Тяговый трансформатор ОНДЦЭ-5700-25Н (ОАО «ЧТЗ»)	В эксплуатации выход из строя обмоток по причине развития межвиткового замыкания или к/з. Трещины сварных швов усиливающих накладок на поддонных балках трансформатора в местах прохода стяжных болтов.	Филиал «Южный»
4.5.15.	Пробой питающего трансформатора СФИ ВИП-4000 сх.№Т-3	В виду того, что при сроке службы 15 лет (1989 год выпуска) эксплуатация Т-3 ВИП4000 продолжается до настоящего времени, происходят деградационные отказы данного трансформатора.	Филиал «Нижнеудинский»
4.5.16.	Выход из строя КМЭ типа КМ-87 электровоза ВЛ85	Происходит выход из строя контакторов КЭ-153 КМЭ (1-2, 13-14, 43-45, 55-56, 65-66) по причине излома шины, износа контактов контактора КЭ-153.	Филиал «Нижнеудинский»
4.5.17.	Отказы ВБО 25-29-630	На электровозах 3(2)ЭС5К происходит самопроизвольная разрегулировка ВБО-25 с нарушением параметров.	Филиал «Нижнеудинский»
4.5.18.	Неисправности сглаживающих реакторов с возможным распространением пожаров на электровозах серии ВЛ85	Излом, отгар витков и выводов катушек сглаживающих реакторов типа РС-78 с последующим распространением огня вплоть до пожара на локомотиве.	Филиал «Нижнеудинский»
4.5.19.	Неисправности поездных контакторов тепловозов ТЭМ18Д(ДМ)	На тепловозах серии ТЭМ18Д(ДМ) происходит интенсивный нагрев контакторов типа ПК-1146А по причине малой площади рабочей поверхности контактора	Филиал «Нижнеудинский»
4.5.20.	Повреждение подвижных ножей ВОВ-25, ВБО и крышевых разъединителей.	Причине выгорания подвижных контактов ВОВ-25, ВБО и крышевых разъединителей. Недостаточная жесткость материала (меди), приводящая к деформации подвижных ножей в процессе эксплуатации.	Филиал «Нижнеудинский»
4.5.21.	Выгорание силовых контактов ВБ-008	Нет возможности регулировки неподвижного силового контакта ВБ-008 по высоте с целью регулировки провала контактов из за отсутствия гребенки как на контактах так и на элементе БВ.	Филиал «Братский»
4.5.22.	Отказ работы ВБО- 25	Выход из строя защелки ВБО	Филиал «Братский»

4.5.23.	Повреждение рукава пневмоцилиндра токоприемника ТАСс-10 при низких температурах	Трещина шланга при низких температурах окружающего воздуха	Филиал «Братский»
4.5.24.	Повреждение ВБО-25	Конструкционный недостаток подключения шины к ВБО	Филиал «Братский»
4.5.25.	Потеря эл. контакта в разъёме сх № X18 между секциями	Конструкционный недостаток в части крепления вилки меж секционного соединения э/цепей МСУД-Н.	Филиал «Братский»
4.5.26.	Излом нагнетательного патрубка и гибкого рукава связывающих компрессор и напорную магистраль электровоза	Изменение конструкции нагнетательного патрубка и гибкого рукава связывающих компрессор и напорную магистраль электровоза	Филиал «Братский»
4.6.	Механическое оборудование		
4.6.1.	Трещины зубчатых венцов колесных пар тепловозов 2ТЭ25К.	В гарантийный период эксплуатации зубчатых венцов колесных пар (до 800 тыс. км) уже при пробеге до 300 тыс. км при осмотре на ТР-300 наблюдается 35% браковки зубчатых венцов.	Филиал «Московский»
4.6.2.	Замок двери 2ЭС5К (3ЭС5К)	Происходит излом тяги. Невозможно добраться до замка (тяга приварена к квадрату дверной рукоятки изнутри). Необходимо разобрать всю дверь, чтобы вытащить неисправный замок.	Филиал «Дальневосточный»
4.6.3.	Боковые окна 2ЭС5К (3ЭС5К)	Ненадежная конструкция, частый выход из строя.	Филиал «Дальневосточный»
4.6.4.	Низкая герметичность крышевых соединений тепловозов серии ТЭП70БС	В условиях обильных осадков происходит попадание дождевой воды и снега в дизельное помещение, выпрямительный шкаф, высоковольтную камеру. Эксплуатация локомотивов указанной серии без дополнительной герметизации не представляется возможной	Филиал «Южный»
4.6.5.	Буксы	С целью не допущения ослабления стопорных планок корончатых гаек на каждом втором ТР-1 производится их вскрытие и затяжка, что ведет к повышению трудоемкости.	Филиал «Южный»

4.6.6.	Буксовый узел колесной пары электровозов ЭП1М(П)	Ослабление затяжки торцовых корончатых гаек на буксовых шейках осей колесных пар в эксплуатации с нарушением профиля резьбы (М170х3) как на гайках, так и на шейках осей.	Филиал «Южный»
4.6.7.	Низкая эксплуатационная надежность гидродемпферов	При заходе электровозов на второй текущий ремонт в объеме ТР-2 (пробег от постройки составляет около 400 т.км), вынуждено производится ремонт всех гидродемпферов, по причине неисправности манжет и штоков, т.е. производится их 100% разборка и ремонт.	Филиал «Южный»
4.6.8.	Выход из строя боковых окон электровозов серии 2(3)ЭС5К «Ермак»	Пересмотреть конструкцию боковых окон кабин машиниста с обводом стекла в металлическую окантовку (уменьшение площади обзора) и прохода болта крепления через металлическую окантовку.	Филиал «Нижеудинский»
4.6.9.	Затруднен демонтаж крыши электровозов ЭС5К в районе компрессора.	Крепление соединения труб маслоотделителя и напорной магистрали в месте выхода на крышу выполнено посредством сгона и муфты. Необходимо выполнить место соединения гайкой.	Филиал «Братский»
4.6.10.	Трещины стекла боковой форточки кабины	Конструкционный недостаток узла крепления замка форточки.	Филиал «Братский»

4.6.11.	Выход из строя колесных пар по причине повторных сдвигов бандажей относительно колесных центров	На электровозах серии 3ЭС5К при изготовлении в условиях ООО «ПК «НЭВЗ» не учтен факт не отпуска тормозов электровоза. Это объясняется тем, что при наличии давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах до 1,2 Атм., а при первом положении ручки крана вспомогательного тормоза условный №215 давление сжатого воздуха в тормозных цилиндрах составляет 1 Атм., загорания лампы ТЦ на расшифровочном табло не происходит. Причиной является заводская настройка пневматического выключателя управления ПВУ5-05 схемные номера SP11 и SP12 которые настроены на величину срабатывания 1,2 Атм. и возврата 0,3 Атм., что фиксируется в файлах МСУДа. Следовательно, при условии наличия давления сжатого воздуха в тормозных цилиндрах до 1,2 Атм. и не отпуска тормозов, локомотивная бригада этого не выявит и регистрации данного отказа в МСУДе не произойдет. Данная информация была доведена до разработчиков в ООО «ПК «НЭВЗ» (телеграмма №1165 от 11.02.2014г.), однако ответ завода – изготовителя не удовлетворяет требованиям, направленным на исключение подобных случаев, а всего лишь информирует о том, что на электровозах начиная с номеров 2ЭС5К 176, 3ЭС5К №465 в схеме сигнализации о наличии воздуха в тормозных цилиндрах вместо пневматических выключателей ПВУ5-05 применены сигнализаторы давления 115-01 УХЛ1, где давление срабатывания и возврата составляет 0,3 Атм. Перенастройка пневматических выключателей ПВУ5-05 без доработки конструкции невозможна. По предварительной оценке, можно добиться такой уставки путем замены пружины под поршнем и пружин толкателя. При этом потребуются проведение опытных работ по настройке и проверке стабильности характеристик аппарата. Предложение: для исключения случаев сходов с кольца электровозов по причине образования сдвигов бандажей относительно центров колесных пар и исключения финансовых затрат на устранение данной неисправности, балансодержателю срочным порядком разобраться со сложившейся ситуацией. Рекомендации ООО «ПК «НЭВЗ» от 24 февраля 2014 года №230/В108 для исключения случаев образования сдвигов бандажей относительно центров колесных пар на электровозах серии 2ЭС5К, 3ЭС5К предлагается: - после отпуска автоматического пневматического тормоза и зарядки тормозной магистрали машинисту нужно дополнительно нажать кнопку «ОТПУСК ТОРМОЗОВ» на пульте машиниста. При этом электроблокировочный клапан УЗ выпустит воздух из управляющих полостей реле давления (если не отпуск произошёл из-за неисправности воздухораспределителя или клапана К). При этом надо учитывать, что вспомогательный тормоз не блокируется клапаном УЗ и его необходимо отпускать 215 краном. Рекомендации СДЦ за монтаж клапанов при проведении ТР-3 с СР.	Филиал «Нижне-удинский»
----------------	--	---	--------------------------------

4.7.	Тормозное оборудование		
4.7.1.	Компрессор К2 – узел его жесткого соединения напорной трубы с главными резервуарами.	Разрыв напорной трубы трубопровода компрессора К2 в процессе эксплуатации в результате вибрации жесткого соединения (в основном в местах соединений). Замена жестких соединений на гибкие по аналогии с монтажом на ЧС4т, или изменить систему крепления трубопровода к компрессору К2.	Филиал «Московский»
4.7.2.	Тормозное оборудование тепловоза 2М62 в\и. Выход из строя кранов машиниста 395, 394.	Снижение отказов систем управления тормозами за счет применение систем с дистанционным (электронным) управлением. Замена кранов машиниста 395, 394 на 130 с дистанционным управлением. Надежность работы системы управления тормозами. Создание систем блокировки или дублирования управления тормозами при отказе основной системы.	Филиал «Московский»
4.7.3.	Отсутствие регистрируемого контроля за применением крана вспомогательного тормоза усл.№254.	Из-за длительного торможения краном усл.№254 происходит нагрев банджа и возможен его проворот. Разработка системы контроля параметров автотормозного оборудования.	Филиал «Московский»
4.7.4.	Змеевик 2ЭС5К (ЗЭС5К)	Перемерзание кранов продувки и змеевиков главных резервуаров	Филиал «Дальне-восточный»
4.7.5.	Длительное следование с наполнением тормозных цилиндров не превышающим порог чувствительности ПВУ на 2,ЗЭС5К	Приводит к появлению проворотов на отдельных секциях бустерных, крайняя секция. Необходима разработка проекта модернизации замены ПВУ 505 на 115 сигнализатор давления.	Филиал «Дальне-восточный»
4.7.6.	Затруднение продувки резервуара РС-4	Запасной резервуар сх. № РС-4 не оборудован дистанционной продувкой и при этом находится в ВВК за сеткой.	Филиал «Южный»
	Выход из строя крана машиниста усл. №394	Выход из строя крана машиниста усл. №394, происходит по причине некачественной продувки пневматической системы электровоза	Филиал «Нижне-удинский»

4.7.7.	Перемерзание змеевика на главные резервуары электровозов 3(2)ЭС5К	В зимнее время змеевик перемерзает по причине накопления влаги. Электровоз приходится отцеплять от поезда с постановкой в корпус депо.	Филиал «Нижне-удинский»
4.7.8.	Утечка воздуха по кранам машиниста во втором и четвёртом положении	Попадание посторонних мелких частиц на золотник крана машиниста из трубопровода новых электровозов 3(2)ЭС5К по причине неудовлетворительной обработки внутренней поверхности пневмотрубопровода.	Филиал «Нижне-удинский»
4.7.9.	Нарушение притирки зеркала золотника крана машиниста	На электровозах 3(2)ЭС5К, имеющих межремонтный пробег 50 тыс. км. В межремонтный период нарушается притирка зеркала по причине выдувания смазки. Необходимо смазывать краны машиниста в межремонтный период.	Филиал «Нижне-удинский»
4.8.	Микропроцессорные системы управления		
4.8.1.	Нарушение токораспределения ТЭД		Филиал «Северо-Западный»
4.8.2.	Низкая надёжность датчиков температуры и давления		Филиал «Северо-Западный»
4.8.3.	Разработка способа дистанционной передачи параметров регистрации на локомотивах 2,3ЭС5К до серии 400 с использованием существующих и общедоступных каналов связи	В настоящее время существует проблема длительного отвлечения персонала на процедуру «снятия» сохранения параметров движения электровозов на электронный носитель, эта процедура занимает от 10 до 30 минут на 1 секцию электровоза. Необходимо рассмотреть возможность автоматизации данного процесса.	Филиал «Дальневосточный»
4.8.4.	Расширение количества сигналов от оборудования для получения данных на МСУ электровозов 2,3ЭС5 к и ЭП1в/и	Имеющиеся измерения параметров не позволяют оценивать работу большого количества оборудования, необходимо расширить количество измерений и соответственно обработку получаемых измерений.	Филиал «Дальневосточный»

4.8.5.	Отсутствие возможности сохранения и записи и использования информации МСУ тепловозов серии ТЭМ18ДМ		Необходима разработка комплекса мероприятий позволяющий производить запись и считывание параметров на тепловозах серии ТЭМ18ДМ	Филиал «Дальневосточный»
4.8.6.	Недостаточное охлаждение электронных шкафов	В летний период эксплуатации, из-за недостаточного охлаждения происходит перегрев, а как следствие потеря связи и отказ в работе электронных систем		Филиал «Южный»
4.8.7.	Согласование системы МСУД и системы КЛУБ	Для исключения разночтений, необходимо согласовать регистрируемое время на МСУД с системой КЛУБ, а также предусмотреть регистрацию на файлах МСУД текущей координаты (опять же из КЛУБ).		Филиал «Южный»
4.8.8.	Отказ работы панели источника напряжения ПП720 (предназначена для питания датчиков тока и напряжения фирмы LEM)		Конструкционный недостаток панели.	Филиал «Братский»
4.9.	Системы охлаждения дизеля			
4.9.1.	Модернизация системы привода вентиляторов охлаждения тепловоза	Проработать вопрос замены гидростатического привода вентиляторов охлаждения тепловозов ТЭП70 в/и на электрический привод.		Филиал «Московский»
4.9.2.	Недостаточная эффективность системы охлаждения ДГУ 18-9ДГ (2ТЭ116У)	При высоких нагрузках и незначительному загрязнению секций шахты холодильника не хватает для охлаждения ДГУ, малый запас по охлаждению.		Филиал «Южный»
4.9.3.	Проведение модернизации системы охлаждения и смазки дизеля для возможности подключения внешнего источника циркуляции охлаждающей жидкости, моторного масла необходимой температуры с разработкой типовой схемы внешнего источника системы циркуляции.	Отпадает необходимость запуска дизелей тепловозов, находящихся в ожидании работы и их работа без нагрузки для поддержания оптимальной температуры охлаждающей жидкости и моторного масла.		Филиал «Южный»
4.9.4.	Охлаждение воды и масла ЧМЭ-3	При работе невозможно контролировать температуру воды и масла, в связи с чем возможен перегрев дизеля и как следствие более серьёзная неисправность		Филиал «Южный»

4.9.5.	Течь масла по креплению масляного насоса	Конструктивный недостаток, замена прокладок не дает результата	Филиал «Южный»
4.10	Электрические машины		
4.10.1	Колесо вентилятора тяговых электродвигателей или главного генератора тепловоза 2ТЭ10М(У).	Частые случаи деформации в процессе эксплуатации с последующим разрушением. Облегчение конструкции, придание ей большей жесткости. Рассмотреть возможность изготовления вентиляторных колес из композитных материалов с уменьшением клепочных соединений.	Филиал «Московский»
4.11	Вспомогательное оборудование		
4.11.1.	Необходима замена подшипников гидромеханических редукторов НВК на усиленные	Ныне используемые подшипники имеют низкую несущую способность, не удовлетворяющую условиям работы.	Филиал «Южный»
4.11.2.	Электродвигатели типа НВА-55, НВА-22	Выплавление короткозамкнутой обмотки ротора: несовершенная система конденсаторного запуска вспомогательных машин, отсутствие фазорасщепителя или преобразователя	Филиал «Южный»
4.11.3.	Электродвигатель П22К привода вспомогательного компрессора	Выплавление олова по распайке петушков коллектора: электродвигатель не имеет крыльчатки для собственного охлаждения, мощность электродвигателя не соответствует необходимой мощности для привода компрессора.	Филиал «Южный»
4.11.4.	Необходима замена якорного подшипника двухмашинного агрегата TD701-4/TD706/4 со стороны возбuditеля на усиленные	Ныне используемые подшипники имеют низкую несущую способность, не удовлетворяющую условиям работы.	Филиал «Южный»
4.11.5.	Выход из строя электродвигателей АНЭ-225	Происходит выплавление ротора, по причине несоответствующих технических характеристик используемого материала (алюминий).	Филиал «Нижнеудинский»

4.11.6.	Выход из строя электродвигателей АНЭ-225	Перекас тока по фазам электродвигателя АНЭ-225, АЭ-92 и, как следствие работа двигателя в перегруженном режиме.	Филиал «Ниже-удинский»
5	ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЕПО		
5.1.	Оптимизация межремонтных пробегов		
5.1.1.	Проведение ремонта в объеме ТР2 тепловозам М62 в\и, ЧМЭЗ в\и.	Проведение цикла работ по ТР-2 не обеспечивает требуемой надежности работы локомотива на срок до следующего крупного вида ремонта ввиду возраста локомотивного парка и износа оборудования. Обеспечение надежности работы локомотива, снижение затрат на проведение ТО и ТР между крупными видами ремонта. При проведении ТР-2 максимально увеличить лимиты на замену деталей цилиндрико-поршневой группы, ревизию электрических цепей.	Филиал «Московский»
5.1.2.	Наличие отказов технических средств и unplanned ремонтов при условии работы в существующей системе планово-предупредительных ремонтов.	Необходимо пересмотреть существующие цикловые работы предписанные правилами ремонта и межремонтные пробеги с учетом анализа наработки на отказ тех или иных технических средств, узлов, агрегатов и оборудования локомотивов.	Филиал «Московский»

5.1.4.	Не соответствие норм пробега между технологическими операциями	Ссылаясь на требования п.7.11. «Руководства по эксплуатации магистрального электровоза 2ЭС5К (ЗЭС5К). Книга 8 ИДМБ.661142.009 РЭ8 (ЗТС.001.012 РЭ8)» требует проведения обязательной ревизии тормозных цилиндров не реже одного раза в 8 месяцев, не учитывая, что данные Книги 1-8 являются прикладным пособием для изучения конструкции электровозов данной серии, не согласованы и не утверждены ОАО «РЖД» и ПКБ ЦТ. В то же время имеется ссылка, что при эксплуатации и техническом обслуживании электровоза необходимо также руководствоваться технической документацией, входящей в ведомость эксплуатационных документов, инструкциями и правилами Министерства путей сообщения и ОАО «РЖД» приведенными в приложении К.1 Книги 1, где указана «Инструкция по техническому обслуживанию, ремонту и испытанию тормозного оборудования локомотивов и моторвагонного подвижного состава» ЦТ-533. Согласно примечания 2 к таблице А.3 технологической инструкции «ТО и ТР механической части электровозов ЭС5К» ПКБ ЦТ.25.0147 ревизия тормозных цилиндров производится не реже одного раза в 8 месяцев.	Филиал «Нижне-удинский»
5.1.5.	Несоответствие норм пробега между технологическими операциями	Согласно требований пункта .5.25 технологической инструкции «ТО и ТР ТЭД НБ-514» ТИ 752 от 20.09.2004г. в моторно – якорные подшипники добавляется смазка через 25 – 35 т.км., однако ввиду требований межремонтных пробега данное не предоставляется возможным.	Филиал «Нижне-удинский»

5.1.6.	Несоответствие норм пробегов	На Дальневосточносточном полигоне обращения локомотивов нарушается норма проведения технического обслуживания в объеме ТО-2 электровозам серии ЗЭС5К, так согласно требований пункта 3 ИДБМ.661142.009 РЭ8 «Руководства по эксплуатации электровозов ЗЭС5К. Книга №8» периодичность проведения технического обслуживания в объеме ТО-2 составляет 72 часа Приказом №Заб-60 от 03 марта 2014 года начальника Забайкальской железной дороги периодичность проведения ТО-2 устанавливается 96 часов, согласно «Положения о системе технического обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД» №3р от 17 января 2006 года периодичность составляет 120 часов, что является нарушением условий эксплуатации электровозов данной серии.		Филиал «Нижнеудинский»
5.2.	Организация технологических процессов			
5.2.1.	Несоответствие типовых норм	Не соответствие существующих типовых норм, как требованиям руководств по ремонту, так и реальному технологическому процессу в конкретном депо.		Филиал «Западный»
5.2.2.	Отсутствие единого четкого технологического процесса.	Нет единого четкого детализированного перечня выполняемых работ на каждом ТО и ТР. Все перечни укрупнены приблизительно.		Филиал «Западный»
5.2.3.	Большой объем запрашиваемой ИА у филиала информации дублируется в разные отделы и департаменты		Не четко выстроена вертикаль управляемости и распределения ответственности	Филиал «Западный»
5.2.4.	Отсутствие организационно распорядительной документации по управленческому учету		Нет методики отражения затрат, расчета себестоимости по видам деятельности.	Филиал «Западный»
5.2.5.	Отсутствие автоматизированной системы формирования первичной документации		Большой объем документооборота на бумажных носителях при осуществлении производственной деятельности. Дополнительная загруженность участников процесса, вероятность ошибок.	Филиал «Западный»

5.2.6.	Невозможность проведения предупредительного обслуживания или ремонта	Увеличение количества unplanned ремонтов и отказов оборудования локомотивов из-за невозможности проведения предупредительного обслуживания или ремонта при возникновении предкритического состояния Внедрение систем мониторинга состояния узлов и агрегатов тепловоза, бортовых систем диагностики Возможность формирования баз данных состояния тепловоза в процессе эксплуатации с своевременным извещением о предкритическом состоянии того или иного узла или системы. Снижение затрат на проведение ТО и ТР. Уменьшение количества unplanned ремонтов и отказов оборудования. Улучшение надежности работы ТПС. Увеличение КТГ.	Филиал «Московский»
5.2.7.	Технологические процессы в форме ГОСТ не разрабатываются, формы технологических карт ремонта меняются с периодичностью один раз в 2-3 года.	Необходимо принятие порядка разработки техпроцессов только в соответствии с ГОСТ 3.1118-82 ЕСТД (и сопутствующим) в обязательном порядке с использованием единого для всех СЛД программного продукта (к примеру, СПРУТ-технология). Для рабочих на местах необходимо делать качественные сжатые выписки из разработанного техпроцесса или нормативных документов.	Филиал «Московский»
5.2.8.	Нет единой базы технологического сопровождения ремонта на основе электронного каталога.	Программа для разработки техпроцессов должна быть частью системы, основанной на электронных каталогах ремонтируемых узлов локомотивов и линейного оборудования. Частью данной системы также должны быть: модуль по внесению основных обмеров деталей при ремонте и модуль по браковке деталей конкретного локомотива (оборудования) при конкретном виде ремонта с выбором причин браковки. Электронный каталог должен быть связан с подетально по номенклатурным кодам с 1С с возможностью автоматизации заявки на запасные части по данным фактической браковки, а также создания дифференцированных норм расхода.	Филиал «Московский»

5.2.9.	Пересмотр технологии ремонта в объеме КР тягового трансформатора электровоза ЧС4т	При эксплуатации электровозов серии ЧС4т проходивших капитальные ремонты КР происходит пробой изоляции обмоток тягового трансформатора. При проведении капитальных ремонтов электровозов серии ЧС4т производить смену обмотки тяговых трансформаторов.	Филиал «Московский»
5.2.10.	Пересмотр технологии ремонта кузова электровоза ВЛ80т. (Лобовые стекла).	При эксплуатации электровозов серии ВЛ80т происходит повреждение лобовых стекол и нарушение герметичности резиновых уплотнений. При проведении текущих ремонтов ТР-1, ТР-2, ТР-3 и заводских ремонтов КР, СР производить установку рам на лобовые части локомотивов под лобовые стекла электровозов серии ВЛ80с. Замена лобовых стекол электровозов серии ВЛ80т под электровозы серии ВЛ80с, с повышенной прочностью (триплекс).	Филиал «Московский»
5.2.11.	Ремонт КРБ электровозов ЧС2к.	Вследствие неоднократных модернизаций тягового привода электровозов серии ЧС2, ЧС2к имеется проблема в части несовместимости КРБ снятых и поступивших в ремонт с имеющимися в депо исправными колесными парами.	Филиал «Московский»
5.2.12.	Отсутствие полного комплекта технологической документации	Для совершенствования технологии ремонта локомотивов требуется обновление технико-технологической документации, правил ремонта конкретных узлов и агрегатов, подвергнутых модернизации в процессе изготовления локомотивов, а также её своевременная поставка в сервисные депо.	Филиал «Южный»
5.1.13.	Не достаточное количество технологических документов разрабатывается, пересматривается.	Штатное расписание технологов СЛД не соответствует к потребному и расчетному. Требуется разработка типовых технологических процессов.	Филиал «Ниже-удинский»
5.3.	Информационное обеспечение ТО и ТР		
5.3.1.	Отсутствие технологической документации	Отсутствуют руководства по ТО и ТР для новых локомотивов утвержденных ЦТ, ПКБ ЦТ	Исполнительный аппарат

5.3.2.	Разносерийность существующих электрических схем по локомотивам даже одной серии		Существующие электрические схемы локомотивов даже по локомотива одной серии имеют несколько исполнений (до 7-10 исполнений)	Филиал «Западный»
5.3.3.	Разнотипность оборудования используемых на одной серии	На локомотивах одной серии используется несколько типов оборудования в зависимости от года изготовления, кроме того имеются многочисленные схемы замещения одного типа другим. Это затрудняет как СО так и планирования и ремонт оборудования.		Филиал «Западный»
5.3.4.	Разносерийность плат МСУ-ТП	Нет взаимозаменяемости (разные версии), увеличенный расход на приобретении плат МСУ-ТП по каждой серии.		Филиал «Южный»
5.3.5.	Отсутствует утвержденное руководство по ТО и Р электровозов серии 2ЭС5К (3ЭС5К)			Филиал «Дальне-восточный»
5.4.	Метрологическое обеспечение			
5.4.1.	Устаревшие средства измерений на железнодорожном транспорте.	80% средств измерений на железнодорожном транспорте выработали установленный срок эксплуатации. Согласно действующему законодательству РФ на каждое средство измерений должен иметься сертификат типа, сертификат типа выдается сроком на 5 лет с момента выпуска СИ. При производстве поверки СИ производится юридическая операция сличения результатов калибровки на соответствие их типу СИ. Так как СИ на железнодорожном транспорте эксплуатируются в некоторых случаях с 70-х гг. прошлого века, то соответственно на большинство СИ отсутствуют действующие сертификаты типов СИ. Если нет сертификата типа на СИ, то и поверка СИ осуществляется с нарушениями законодательства.		Филиал «Московский»
5.5.	Технологическая оснастка и инструмент			
5.3.1.	Устаревшее технологическое оборудование, средства малой механизации за частую изготовленного собственными силами депо.	Замена и разработка нового технологического оборудования, средств малой механизации и специализированного инструмента. А так же рассмотрение варианта замены на существующие аналоги.		Филиал «Московский»
5.6.	Диагностика и дефектоскопия			

5.4.1.	Морально устаревших средств технической диагностики и дефектоскопии.	Замена существующего оборудования с учетом современных тенденций и технического прогресса в этом направлении.	Филиал «Московский»
6	МОТИВАЦИЯ ПЕРСОНАЛА		
6.1.	Мотивация ремонтного персонала на повышение надёжности локомотивов		
6.1.1.	Неэффективность существующего положения о премировании	Ключевые показатели эффективности не разнесены по цехам и участкам внутри депо	Филиал «Западный»
6.1.2.	Не соответствие нормы времени фактически выполняемой работе	Технологическая оснащенность каждого депо индивидуальна, техническое состояние локомотивного парка различных депо отличается друг от друга.	Филиал «Западный»
6.1.3.	Решение проблемы удержания высококвалифицированных кадров.	Проводить мониторинг оплаты труда работников основных профессий, в первую очередь - слесарей по ремонту подвижного состава в резерве депо (по темпам роста заработной платы и составляющим элементам) и по результатам проведенного мониторинга разрабатывать корректирующие меры (увеличение программы ремонта).	Филиал «Московский»
6.1.4.	Мотивация в период гарантийного пробега	Мотивация работников за безбраковую и без аварийную работу отсутствует.	Филиал «Нижеудинский»
7	МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ		
7.1.	Логистика		

7.1.1.	Погрузочно-разгрузочные работы ж/д платформ при отправке.	Из-за отсутствия оборудованных платформ специализированными контейнерами (ложементами) под погрузку линейного оборудования, значительная часть МТР и трудовых ресурсов тратилась на увязку и крепление. Систематическое массовое перемещение линейного оборудования в кратчайшие сроки окупило расходы на оборудование платформ специализированными погрузочными местами. Необходимо разработать, изготовить и оборудовать платформы специализированными контейнерами.		Филиал «Московский»
7.1.2.	Отсутствует полный перечень производителей и поставщиков запасных частей	Потери и времени и средств, на поиски необходимой информации		Филиал «Западный»
7.1.3.	Невозможность приобрести запасные части не выпускаемые (снятые с производства) производителем рекомендованным заводом изготовителем	Отсутствуют каталоги взаимозаменяемой продукции от других производителей.		Филиал «Западный»
7.1.4.	Не ритмичная поставка запасных частей	Поставка запасных частей на текущий квартал происходит в течение квартала.		Филиал «Западный»
7.1.5.	Отсутствие графика поставок запасных частей и материалов	Отсутствует информация о дате поставки запасных частей и материалов		Филиал «Западный»
7.1.6.	Низкая эффективность планирования снабжения по методу квартальной заявки по сравнению с другими методами (метод «точно в срок»).	Невозможность точно спрогнозировать потребность в запасных частях за несколько месяцев до начала квартала. Соответственно заказывается не сколько нужно, а с запасом. как следствие пересодержание запасов по дорогостоящим позициям.		Филиал «Западный»
7.1.7.	Централизация снабжения, как следствие длительность ожидания и увеличение непроизводительного простоя.	Многие позиции ЛД имеются в свободной продаже, многие заводы готовы производить продукцию и поставлять ее в СДЛ когда надо СЛД, но при этом большая часть поставок централизована и сроки ожидания возрастают многократно.		Филиал «Западный»

7.1.8.	Несвоевременное предоставление автотранспорта	Заявки на автотранспорт для перемещение ТМЦ и МПИ выполняются не вовремя или не выполняются вообще. Вследствие чего возникает угроза срыва программы ремонта локомотивов, находящихся на полном сервисном обслуживании.	Филиал «Южный»
7.2.	Оптимизация склада		
7.2.2.	Отсутствуют каталоги запасных частей на каждую серию локомотива в электронном виде	Потери времени на поиски чертежей и чертежного номера, как следствие не корректное составление заявки.	Филиал «Западный»
7.2.3.	Не соответствие заявки на снабжение запасными частями и материалами фактической потребности	Постоянные корректировки планов ремонта локомотивов.	Филиал «Западный»
8	ПОДГОТОВКА КАДРОВ		
8.1.	Эффективность обучения		
8.1.1.	Низкая эффективность существующей системы технического обучения	Незаинтересованность персонала, формальный подход со стороны мастеров при проведении занятий	Филиал «Западный»
8.1.2.	Отсутствие специализированных обучающих программ для различных групп слесарей ремонтников	Существующие программы разработаны без учета специфики депо и серийности обслуживаемых локомотивов.	Филиал «Западный»
8.1.3.	Отсутствие устойчивой системы кадровой подготовки.	Отсутствие устойчивой системы: учебное заведение-производство-учебное заведение.	Филиал «Московский»

8.1.4.	Недостаточная квалификация вновь принимаемых работников.	Необходимо создание учебных баз при Сервисных локомотивных депо с приобретением лицензии на преподавательскую деятельность, обучение граждан проходящих из центров занятости на коммерческой основе, для дальнейшего их зачисления в резерв для трудоустройства.	Филиал «Нижне-удинский»
8.1.5.	Повышение квалификации по профессиям: пропитчик электротехнических изделий, токарь, токарь – бандажник, слесарь – ремонтник, слесарь – инструментальщик.	Проблема в прохождении курсов повышения квалификации специалистов по СЛД Забайкальской ЖД в данной области.	Филиал «Нижне-удинский»

НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТ ВУЗОВ, НИИ И ОРГАНИЗАЦИЙ

ОРГАНИЗАЦИЯ	НАПРАВЛЕНИЕ РАБОТ	ПРИМЕЧАНИЯ
ДВГУПС	БАМ	Условия эксплуатации, модернизация, диагностика
ИРГУПС, Иркутск	Электровозы переменного тока с ВИП	Модернизация, ТО и Р, испытания, условия эксплуатации
ОМГУПС	Эксплуатационная надежность тягового подвижного состава и задачи ремонтного комплекса	Аудит технологических процессов, разработка эффективных технологических процессов
МИИТ	Статистические методы управления надёжностью локомотивов	Разработка алгоритмов для ЕСМТ
МИИТ	Новое направление сервисного обслуживания перспективных юнит-модульных локомотивов	Разработка основных принципов применения робототехники в сервисных точках обслуживания локомотивов
ОмГУПС	Эксплуатационная надежность тягового подвижного состава и задачи ремонтного комплекса	Мониторинг технического состояния локомотивов, аудит технологических процессов
	Определение норм расхода запасных частей и материалов на ремонт и техническое обслуживание локомотивов в условиях сервисного обслуживания	Разработка методики определения норм
	Реинжиниринг производственного процесса ремонта локомотивов на основе анализа показателей эксплуатационной надежности и технологического процесса ремонта	Разработка мероприятий реинжиниринга
	Технологическая подготовка локомотиворемонтного производства, в т.ч. по локомотивам новых серий	Разработка технологических процессов ремонта и технического обслуживания. Разработка и внедрение методов, технологий и технических средств диагностирования деталей и узлов

		локомотивов. Разработка и внедрение нестандартного оборудования для технологического оснащения локомотиворемонтных предприятий.
--	--	--

НАПРАВЛЕНИЯ НЕКОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЁРСТВА

- 5.1. Формирование условий для максимального использования научного, технологического и кадрового потенциала в вопросах организации сервисного обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.
- 5.2. Координация научной, технической и технологической деятельности в вопросах проведения исследований, направленных на разработку и совершенствование системы сервисного обслуживания тягового подвижного состава;
- 5.3. Организация совместных работ на основе использования научного, технологического и кадрового потенциала, направленных на создание новых технических и организационных решений в области сервисного обслуживания тягового подвижного состава;
- 5.4. Создание совместной экспериментальной базы для проведения широкого спектра исследований в области технического диагностирования узлов и агрегатов тягового подвижного состава;
- 5.5. Координация деятельности в вопросах подготовки и переподготовки квалифицированных специалистов в области сервисного обслуживания тягового подвижного состава.
- 5.6. Организация практики студентов на предприятиях ТМХ-Сервис.
- 5.7. Участие в дипломном проектировании.
- 5.8. Использование данных АРМ МСУ и ЕСМТ для совместных научных исследований.
- 5.9. Проведение совместных научно-практических семинаров с участием аспирантов.
- 5.10. дддд

Приложение 6.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ КОММЕРЧЕСКОГО ПАРТНЁРСТВА

- 6.1. Технико-экономическая экспертиза проектов.
- 6.2. Опытное внедрение и испытание образцов и технологий.
- 6.3. Внедрение разработок вузов.
- 6.4. Целевая подготовка специалистов
- 6.5. Трудоустройство выпускников.

Приложение 7.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ НПК

- 7.1. Решение задач согласно TOP-100.
- 7.2. Методы увеличения суточного пробега локомотивов.
- 7.3. Методы сокращения простоя локомотивов в депо.
- 7.4. Методы сокращения затрат на ТО и Р локомотивов.
- 7.5. Модернизация механической части локомотивов.
- 7.6. Модернизация электрической части локомотива.
- 7.7. Модернизация ДГУ.
- 7.8. Бортовая диагностика и защита от опасных режимов эксплуатации.
- 7.9. Депоовская стационарная и переносная диагностика.
- 7.10. Мотивация труда персонала СЛД.
- 7.11. Совершенствование экономической модели.
- 7.12. Управление надёжностью локомотивов

РАБОЧАЯ ГРУППА КОНФЕРЕНЦИИ

1. Гриненко Валерий Иванович, д.т.н., генеральный директор ТМХ-Сервис, руководитель группы.
2. Евсеев Дмитрий Геннадьевич, д.т.н., профессор, президент института транспортной техники и систем управления МИИТ, руководитель экспертизы проектов.
3. Лянгасов Сергей Леонидович, заместитель генерального директора ТМХ-Сервис по развитию, заместитель руководителя группы.
4. Скребков Алексей Валентинович, к.т.н., доцент МИИТ, руководитель Научно-образовательного центра (НОЦ).
5. Лакин Игорь Капитонович, д.т.н., профессор, начальник департамента научно-технического развития ТМХ-Сервис, учёный секретарь.
6. Ламкин Андрей Геннадьевич, первый заместитель начальника ПКБ ЦТ - филиала ОАО «РЖД», конструкторская и технологическая экспертиза проектов.
7. Давыдов Юрий Анатольевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Локомотивы» ДВГУПС (г. Хабаровск).
8. Качановская Мария Михайловна, начальник департамента по управлению персоналом и социальным вопросам.
9. Шантаренко Сергей Георгиевич, д.т.н., профессор, проректор по научной работе, заведующий кафедрой «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ОмГУПС (г. Омск).
10. Семченко Виктор Васильевич, к.т.н., генеральный директор ЗАО «Дорожный центр внедрения Красноярской ж.д.» (г. Красноярск).
11. Сильванский Евгений Андреевич, начальник отдела ВЭлНИИ (г. Новочеркасск).
12. Пузанков Александр Дмитриевич, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Электропоезда и локомотивы» МИИТ.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО Б.А.ЛЁВИНА



ЛЁВИН Борис Алексеевич,

д.т.н., профессор,

ректор МИИТ

Успешное взаимодействие экономики и науки является залогом развития инноваций, конкурентоспособного бизнеса и устойчивого экономического роста.

Экономика может называться инновационной, когда промышленное производство основывается на современных научных исследованиях, а различные новации находят применение в бизнесе, не потеряв актуальность. Создание продуктивного альянса науки и бизнеса на сегодняшний день является наиболее перспективным направлением развития российской экономики.

Наряду с этим существует проблема неэффективности действующей системы трансфера технологий и внедрения инноваций, отсутствие у научных работников опыта технологического предпринимательства, а у бизнес-структур - информации о передовых научных достижениях и перспективах их коммерциализации.

Именно поэтому цели и задачи нашей первой, совместно с компанией «ТМХ-Сервис», международной научно-практической конференции по развитию системы сервисного обслуживания локомотивов являются актуальными.

Уверен, наша сегодняшняя встреча позволит не просто обсудить проблемы и возможные варианты их решения, но и сформировать основной вектор дальнейшего развития взаимодействия между транспортными вузами, научными организациями и крупнейшей локомотивной сервисной компанией.

Желаю всем участникам плодотворной работы, новых идей, принятия и, главное, практического применения решений, направленных на совершенствование системы сервисного обслуживания локомотивов, на благо российского железнодорожного транспорта!

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО К.В.ЛИПЫ



ЛИПА Кирилл Валерьевич,

Председатель совета директоров
ООО «ТМХ-СЕРВИС» и
ООО «Локомотивные технологии»

Член совета директоров
ЗАО «Трансмашхолдинг»

Прошло 100 дней с момента перехода ОАО «РЖД» на полное сервисное обслуживание локомотивов. Ответственность за техническое состояние локомотивов теперь несут сервисные компании и, прежде всего, ТМХ-Сервис. Символично, что именно в это время проводится первая научно-практическая конференция, инициированная ООО «ТМХ-Сервис» и поддержанная МИИТ. Конференция призвана повысить эффективность перспективной сервисной формы обслуживания локомотивов, стать организатором взаимодействия железнодорожных вузов, НИИ и предприятий с сервисными компаниями.

ООО «ТМХ-Сервис» – одна из ведущих сервисных компаний мира, крупнейшая сервисная компания локомотивного комплекса России. Численность компании превышает 48 тысяч человек. С 1 июля 2014 года более 23 тысяч секций локомотивов ОАО «РЖД» переданы на полное сервисное обслуживание (ПСО) в ТМХ-Сервис. Компания совместно с ОАО «РЖД» владеет девятью локомотиворемонтными заводами «Желдореммаш». Решение поставленных перед сервисными компаниями задач невозможно без реализации научных подходов к организации работы сервисных локомотивных депо, разработки перспективных технологических процессов технического обслуживания и ремонта, модернизации локомотивов предыдущих поколений, разработки методов управления и мотивации. Важнейшей задачей для сервисных компаний является и взаимодействие с отраслевыми вузами по подготовке кадров, способных решать задачи в новых условиях хозяйствования.

ТМХ-Сервис вкладывает в понятие «сервис» гораздо больше смысла, чем простое поддержание работоспособности локомотива. Для нас сервис – это стратегическое присутствие на рынке. Это один из мощнейших рычагов в глобальной конкурентной борьбе. Серьёзным вызовом для отечественных производителей железнодорожной техники становятся усилия крупнейших зарубежных компаний попасть на рынок техники ОАО «РЖД». В сфере обслуживания и ремонта сходятся интересы производителя техники, эксплуатирующей организации и перевозчика. Сейчас не хватает ещё одного элемента – науки.

Цель конференции – пригласить к сотрудничеству вузы, научные и отраслевые институты, внедренческие компании. Следует иметь в виду, что не все передовые зарубежные технологии могут быть перенесены на отечественные предприятия без адаптации. То же относится и к зарубежной технике: высокая изначальная цена, высокая стоимость жизненного цикла, особые требования к эксплуатации не всегда позволяют эффективно её эксплуатировать. Кроме того, инженерная мысль не развивается дискретно, а техника всегда совершенствуется поэтапно, постепенно. Отсюда следует вывод, что попытка купить за рубежом тяговый подвижной состав – это не самое эффективное решение задачи. Чаще всего она не адаптирована к нашим условиям, поэтому выявляются неожиданные конструкционные недостатки. К тому же отсутствует инфраструктура для обслуживания зарубежной техники.

Инженерные разработки, позволяющие повысить надёжность локомотива, упростить технологию обслуживания – вот потенциальный рынок сотрудничества. Логика взаимодействия очень простая. Компании нужны не абстрактные идеи, а реальные технические и технологические решения, дающие снижение затрат. Это и есть источник средств для оплаты инновационных проектов. Такая модель работает в США, Германии, Франции, по всему миру. Она позволяет иметь постоянный источник финансирования научно-технических работ. В результате научные и внедренческие компании получают постоянный заказ, позволяющий развивать собственный бизнес. А производитель техники получает инновационные решения, позволяющие совершенствовать свою продукцию. Вот к такой модели сотрудничества ТМХ-Сервис призывает отраслевую науку.

Рынок инноваций очень объемный и составляет миллиарды рублей! И это не абстрактные цифры, а реальный объем работ, который ТМХ-Сервис предлагает рынку научных инноваций.

ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО И.В.МИЦУКА



МИЦУК Игорь Владимирович,

кандидат экономических наук

Заместитель руководителя Федерального
агентства железнодорожного транспорта

(Росжелдор, ФАЖТ)

Локомотивная отрасль с 2003 года прошла огромный революционный путь от абсолютно закрытой системы Министерства путей сообщения (МПС) к совершенно открытой структуре, построенной на принципах конкуренции с внешним рынком и экономической эффективности. Это модель сотрудничества, которая должна сократить расходы, повысить надёжность локомотивов. При этом сервис должен быть российским. Развитие в России рыночных отношений является объективной закономерностью, обусловленной тенденциями развития мирового хозяйства. Становление цивилизованного рынка требует единого рыночного пространства, безотказной транспортной системы, средств связи, межбанковских отношений и налаженного партнерства между всеми поставщиками и покупателями. Одной из основополагающих задач структурной реформы железнодорожного транспорта является создание условий конкурентной борьбы в сфере производства техники и железнодорожных перевозок. Формирование конкурентной среды в ранее монопольном секторе - это условие для перехода отрасли на иной качественный уровень, это стимул к снижению себестоимости перевозок, повышению качества предоставляемой услуги, необходимое условие для развития всех отраслей экономики страны.

Конференции необходимо ранжировать приоритеты локомотиворемонтного комплекса, наметить пути повышения уровня его экономического развития. Необходима оптимизация управления экономическим развитием сервисного обслуживания локомотивов. Все эти задачи требуют научных подходов.

Н.Л.Михальчук. Актуальность развития локомотиворемонтного комплекса



МИХАЛЬЧУК Николай Львович

Кандидат технических наук,

Заместитель начальника дирекции тяги -
филиала ОАО «РЖД»

В.И.Гриненко. Взаимодействие с вузами в процессе инновационного развития



ГРИНЕНКО Валерий Иванович,

доктор технических наук,

Заместитель генерального директора
ООО «Локомотивные технологии»

Генеральный директор
ООО «ТМХ-Сервис»

В.М.Круглов. Роль вузов в развитии железнодорожного транспорта



КРУГЛОВ Валерий Михайлович

д.т.н., профессор,

проректор МИИТ по научной работе

Современные тенденции развития мирового машиностроения ориентированы на реализацию перехода от периодических ремонтов (различных типов) на внедрение системы сервисного обслуживания, направленной на обеспечение надежности и безотказности технического средства в течение всего срока эксплуатации назначенного производителем. Сервисное обслуживание носит характер поддерживающего адресного управления текущим состоянием отдельных элементов конструкций и узлов.

Грамотно выстроенная система сервисного обслуживания обеспечивает оптимизацию эксплуатационных затрат, минимизацию непроизводительных потерь, реализацию наиболее рациональных логистических решений, обеспечение безопасности эксплуатации в течение всего жизненного цикла объекта.

Современная система организации сервисного обслуживания, включающая основные выше перечисленные элементы, требует принципиально новых подходов к разработке методов и средств для анализа текущего состояния, оценки риска, безопасности, ремонтпригодности, долговечности и надежности, что, в свою очередь, невозможно без новых высококвалифицированных кадров, новой идеологии и культуры производства.

Тесное сотрудничество «ТМХ-Сервис» и МГУПС направлено на решение этих актуальных задач и позволит разработать и внедрить принципиально новые прорывные технологии в области текущего содержания и сервисного обслуживания подвижного состава железных дорог.

Московский государственный университет путей сообщения, продолжая традиции отечественного образования и науки, всесторонне содействует кадровому и научному обеспечению стратегии развития единого транспортного комплекса России.

Специфика и уникальность университета состоит в:

- отраслевой направленности;
- сопоставимой по масштабам с ведущими федеральными университетами степени влияния на транспортную отрасль и экономику в целом;
- соответствии признакам исследовательского университета;
- инновационности вуза по степени участия в разработке новых научно-технических подходов для реализации приоритетных проектов;
- прикладном характере научной и внедренческой деятельности по тематике и объемам заказов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы со стороны бизнеса;
- формировании кластерного характера вуза, а именно создании таких аффилированных структур, как научно-образовательные центры, филиалы ведущих кафедр на производстве, малые инновационные предприятия и тому подобное.

Университет является ведущим научным центром и осуществляет научную и инновационную деятельность по всем основным направлениям транспортной отрасли.

Подготовка кадров высшей научной квалификации осуществляется по 62 научным специальностям. В университете действуют 24, имеющие общероссийское и международное признание, научные школы, более 120 кафедр, 14 диссертационных советов. В настоящий момент в университете обучается более 500 аспирантов.

МИИТ является обладателем 140 действующих патентов Российской Федерации, 8 зарубежных патентов, в том числе 4 евразийских. Объем научно-технических работ МИИТ в 2013 году составил 2,665 млрд. руб., в том числе по научно-исследовательским работам – около 850 млн. руб.

Научно-образовательная деятельность университета по направлению «Локомотивы» ведется с момента его основания в 1896 году. За это время на железных дорогах произошла смена нескольких поколений локомотивов, на

смену паровозам пришли электровозы и тепловозы. Важную роль в этом процессе сыграли, в том числе, и ученые МИИТа.

Укрепление научно-технического сотрудничества с бизнесом в вопросах организации сервисного обслуживания и ремонта тягового подвижного состава стало возможным в 2014 году после заключения меморандума с компанией «ТМХ-Сервис» и соглашения с управляющей компанией «Локомотивные технологии». Для решения поставленных в этих документах целей на базе Управления научно-исследовательской работы университета создан научно-образовательный центр «Прогрессивные технологии сервисного обслуживания подвижного состава».

Основными задачами, решаемыми научно образовательным центром, являются:

- повышение качества и эффективности проведения фундаментальных и прикладных исследований по направлениям, связанным с сервисным обслуживанием и ремонтом подвижного состава, выполнение инновационных разработок и проектов;

- координация выполнения научно-исследовательских работ, проводимых совместно с научными, научно-производственными учреждениями, организациями и образовательными учреждениями, в том числе по освоению инноваций, разработанных на основе выполненных исследований;

- участие совместно с кафедрами Университета в реализации образовательных программ высшего и послевузовского профессионального образования, переподготовка и повышение квалификации работников Университета, других организаций и учреждений.

Начало совместной работы университета с одной из ведущих сервисных компаний – «ТМХ-Сервис» – сегодня проявляется не только в выполнении научных работ, но и в подготовке кадров высшей квалификации. 4 аспиранта МИИТа по специальности «Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация» являются сотрудниками этой компании.

В заключении считаю необходимым отметить, что конференция и выработанные на ней решения по направлениям и формам взаимодействия образовательных учреждений железнодорожного транспорта с сервисными компаниями, позволят существенно повысить эффективность нашей совместной деятельности.

Р.Х.-М.Абисалов. Коммерческое партнёрство



АБИСАЛОВ Роман Хаджи-Муратович

Заместитель генерального директора
ООО «ТМХ-Сервис» по коммерции

М.М.Качановская. Кадровая политика ТМХ-Сервис



КАЧАНОВСКАЯ Мария Михайловна

Начальник департамента управления по управлению персоналом и социальным вопросам ТМХ-Сервис.

Организация ООО «ТМХ-Сервис» с момента перехода на полное сервисное обслуживание начала новый этап своего развития – это расширение ремонтной базы, расширение функций, внедрение новых технологий.

Но как бы ни развивалась техника, один из основных ресурсов нашей организации – это квалифицированные, профессиональные кадры, от способностей, знаний которых зависит качество сервисного обслуживания локомотивного парка, и, как следствие, - безотказная работа локомотивов на линии.

Договором на полное сервисное обслуживание локомотивов ОАО «РЖД» от 30.04.2014 № 285 предусмотрено обязательство сервисной компании по качественному выполнению сервисного обслуживания локомотивов собственными силами. В рамках выполнения настоящего обязательства ключевой задачей компании в области управления персоналом является поддержание и повышение уровня квалификации работников путем сохранения существующей системы обучения персонала на базе профильных ВУЗов ОАО «РЖД», средних учебных заведений, технических школ и повышение ее эффективности для реализации целей сервисной компании.

На сегодня на полном сервисном обслуживании находится 92 ремонтных депо, 53 сервисных отделения и 101 сервисный участок, где трудятся более 42 тысяч человек. В июле 2014 г. в целях реализации концепции полного сервисного обслуживания локомотивов в ООО «ТМХ-Сервис» была пересмотрена организационная структура, перераспределен функционал работников,

осуществлен подбор и найм квалифицированного персонала для осуществления управленческих и технологических функций в полном объеме.

01 июля 2014 г. Дирекцией по ремонту тягового подвижного состава осуществлен перевод персонала из ремонтных локомотивных депо в связи с организацией полного сервисного обслуживания локомотивов ОАО «РЖД».

В ООО «ТМХ-Сервис» было передано 38 542 штатных единиц (64 % от общей численности дирекции по ремонту). При этом фактическая численность работников ОАО «РЖД», принявших предложение о трудоустройстве в компанию – чуть выше 32 000 человек. Отток персонала в период реформирования оценивается в 9% - это те работники, которые предпочли сокращение или уволились в связи с выходом на пенсию.

По состоянию на 01 октября 2014 г фактическая численность персонала ООО «ТМХ-Сервис» составляет 42 778 чел., в том числе:

- с 1 июля принято из ОАО «РЖД» в порядке перевода более 34 тыс.чел.
- принято свободным внешним наймом 1,8 тыс.чел. чел.,
- заключено около 300 срочных трудовых договоров с пенсионерами ОАО «РЖД». Вернулось к работе в депо 26 % пенсионеров.

84% от общей численности работников составляют рабочие, 6% руководители и 10% специалисты и служащие. В ООО «ТМХ-Сервис» 92 начальника депо, 1961 мастер.

С точки зрения качественных показателей, среднестатистический работник компании – мужчина, 37 лет, из них по категориям работников:

- Руководители - 40 лет,
- Мастера и Начальники депо - 35 лет,
- Специалисты – 36 лет,
- Рабочие - 35 лет.

Возрастной состав Руководителей ООО «ТМХ-Сервис»:

- моложе 30 лет - 15%,
- от 30 до 40 лет - 40%,
- от 40 до 50 лет - 27%,
- старше 50 лет - 18%.

Высшее профессиональное образование имеют 20% от общего числа персонала Общества. Основную часть данных работников составляют Руководители и Специалисты. Имеют высшее профессиональное образование в своей категории:

- Руководители (включая Мастеров и Начальников депо) - 65%,
- Специалисты - 67%.

35 % руководителей и 33 % специалистов обладают только средним образованием.

Как видно из представленного анализа, основу трудового коллектива ООО «ТМХ-Сервис» составляют относительно молодые работники, которые имеют хорошую перспективу профессионального роста. По образовательному уровню работники ООО «ТМХ-Сервис» имеют профессиональную подготовку для работы в отрасли. Работники в основном соответствуют требованиям к должности.

При переходе на полный сервис локомотивов кадровый состав ООО «ТМХ-Сервис» усилен квалифицированным персоналом, перешедшим из ОАО «РЖД». И на сегодняшний день одной из основных задач является сохранение квалифицированного персонала за счет проведения нацеленной кадровой политики, в том числе и в области профессионального обучения.

ООО «ТМХ-Сервис» поддерживает и продолжает традиции действующей в ОАО «РЖД» системы профессионального обучения, обучение по программам среднего и высшего профессионального образования, придерживается принципов формирования действенного кадрового резерва и планирования его развития.

В соответствии с Соглашением о трудоустройстве работников Дирекции по ремонту тягового подвижного состава от 20.06.2014 г. ООО «ТМХ-Сервис» выполняются обязательства в части оплаты дополнительных образовательных услуг ВУЗам в рамках целевого обучения работников. На сегодняшний день ведется работа по заключению дополнительных соглашений с ВУЗами и работниками, обучающимися по целевым направлениям.

В настоящее время от ООО «ТМХ-Сервис» в ВУЗах железнодорожного транспорта по очной форме обучается – 12 чел. (ВПО), по заочной форме – 398 чел., в том числе ВПО – 265 чел., СПО – 133 чел. Затраты составят порядка 5,8 млн. рублей в год.

В целях обеспечения ДЗО КОО «ТМХС» специалистами с высшим профессиональным образованием в Московском государственном университете путей сообщения (МГУПС (МИИТ)) в 2014 г. к обучению по специальности «Подвижной состав железных дорог» приступили 5 граждан Монголии.

Наименование ВУЗа	Количество человек, обучающихся			
	по программам ВПО		по программам СПО	
	очно	заочно	очно	заочно
МГУПС (МИИТ)	8	122	0	29
ПГУПС	2	34	0	28
РГУПС	0	19	0	21
СамГУПС	0	0	0	8
УрГУПС	0	2	0	0
СГУПС	0	0	0	0
ОмГУПС	2	3	0	0
ИрГУПС	0	58	0	32
ДВГУПС	0	27	0	15
Итого	12	265	0	133

В дальнейшем, с учетом ограничений, перечисленных в пункте 3 статьи 56 Федерального закона об образовании (№ 273-ФЗ), ООО «ТМХ-Сервис» планирует сосредоточить свое внимание на направлении на обучение по заочной форме с целью замены работающих практиков. При этом, мы готовы продолжить участие своих представителей в распределении выпускников ВУЗов, обучающихся на очной форме, в том числе и тех, кто в настоящее время является «целевиками» структурных подразделений Дирекции по ремонту тягового подвижного состава.

Взаимодействие с вузами железнодорожного транспорта также ведется и по вопросам повышения квалификации работников ООО «ТМХ-Сервис». В проекте плана обучения на 2015 год предусмотрено направление в ВУЗы около 800 человек по программам:

- повышение квалификации с сертификацией на методы неразрушающего контроля дефектоскопистов;
- полное сервисное обслуживание и ремонт локомотивов;
- организация функционирования локомотиворемонтного комплекса в современных условиях;
- совершенствование технологии ремонта и технического обслуживания тягового подвижного состава

- реостатные испытания тепловозов с использованием автоматизированного комплекса «КИПАРИС», обслуживание вибродиагностических комплексов Прогноз - 1 «ПРОГНОЗ-1»; и другие.

В дальнейшем, планируем продолжать работу с ВУЗами железнодорожного транспорта и их филиалами также и в части обучения кадрового резерва.

После перехода на полный сервис, кадровый состав сервисных локомотивных депо обновился на 10-15%. Восполнение специалистов ведется за счет привлечения выпускников ВУЗов. Так, в филиалы ООО «ТМХ-Сервис» в 2014 году принято 62 выпускника ВУЗов (36 человек с СПО, 26 человек – с ВПО), в том числе и выпускники, обучавшиеся по целевым направлениям ООО «РЖД».

Одна из специальностей выпускников железнодорожных ВУЗов, в которой заинтересована наша компания – «Мехатроника». Выпускники данного направления, в которых на сегодня остро нуждается локомотивный комплекс, как правило, хорошо разбираются в вопросах гидравлики и электроники, после окончания ВУЗа зачастую трудоустраиваются на предприятиях оборонно-космической отрасли или уходят на частные не железнодорожные предприятия.

Несмотря на укомплектование штата в соответствии с потребностью для выполнения программы ремонта локомотивов, практически во всех локомотиворемонтных предприятиях имеется дефицит кадров в области обслуживания и ремонта микропроцессорных систем управления локомотивов нового поколения, которые оборудованы высокофорсированными дизель-генераторными установками на тепловозах и тяговыми агрегатами на электровозах.

01.08.2014 г. на базе сервисного локомотивного депо Санкт-Петербург-Сортировочный-Витебский Северо-Западного филиала ООО «ТМХ-Сервис» был проведен конкурс профессионального мастерства под председательством советника президента ОАО «РЖД» И. А. Посадова среди мастеров, слесарей по ремонту подвижного состава и дефектоскопистов. При формировании программы конкурса рассматривался вопрос об участии специалистов по обслуживанию и ремонту электроники. Сервисные локомотивные депо данных специалистов на конкурс не представили из-за дефицита работников данной профессии.

В течение 2014 года ожидается поставка 430 локомотивов новых серий, это такие серии локомотивов, как: электровозы - ЭП1М, 2ЭС5К, 3ЭС5К, 2ЭС5,

ЗЭС4К, ЭП2К; тепловозы - ТЭП70БС, 2ТЭ25А, 2ТЭ25АМ, 2ТЭ116У, 2ТЭ116УД, 3ТЭ116У; маневровые тепловозы – ТЭМ18, ТЭМ18В, ТЭМ7А. Конструкция каждой серии локомотива по-своему оригинальна и имеет довольно сложную в обслуживании и ремонте свою МПСУ. Данные локомотивы поступят на сервисное обслуживание в 25 сервисных локомотивных депо ООО «ТМХ-Сервис» практически во все регионы РФ.

ООО «ТМХ-Сервис» готово сотрудничать с ВУЗами железнодорожного транспорта по формированию целевых групп для подготовки по специальности «Мехатроника».

Кроме этого на данном этапе реорганизации локомотиворемонтного комплекса наблюдается крайне слабый институт технологов сервисных локомотивных депо. От данной категории работников напрямую зависит качество сервисного обслуживания локомотивов. Анализируя отчеты руководителей ООО «ТМХ-Сервис» при посещении сервисных локомотивных депо видно, что начальники депо этому направлению работы уделяют недостаточное внимание. Молодые специалисты, прибывшие в СЛД после окончания вузов и назначенные на должность технологов депо, очень слабо разбираются в технологии обслуживания и ремонта локомотивов (в лучшем случае знают конструкцию локомотива).

Все железнодорожные вузы России, как правило, закреплены за отдельными железными дорогами или регионами, что обеспечивает значительную степень специализации выпускников. Предлагаем и в дальнейшем обеспечивать профориентацию студентов с 3-го курса, при формировании плана производственной практики, определении темы курсовых, дипломных работ ориентироваться на те виды техники, которая эксплуатируется в локомотивном депо, определенном в качестве приоритетного места трудоустройства молодого специалиста.

Для молодых специалистов остродефицитных профессий в ООО «ТМХ-Сервис» действуют гарантии, аналогично тем, что установлены в ОАО «РЖД». Это «подъемные» в размере одного должностного оклада при трудоустройстве, оплата переезда к месту работы при направлении в другой регион, частичная компенсация затрат на аренду жилья.

И.А.Домбровский. Инновации ТМХ-Сервис на Улан-Баторской ж.д.



Домбровский Игорь Анатольевич

Первый заместитель начальника
Улан-Баторской ж.д.

Улан-Баторская железная дорога – это Акционерное общество. Протяженность дороги – протяженность 1815 км, максимальная высота над уровнем моря 1700 м, руководящий подъём 18‰, средняя масса поезда 3303 т.

Тяга на дороге полностью тепловозная. При этом средняя участковая скорость составляет $V_{уч} = 44,46$ км/ч, а средняя техническая - $V_{тех} = 52,23$ км/ч. Количество локомотивных и оборотных депо – 5. Численность работников ТМХ-Сервис - 49 человек. Численность работников Улан-Баторской ж.д. - 850 человек.

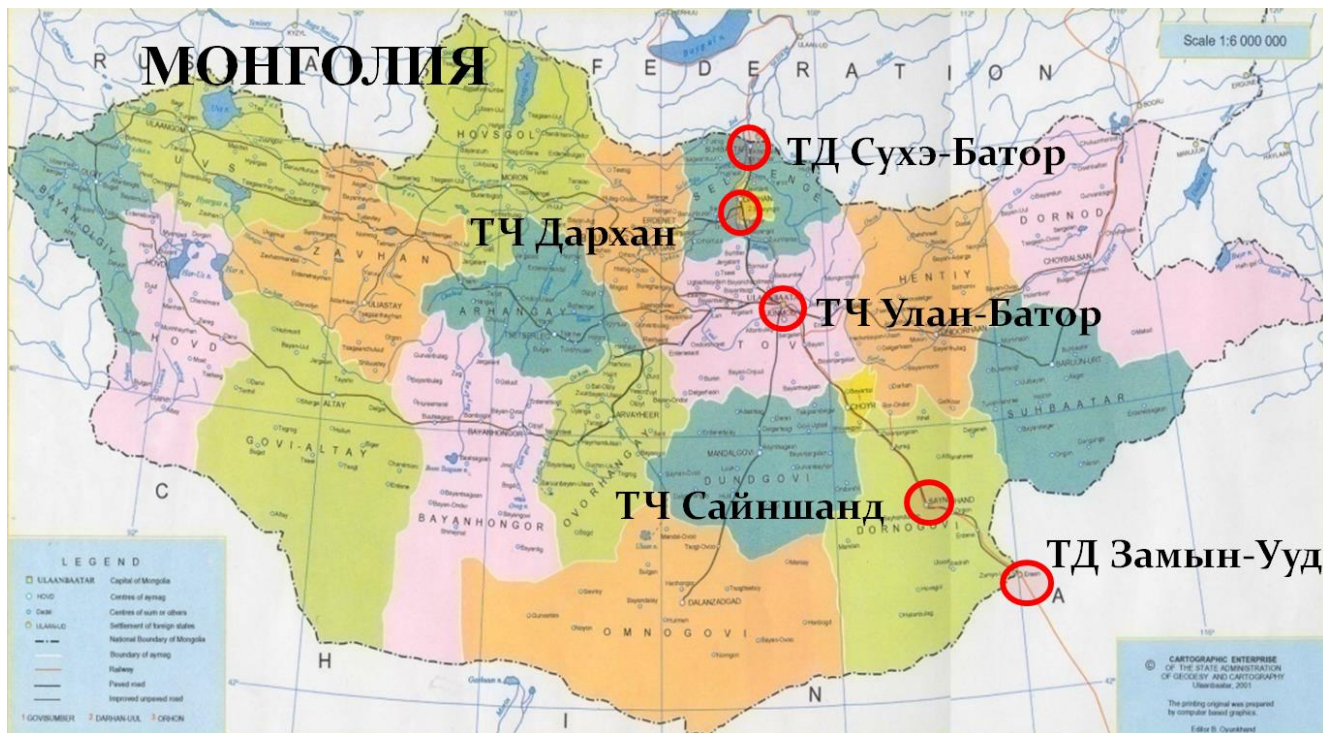


Рисунок 1 – Ремонтные локомотивные депо Улан-Баторской ж.д.

Сервисное обслуживание осуществляет ООО «ТМХ-Сервис». На сервисе находятся 31 тепловоз серии 2ТЭ116УМ и 4 маневровых тепловоза серии ТЭМ18ДМ. Основные условия сервисного обслуживания:

- Улан-Баторская ж.д. предоставляет ремонтный персонал и оборудование в качестве Содействия;
- Плановый коэффициент технической готовности $K_{ТГ} = 0,85$ при эксплуатируемом парке в 26 тепловозов 2ТЭ116УМ;
- Предусмотрен штраф при снижении коэффициента технической готовности по вине ТМХ-Сервис ниже уровня $K_{ТГ} < 0,827$ в течение двух месяцев подряд;
- Программа ремонта 2ТЭ116УМ на 2014 год:
 - ТО-2 – 8020 тепловозов,
 - ТО-3 – 287 тепловозов,
 - ТР-1 – 58 тепловозов,
 - ТР-2 – 15 тепловозов,
 - ТР-3 – 6 тепловозов.

Кроме своих основных функций ТМХ-Сервис оказывает огромную помощь в инновационном развитии, связанным с устранением конструкторских недостатков тепловозов 2ТЭ116УМ. Климатические особенности Монголии (перепады температур, повышенная запыленность, большая высота и др.) предъявляют повышенные требования к условиям эксплуатации оборудования тепловозов. При непосредственном участии ТМХ-Сервис испытан новый турбокомпрессор, фильтры, электрические аппараты и др. Совместные оперативные действия специалистов Улан-Баторской ж.д. и ТМХ-Сервис позволяют быстро добиваться инновационных улучшений конструкции тепловозов.

И.А.Посадов. Подготовка топ-менеджеров Локомотиворемонтного холдинга



ПОСАДОВ Игорь Александрович

кандидат технических наук,

советник президента ОАО «РЖД»,

профессор Российской академии
народного хозяйства и государственной
службы при Президенте Российской
Федерации,

приглашенный профессор
Стокгольмской школы экономики

Подготовка топ-менеджеров Локомотиворемонтного холдинга под управлением компании ООО «Локомотивные технологии» по Корпоративной образовательной программе Холдинга «РЖД» в модульном формате Executive MBA Стокгольмской школы экономики.

А.Г.Ламкин. О вопросах модернизации и технического обслуживания локомотивов в условиях реформирования локомотивного комплекса

Первый заместитель директора ПКБ ЦТ - филиала ОАО «РЖД»

Одной из основных задач, решаемых в рамках реализации полного сервисного обслуживания, является повышение надежности локомотивов, в том числе, за счет внедрения новых технических решений при проведении модернизации конструкции локомотивов.

Традиционно вопросы изменения конструкции локомотивов при проведении ремонта решались на уровне трёх действующих лиц - заказчика, разработчика и изготовителя. В роли заказчика выступало МПС, позднее – ОАО «РЖД», в роли разработчика -специализированные проектные организации, а изготовителя – соответствующие заводы. При этом только у заказчика успешность деятельности напрямую зависела от эффективности использования локомотивов, поскольку только им покрывались эксплуатационные расходы на содержание парка ТПС в технически исправном состоянии.

После передачи локомотивов на сервисное обслуживание появился еще один участник данного взаимодействия – сервисные компании, которым переданы функции исполнителя ремонта, и которые, теперь, также как и владелец локомотивов, непосредственно заинтересованы в снижении затрат на обслуживание локомотивов.

Вместе с тем, при выполнении технических обслуживаний, деповских и заводских ремонтов локомотивов независимо от его исполнителей строго действуют требования пунктов 21, 22 и 23 Приложения №5 к Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации, утвержденными Приказом Министерства транспорта России от 21 декабря 2010 года № 286.

Напомню, что из них следует, что перед Государством, ответственность за безопасность движения в целом несёт ОАО «РЖД», а в части поддержания локомотивов в исправном техническом состоянии, несет владелец локомотивного парка. В нашем случае - филиал ОАО «РЖД» Дирекция тяги. В свою очередь, в

соответствии с договорами на сервисное обслуживание, сервисные компании несут перед ОАО «РЖД» ответственность за качество выполненного технического обслуживания и ремонта локомотивов.

Поэтому, учитывая обоюдность интересов владельца локомотива и сервиса, сегодня на конференции хотелось бы рассмотреть вопросы взаимодействия всех заинтересованных сторон при осуществлении работ, связанных с внесением изменений в конструкцию локомотивов в процессе их ремонта и модернизацией самого ремонтного производства, силами сервисных компаний с точки зрения существующих норм и правил.

Договоры на полное сервисное обслуживание локомотивов, заключенные ОАО «РЖД» с сервисными компаниями предписывают обязанность последних согласовывать изменения, вносимые в конструкцию локомотива, а также связанные с этим изменения в технологических процессах, выполняемых при техническом обслуживании и ремонте, с изготовителем локомотива и ОАО «РЖД».

Поэтому сегодня так важно наладить механизм эффективного взаимодействия между ОАО «РЖД», сервисными компаниями, изготовителями и разработчиками локомотивов и комплектующих для них, в сфере применения на локомотивах ОАО «РЖД» и процессах их ремонта новых технических решений. Указанные решения должны находиться в рамках действующего законодательства, стандартов, нормативной и организационно-распорядительной документации ОАО «РЖД», конструкторской и технологической документацией, согласованной с ОАО «РЖД», а также, договорных обязательств.

Нацеленность этих решений должна сводиться к обеспечению безопасности перевозочного процесса в процессе эксплуатации локомотивного парка через своевременное выявление недопустимых эксплуатационных дефектов и прогнозирование сроков безотказной эксплуатации узлов локомотивов.

Координирующим органом по выработке технически и экономически обоснованных решений в рамках проведения единой технической политики призван стать Экспертный совет Дирекции тяги, недавно образованный распоряжением вице-президента ОАО «РЖД» А.В. Воротилкина № ЦТ-118/р от 25 июня 2014 г.

Предполагается, что основной задачей этого совета является всестороннее обсуждение целесообразности внедрения, предлагаемых технических решений на начальном этапе разработки проектов, через экспертное определение их необходимости и достаточности для повышения эффективности использования локомотивов. В состав совета включены представители различных компетентных организаций, в том числе - балансодержатель локомотивов (ЦТ), базовая экспертная организация локомотивного комплекса ОАО «РЖД» (ПКБ ЦТ) и представитель сервиса (ООО «ТМХ-Сервис»). Для рассмотрения отдельных проектов технических решений в соответствии с Положением об экспертном совете, также привлекаются изготовители локомотивов и комплектующих, отраслевые институты и другие причастные организации.

Рассматриваемые технические решения могут быть направлены как на модернизацию (совершенствование) локомотивов, так и на модернизацию (совершенствование) системы ремонта с целью повышения эффективности функционирования локомотивного комплекса.

Сами пути повышения эффективности использования локомотивов должны определяться исходя из положений базовой нормативной документации (*ГОСТ 15.601-98 «Система разработки и постановка продукции на производство. Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения»*), согласно которой можно выделить четыре основных пути развития.

Первый путь – модернизация отдельных узлов локомотива посредством их замены на более совершенные узлы, обладающие более высокими показателями безотказности и долговечности, либо внесением изменений в их конструкцию, способствующих повышению указанных показателей.

Второй путь – модернизация или техническое переоснащение ремонтного производства, способствующие повышению показателей ремонтпригодности узлов локомотива за счёт применения передовых методов ремонта, технологического оборудования, инструментов и оснастки.

Третий путь – совершенствование материально-технического обеспечения ремонтного производства, главным образом, предполагает внедрение в данной сфере жесткой политики недопущения к применению контрафактной и не сертифицированной продукции к применению, и наоборот, широкому

распространению продуктов, имеющих наиболее высокие показатели сохраняемости и долговечности.

Четвёртый путь предполагает обобщение накопленного опыта в результате работы по первым трём направлениям, его систематизацию и анализ, разработке по их результатам новой нормативной и технической документации и внедрение жесткой политики по её единому применению во всех подразделениях, занимающихся ремонтом локомотивов.

Основываясь на вышесказанном и на основании положений действующих нормативных документов, предлагаю организовать работу следующим образом:

1. Направление конструкторской документации на предварительную экспертизу, в результате которой будут определены критерии для оценки эффективности предложения и методики по их практическому подтверждению, а также, в случае необходимости, сформированы предложения по доработке документации.

2. При положительном решении - подготовка полного комплекта документов на рассмотрение Экспертного совета Дирекции тяги, прошедшего предварительную экспертизу, что значительно облегчит процедуру рассмотрения самим советом.

3. Направление заявки предлагаемого технического решения для рассмотрения в рамках экспертного совета.

4. Обсуждение проекта технического решения на экспертном совете, в ходе которого формируются предложения по выбору полигона обращения локомотивов для внедрения проекта и организаций для участия в нём, по объёму его инвестирования, по целесообразности проведения испытаний для практического подтверждения заявленной эффективности. Также по итогам рассмотрения проекта формируется перечень организационных мероприятий для начала реализации проекта, уточняется круг их исполнителей со стороны ОАО «РЖД», сервисных компаний и разработчиков проекта, устанавливаются предварительные сроки окончания работ.

5. Принятие решения о целесообразности начала работ по реализации технического решения, осуществляется по итогам обсуждения проекта.

В первом случае, в соответствии с действующими нормативными документами и стандартами, должен быть разработан проект модернизации локомотива или его комплектующего и проведен полный комплекс работ по разработки и постановки на производство в соответствии с ГОСТ Р 15.201-2000 «Порядок разработки и постановки продукции на производство» и утвержденным в текущем году межгосударственным стандартом ГОСТ 15.902-2014 «Железнодорожный подвижной состав. Порядок разработки и постановки на производство» с последующим подтверждением соответствия. При этом необходимо отметить, что независимо от того, кто будет являться заказчиком разработки и разработчиком, к этому процессу должны быть в обязательном порядке привлечены представители владельца локомотива (участие в согласовании технической документации, участие в приемочной комиссии).

Если техническое решение не является модернизацией, то инициируется внесение изменений в конструкторскую документацию на локомотив или его комплектующее в установленном ГОСТ 2.503-90 «ЕСКД. Правила внесения изменений» порядке. Изменения, вносимые в КД, также должны быть согласованы с владельцем локомотивов (ОАО «РЖД»).

Хочу обратить Ваше внимание, что окончательное решение вопроса о том, что это будет за процедура – модернизация или совершенствование остается за федеральным органом исполнительной власти (Росжелдор)!!!

Для справки: в соответствии с Рекомендациями системы разработки и постановки продукции на производство Р 50-605-80-93 модернизацией является разработка изделия, проводимая с целью замены выпускаемого изделия изделием с улучшенными отдельными показателями качества путем ограниченного изменения его конструкции. Модернизации производится по общим правилам разработки продукции, а модернизированному изделию присваивается новое обозначение с сохранением элементов обозначения модернизируемого изделия. Модернизации подлежат только устаревшие изделия, предусмотренные впоследствии к снятию с производства.

Совершенствованием же является улучшение качества выпускаемой продукции путем внесения изменений в действующую техническую документацию с сохранением значений основных показателей качества и взаимозаменяемости с ранее выпущенной продукцией. Совершенствование выпускаемой продукции не сопровождается изменением ее обозначения и не

вызывает необходимости оформления снятия с производства ранее выпущенной продукции.

Таким образом, предложенная схема организации взаимодействия ОАО «РЖД» с сервисными компаниями, разработчиками и изготовителями локомотивов и комплектующих позволит в полном соответствии с действующими нормами, правилами и договорными обязательствами улучшать технико-экономические характеристики локомотивов без рисков снижения уровня безопасности движения и нарушения законодательства.

После принятия решений о целесообразности реализации проектов по изменению системы ремонта любые предложения, касающиеся изменения сложившейся производственной практики должны быть реализованы через разработку единых для сети ОАО «РЖД» технологических процессов.

Единство технологических процессов является обязательным условием для эффективного внедрения новшеств одновременно на сети предприятий, особенно, задействованных в сфере технического обслуживания и ремонта локомотивов.

В системе технического обслуживания и ремонта локомотивов единые технологические процессы направлены на повышение надежности ТПС (изменение интегрального показателя надежности), позволяющее в процессе его эксплуатации и ремонта обеспечить снижение количества инцидентов (отказов оборудования), и, следовательно, снижение времени, затрачиваемого на устранение отказов, снижение связанных с этим расходов на устранение отказов.

При этом разработка технологических процессов должна осуществляться либо в рамках детализации общего договора на разработку типовых технологических процессов, либо в рамках целенаправленных договоров, для точечного применения в условиях отдельно взятого подразделения по ремонту локомотивов с учётом его индивидуальных особенностей.

Однако, поскольку ОАО «РЖД» несет прямую ответственность перед государством за обеспечение безопасности при эксплуатации локомотивов, обращающихся на путях общего пользования, то разработка технологических процессов должна осуществляться в строгом соответствии с техническими требованиями, предъявляемых именно ОАО «РЖД».

Разработанные проекты технологических процессов для ремонта локомотивов, являющихся собственностью ОАО «РЖД», обязаны пройти процедуры технической экспертизы на предмет соответствия требованиям указанной нормативной и технической документации.

Разработка новых технологических процессов, кроме вопросов, связанных с назначением исполнителей, должна выполняться в соответствии с порядком, установленным в «Регламенте разработки и применения технологическо-нормировочных карт», утверждённым Распоряжением ОАО «РЖД» от 19.12.2013 г. №2798р в три этапа.

На первом этапе должны быть разработаны карты технологических процессов, отображающих описание технологических процессов для ремонта или изготовления изделия (сборочных единиц изделия).

На втором этапе, после согласования с ОАО «РЖД», разработанные карты технологических процессов должны быть внедрены к применению на линейных подразделениях по ремонту локомотивов (сервисные локомотивные депо), на их основе должны быть разработаны нормы времени. По итогам этапа, в ранее разработанные карты технологических процессов должны быть внесены нормы времени и разработаны проекты технологическо-нормировочных карт технологических процессов.

На третьем этапе должно быть выполнено согласование с ОАО «РЖД» проектов технологическо-нормировочных карт технологических процессов.

При реализации схемы полного сервисного обслуживания локомотивов необходимо установить единый иерархический порядок, обеспечивающий эффективное информационное обеспечение системы планово-предупредительного ремонта локомотивов.

Данный порядок должен обеспечивать возможность разработки проектов нормативно-технических документов любым компетентным организациям на конкурентной основе.

Обязательным условием при этом должно являться наличие экспертной оценки предоставленных проектов и организация опытной эксплуатации предлагаемого новшества, совместными усилиями разработчика предложения и владельца локомотива.

Утверждение владельцем локомотива изменений нормативно-технической документации должно основываться только после подтверждения эффективности нововведения в ходе опытной апробации.

Хотел бы остановиться и ещё на одном немаловажном вопросе. Переход на сервисное обслуживание тягового подвижного состава, находящегося в собственности ОАО «РЖД», не снимает актуальности наличия комплектов учтенной конструкторской документации на локомотивы, их составные части и комплектующие.

Документация необходима ОАО «РЖД» на протяжении всего жизненного цикла локомотива. Созданная ещё на стадии разработки проектов локомотивов, и утверждённая с началом их производства, она является основой при организации работ по модернизации и совершенствованию конструкции локомотива, организации его правильной эксплуатации, проведения ему качественного ремонта, разработке обучающих программ и тренажеров для обслуживающего персонала, разработке норм расхода материалов и запасных частей. Также, на завершающей стадии жизненного цикла локомотива, документация необходима для расчётов по нормированию выхода цветного и черного лома при их списании.

Нельзя также исключать необходимость создания страхового фонда. К примеру, наличие конструкторской документации, хранящейся в архивах ПКБ ЦТ (*порядке 7 миллионов листов в эквиваленте формата А4*) и находившейся на абонентском обслуживании у изготовителей локомотивов, позволило МПС, а затем и ОАО «РЖД» должным образом эксплуатировать и ремонтировать ТПС, изготовители которых оказались за пределами РФ – Тбилисский и Луганский заводы, а также предприятия Чехии, Венгрии, Латвии.

Нередко, в современных условиях работы, конструкторская документация производителей, в которой отражены все тонкости производства техники, передаётся ОАО «РЖД» без права сделать эту документацию общедоступной для остальных организаций в силу необходимости соблюдения основ коммерческой безопасности и экономических интересов производителей.

Выход из этой юридически тонкой ситуации есть и может быть найден через разработку ОАО «РЖД» отдельных пакетов ремонтной документации,

предназначенных для использования их специалистами организаций по ремонту локомотивов.

В разрабатываемой ремонтной документации должны быть отражены только те сведения, которые необходимы исполнителю ремонтов локомотивов для его правильной организации и осуществления, а сведения, касающиеся секретов изготовления отдельных узлов и деталей, должны быть из неё исключены, если речь не идёт о лицензионном производстве запасных частей.

Возможен вариант организации сервисного обслуживания локомотивов непосредственно их производителями на протяжении всего жизненного цикла (*как пример - сервис поездов «Сапсан» и электровозов ЭП20*), в этом случае проблема утечки секретов изготовления отпадает, но потребует реорганизации локомотивостроительных холдингов своей структуры и дополнительного инвестирования в систему ремонта локомотивов.

В обоих случаях, ремонтная документация на протяжении всего жизненного цикла локомотива подлежит корректировке, основываясь, на полученных данных об его надежности в ходе непрерывных мониторингов текущего технического состояния локомотивного парка, а также соотносясь с изменениями условий эксплуатации самих локомотивов и последними достижениями в науке и технике.

В заключение, пользуясь возможностью, хотел бы обратиться к присутствующим здесь многочисленным представителям научных организаций и ВУЗов.

Безусловно, без участия отраслевой науки невозможно разрабатывать по-настоящему эффективные комплексные и целенаправленные проекты, и в этом вопросе ей отводится роль генератора идей. Об этом сегодня не раз уже говорилось и ещё будет сказано. Здесь потребуется слаженная работа сразу по многим направлениям – это и разработка новых материалов, конструктивных решений отдельных узлов локомотивов, технологий ремонта и восстановления изнашиваемых деталей, бортовая и внешняя диагностика, методы анализа и многое другое.

Имеющийся потенциал и новые подходы в нашей с вами работе позволяют максимально широко охватывать все позитивные предложения и наработки, начиная от глобальных научных трудов и заканчивая практической деятельностью рационализаторов в линейных подразделениях.

Балабин В.Н., Какоткин В.З., Лобанов И.И. (МИИТ)

Применение системы СМДд для проведения оперативного диагностирования силовых установок тепловозов ТЭП70 в депо ТЧР-21 Елец

С 2010 г. по 2013 г. специалисты кафедры «Локомотивы и локомотивное хозяйство» МИИТа совместно со специалистами локомотивного депо ТЧР-21 Елец ЮВЖД, а также при участии специалистов Воронежского ТРЗ проводят работы по применению перспективной системы диагностики СМДд для проведения оперативного контроля технического состояния силовых установок тепловозов. При выполнении данной работы специалистами ставилась задача оценить возможности использования системы СМДд применительно к ремонтно-технологическим условиям депо ТЧР-21 Елец ЮВЖД. Анализ накопленного опыта показывает, что система СМДд универсальна и может быть эффективно использована как при техническом обслуживании, так и при текущем ремонте тепловозов.

При проведении технического обслуживания в объеме ТО-5 (после заводского ремонта) тепловоза ТЭП70-0282 при визуальном осмотре было зафиксирован выброс масла 1Л цилиндрического комплекта. Также наблюдался дымный выхлоп из индикаторного крана 1Л цилиндра характерный при горении масла внутри цилиндра.

Системой СМДд были продиагностированы 1Л и 2Л цилиндры, для сопоставления результатов и подтверждения данных визуального осмотра, на режимах холостого хода (0ПКМ) и под нагрузкой при проведении реостатных испытаний.

Анализ данных, полученных с помощью системы СМДд, указывает на то, что вследствие заброса масла в полость цилиндра и дальнейшего его сгорания резко увеличились значения основных параметров рабочего процесса, таких как среднее индикаторное давление (MIP), индикаторная мощность (P_i), скорость нарастания давления по углу поворота коленчатого вала (V_m) и степень повышения давления (L_{md}) цилиндра 1Л по сравнению с цилиндром 2Л работающим исправно.

При проведении реостатных испытаний тепловоза ТЭП70-0427 после планового ремонта в объеме ТР-3 была проведена диагностика дизель-генераторной установки тепловоза ТЭП70-0427 системой СМДд с целью оценки

технического состояния топливной аппаратуры, цилиндропоршневой группы и механизма газораспределения.

Проведены следующие работы:

1. При первичной проверке работы ДГУ выявлена неправильная работа клапанов 8ПР и 6Л цилиндрических комплектов – присутствие посторонних стуков при работе клапанного механизма данных комплектов.
2. Для подтверждения выявленного замечания цилиндры 8ПР и 6Л были продиагностированы системой СМДд. По результатам диагностики замечание подтвердилось.
3. При дальнейшем проведении реостатных испытаний ДГУ тепловоза не выдала номинальную мощность. Было принято решение о проверке общего угла опережения подачи топлива. По результатам проверки общий угол опережения подачи составил 14° п.к.в. при нормативном значении $19-20^{\circ}$ п.к.в.
4. По результатам диагностирования системой СМДд цилиндров 8ПР и 6Л до регулировки общего угла опережения подачи топлива действительный угол опережения подачи топлива (Alf inj) составил для цилиндра 8ПР – 8° п.к.в., для цилиндра 6Л – 1° п.к.в. при нормальном значении $12-14^{\circ}$ п.к.в. Максимальное давление сгорания P_{max} на режиме 0ПКМ-х.х. составило для цилиндра 8ПР – $39,7 \text{ кгс/см}^2$, для цилиндра 6Л – 37 кгс/см^2
5. После регулировки общего угла опережения подачи (увеличение на 4° п.к.в.) было проведено повторное диагностирование системой СМДд, по результатам которой были получены следующие данные - действительный угол опережения подачи топлива (Alf inj) составил для цилиндра 8ПР – 12° п.к.в., для цилиндра 6Л – $4,5^{\circ}$ п.к.в. Максимальное давление сгорания P_{max} на режиме 0ПКМ-х.х. составило для цилиндра 8ПР – $40,5 \text{ кгс/см}^2$, для цилиндра 6Л – 41 кгс/см^2 .
6. После устранения всех замечаний было проведено итоговое диагностирование системой СМДд на режиме 10ПКМ-нагрузки, по результатам которого были сделаны следующие выводы:
 - Равномерность распределения мощностей по цилиндрам в пределах нормы.
 - Качество работы всех форсунок, оцениваемое по вибродиаграммам впрыска, удовлетворительное.
 - Качество работы клапанных механизмов всех цилиндров, оцениваемое по вибродиаграммам закрытия клапанов, удовлетворительное.

- Согласно полученным индикаторным диаграммам рабочего процесса все цилиндры имеют разрегулировку фаз газораспределения – угла запаздывания закрытия впускных клапанов ($F_i \text{ inl}$), угла запаздывания закрытия выпускных клапанов ($F_i \text{ exh}$).

По результатам выявленных замечаний необходимо произвести перерегулировку фаз газораспределения:

- увеличение угла запаздывания закрытия впускных клапанов ($F_i \text{ inl}$):
- Правый ряд - 1Ц – на 6^0 п.к.в., 2Ц – на 10^0 п.к.в., 3Ц – на 8^0 п.к.в., 4Ц – на 8^0 , 5Ц – на 6^0 п.к.в., 6Ц – на 8^0 п.к.в., 7Ц – на 7^0 п.к.в., 8Ц – на 8^0 п.к.в.
- Левый ряд - 1Ц – на 8^0 п.к.в., 2Ц – на 9^0 п.к.в., 3Ц – на 9^0 п.к.в., 4Ц – на 8^0 , 5Ц – на 7^0 п.к.в., 6Ц – на 10^0 п.к.в., 8Ц – на 8^0 п.к.в.
- увеличение угла запаздывания закрытия выпускных клапанов ($F_i \text{ exh}$):
- Правый ряд - 1Ц – на 8^0 п.к.в., 2Ц – на 8^0 п.к.в., 3Ц – на 8^0 п.к.в., 4Ц – на 8^0 , 5Ц – на 8^0 п.к.в., 6Ц – на 9^0 п.к.в., 7Ц – на 8^0 п.к.в., 8Ц – на 9^0 п.к.в.
- Левый ряд - 1Ц – на 10^0 п.к.в., 2Ц – на 9^0 п.к.в., 3Ц – на 9^0 п.к.в., 4Ц – на 10^0 , 5Ц – на 10^0 п.к.в., 6Ц – на 8^0 п.к.в., 8Ц – на 9^0 п.к.в.
- Давая оценку проделанной работе необходимо следующее:
- система СМДд является эффективным средством для оценки технического состояния тепловозных дизелей;
- система СМДд позволяет сделать заключение о качестве рабочего процесса в цилиндрах дизеля, о качестве работы топливной аппаратуры высокого давления и механизма газораспределения;
- данная система выгодно отличается от других подобных систем диагностирования дизелей оперативностью, надежностью и точностью получения требуемой информации;
- система может быть применена для оценки технического состояния дизелей в процессе эксплуатации, при проведении реостатных испытаний тепловозов, а так же в случаях, когда требуется оперативно определить причины ухудшения показателей работы тепловоза и в частности его дизеля.

**Сервис-модульные центры - новая философия эксплуатации и обслуживания
модульных локомотивов**

Метод модульного проектирования состоит в разделении всего оборудования локомотива на модули различного функционального назначения, облегчающих не только процессы проектирования и строительства, но и процессы сервисного обслуживания, ремонта, замены узлов и модернизации. Основа принципов модульности локомотивов - перенесение максимального объема производственных и ремонтных операций из депок в заводские условия. Такой принцип позволяет упростить задачу мониторинга функционирования различных модулей и микромодулей.

Введение

Поиск путей повышения производительности труда, повышение эффективности и конкурентоспособности новой техники заставляет по-иному взглянуть на проблему проектирования современного тягового подвижного состава железных дорог.

Необходимо соединить в единую систему: проектирование локомотивов, разработку принципиально новых технологических процессов на заводах-изготовителях и ремонтно-сервисных предприятиях, создать средства технологического оснащения, организовать производственные процессы [1].

Одним из перспективных направлений считается создание современной техники на принципах модульности. Еще в годы второй мировой войны в Германии осуществлялось крупносерийное строительство подводных лодок из полностью идентичных корпусных блоков, изготовленных на разных предприятиях.

Сегодня термин «Модульность» активно применяется во многих отраслях промышленности и гуманитарной сфере. Элементы, группируемых в базовые узлы, составляющие законченную систему, называются МОДУЛЯМИ.

Суть модульного принципа проектирования машины - комплектование разнообразных сложных изделий с большим различием характеристик из небольшого экономически обоснованного количества типов и типоразмеров одинаковых первичных общих элементов - модулей.

Цель исследования

Идея метода модульного проектирования состоит в разделении всего оборудования на модули различного функционального назначения, которые после

полной сборки и проверки соединяются в единое целое. Модули могут легко объединяться, образуя сложные комплексы, разъединяться и заменяться с целью получения систем с другими компонентами и характеристиками при ремонте или модернизации. При этом должна достигаться цель: упрощение разработки, тестирования и поддержание вновь создаваемых систем, сведение числа связей между различными частями системы к минимуму.

Принцип модульности напрямую связан с принципом унификации, стандартизации и типизации. [2].

Применительно к локомотивам железных дорог модульность конструирования должна облегчить не только процессы проектирования и строительства, но и процессы эксплуатации (сервисное техническое обслуживание и ремонт, замена узлов и модернизация). Основа принципов модульности - это перенесение максимального объема производственных и ремонтных операций из деповских в заводские условия. Такой принцип позволяет упростить задачу мониторинга функционирования различных модулей и микромодулей.

Поэтому на стадии проектирования необходимо закладывать возможность декомпозиции модулей, что приведёт к изменению всей философии проектирования с учётом прогнозов, рисков и модернизации производства.

Сервисное обслуживание локомотивов, построенных по принципам модульности, приобретает совершенно новые свойства, позволяющие полностью отказаться от традиционных основных и оборотных локомотивных депо в пользу Сервис-Модульных Точек (СМТ), занимающихся анализом результатов мониторинга локомотивов, съёмом и установкой модулей и микромодулей.

Необходимо понять, что при использовании нового принципа обслуживания локомотивов невозможно отделить инфраструктуру нового типа локомотивного хозяйства от эксплуатации и перевозок. Например, на территории филиала ОАО РЖД «Московская железная дорога» возможно создание Сервис-Модульных Центров (СМЦ) в трёх местах: Рязань, Орел, Вязьма, охватывающих всю территорию обслуживания МЖД. При этом СМТ (ТЧР) замещают существующие локомотивные депо. При необходимости пограничные СМЦ МЖД могут обслуживать СМТ (ТЧР) других дорог, и наоборот, обеспечивая необходимую гибкость и оперативность в обслуживании.

При переходе на новую систему обслуживания модульных локомотивов основная нагрузка по бесперебойному обеспечению СМТ (ТЧР) необходимыми

модулями ложится на СМЦ. И здесь решающую роль должна сыграть техническая и технологическая база этих Центров.

В СМЦ ответственность за качество своих поставок будет выше, так как любой брак будет наказываться на всем протяжении цикла функционирования модуля. В случае отказа изделия (микромодуля) на СМЦ налагается штраф, а локомотив заходит на межпоездное обслуживание, где за счёт Центра оперативно заменяется модуль (микромодуль).

Новая философия обслуживания локомотивов заключается в изменении схем обслуживания и поставки продукции (модулей) заводами-изготовителями. Сегодня завод-поставщик отвечает за свою поставку только в пределах гарантийного срока и только за единицы оборудования (насос, фильтр, теплообменник, контактор, реле и т.д.).

Не следует забывать, что при назначенном сроке службы локомотива в 25-30 лет (реально 40-50 лет) элементы модулей (микромодули) морально устаревают гораздо быстрее. Например, гарантия на электроаппараты (реле времени ВЛ-50, ВЛ-51А, ВЛ-52 [3]) составляет всего 1-3 года.

Именно поэтому для Центров может быть выгоднее закупать функциональные элементы с гарантийным техническим обслуживанием на весь жизненный цикл модулей? Во многих отраслях с длительным жизненным циклом, например в авиации, произошло изменение в философии поставки и завод отвечает за весь жизненный цикл своей продукции [4].

Модуль локомотива включает в себя корпус-каркас, внутри которого расположены микромодули, выполняющие необходимые функции. В корпус-каркас встраиваются элементы перемещения и надёжного крепления к базовым конструкциям. Компоновка модулей на локомотиве должна позволять их лёгкую замену извне без демонтажа соседних модулей и по возможности при минимальных затратах времени и энергии.

Необходимым фактором при проектировании СМТ является нетрудоемкий, полностью механизированный монтаж-демонтаж модулей на локомотивы.

На локомотивах целесообразно использование так называемых функциональных модулей - сборочных единиц адресного применения, основу которых составляет известное оборудование (механическое, тепло- и электротехническое, электронное и др.), смонтированное в корпусе-каркасе, прошедшее соответствующую проверку и готовое к выполнению своих функций после установки модуля на локомотив.

Применение функциональных модулей обусловлено не столько требованием совершенствования технологии локомотивостроения, сколько эксплуатационными соображениями. С их помощью, возможно, удастся разрешить противоречие развития локомотивостроения - противоречие между уменьшающимся временем эффективной службы локомотива из-за форсированного морального старения техники (особенно микропроцессорной) в обстановке ускорения научно-технического прогресса и возможностями увеличения срока службы, вследствие повышения надежности и ресурса агрегатов. Созданное и смонтированное в виде функциональных модулей оборудование сможет легко заменяться в процессе эксплуатации локомотивов на новые, более совершенные образцы, обеспечивая тем самым поддержание на должном уровне эффективность локомотива, как сложной системы.

А как скажется внедрение функциональных модулей на облике локомотивостроительного производства? Во-первых, часть сборочно-монтажных работ непосредственно, выполняемых сегодня на локомотивах, будет передана заводам - изготовителям оборудования, где, благодаря значительно большей повторяемости и унификации работ, удастся существенно повысить их технический уровень, перейти на механизированную и автоматизированную сборку модулей. Во-вторых, процесс установки функциональных модулей на локомотив будет неоднократно повторяться в течение всего срока эксплуатации, что обусловит целесообразность интеграции локомотивостроительного (в части монтажа элементов модулей в ядре) и локомотиворемонтного производства. При этом появляется и развивается сопутствующее направление – робототехнические средства для транспортировки, замены и обслуживания модулей.

В будущем произойдет специализация заводов-изготовителей и сервисных центров создания, обслуживания и ремонта модулей локомотивов. Один центр будет обслуживать модули основного электрооборудования (высоковольтные камеры ВВК и микропроцессорные блоки МБ), другие - модули основного и вспомогательного оборудования энергетической установки (дизель-генераторные установки ДГУ, турбокомпрессоры ТК, модули обеспечения работы ДГУ и т.д.). Отдельные центры обслуживают унифицированные модули ходовой части (2-, 3-осные тележки).

Примерная последовательность работ при применении философии модульного проектирования [5, 6]:

1. выделить системы локомотива, для которых возможно применение модульного монтажа;

2. включить в состав модулей оборудования дополнительные стандартные металлические каркасы и постаменты, обеспечивающие крепление оборудования, монтажную и эксплуатационную жесткость, включить в состав модулей дополнительные демпфирующие устройства и др.
3. системы скомпоновать в модули соответствующих размеров:
4. для вписывания внутрь машинного отделения локомотива;
5. помещаемых в стандартные контейнеры (40, 45 футов);
6. несущие конструкции модулей должны позволить осуществлять монтаж-демонтаж параллельно несколькими манипуляторами;
7. проработать с изготовителями оборудования модулей соответствующие требования по исполнению, стандартизации интерфейсов, особенности сервиса и ремонта на стадии эксплуатации проектирования;
8. проработать совмещение и координацию гидро-, пневмо-, и электромонтажных работ на модульном локомотиве (смоделировать процессы монтажа мультиразъемных панелей и вариантов блокировки на единой панели);
9. выполнить разводку и монтаж мультисоединительных панелей в ядре для подключения разных источников энергопитания, гидро- и пневмоцепей. При этом необходимо предусмотреть блокировки и защиту от возникновения ошибки при подключении, не допустить снижения пропускной способности и герметичности соединений.

Модули формируют посредством серии сборочных операций оборудования, изготовленного на различных специализированных предприятиях, что позволяет обеспечить более высокие технико-экономические показатели и снижение затрат трудовых ресурсов. Именно при модульном принципе компоновки оборудования на первый план выступает унификация, как научно-обоснованное сокращение числа общих элементов (например, трубопроводов). Унификация обеспечивает приведение к единообразию и сокращению числа элементов и, как следствие, единообразию конструктивных элементов базового заводского изготовления.

При этом габариты модулей соответствуют размерам стандартных контейнеров или размерам, кратным стандартному контейнеру. Модули поставляются с СМЦ на СМТ в контейнерах с необходимыми результатами тестовых испытаний и гарантийными обязательствами.

Достоинства и возможные проблемные направления исследования

Следует иметь ввиду, что модульный локомотив является типичным примером современного подхода в стандартизации. А любая стандартизация дает

не только определенные преимущества, но всегда имеет недостатки. Легко можно просчитать, что модульный локомотив в большинстве случаев по некоторым технико-экономическим характеристикам будет уступать локомотиву адресного, «индивидуального» проекта. Модульный локомотив будет иметь явные преимущества только при решении комплекса задач серийности, количества выпускаемых машин и быстрого развития сервисной инфраструктуры. Что касается стоимости постройки локомотивов, то соотношение стоимости стандартного и модульного локомотивов будет зависеть от взаимного действия двух факторов: выигрыша от увеличения серийности изготовления модульного локомотива и проигрыша от инерционности и замедления внедрения новых технологий. Количественная оценка суммарного действия обоих факторов является весьма сложной задачей, требующей разработки методик оценки проигрыша от функциональной избыточности характеристик локомотивов, собранных из стандартных модулей. Априорно можно утверждать, что этот проигрыш будет тем больше, чем более высокие и жесткие требования предъявляются к локомотиву в целом. Выигрыш же будет возрастать с увеличением числа типов тягового подвижного состава, при постройке которых используются модульные технологии (пассажирские, грузовые, универсальные, маневровые, промышленные).

Расчёты, выполненные специалистами водного транспорта, показали, что трудоемкость серийной постройки барж различной грузоподъемности в случае использования секций-модулей должна была снизиться в 2,2- 2,5 раза. Резко сокращался производственный цикл, пропускная способность верфей возрастала в 2 раза и более [2].

В нашем случае увеличение материалоемкости модульного локомотива за счёт применения дополнительных корпус-каркасных конструкций не является лимитирующим, так как для решения поставленных задач. увеличение сцепной массы допускается в пределах принятых ограничений по нагрузке на ось.

Корпус-каркас в локомотиве с главным управляющим блоком – это своеобразный менеджер всех модульных частей общей системы. Он непрерывно выполняет роль супервизора, контролирует общение между модулями для решения общей задачи. Выполняет:

- контроль функционирования каждого из модулей и выдачу ими необходимых технических параметров на выходе;
- сбор информации в интерфейсы модулей;
- передачу информации между модулями;

- защитные функции в случае отклонения в алгоритмах системы;
- блокирование и останов системы в случае возникновения аварийных ситуаций.

В корпусе-каркасе штатно размещено стационарное оборудование, трубопроводы, кабельные проводки, ответные части мультисоединительных плат и т.д. Это и есть базовая основа локомотива, используемая лишь на локомотивах одной серии и большей частью не обладающая «функциональной» автономностью.

Безусловно, модульный принцип компоновки оборудования станет возможным только в том случае, если проектировщики нового оборудования будут соблюдать преемственность технических решений, обеспечивать сохранение массогабаритных характеристик агрегатов и арматуры, их базовых и присоединительных размеров, унифицированных частей быстроразъёмных соединений (БРС) трубопроводов (БРСт), электрических кабелей (БРСэ) и иных коммуникаций.

Для этого необходима глобальная система типизации функциональных модулей, которая координировала бы действия заводов-изготовителей локомотивов и разработчиков комплектующих для модулей, определяла типы агрегатов и систем, для которых целесообразна разработка функциональных модулей, предусматривала разработку технических условий на проектирование таких модулей, согласовывала действия всех сторон, участвующих в проектировании и постройке локомотивов.

Выводы

Модульный принцип проектирования локомотивов позволяет резко ускорить разработку и выпуск новых модификаций на базе существующих конструкций. При этом:

- снижаются затраты и растёт производительность локомотива в эксплуатации за счёт оперативной экипировки;
- снижается влияние человеческого фактора при монтаже и проверке модулей в составе локомотива;
- внедрение новых концепций манипуляторов для выполнения основных операций съёма и установки модулей, обеспечивает возможность использования безлюдных технологий;
- создаются универсальные конструкторско-технологические решения модулей для различных типов локомотивов;

- сокращается общее количество обслуживающего персонала на пунктах экипировки.

Модульность - лекарство от многих болезней современного локомотивного хозяйства

Список литературы

1. Базров Б.М. Модульная технология в машиностроении. // М.: Машиностроение, -2001, - С. 367.
2. Суда из кубиков <http://www.sudno1.ru/kub.shtml>
3. Каталог <http://www.electromagnit.ru/catalog/rele/v150>
4. В.Н. Нуждин, А.А. Просвирнов Метод ускоренного модульного строительства АЭС // Атомная стратегия. - 2007. - №6.
<http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=998>].
5. Балабин В.Н. Перспективы развития тепловозных дизелей нового поколения. // Ж-л «Тяжелое машиностроение. – 2009. - №3.- С. 31-34.
6. Балабин В.Н. Модульная конструкция перспективных автономных локомотивов. // Современный транспорт: инфраструктура, инновации, интеллектуальные системы: Тр. Международной академия транспорта, Санкт-Петербург. – 2012. - С. 66-70.

Балакин А.Ю. Носырев Д.Я. (СамГУПС)
Совершенствование технологического процесса, технического обслуживания и текущего ремонта

Учитывая реорганизацию структуры управления ОАО «РЖД» и создание перспективной сервисной формы обслуживания локомотивов железных дорог России, предполагающей совершенствование технологических процессов, технического обслуживания и текущего ремонта локомотивов, использования современных технических средств мониторинга и диагностирования технического состояния локомотивов, а так же привлечения вузовской науки к решению проблем сервисного обслуживания локомотивов считаем необходимым:

- с целью повышения качества подготовки специалистов для сервисного обслуживания локомотивов необходимо сформировать базу критических технологий в ремонте и тематику необходимых разработок для включения в курсовое и дипломное проектирования студентов;
- разработать программу взаимодействия сервисных центров с ВУЗами по подготовке специалистов для сервисного обслуживания;
- рассмотреть вопрос по внедрению в практику сервисного обслуживания имеющиеся разработки ВУЗов, в том числе способов и устройств, защищенных патентами.

На кафедре «Локомотивы» Самарского государственного университета путей сообщения для железных дорог региона разработаны и защищены патентами устройства, направленные на повышения качества ремонта и эффективности эксплуатации локомотивов, которые могут найти применение в системе сервисного обслуживания. Среди них:

Универсальный стенд с системой диагностирования технического состояния турбокомпрессора и приводного центробежного нагнетателя дизеля 10Д100 (рис. 1). Основой стенда является энергетический модуль, созданный на базе дизеля КАМАЗ и приводного центробежного нагнетателя дизеля 10Д100. Данный стенд позволяет испытывать турбокомпрессоры с расходом от 1,5 до 6 кг/ч.



Рис. 1. Стенд для испытания турбокомпрессора и приводного центробежного нагнетателя

При испытании в реальном масштабе времени регистрируются параметры в характерных точках стенда: температура и давление, частота вращения приводного центробежного нагнетателя и турбокомпрессора, расходы топлива и воздуха. Результаты измерения и обработки представляется в виде протокола (рис. 2).

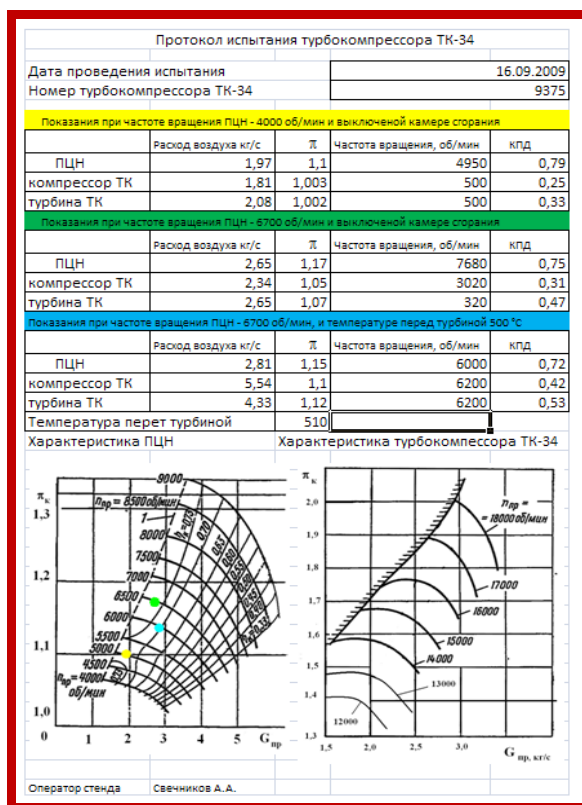


Рис. 2. Протокол испытания турбокомпрессора и приводного центробежного нагнетателя

Проведенные испытания турбокомпрессоров после ремонта позволили получить интересные результаты. При запуске начало вращения ротора турбокомпрессора зависит его технического состояния. Мощность турбины в момент страгивания ротора для различных испытанных турбокомпрессоров колеблется в диапазоне от 1 кВт до 30 кВт, что связано с техническим состоянием турбокомпрессора.

Соответственно время выбега и тормозной момент также существенно зависят от технического состояния турбокомпрессора.

Стенд и все технические решения, реализованные в нем защищены патентами и свидетельствами на регистрацию программных продуктов.

Для защиты турбокомпрессора от разноса и помпажа разработано двухканальное устройство, которое контролирует частоту вращения турбокомпрессоров дизеля 10Д100, регистрирует рассогласование частот

вращения и при превышении допустимого рассогласования выдает команду на сброс нагрузки (рис. 3). На способы защиты турбокомпрессора от разноса и помпажа получены патенты.



Рис. 3. Двухканальное устройство для защиты ТК от разноса и помпажа

Для повышения качества и снижения трудоемкости ремонта электронных модулей локомотивов разработан автоматизированный стенд. Стенд включает блок питания, имитатор внешних нагрузок и компьютер с соответствующей программой (рис. 4).



Рис. 4. Автоматизированный стенд тестирования и диагностирования электронных модулей локомотива

Автоматизированный стенд тестирования и диагностирования электронных модулей электровозов был реализован в локомотивных депо Самара, Кинель, Пенза и Дема Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» для тестирования и диагностирования устройства контроля бдительности машиниста (УКБМ) и устройства оперативного регулирования мощности локомотива (УОРМЛ).

Для использования стенда при ремонте электронных модулей другого типа изготавливается имитатор внешних нагрузок и соответствующая программа, реализующая инструкцию по проверкам.

Технические характеристики стенда:

- напряжение питания (50 ± 10) В;
- ток потребления при напряжении 50В не более 1.5 А;

- время проверки одного модуля в автоматическом режиме не более 4 мин.



***Рис. 5.** Устройство для учета загрузки дизель-генераторной установки тепловоза*

Для совершенствования системы учета и нормирования расхода топлива разработано устройство для учета загрузки дизель-генераторной установки тепловоза. Устройство регистрирует ток и напряжение главного генератора, а также время работы на каждой позиции контроллера машиниста. Это позволяет определять время работы, мощность и выработанную электроэнергию на каждой позиции контроллера машиниста. Результаты сохраняются в блоке памяти устройства (рис. 5). Устройство подключается к персональному компьютеру через интерфейс RS232. Устройство и технические решения, заложенные в него защищены патентами.

Кроме того, на кафедре «Локомотивы» СамГУПС имеется значительный научно-исследовательский и опытно-конструкторский задел по совершенствованию технологических процессов, технического обслуживания и текущего ремонта, а также по модернизации существующих локомотивов и принципиальным схемам перспективных локомотивов. Основные разработки и результаты исследований защищены патентами.

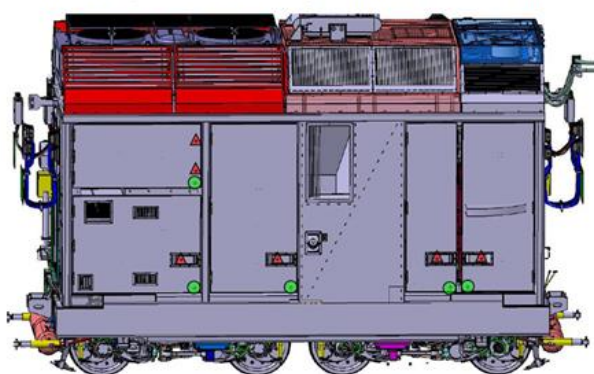
**Юнит-модульный локомотив. Предпосылки появления сервисной
безлюдной технологии обслуживания локомотивов**

Сегодня весь мир проектирует и выпускает тяговый подвижной состав железных дорог на основе модульных конструкций и единых унифицированных базовых платформ. Ведущие зарубежные компании, такие как Bombardier, Siemens, Alstom, Stadler Rail AG уже применили этот опыт и получают прекрасные результаты (рис.1). Российские компании также переняли опыт зарубежных коллег и первыми примерами конструкторских решений, на основе модульного построения локомотивов, стали разработки Коломенского завода. Был создан пассажирский магистральный тепловоз ТЭП70БС и в скором времени пассажирский электровоз ЭП2К. Опыт оказался успешным [1,2,3].

Тепловоз компании Bombardier – Traxx



Силовой модуль сочлененного моторвагонного поезда Stadler Rail AG



Электровоз компании Alstom – Prima



Тепловоз компании Siemens – Hercules



Рис.1 Продукция ведущих зарубежных компаний

Недаром одним из перспективных направлений считается создание современной техники на принципах модульности. Сегодня термин «Модульность» активно применяется во многих отраслях промышленности и гуманитарной сфере. Модульность – это свойство системы, связанное с возможностью ее декомпозиции на ряд внутренне связанных между собой модулей. Элементы, группируемые в базовые узлы, составляющие законченную систему, называются модулями.

Суть модульного принципа проектирования машины - комплектование разнообразных сложных изделий с большим различием характеристик из небольшого экономически обоснованного количества типов и типоразмеров одинаковых первичных общих элементов – модулей. Идея метода модульного проектирования состоит в разделении всего оборудования на модули различного функционального назначения, которые после полной сборки и проверки соединяются в единое целое. Принцип модульности напрямую связан с принципом унификации, стандартизации и типизации [4].

Итак, под модулем понимаем полностью функциональный модуль со встроенной системой управления с минимальным стандартным интерфейсом, размещенный в границах стандартизированных типовых размеров, поставляемый как законченное изделие с комплектом документации. Под функциональным модулем понимаем сборочные единицы адресного применения, основу которых составляет известное оборудование (двигатель внутреннего сгорания, газовая турбина, топливные элементы и накопители энергии), смонтированные в юнит – каркасах, прошедшие соответствующую проверку и готовое к выполнению своих функций после установки модуля на локомотив[5].

Применительно к локомотивам железных дорог целесообразно использование функциональных модулей. Это обусловлено не столько требованием совершенствования технологии локомотивостроения, сколько эксплуатационными соображениями. С их помощью, возможно, удастся разрешить противоречие развития локомотивостроения - противоречие между уменьшающимся временем эффективной службы локомотива из-за форсированного морального старения техники (особенно микропроцессорной) в обстановке ускорения научно-технического прогресса и возможностями увеличения срока службы, вследствие повышения надежности и ресурса агрегатов. Модульность конструирования должна облегчить не только процессы проектирования и строительства, но и процессы эксплуатации (сервисное техническое обслуживание и ремонт, замена узлов и модернизация) [6].

Предлагается новая концепция быстро- и взаимозаменяемых оперативных юнит – модулей основного и вспомогательного оборудования локомотивов, выполненных на общем базовом основании. Юнит – модульный локомотив включает в себя нестационарные, быстросъёмные секции, содержащие юнит-каркасы, внутри которых находится оборудование одного назначения – съёмные юнит – модули и микромодули, выполняющие необходимые функции. Всё

модульное оборудование, размещаемое на локомотиве имеет массогабаритные ограничения, масса каждого юнит – модуля делается кратной заранее выбранной единице массы, а объём юнит – модуля – кратным единице объёма.

В юнит-каркас встраиваются элементы перемещения и надёжного крепления к базовым конструкциям, а также дополнительные демпфирующие устройства. Юнит – модуль должен иметь рациональную компоновку оборудования, обеспечивающую малые габариты, удобство сборки, регулировки, замены узлов и сборочных единиц при ремонте. Компоновка юнит – модулей на локомотиве должна позволять их лёгкую замену извне без демонтажа соседних модулей и по возможности при минимальных затратах времени и энергии. На ремонтные или обслуживающие позиции к месту монтажа юнит – модули доставляются полностью готовыми, прошедшими необходимые операции диагностики, ремонта, контроля и отладки.

На начальном этапе перехода к юнит – модулям все соединения выполняются традиционным способом с помощью резьбовых соединений. Более высокий уровень будет достигнут на следующем этапе, когда внутреннее оборудование модуля соединяется и стыкуется с базисным основанием быстроразъёмными соединениями с помощью мультиразъёмных плат [7,8].



Рис. 2 Быстроразъёмные и мультиразъёмные соединения фирмы Walther-Präzision

Быстроразъёмные соединения (БРС) — это элементы, обеспечивающие быстрое и надежное соединения различных контуров энергоносителей (рукавов, шлангов, разнообразных элементов оборудования). **Быстроразъёмные соединения** нашли широкое применение в самых разных областях промышленности, таких как автомобилестроение, добыча нефти и газа, металлургия, станкостроение, химическая промышленность, фармацевтическая промышленность, медицина, космическая промышленность, транспорт и

авиация, военно-промышленный комплекс, полимерная индустрия, атомное машиностроение и других отраслях. На рис.2 показаны Быстроразъёмные и мультиразъёмные соединения фирмы **Walther-Präzision**.

Мультиразъёмные платы предоставляют целый ряд возможностей для подключения соединений различного диаметра, пропускной способности и типа блокировки на единой панели. Можно одновременно подключать разные источники энергопитания и подачи жидкости, при этом отсутствует риск возникновения ошибки или снижения производительности, а пропускная способность и герметичность сохраняются. На рис. 3 показаны мультиразъёмные платы фирмы Stäubli (Штойбли) [9].



Рис. 3 Мультиразъёмные платы фирмы Stäubli (Штойбли)

К архитектуре блочно-модульной концепции быстро- и взаимозаменяемых оперативных юнит – модулей основного и вспомогательного оборудования современных локомотивов с самого начала должны предъявляться высокие требования по надежности, удобству диагностики и обслуживания. При этом габариты юнит – модулей соответствуют размерам стандартных контейнеров или размерам, кратным стандартному контейнеру(40,45 футов).

Появляется возможность собрать локомотив индивидуально из отдельных базисных секций, содержащих юнит – модули. Юнит – модульный локомотив в большинстве случаев по некоторым технико-экономическим характеристикам будет уступать локомотиву адресного, «индивидуального» проекта. Такой локомотив будет иметь явные преимущества только при решении комплекса задач

серийности, количества выпускаемых машин и быстрого развития сервисной инфраструктуры.

Именно этот вариант локомотива позволит в дальнейшем реализовать многие предлагаемые концептуальные технические решения. Вариант блок-схемы юнит – модульного автономного локомотива приведён на рис.4.

Такие локомотивы будут иметь высокую надежность, технологичность, унификацию и обладать необходимым потенциалом для дальнейшего совершенствования [8].

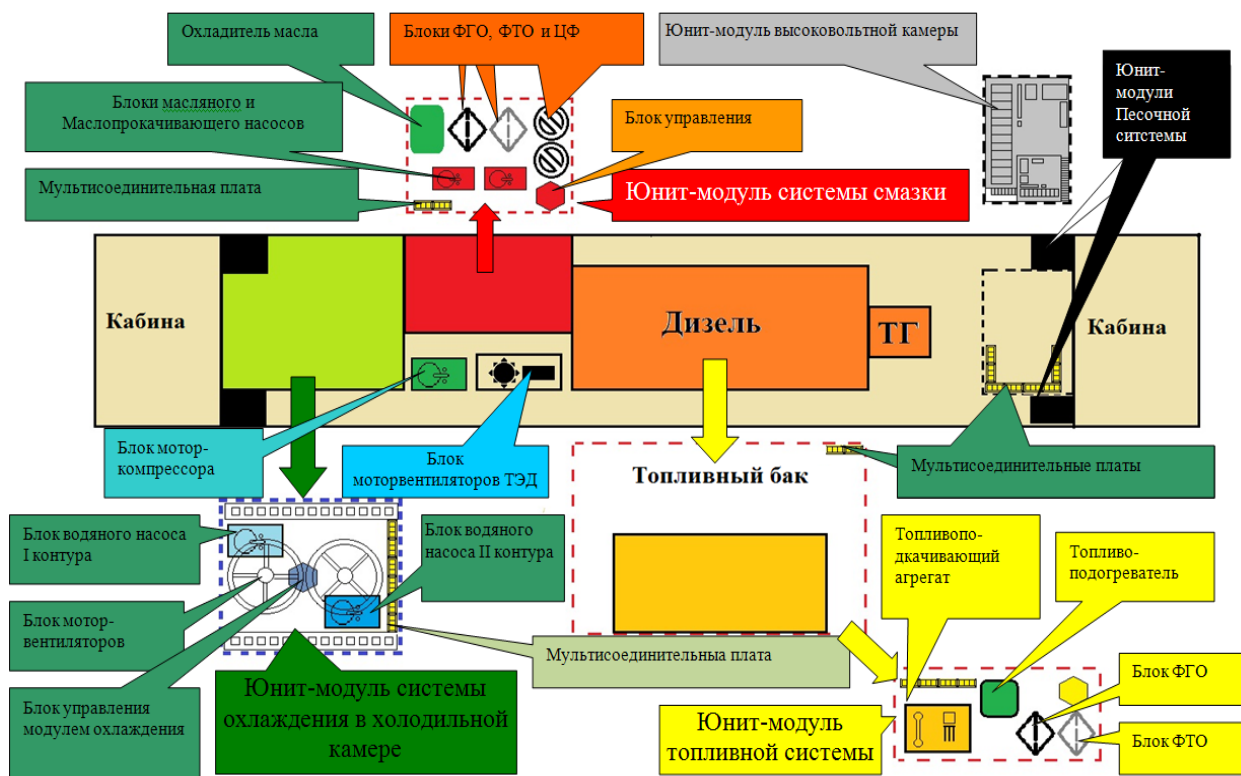


Рис. 4 Вариант блок – схемы юнит – модульного автономного локомотива

Сервисное обслуживание локомотивов, построенных по принципам модульности, приобретает совершенно новые свойства, позволяющие полностью отказаться от традиционных основных и оборотных локомотивных депо в пользу Сервис – Модульных Точек (СМТ), занимающихся анализом результатов мониторинга локомотивов, съёмом и установкой юнит – модулей и микромодулей. Перенесение максимального объема производственных и ремонтных операций из деповских в заводские условия является основой принципов модульности. Такой принцип позволяет упростить задачу мониторинга функционирования различных юнит – модулей и микромодулей.

Необходимым фактором при проектировании СМТ является нетрудоемкий, полностью механизированный монтаж-демонтаж юнит – модулей на локомотивы. Появляется возможность внедрения сервисной безлюдной технологии

обслуживания локомотивов и развития робототехнических средств для транспортировки, замены и обслуживания юнит – модулей [6].

Безлюдная технология – технологические процессы, осуществляемые автоматизированными устройствами (автоматические линии, промышленные роботы, манипуляторы и т. п.), которые освобождают человека от выполнения производственных операций. Концепция безлюдных технологий – инновационное направление научно-технической мысли, рассматривающее применение робототехники для выполнения рутинных, вредных и опасных видов работ без непосредственного участия человека, как залог обеспечения безопасности и высокой эффективности решения поставленных задач.

Применение робототехники в рамках развития концепции безлюдных технологий является актуальным и перспективным для широкого круга промышленных отраслей и направлений сферы услуг таких как атомная и ядерная промышленности, ракетостроение и космонавтика, добыча, переработка и транспортировка сырья, энергетика, строительство, металлургия, химическая и тяжелая промышленность, машиностроение и автомобилестроение, авиация, судостроение, сельское хозяйство, сервис и локомотивостроение [10].

При переходе на новую систему обслуживания модульных локомотивов основная нагрузка по бесперебойному обеспечению СМТ (ТЧР) необходимыми юнит – модулями ложится на СМЦ. И здесь решающую роль должна сыграть техническая и технологическая база этих Центров.

В СМЦ ответственность за качество своих поставок будет выше, так как любой брак будет наказываться на всем протяжении цикла функционирования юнит – модуля. В случае отказа изделия (микромодуля) на СМЦ налагается штраф, а локомотив заходит на межпоездное обслуживание, где за счёт Центра оперативно заменяется юнит – модуль (микромодуль).

Новая философия обслуживания локомотивов заключается в изменении схем обслуживания и поставки продукции (юнит – модулей) заводами-изготовителями. Для Центров будет выгоднее закупать функциональные элементы с гарантийным техническим обслуживанием на весь жизненный цикл юнит – модулей, а не в пределах гарантийного срока и только за единицы оборудования (насос, фильтр, теплообменник, контактор, реле и т.д.).

Если придерживаться новой философии обслуживания локомотивов, то в будущем произойдет специализация заводов-изготовителей и сервисных центров создания, обслуживания и ремонта юнит – модулей локомотивов. Один центр

будет обслуживать юнит – модули основного электрооборудования (высоковольтные камеры ВВК и микропроцессорные блоки МБ), другие – юнит – модули основного и вспомогательного оборудования энергетической установки (дизель-генераторные установки ДГУ, турбокомпрессоры ТК, модули обеспечения работы ДГУ и т.д.). Отдельные центры будут обслуживать унифицированные юнит – модули ходовой части (2-, 3-осные тележки). После обслуживания и ремонта юнит – модули должны поставляться с СМЦ на СМТ в контейнерах с необходимыми результатами тестовых испытаний и гарантийными обязательствами.

Итак, модульный принцип компоновки оборудования станет возможным только в том случае, если проектировщики нового оборудования будут соблюдать преемственность технических решений, обеспечивать сохранение массогабаритных характеристик агрегатов и арматуры, их базовых и присоединительных размеров, унифицированных частей быстроразъёмных соединений (БРС) трубопроводов (БРСт), электрических кабелей (БРСэ) и иных коммуникаций [6].

Для этого необходима глобальная система типизации функциональных модулей, которая координировала бы действия заводов-изготовителей локомотивов и разработчиков, комплектующих для юнит – модулей, определяла типы агрегатов и систем, для которых целесообразна разработка функциональных модулей, предусматривала разработку технических условий на проектирование таких юнит – модулей, согласовывала действия всех сторон, участвующих в проектировании и постройке локомотивов.

Литература

1. Локомотивы из «конструктора». [Электронный ресурс].- Режим доступа: поиск в Yandex <http://www.gudok.ru/newspaper/?ID=744594>.
2. Рисунки локомотивов. [Электронный ресурс].- <http://scbist.com/zhurnal-lokomotiv/19357-06-2012-mnogodizelnye-teplovozy.html>,
3. <http://www.railcolor.net/index.php?nav=1401007&lang=1&id=1002627>,
4. <http://railworks2.ru/viewtopic.php?p=55252>.
5. Руководство пользователя на «Силовой модуль сочленённого мотор-вагонного поезда» Stadler Bussnang AG.
6. Просвирнов А.А. О модульности, как новой философии создания АЭС // «Атомная стратегия», -2007, -№62, -с. 9-12.
7. Просвирнов А.А. Модульность как фактор повышения эффективности управления жизненным циклом АЭС // «Инновационное проектирование», - 2012, -№5, -с.106-117.

8. Балабин В.Н., Брагин А.В. Сервис-модульные центры – новая философия эксплуатации и обслуживания модульных локомотивов. // «Современные наукоемкие технологии», - 2014, -№4, -с. 44-49.
9. Балабин, В.Н. Прогрессивная модульная компоновка вспомогательных систем дизеля локомотива// «Тяжелое машиностроение», -2013, -№9, -с.31-34.
10. Балабин В.Н., Винклер Ф. Принципы модульности в проектировании современных автономных локомотивов // Наука и транспорт, -2012, -№3, -с.22-24.
11. Быстроразъёмные соединения. [Электронный ресурс].- Режим доступа: поиск в Yandex <http://walther-precision.pro>,
12. <http://www.staubli.com/ru/soedinenija/resheniya-dlja-vsekh-otraslei-promyshlennosti/zhd>.
13. Безлюдные технологии [Электронный ресурс].- Режим доступа: поиск в Yandex <http://npo-at.com/projects/безлюдные-технологии>.

Техническое обслуживание систем диагностики типа ОМСД и СБД

Применение средств и методов входного, межоперационного и выходного неразрушающего контроля технического состояния подшипниковых и редукторных узлов подвижного состава, при выполнении ремонтных работ, является в современных условиях неотъемлемой частью обеспечения безопасности движения. В то же время сами средства диагностики при эксплуатации нуждаются в регулярном и квалифицированном техническом обслуживании, поверке, ремонте.

Послепродажное обслуживание диагностических комплексов компаниями изготовителями – разработчиками в течение всего срока его службы ведет к существенному улучшению технико-экономических характеристик, повышается эксплуатационная надежность обслуживаемого оборудования.

ООО «ДиаТех» проводит техобслуживание и ремонт систем ОМСД-01/02, СБД-1, а так же модернизированных на базе ОМСД установок МПП-93 и УДП - 85. Работы по техническому обслуживанию представляют собой совокупность мероприятий, поддерживающих оборудование в работоспособном состоянии, с заменой, вышедших из строя комплектующих изделий, вспомогательного оборудования и материалов. Ремонт оборудования выполняется по результатам профилактического осмотра. В техническое обслуживание систем, проводимое специалистами ООО «ДиаТех» входит также метрологическая поверка (1 раз в год) и обновление программного обеспечения.

Одной из отличительных особенностей наших диагностических комплексов является возможность работать в режиме реального времени в сетевой структуре, посредством подключения их СПД ОАО «РЖД» или ИНТЕРНЕТ к расположенному на нашем предприятии Дистанционному Диагностическому Центру, который обеспечивает:

дистанционное выявление неисправностей оборудования и аппаратуры системы;

дистанционный контроль исполнительской дисциплины;

консультационную поддержку персонала депо по вопросам эксплуатации систем;

дистанционный контроль позволяет своевременно, по мере накопления статистики, корректировать настройки и установки пороговых значений, обновлять программное обеспечение.

дистанционный контроль позволяет оперативно производить дистанционное восстановление работоспособности комплексов диагностики в случае программных сбоев и некоторых видов технической неисправности.

сбор, статистическую обработку измерений и результатов дистанционной диагностики по всем контролируемым комплексам;

расчет и установку пороговых значений браковочных параметров, корректировку пороговых значений по результатам эксплуатации.

Таким образом, ООО «ДиаТех», как изготовитель-разработчик имеет возможность контролировать «on-line» не только процессы диагностики, но и работоспособность нашего оборудования, если последнее подключено к Дистанционному Диагностическому Центру центру. Как показала практика, затраты на подключение минимальны, но это позволит повысить качество и оперативность технического обслуживания диагностических комплексов, сократить расходы на их техническое обслуживание на 15% за счет уменьшения количества командировок и повышения оперативности реагирования на нештатные ситуации, а так же повысить качество диагностирования.

На основе информации получаемой от ДДЦ руководство депо и дирекций вырабатывает управляющие решения, направленные на повышение качества ремонтируемых узлов и агрегатов.

Фактически, необходимость ежегодной поверки измерительных приборов входящих в систему вибродиагностики, в сочетании с применением дистанционного метода контроля правильности диагностики и технического состояния средств диагностики приводит к комбинации элементов планового технического обслуживания средств диагностики с учетом их фактического технического состояния.

ООО «ДиаТех» совместно с РАПС проводит обучение операторов вибродиагностики. В процессе обучения не только даются основные представления об основах вибродиагностики, но и на практике в локомотивных и вагонных депо Горьковской ЖД слушатели осваивают работу со средствами диагностики производства «ООО «ДиаТех». Хорошая подготовка эксплуатирующего персонала, грамотная эксплуатация оборудования, ведут не только к повышению качества диагностики, но и к продлению срока службы диагностических систем.

Власьевский С.В., Мельниченко О.В., Семченко В.В.

Повышение коэффициента мощности, надежности электровозов на базе выпрямительно-инверторных преобразователей

Стратегия развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года предусматривает повышения весовых норм грузового поезда как одно из приоритетных направлений в освоении возрастающих объемов перевозки грузов и повышения эффективности. Прирост объемов грузовых перевозок на выходах из Восточной Сибири на восток прогнозируется до 2020 г. на 50% . В варианте освоения перевозок со ст. Тайшет на восток поездами 6300 т., уже в 2015 году неосвоенный объем перевозок к портам Дальнего Востока составит 310 млн.т.

Программа ОАО «РЖД», направленная на решения поставленной задачи, определена Программой мероприятий по повышению эффективности перевозочного процесса на дорогах Восточного полигона , утвержденной решением № 376 Первого вице-президента ОАО «РЖД» В.Н.Морозова 15.11. 2013 г.. Поставленная задача предполагает комплексное решения по уни-фикации парка локомотивов и весовых норм и требует решений по снижению эксплуатацион-ных расходов и экономии топливно-энергетических на железнодорожном транспорте, реализации путем разработки новых и совершенствования существующих конструкций и технологий. Так, в локомотивном хозяйстве повышение коэффициента мощности электровозов на базе выпрямительно-инверторных преобразователей и повышение эффективности использования электроэнергии на тягу поездов электровозами переменного тока с рекуперативным торможением, снижение расхода электроэнергии на тягу поездов может быть обеспечено путем совершенствования выпрямительно-инверторных преобразователей, осуществляющих плавное регулирование напряжения, доработки и реализации нового алгоритма управления выпрямительно-инверторными преобразователями.

Основная задача предлагаемого решения – повышение коэффициента мощности электро-возов на базе выпрямительно-инверторных преобразователей и повышение эффективности ис-пользования электроэнергии на тягу поездов электровозами переменного тока с рекуператив-ным торможением. Современные отечественные электровозы переменного тока серий ВЛ80Р, ВЛ85, ВЛ65, ЭП1 и 2ЭС5К с плавным регулированием напряжения на тяговых двигателях со-держат четырёхзонные выпрямительно-инверторные преобразователи (ВИП), которые имеют невысокий коэффициент мощности как в режиме выпрямителя (тяги

электровоза), так и в режиме инвертора (электрическое рекуперативное торможение). Так, в тяге в эксплуатационном режиме работы электровоза коэффициент мощности равен 0,7-0,8, а при рекуперативном торможении – 0,6-0,7. Такие показатели приводят к повышенному потреблению ими электроэнергии на тягу поездов. Это связано с достаточно большим углом сдвига фаз φ между током и напряжением в первичной обмотке тягового трансформатора электровоза, т.е. с повышенным потреблением реактивной энергии из контактной сети.

В связи с этим перед специалистами стоит задача поиска решений в направлении повышения коэффициента мощности данных электровозов.

Прежде чем показать пути повышения коэффициента мощности современных электровозов необходимо вскрыть причины появления его низких значений в режимах тяги и рекуперативного торможения.

В качестве примера на Рис. 1 показана упрощенная силовая схема современного электро-воза с четырёхзонным ВИП на тиристорах, способным работать как в режиме тяги, так и рекуперативного торможения, а на рис. 2 и 3 показаны процессы работы ВИП на 4-ой зоне регулирования в режимах выпрямителя и инвертора соответственно. В режиме тяги электровоза электрическая машина (ЭМ) постоянного тока работает в качестве тягового двигателя с последовательным возбуждением, а в режиме рекуперативного торможения – генератора с независимым возбуждением. Схемы возбуждения ЭМ на рис. 1 не показаны.

Невысокий коэффициент мощности электровоза в режиме тяги связан с тем, что на современных электровозах в системе управления выпрямителя установлена достаточно большая величина нерегулируемого угла отпирания α_0 тиристоров (9-10 эл. град.), которая вместе с большой величиной (20-30 эл. град.) угла коммутации γ тиристоров при номинальной нагрузке создает большую величину угла φ . В состав угла коммутации γ входит сумма углов коммутации большого γ' и малого γ'' контуров. Уменьшить угол α_0 ниже установленного не предоставляется возможным из-за недостаточных потенциальных условий вначале полупериода напряжения сети, которые возникают вследствие искажений кривой напряжения сети от коммутации выпрямителей тяговых электровозов.

Низкий коэффициент мощности электровоза в режиме рекуперативного торможения связан с большой величиной угла φ , который напрямую зависит от угла опережения β . В составе угла β находится большой угол запаса δ инвертора (на современных электровозах $\delta = 25-30$ эл.град.) и угол коммутации γ , в который входит сумма углов коммутации большого γ' и малого γ'' контуров. Уменьшение угла запаса δ ниже установленного может вызвать опрокидывание инвертора в

переходных процессах вследствие малого запаса времени восстановления запирающей способности силовых вентилей.

Таким образом, невысокие коэффициенты мощности современных электровозов в режимах тяги и рекуперативного торможения связаны с большой величиной угла сдвига фаз φ , на величину которого в тяге влияют углы α_0 и γ' , а при рекуперации углы δ и γ . Следовательно, чтобы повысить коэффициенты мощности электровозов в режимах тяги и рекуперативного торможения, необходимо искать пути уменьшения величин этих углов.

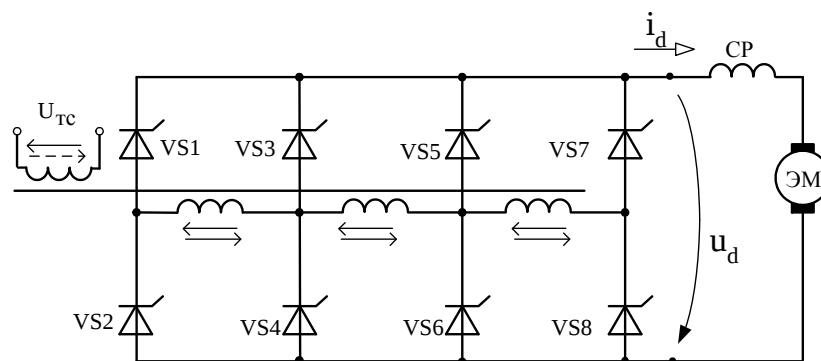


Рисунок 1. Упрощенная силовая схема электровоза переменного тока с четырёхзонным ВПП на тиристорах

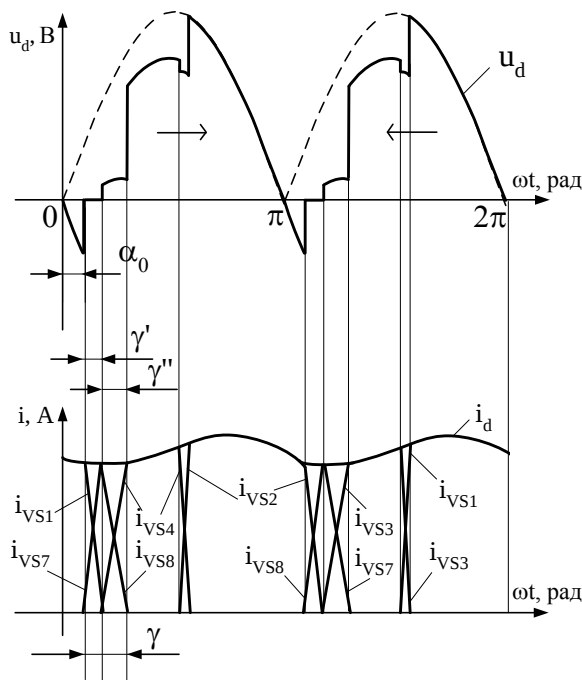


Рисунок 2. Процессы работы ВПП в режиме выпрямителя на 4-ой зоне регулирования напряжения

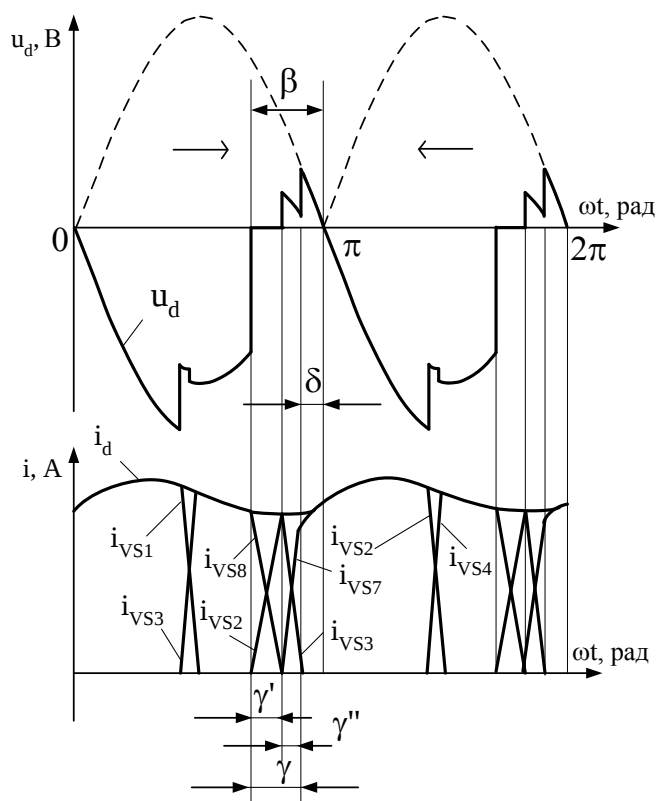


Рисунок 3. Процессы работы ВИП в режиме инвертора на 4-ой зоне регулирования напряжения

Для повышения коэффициентов мощности электровозов в режимах тяги и рекуперативного торможения предлагаются следующие пути, которые были разработаны коллективом авторов настоящего проекта, и для режима «тяга» были реализованы на практике при эксплуатации на электровозе ВЛ80Р-1513 в локомотивном депо Смоляниново Дальневосточной железной дороги, на Красноярской железной дороге. предлагаемое решение апробировано на электровозе ВЛ80Р-1575/1723.

1. Применение в схеме четырёх зонного ВИП двух диодных плеч VD1 и VD2, присоединённых параллельно цепи выпрямленного тока. Каждое диодное плечо работает избирательно только в одном режиме. Первое диодное плечо VD1 работает в режиме тяги и отключено в режиме рекуперативного торможения. Во время своей работы это диодное плечо присоединено катодом к катодной и анодом к анодной шинам преобразователя. Второе диодное плечо VD2 работает в режиме рекуперативного торможения и отключено в режиме тяги. Во время своей работы это диодное плечо присоединено наоборот катодом к анодной и анодом к катодной шинам преобразователя;
2. Применение новых алгоритмов управления четырёх зонным преобразователем на первой и последующих 2, 3, 4-й зонах как в режиме выпрямителя, так и инвертора.

На рис. 4 показана упрощенная силовая схема современного электровоза с четырёх зонным ВПП на тиристорах и включением двух диодных плеч VD1, VD2 по предложению ДВГУПС, а на рис. 5 и 6 показаны процессы работы такого ВПП на 4-ой зоне регулирования в режимах выпрямителя и инвертора соответственно.

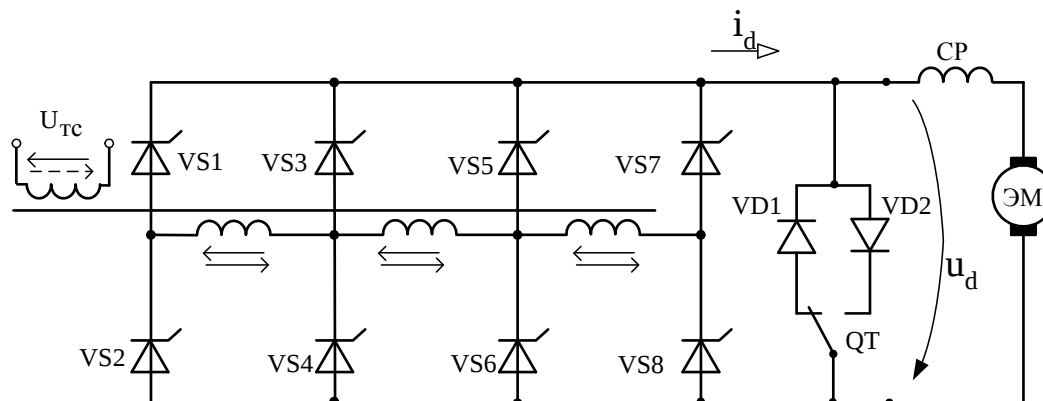


Рисунок 4. Упрощенная силовая схема электровоза переменного тока с четырёхзонным

ВПП на тиристорах и включением двух диодных плеч VD1 и VD2

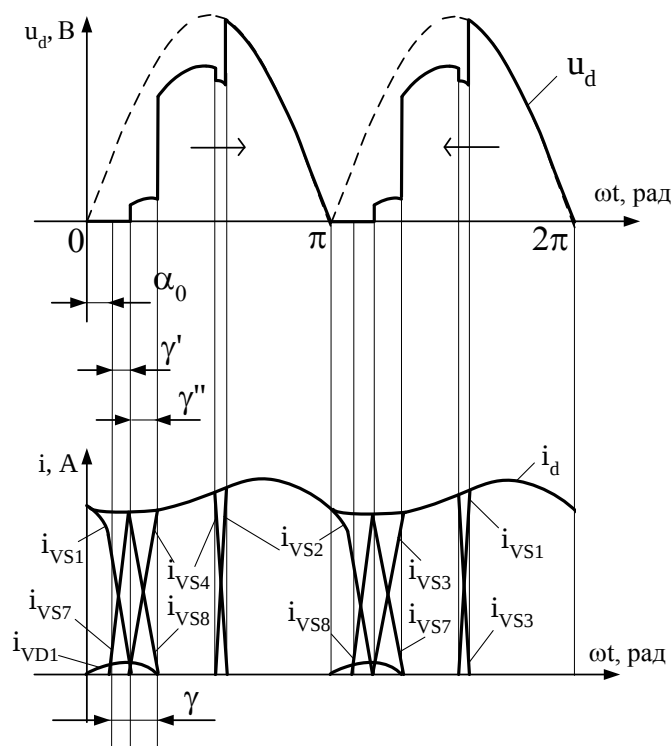


Рисунок 5. Процессы работы ВПП в режиме выпрямителя на 4-ой зоне регулирования напряжения с включенным диодным плечом VD1

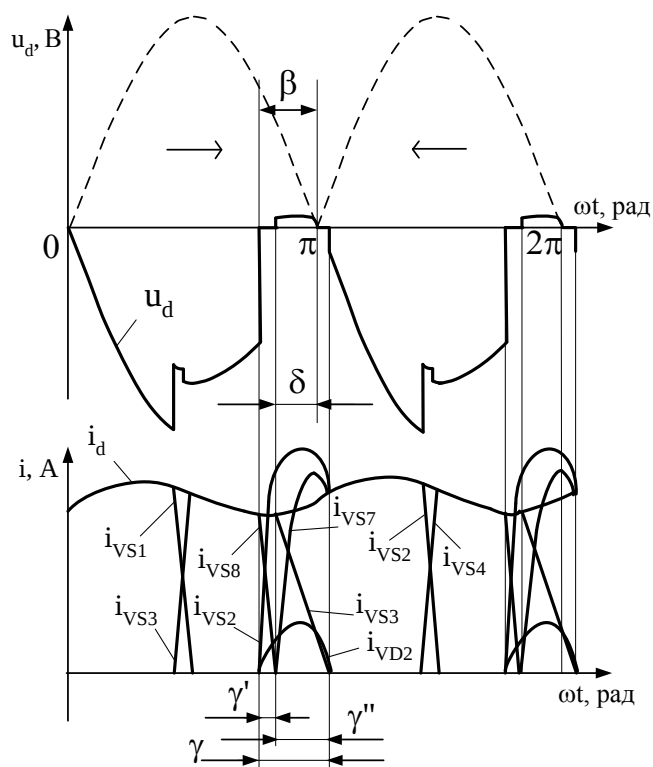


Рисунок 6. Процессы работы ВПП в режиме инвертора на 4-ой зоне регулирования напряжения с включенным диодным плечом VD2

При переходе электровоза из режима тяги в режим рекуперативного торможения отключение первого VD1 и подключение второго диодного плеча VD2 происходит автоматически с помощью нормально замкнутого и разомкнутого силовых контактов тормозного переключателя QT соответственно. При переходе электровоза из режима рекуперативного торможения в режим тяги отключение второго и подключение первого диодного плеча происходит также автоматически с помощью нормально разомкнутого и замкнутого силовых контактов тормозного переключателя соответственно. В противном случае наличие неправильного включения диодного плеча в соответствующем режиме приведет к возникновению короткозамкнутого контура в силовой схеме преобразователя, который будет препятствовать нормальной работе электровоза.

Включение первого диодного плеча VD1 в схему ВПП в режиме тяги приводит на интервалах нерегулируемого угла отпирания тиристорov α_0 и угла коммутации γ к разряду накопленной энергии в индуктивности цепи выпрямленного тока через диодное плечо в тяговый двигатель, т.е. к её полезному использованию, что вызывает уменьшение угла ϕ и увеличение выпрямленных значений напряжения и тока тяговых двигателей. При отсутствии диодного плеча эта энергия через тиристорные плечи ВПП и трансформатор уходит в сеть и увеличивает тем самым реактивную составляющую полной энергии потребления электровозом. Таким образом, за счет снижения потребления реактивной и

увеличения активной энергии коэффициент мощности электровоза повышается на 4 % и достигает в номинальном режиме работы электровоза величины 0,88, что в конечном итоге, сокращает удельный расход электроэнергии электровоза на тягу поездов примерно на 5-6 %.

Включение второго диодного плеча VD2 в схему ВИП электровоза в режиме рекуперативного торможения позволяет в равных условиях сравнения со схемой ВИП без диодного плеча ускорить процесс коммутации большого контура в инверторе, т.е. уменьшить угол коммутации тиристорных плеч этого контура. Так, в полупериоде напряжения, обозначенном на рис. 4 стрелкой, большой контур коммутации на 4-ой зоне регулирования образуется открытыми тиристорными плечами VS2, VS8 и тремя секциями вторичной обмотки трансформатора. Ускорение процесса коммутации большого контура происходит потому, что электрическая цепь плеча VS2, вступающего в работу очередного цикла, замыкается в цепи контура нагрузки не через цепь электрической машины (генератор), а накоротко через диодное плечо VD2. Это приводит к тому, что тиристоры плеча VS8 закрываются быстрее и фактический интервал времени для восстановления их запирающей способности (угол запаса δ) увеличивается, т.е. создается дополнительный запас времени по отношению к минимально необходимому времени выключения тиристоров и таким образом не возникает угрозы возникновения аварийного режима – опрокидывания инвертора. Опрокидывание инвертора возникает тогда, когда после смены полярности напряжения сети в точке π не успевшие восстановить свою запирающую способность плечи VS3 и VS8 вновь отпираются, в результате чего сумма ЭДС секций вторичной обмотки трансформатора и ЭДС генератора создает большой (аварийный) ток инвертора.

Коммутация малого контура (угол α), образованного плечами VS3, VS7 и двумя секциями вторичной обмотки трансформатора, протекает во вторую очередь сразу после окончания коммутации большого контура (закрытие плеча VS8 и полное открытие плеча VS2). Поэтому начало закрытия тиристоров плеча VS3 под действием начала открытия плеча VS7 происходит с задержкой на величину угла α . Окончание коммутации малого контура, т.е. выключение плеча VS3 может произойти значительно позднее, чем в схеме ВИП без диодного плеча VD2, вплоть до начала следующего полупериода (в точке π) и даже далее. Это происходит потому, что диодное плечо VD2, находясь от момента начала открытия плеча VS2 и до момента времени π под прямым напряжением секций вторичной обмотки трансформатора, образует ток короткого замыкания в инверторе и тем самым создает между катодной и анодной шинами инвертора прямое падение напряжения диодного плеча (примерно 1 В). В результате на

плечи VS2 и VS7 в этом интервале времени прикладывается не сумма напряжений генератора и секций вторичной обмотки трансформатора, а только небольшое напряжение секций вто-ричной обмотки. Такие сильно заниженные потенциальные условия на тиристорах плеч затягивают время выхода плеча VS7 на полную нагрузку, а следовательно и время выключения VS3. Однако длительность угла α // в этом случае уже не влияет на создание режима опрокидывания инвертора, так как плечо VS8 уже закрылось значительно раньше с восстановлением запирающих свойств и не может участвовать в создании контура тока для опрокидывания инвертора. Следовательно, измерять датчиком полную коммутацию инвертора (угол α) для целей автоматизации нет необходимости, а можно измерять лишь только угол α /. Это обстоятельство приводит к возможности уменьшения угла запаса δ с величины 25-30 эл. град. на современных электровозах до 10-12 эл. град. и поддержания системой управления этой величины путем автоматического регулирования угла β в зависимости от длительности угла α /. В результате, значительно уменьшается угол α и повышается выпрямленное значение напряжения инвертора, что увеличивает передаваемую в сеть электроэнергию генератора примерно до 15 % и повышает коэффициент мощности инвертора на 10% с достижением его величины в номинальном режиме работы электровоза до уровня 0,84, т.е. близком к режиму тяги.

Новый алгоритм управления на 1-й зоне регулирования в режиме тяги обеспечивает в каждом полупериоде напряжения подачу на два вентиля только импульсов управления с регулируемым углом отпирания α р. В результате, процесс разряда накопленной энергии в индуктивности цепи выпрямленного тока происходит не в сеть, а через диодное плечо VD1 в нагрузку с полезным её использованием. Новый алгоритм управления на 2, 3 и 4-й зонах регулирования в режиме тяги обеспечивает дополнительную одновременную подачу импульсов управления на плечи, которые создают малые контура коммутации, разбивая большой контур коммутации на два малых. Например, на 4-й зоне в полупериод напряжения, обозначенном на рис. 4 стрелкой $\leftarrow$, одновременно подаются импульсы управления с фазой α_0 не только на тиристоры плеч VS3, VS8, но и на тиристоры плеч VS5, VS6, а в полупериод на тиристоры плеч VS4, VS7 и дополнительно на VS6, VS5. Этим достигается снижение эквивалентного индуктивного сопротивления в цепи переменного тока электровоза, которое приводит к уменьшению длительности коммутации γ /, а значит к снижению угла сдвига фаз ϕ , что приводит к повышению коэффициента мощности электровоза.

Новый алгоритм управления на 1-ой зоне в режиме рекуперативного торможения обеспечивает в каждом полупериоде напряжения подачу на один

вентиль импульсов управления с регулируемым углом отпирания β_r , а на другой – импульсов управления с углом опережения β . В этом случае вместо режима противовключения, когда инвертор переходит в режим выпрямителя для обеспечения более значительных токов генератора за счет увеличения выпрямленного напряжения, будет сохраняться режим рекуперации электрической энергии до самых малых уровней скорости движения и тем самым увеличится энергетическая, а следовательно, и экономическая эффективность рекуперации. Новый алгоритм управления на 2, 3 и 4-й зонах регулирования в режиме рекуперативного торможения в каждом полупериоде напряжения обеспечивает вначале дополнительную подачу импульсов управления с фазой β на тиристоры одного плеча, не участвующего в коммутации при образовании зоны в типовом алгоритме управления, а затем с задержкой на величину угла коммутации α / относительно импульсов с фазой β подают импульсы управления с фазой β_3 на тиристоры двух плеч, участвующих в коммутации при образовании зоны в типовом алгоритме управления. Например, на 4-й зоне регулирования в полупериод питающего напряжения, обозначенный на рис. 4 стрелкой $\leftarrow$, после фазовой коммутации ток инвертора протекал через плечи VS4 и VS7. В момент подаются импульсы на тиристоры плеча VS5. Тем самым образуется короткозамкнутый контур через секцию трансформатора 2-х1 и тиристоры плеч VS5 и VS7. В тоже время за счет секции 1-2 инвертор продолжает работать в режиме проводимости. После окончания коммутации в контуре VS5-VS7 (после закрытия тиристора VS7) подаются импульсы управления на тиристоры плеч VS1 и VS8. В результате этого образуется два короткозамкнутых контура, один из которых состоит из секций трансформатора а-1, 1-2 и тиристоров плеч VS1, VS5, а второй – из секций 1-2, 2-х1 и тиристоров плеч VS4, VS8. Под действием ЭДС двух секций вторичной обмотки трансформатора коммутация в контуре VS1, VS5 заканчивается раньше, переводя в режим проводимости секцию трансформатора а-1. После закрытия плеча VS4 сетевая коммутация заканчивается.

Особенность данного алгоритма заключается в том, что при создании контура VS5-VS7 инвертор продолжает проводить ток через плечи VS4 и VS5, т.е. в момент начала коммутации не происходит полного закорачивания секций вторичной обмотки трансформатора. В результате этого в кривой выпрямленного напряжения добавляется дополнительный положительный участок соответствующий этому времени. При подаче импульсов на плечи VS1 и VS8 закорачиваются все секции, что соответствует нулевому значению напряжения на инверторе. После закрытия VS5 в кривой выпрямленного напряжения появляется отрицательная область соответствующая напряжению на секции а-1. После окончания сетевой коммутации выпрямленное напряжение равно суммарному

напряжению всех секций, участвовавших в коммутации. Такой порядок организации коммутации сглаживает кривую выпрямленного напряжения и соответственно кривую первичного напряжения, что в свою очередь уменьшает амплитуду свободных колебаний. На рис. 7 представлена кривая выпрямленного напряжения при новом алгоритме управления с применением диодного плеча VD2

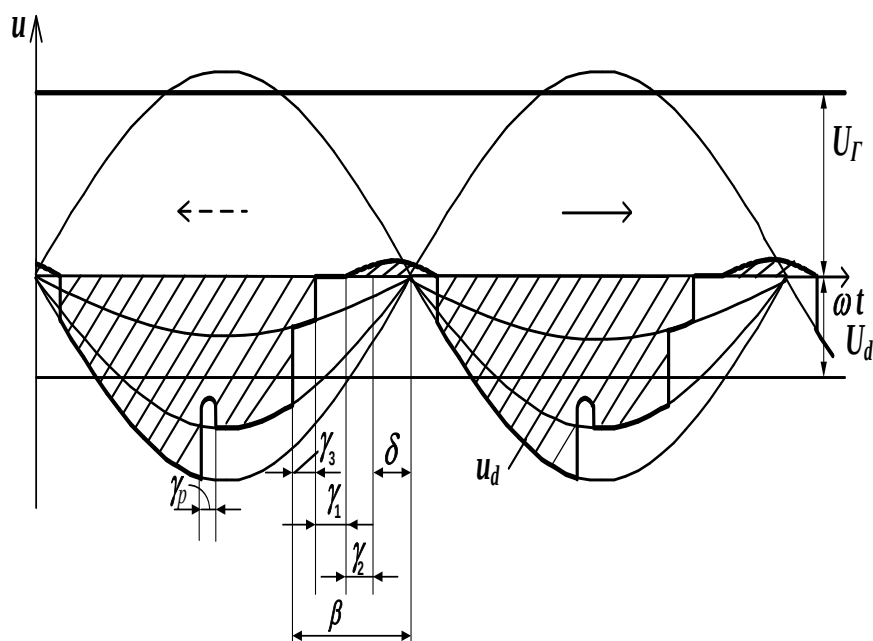


Рис. 7. Кривая выпрямленного напряжения при новом алгоритме управления с применением диодного плеча VD2

Кроме этого разнесение во времени одновременного участия в двух контурах коммутации секции 2-х1 позволяет избежать появления отрицательного напряжения на этой секции, возникающего за счет ЭДС самоиндукции от коммутационных токов. Это позволяет использовать в течение коммутационного интервала времени участок соответствующий времени коммутации в добавочном контуре под проводимость, увеличивая тем самым возврат полезной энергии в тяговую сеть. Благодаря этим двум особенностям происходит увеличение среднего значения выпрямленного напряжения инвертора (см. рис.3), тем самым повышается коэффициент мощности электровоза и эффективность рекуперативного торможения.

Рост коэффициента мощности электровоза объясняется тем, что в предлагаемом способе за счет изменения организации коммутации тиристорных плеч инвертора кривая мгновенной мощности на участке активной составляющей увеличивается на величину участка, соответствующего коммутации в контуре VS5-VS7, а на участке реактивной составляющей – уменьшается на величину этого же участка.

Помимо увеличения коэффициентов мощности электровоза в режимах тяги и рекуперативного торможения предлагаемые технические решения значительно уменьшают амплитуду коммутационных и послекоммутационных высокочастотных свободных колебаний в кривой напряжения контактной сети, измеренной в месте токоприёма нагрузки электровоза (на токоприемнике). Это обстоятельство уменьшает коэффициент искажения синусоидальности напряжения сети, что повышает качество электроэнергии в контактной сети и выполнение электро-магнитной совместимости работы электровоза с другими потребителями электроэнергии тяговой системы электроснабжения. Так, при работе электровоза в номинальном режиме на середине фидерной зоны питания от тяговой подстанции предлагаемые технические решения уменьшают коэффициент искажения синусоидальности напряжения сети на 30%.

Анализ электромагнитных процессов работы электровоза в режиме тяги показывает, что применение диодного плеча в схеме ВИП и нового алгоритма его управления позволяет уменьшить пульсации выпрямленного тока тяговых двигателей на 20%, что улучшает коммутационные свойства двигателя (уменьшает искрение под сбегаящим краем щетки на коллекторе), снижая тем самым вероятность выхода из строя двигателя по причине плохой коммутации в его коллекторно-щеточном узле.

В случае возникновения аварийных процессов в режиме тяги электровоза по причине отказа работы любого плеча ВИП (пропуск в подаче импульсов управления на открытие тиристоров плеча, обрыв проводимости тиристоров плеча и другие причины) применение диодного плеча VD1 и нового алгоритма управления ВИП создают возможность работы электровоза без бросков тока тяговых двигателей, а следовательно и без срабатывания токовой защиты электровоза. В этом случае наблюдается лишь небольшое снижение величины и пульсаций тока двигателя. Такая возможность сохраняет высокую живучесть электровоза на участке железной дороги и позволяет машинисту довести поезд до станции назначения без срыва графика движения.

В качестве примера на рис. 8 и рис. 9 представлены диаграммы выпрямленного напряжения и тока тягового двигателя на 1-й зоне регулирования при аварийном процессе ВИП в режиме выпрямителя в виде пропуска импульсов управления на плечо VS5 при типовом алгоритме и новом алгоритме управления с включением в схему ВИП диодного плеча VD1 соответственно. На рис. 10 и рис. 11 представлены диаграммы выпрямленного напряжения и тока тягового двигателя на 4-й зоне регулирования при аварийном процессе ВИП в режиме выпрямителя в виде пропуска импульсов управления на плечо VS8 при типовом

алгоритме и новом алгоритме управления с включением в схему ВИП диодного плеча VD1 соответственно.

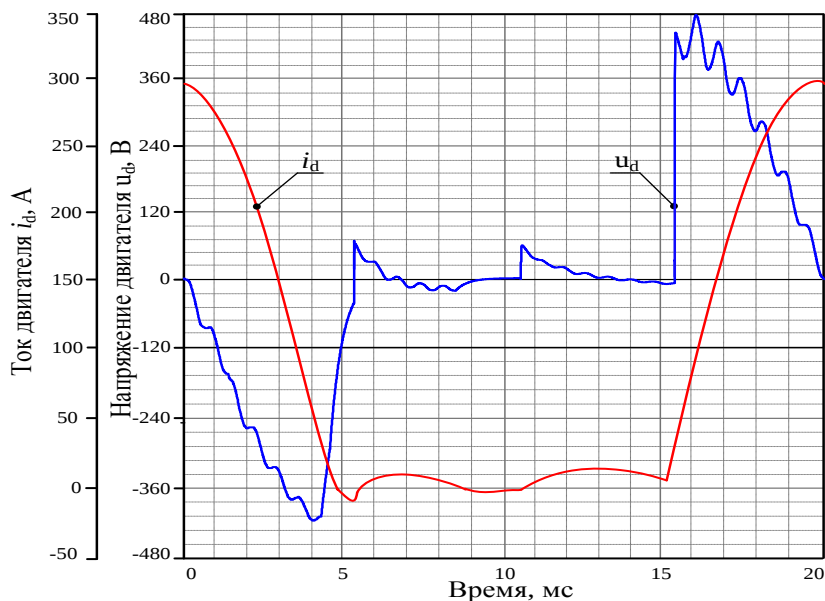


Рисунок 8. Диаграммы выпрямленного напряжения и тока тягового двигателя на 1-й зоне регулирования при аварийном процессе ВИП в режиме выпрямителя в виде пропуска импульсов управления на плечо VS5 при типовом алгоритме управления

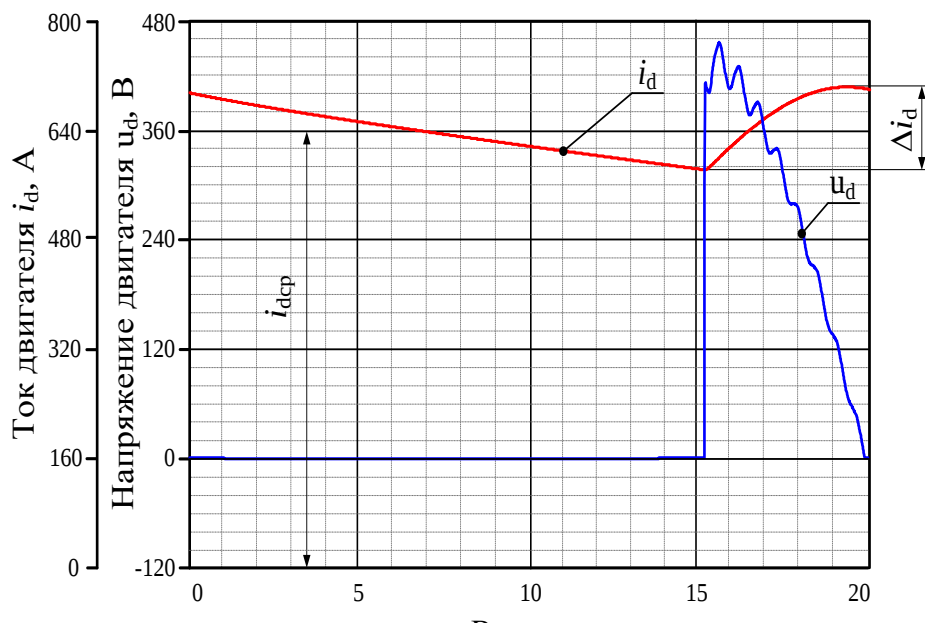


Рисунок 9. Диаграммы выпрямленного напряжения и тока тягового двигателя на 1-й зоне регулирования при аварийном процессе ВИП в режиме выпрямителя в виде пропуска импульсов управления на плечо VS5 при новом алгоритме управления и включении диодного плеча VD1

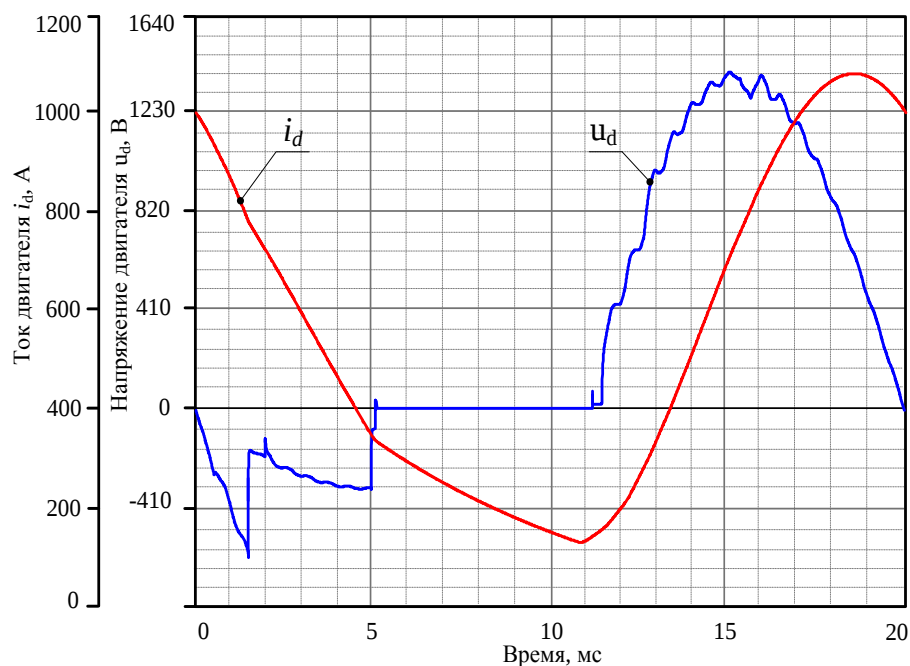


Рисунок 10. Диаграммы выпрямленного напряжения и тока тягового двигателя на 4-й зоне регулирования при аварийном процессе ВИП в режиме выпрямителя в виде пропуска импульсов управления на VS8 при типовом алгоритме управления

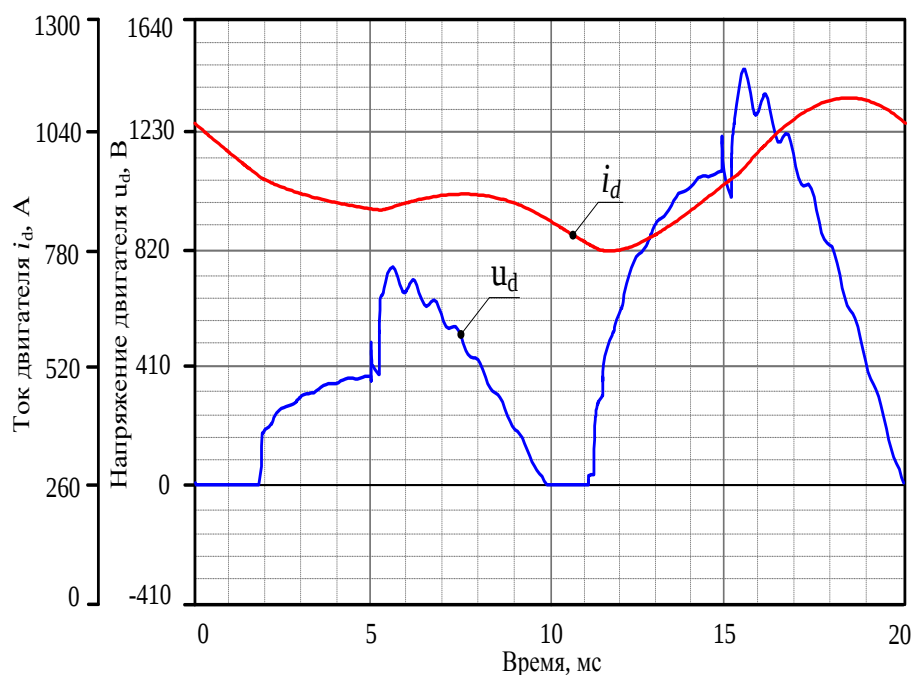


Рисунок 11. Диаграммы выпрямленного напряжения и тока тягового двигателя на 4-й зоне регулирования при аварийном процессе ВИП в режиме выпрямителя в виде пропуска импульсов управления на плечо VS8 при новом алгоритме управления и включении диодного плеча VD1

Сравнение аварийных процессов работы электровоза с типовым и новым алгоритмом управления с включением диодного плеча VD1 показывает, что применение предлагаемых технических решений практически устраняет

аварийный процесс и позволяет работать электровозу без бросков тока тяговых двигателей, а машинисту электровоза довести поезд до станции назначения. На рис. 9 и рис 11 видно, что ток двигателей уменьшается по величине в среднем на 20%, а пульсации тока увеличиваются примерно на 15 %.

В результате, коэффициент технической готовности электровоза к работе поддерживается на высоком уровне, так как случаи отказов работы электровоза по причине выходов из строя СФИ ВИП сводятся к минимуму, отказы оперативно устраняются в оборотных ПТОЛ депо.

Выводы:

1. Применение диодных плеч VD1, VD2 и новых алгоритмов управления ВИП на всех зонах в режимах тяги и рекуперативного торможения позволяет повысить коэффициент мощности электровоза в тяге на 4%, а при рекуперативном торможении на 10 %. Такое повышение коэффициентов мощности электровоза сокращает удельный расход электроэнергии электровоза в режиме тяги поездов примерно на 5-6 % и увеличивает возврат электроэнергии в контактную сеть при рекуперативном торможении до 15% по сравнению с существующими электровозами.
2. Данное решения с применением диодных плеч VD1, VD2 и новых алгоритмов управления ВИП позволяет повысить «живучесть» электровоза, путем исключения аварийных токовых режимов в силовых схемных цепях электровоза, что в свою очередь обеспечит повышения надежности работы тяговых двигателей, позволяет повысить КТГ электровоза в целом. Так при возникновении аварийных процессов в выпрямителе с типовым, штатным алгоритмом управления в электровозе образуется нерегулируемый выпрямленный ток двигателя, который резко падает с 1200 А до 160 А и обратно возрастает, что сопровождается значительными бросками тока и приводит к срабатыванию защиты, и как следствия неоднократное повторения аварийного режима зачастую выводит из строя силовое оборудования локомотива (ВИП, ТД, И т.п.), приводят неработоспособности электровоза.
3. При возникновении аварийных процессов в выпрямителе с новым алгоритмом управления и диодным плечом VD выпрямленное напряжение и ток двигателей электровоза всегда остаются регулируемыми и зависят от положения штурвала машиниста электровоза. Это значительно повышает надежность работы электровоза и даёт возможность машинисту электровоза

довести поезд до станции назначения без образования опасных бросков тока для тяговых двигателей.

Предлагаемые схемные решения апробирована на практике для электровозов ВЛ80Р на Красноярской, Восточносибирской и Дальневосточной железных дорогах. Опытная реализация предлагаемого проекта показало эффективность предложенных решений и на текущий момент является актуальным, отвечает требованиям предъявляемым к повышению надежности, «живучести» локомотива в условиях повышения весовых норм для локомотивов 1.5ВЛ80Р, тк, ВЛ85, 2ЭС5К, 3ЭС5К, что создает благоприятные предпосылки для реализации Программы мероприятий по повышению эффективности перевозочного процесса на дорогах Восточного полигона , утвержденной решением № 376 Первого вице-президента ОАО «РЖД» В.Н.Морозова 15.11. 2013. г.

Оценка эксплуатационных показателей безотказности осей колесных пар по результатам неразрушающего контроля

В процессе изготовления, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта подвижного состава железных дорог технологическим процессом предусмотрен большой объем работ по неразрушающему контролю деталей и узлов, направленный на обеспечение их работоспособности в эксплуатации.

Анализ результатов выполняемого в настоящее время неразрушающего контроля показывает, что он представляет собой оценку процента брака (вероятности отказа) конкретной детали со стратификацией по причинам возникновения. Кроме того, партия подвергаемых в процессе восстановления подвижного состава контролю деталей (выборка), как правило, имеет разную наработку от момента изготовления. Поэтому по информации о результатах неразрушающего контроля детали невозможно определить зависимость вероятности отказа от ее наработки. В этом случае значение процента брака (вероятности отказа) является усредненной точечной оценкой, не позволяющей прогнозировать техническое состояние детали конкретного наименования.

В то же время, совокупность точечных оценок вероятности отказа детали, полученных при разных наработках, позволяет построить её эмпирическую зависимость от наработки — эмпирическую функцию распределения наработки до отказа. При этом для повышения достоверности оценки эмпирической функции распределения наработки до отказа целесообразно использовать представительные выборки. Следует отметить, что полученная оценка является усеченной справа, так как вероятность того, что из выборки проконтролированных деталей все окажутся бракованными, практически равна нулю.

Вид и параметры теоретического закона распределения наработки до отказа рассматриваемых деталей определяются в соответствии с методикой, изложенной в [1]. Затем, используя соотношения, устанавливающие взаимосвязь между показателями безотказности [2], можно рассчитать оценку интенсивности отказов деталей.

Рассматриваемая методика использована для определения эксплуатационных показателей безотказности осей колесных пар электровозов ВЛ80. По результатам неразрушающего контроля 734 осей была построена эмпирическая зависимость вероятности отказа от наработки, для которой методом

«наименьших квадратов» определены вид и параметры теоретического закона распределения (Рисунок 1).

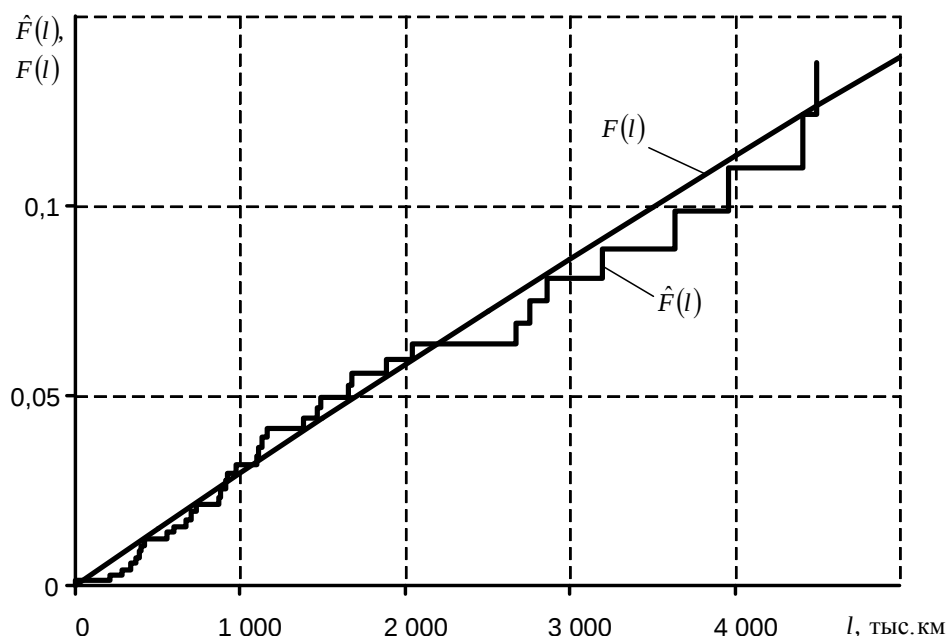


Рисунок 1 – Эмпирическая и теоретическая функции распределения наработки до отказа осей колесных пар

Результаты расчетов показывают, что полученная выборка наработок до отказа осей колёсных пар на интервале их контроля от 0 до 4,5 млн. км подчиняется экспоненциальному закону распределения. Соответственно интенсивность отказов осей колесных пар является постоянной и составляет 0,00003 1/тыс. км. При достижении наработки осей колёсных пар наработки в 4,5 млн. км примерно 14 % их отказывает. Так как скорость отказов на рассматриваемом интервале наработки остаётся постоянной, следует сделать вывод, что данные оси колесных пар не достигают предельного состояния и их срок службы не исчерпан.

Литература:

1. Воробьев А. А., Скребков А. В. Оценка ресурса оборудования ТПС // Мир транспорта.—2012.—№ 5.
2. Горский А. В., Воробьев А. А. Надёжность электроподвижного состава, М.: Маршрут, 2005.—303 с.

**Определение основных параметров и моделирование процесса
восстановления поверхности катания бандажей повышенной твердости**

Введение

Использование цельнокатаных колес повышенного качества и твердости по ТУ 0943-157-01124328-2003 позволило сократить расходы ОАО «РЖД» за счет снижения числа отцепок грузовых вагонов по прокату, вертикальному подрезу гребня и другим дефектам, связанным со смятием и истиранием металла от давления на площадке контакта и действия сил трения качения и трения скольжения. По данным [1] за 2006 – 2009 гг. средний пробег колесных пар с колесами повышенной твердости до первой обточки составляет 279,7 тыс. км, в свою очередь со стандартными колесами – 106,3 тыс. км.

Закономерным итогом работы по увеличению ресурса колесных пар локомотивов стало создание и утверждение новой редакции ГОСТ 398-2010 «Бандажи из углеродистой стали для подвижного состава железных дорог широкой колеи и метрополитена». В новом ГОСТе сталь марки 3 заменена сталью 4, имеющей твердость 320-360 НВ. Эта сталь по химическому составу и физико-механическим свойствам схожа со сталью цельнокатаных колес повышенного качества и твердости по ТУ 0943-157-01124328-2003, получивших широкое распространение на отечественных железных дорогах в последние годы. Испытания бандажей из стали марки 4 проводились на Горьковской, Южно-Уральской, Восточно-Сибирской и Северной железных дорогах—филиалах ОАО «РЖД», на грузовых электровозах ВЛ10, ВЛ80, ВЛ85, грузовых тепловозах 2ТЭ10 и на маневровых тепловозах ЧМЭЗ. Результаты эксплуатационных испытаний подтвердили их преимущество по сравнению со стандартными бандажами из марки стали 2 [2]. Однако следует отметить, что увеличение твердости бандажей ухудшит их обрабатываемость и потребует изменений в технологии ремонта колесных пар в депо. Так, существовавшая в предыдущей редакции ГОСТа марка стали 3 с повышенными механическими свойствами, практически не использовалась именно по причине затруднений, возникших при механической обработке бандажей в депо [3]. Таким образом, улучшение эксплуатационных качеств создает необходимость совершенствования технологии ремонта колесных пар локомотивов в преддверии начала широкого использования твердых бандажей.

Фасонное фрезерование преимущественно используется в процессе ремонта для обработки профиля катания колесных пар локомотивов, при этом

восстановление изношенного колеса происходит без выкатывания его из-под тягового подвижного состава. Фрезерование осуществляется на станках КЖ-20 различной модификации, инструментом является фреза, представленная. Конструкция фрезы предусматривает 10 «ножей», наклоненных к основной плоскости под углом $\alpha = 15^\circ$, в каждом из которых закреплено 10 – 12 круглых режущих пластин диаметром 12 мм.

Процесс фасонного фрезерования рассматривался в работах [4, 5], в данных работах авторы в основном концентрировались на вопросах проектирования сборного твердосплавного инструмента, формообразования обрабатываемой поверхности и, частично, кинематике процесса.

Таким образом, в связи с широким использованием данного способа восстановления и изменением свойств бандажей вопросы подробного кинематического описание процесса, схематизации сил, действующих на режущие зубья инструмента и их определение, до сих пор являются актуальными и требуют решения.

Моделирование процесса восстановления поверхности катания бандажей

Для моделирования процесса фрезерования было использовано приложение Microsoft Office Excel. Для этого в среде Excel создана программа-алгоритм, включающая в себя ряд блоков. В блоке «Исходные данные» задается информация о геометрии твердосплавных пластин и обрабатываемого профиля, свойствах бандажа, моделируемых режимах резания и текущем угле поворота фрезы Θ , величину которого можно задавать в пределах от 0 до 360 градусов.

Для каждого участка профиля в блоке «Характеристики процесса на участках» рассчитывается текущий угол поворота фрезы и определяются, находится ли зуб в данный момент в процессе резания. Расчет физических характеристик процесса фрезерования выполняется отдельно для каждой из твердосплавных пластин фрезы. Для этого определяются безразмерные комплексы и характеристики процесса стружкообразования составляющие силы фрезерования, крутящий момент и мощность фрезерования, а также рассчитываются распределения температуры и плотности тепловых потоков на передней и задней поверхностях режущего лезвия фрезы с учетом изменения действительных механических свойств обрабатываемого материала под влиянием температуры.

По результатам расчета параметров фрезерования на участках профиля в блоке «Результаты» определяются суммарные значения составляющих силы

фрезерования, крутящего момента и мощности фрезерования. Результаты расчётов представлены в численной и графической форме, позволяющей оценить их изменение в зависимости от поворота фрезы.

Предложенная модель позволяет определять все основные характеристики процесса восстановления поверхности катания бандажей: мощность фрезерования, крутящий момент, проекции сил фрезерования на технологические оси, температуры на передней и задней поверхностях. Для каждой характеристики можно проследить влияние на неё параметров режима резания, свойств обрабатываемого материала и геометрии инструмента.

Рассчитываемые температуры позволяют судить о рациональности назначаемых режимов и оценивать износостойкость инструмента. Конструкция инструмента определяет различную толщину срезаемого слоя на твердосплавных пластинах одного ножа, а значит, и различные температуры передней и задней поверхностей. Для оценки влияния на температуру параметров процесса фрезерования, характеристик обрабатываемого материала и геометрии инструмента, целесообразно рассматривать максимальную температуру, достигаемую при наибольшей толщине срезаемого слоя, т.е. при угле контакта $\Theta_i = \Theta_{Mi}$.

Выводы

1. Введение бандажей повышенной твердости (сталь 4, ГОСТ398-2010) требует совершенствования технологического процесса восстановления поверхности катания колесных пар.
2. Предложена схематизация процесса фасонного фрезерования, позволяющая в более полном объёме описать кинематику процесса, а также определять аналитическим путем силы резания при восстановлении профиля поверхности катания бандажей.
3. Получены зависимости для аналитического определения сил, возникающих при восстановлении поверхности катания бандажей, методом фасонного фрезерования.
4. Для фасонного фрезерования на основе термомеханического подхода предложена методика расчета основных характеристик процесса восстановления поверхности катания бандажей. Расчетная модель учитывает геометрию твердосплавных пластин и обрабатываемого профиля, свойства обрабатываемого материала, параметры режима резания и позволяет рассчитывать температуры передней и задней поверхностей

твердосплавных пластин, составляющие сил резания, крутящий момент, мощность фрезерования.

Библиографический список

1. Новым грузовым вагонам - инновационные узлы и детали/ Д.В. Шпади // Вагоны и вагонное хозяйство. 2011, №4.
2. Локомотивные бандажи марки 4/ А.В. Сухов, Г.И. Брюнчуков, В.В. Тимофеев// Железнодорожный транспорт. 2012, №2. – с. 58-61.
3. Бандажи тягового подвижного состава повышенной эксплуатационной стойкости / Брюнчуков Г.И. // Дисс. канд. техн. наук. – 05.16.01. – Москва, 2007. – 161 с.
4. Исследование твердосплавных фрез для обработки деталей со сложным профилем / А.С. Киселев // Дисс канд. техн. наук. – Москва – 1970 - 198 с.
5. Фасонные фрезы, оснащенные цилиндрическими твердосплавными пластинами/ Ю.Л. Боровой, А.С. Киселев // Фрезы, сб. докладов всесоюзного совещания по фрезам. – М.: Всесоюзный науч-но-исследовательский инструментальный институт «ВНИИ», 1968 – с. 153-168.

**Эффективность форсированных испытаний тяговых электродвигателей
локомотивов и электропоездов**

В условиях эксплуатации тяговые электродвигатели (ТЭД) подвергаются нестационарным электромеханическим и тепловым процессам, силовым и кинематическим воздействиям в виде вибраций, а также климатическим факторам: влажности, отрицательным температурам, запылённости. Вследствие этого существующие методы испытаний ТЭД, не обеспечивают эквивалентность и подобие физических процессов, характерных при работе на подвижном составе, и поэтому не все дефекты и неисправности ТЭД могут быть определены. Более полную и достоверную информацию о работоспособности ТЭД можно получить путём проведения испытаний в форсированных режимах. Для обеспечения эффективности форсированных испытаний необходимо определить параметры форсированных режимов - диагностических воздействий, при реализации которых физические процессы ТЭД будут адекватны эксплуатационным условиям. Прежде всего, предполагается «форсировать» режимы по току, напряжению, частоте вращения, температуре обмоток. Обычно заранее неизвестно, насколько необходимо увеличить указанные параметры. В литературе рекомендации по данному вопросу применительно к ТЭД практически отсутствуют, поэтому предлагается несколько гипотез.

Первая из них - статистическая - основана на вероятностном, корреляционном и спектральном анализе процессов преобразования энергии в эксплуатационных условиях. Согласно данной гипотезы форсированный режим испытаний соответствует нагрузочной диаграмме, когда статистические критерии - t -критерий, Z -критерий, F -критерий, χ^2 –критерий, а также средние значения, дисперсии и функции распределения нагрузочной диаграммы при форсированных испытаниях были адекватны эксплуатационным. Такой режим форсирования является наиболее простым и может легко воспроизводиться на стендах взаимной нагрузки испытательных станций.

Однако форсированные диагностические воздействия, основанные на воспроизведении только вероятностных характеристик эксплуатационных процессов, не в полной мере отражают особенности преобразования энергии во времени и по частоте, а это означает, что процессы, вызываемые воздействием нестационарных электрических нагрузок и переходных режимов, в процессе испытаний могут отсутствовать, или воспроизводиться необоснованно. Прежде всего, к таким процессам относится нестационарный характер нагревания и охлаждения обмоток ТЭД. Очевидно, что для обеспечения эквивалентности и

подобия форсированных диагностических воздействий эксплуатационным воздействиям, необходимо обеспечить адекватность функций спектральных плотностей при работе ТЭД на подвижном составе и при испытаниях. Спектр электрической нагрузки у различных типов ТЭД и различного подвижного состава отличается. Характеристики спектра также зависят от грузонапряжённости, региона, времени года и др. Практически всегда имеет место чередование работы под током и на выбеге, поэтому получить обобщённый спектр электрических нагрузок ТЭД затруднительно. При форсированных испытаниях целесообразно воспроизводить сочетание импульсного процесса с постоянной амплитудой (учитывается нестационарность, обусловленная включением-выключением тока – события связанные с чередованием работы под током и на выбеге) и флуктуаций тока и напряжения, обусловленных их отклонением относительно среднего значения. Анализ эксплуатационных режимов нагрузки ТЭД электропоездов, тепловозов, электровозов показал, что флуктуации возможно характеризовать функциями спектральной плотности тока $S_I(f)$ и напряжения $S_U(f)$ следовательно возможна реализация соответствующей системы управления форсированными режимами испытаний ТЭД, реализующих алгоритм замены случайных процессов тока $S_I(f)$ и напряжения $S_U(f)$ на неслучайный. Например, форсированные воздействия по величине тока якоря испытуемого ТЭД будут соответствовать выражению

$$I(t) = \eta(t)M_I + \eta(t)I_k \sum_{k=1}^N \cos(\omega_k t + \varphi_k),$$

где $\eta(t)$ -единичный импульсный процесс. M_I –математическое ожидание тока ТЭД; I_k, ω_k, φ_k - параметры, определяемые на основании анализа максимумов функции спектральной плотности тока - $S_I(f)$, k-номер максимума.

При форсированных испытаниях необходимо обеспечить адекватность физических процессов, учитывая, что форсированные воздействия за более короткий промежуток времени должны привести к такому же результату, как и эксплуатационные воздействия. Степень форсирования определяется коэффициентом форсирования - Кф, характеризующем сокращение продолжительности испытаний по отношению к обычному режиму работы. Такое условие необходимо рассматривать применительно к изоляционной конструкции, щёточно-коллекторному узлу, механическим элементам ТЭД, поскольку характер физических явлений у таких элементов различен и, следовательно, по различным законам происходит накопление повреждений - старение.

Наиболее важным и часто повреждаемым узлом ТЭД является изоляционная конструкция - это многоэлементная система. Каждый элемент имеет свои конструктивные особенности и режимы работы, поэтому и старение различных элементов изоляции также имеет свои особенности. В целом, при форсированных испытаниях, изоляционная конструкция должна иметь за более короткий период времени ту же степень старения, что и при нормальной работе. Если принять, что старение изоляции в двух рассматриваемых случаях – форсированные испытания и режим эксплуатации - должны быть подобны, то для любых 2х элементов изоляции должно выполняться условие:

$$\frac{\delta_{Hj}}{\delta_{Hk}} = \frac{\delta_{\Phi j}}{\delta_{\Phi k}} = idem,$$

где δ_H, δ_Φ -старение обмоток (H-в нормальных режимах, Φ –при испытаниях в форсированных режимах ; j,k-номера элементов обмоток.

Старение обмоток ТЭД обусловленное температурой, имеет 2 составляющих, которые можно подразделить на термическое старение δ_θ и термомеханическое старение δ_M . Первая составляющая δ_θ с учётом закона Вант-Гоффа – Аррениуса, правила Монтзингера применительно к электрическим машинам, экспоненциально зависит от температуры, следовательно, условия форсированного теплового старения изоляции можно записать в виде:

$$T_H e^{b_\theta \theta_H} = T_\Phi e^{b_\theta \theta_\Phi},$$

где θ_H, θ_Φ -температура изоляции в нормальном и форсированном режимах работы; b_θ -коэффициент температурного старения, который зависит от класса изоляции; T_H, T_Φ -длительность работы ТЭД в нормальном и форсированном режиме.

Следовательно, температура обмоток ТЭД во время форсированных испытаний должна быть равна

$$\theta_\Phi = \theta_H + \frac{\ln K_\Phi}{b_\theta},$$

где $K_\Phi = T_H/T_\Phi$ –степень форсирования.

Вторая составляющая старения изоляции - δ_M вызвана термомеханическими усилиями и тепловыми расширениями материалов обмоток. При этом интенсивность термомеханического старения в большей степени обусловлена нестационарностью изменения температуры обмоток вследствие особенностей электрических нагрузок. Величина термомеханических усилий особенно значительна в проводниках обмоток и в некоторых их элементах может иметь тот

же порядок, что и прочностные параметры материалов - пределы усталостной прочности и пределы прочности. Это подтверждается экспериментальными данными.

В общем, виде можно считать, что величина термомеханических напряжения в элементах обмоток пропорциональны градиентами температур:

$$\sigma = Kg \text{ grad } \theta,$$

где Kg -коэффициент, учитывающий модуль упругости материалов и конструктивные особенности.

Можно показать, что, условие подобия термомеханических явлений в обмотках и изоляции ТЭД в процессе форсированных испытаний и при работе на подвижном составе имеет вид:

$$\frac{\text{grad } \theta_{jH}}{\text{grad } \theta_{kH}} = \frac{\text{grad } \theta_{j\Phi}}{\text{grad } \theta_{k\Phi}} = \text{idem}.$$

На основании предложенных гипотез, с учётом особенностей экспоненциального нагревания обмоток ТЭД, установлено, что требуемое число включений и отключений тока в единицу времени v_{Φ} для условий форсированных испытаний составит

$$v_{\Phi} = \frac{\theta_{\infty H}^2}{\theta_{\infty \Phi}^2} \left(\frac{1}{2T_M} + v_H \right) - \frac{1}{2T_M},$$

где $\theta_{\infty H}$, $\theta_{\infty \Phi}$ -значения установившегося нагрева во время эксплуатации и при форсированных режимах испытаний, T_M –тепловая постоянная.

Температуру нагрева элементов ТЭД при проведении форсированных испытаний можно регулировать за счёт потерь в меди и стали – Q_{Cu} , Q_{Fe} , а также за счёт регулирования коэффициентов теплоотдачи с поверхности α_{Π} и каналов α_K якоря, в соответствии с критериальным уравнением

$$\pi_{\theta ijk} = (A_{ijk} Q_{Cu} + B_{ijk}, Q_{Fe}) \pi_{\alpha}^{a_{ijk}} \pi_Q^{b_{ijk}}.$$

где $\pi_{\theta} = \frac{\theta \Lambda}{Q}$, $\pi_{\alpha} = \frac{\alpha_{\Pi}}{\alpha_K}$, $\pi_Q = \frac{Q_{Cu}}{Q_{Fe}}$, Q - полные тепловые потери в якоре, Λ –теплопередача, A_{ijk} , B_{ijk} , a_{ijk} , b_{ijk} - коэффициенты, значение которых определяется расположением рассматриваемой точки – i, j, k .

Теплопередача в любой точке якоря Λ определяется коэффициентами теплоотдачи с поверхности $\alpha_{\Pi}(x, y)$ и каналов $\alpha_K(x, y)$ якоря, градиентами температуры на указанных поверхностях $\Delta\theta_{\Pi}(x, y)$ и $\Delta\theta_K(x, y)$, теплопроводностью материалов меди λ_{Cu} , стали λ_{Fe} , изоляции

$\lambda_{из}$, а также геометрическими размерами и особенностями конструкции, поэтому применительно к конкретному типу ТЭД предварительно необходимо установить параметры критериального уравнения путём исследования температурного поля на ЭВМ.

В итоге, с применением ЭВМ выполняется синтез требуемых временных последовательностей потерь в меди и стали, а также флуктуаций потерь относительно их среднего значения, что в качестве примера представлено на Рис 1.

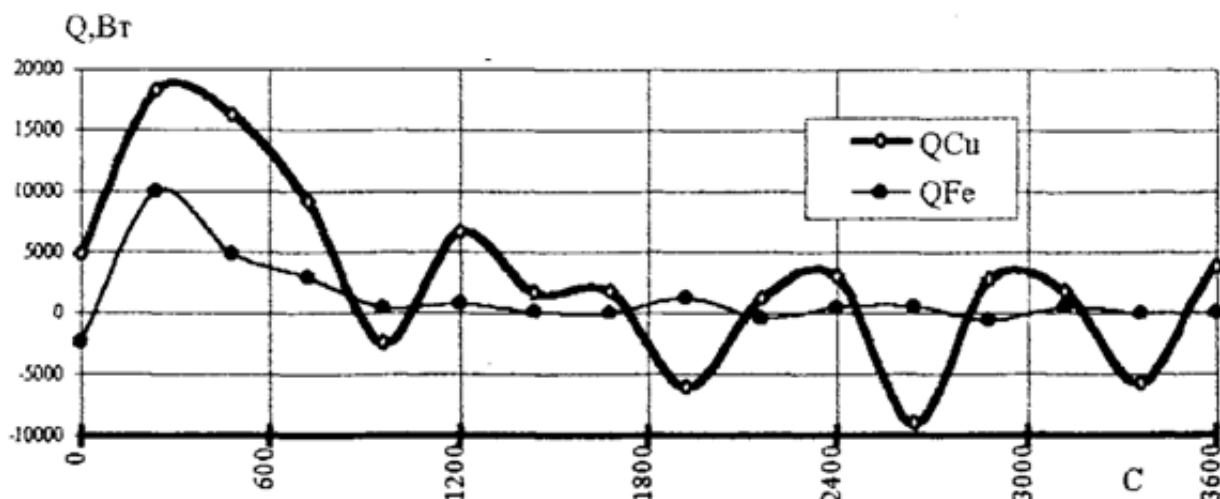


Рис. 1. Флуктуации потерь в якоре при форсированных испытаниях ТЭД НБ-418к6.

На основании полученных временных зависимостей изменения потерь в меди и стали определяется соответствующее диагностическое воздействие по току и напряжению ТЭД. Такую задачу на испытательной станции должна выполнять соответствующая автоматизированная система испытаний АСИТЭД, которая анализирует потери, производит их разделение, и управляет на стенде взаимного нагружения источниками, предназначенными для компенсации электрических, и магнитных потерь.

Предложенная методика форсированных испытаний и АСИТЭД были реализована при ресурсных испытаниях головных образцов ТЭД электровозов (НБ-418к6, НБ-508, ТЛ-2к), тепловозов (ЭД-118Б), электропоездов (1ДТ12). На основании полученных результатов выполнен прогноз основных показателей надёжности изоляции, а также других узлов ТЭД (щёток, коллектора, межкатушечных соединений, переходных сопротивлений), что позволило начать серийный выпуск указанных ТЭД. Это подтверждает эффективность форсированных испытаний.

Проблемы и решения сервисного обслуживания локомотивов

Цель сервисного обслуживания – качественный ремонт и техническое обслуживание, за счет которого достигается наибольший коэффициент использования локомотивов, иначе говоря, где выше уровень надежности и меньше потерь при сервисном обслуживании, тем больше прибыль. А так как затраты и надежность являются противоположными задачами, необходима их оптимизация. Поэтому и подход в реализации цели должен быть комплексный.

Основными факторами комплексной системы управления надежностью локомотивов (рис. 1) являются:

- разработка и качество изготовления новых локомотивов;
- соблюдение режимом эксплуатации;
- качество ремонта и технического обслуживания
- наличие и качество работы обратных связей в системе.

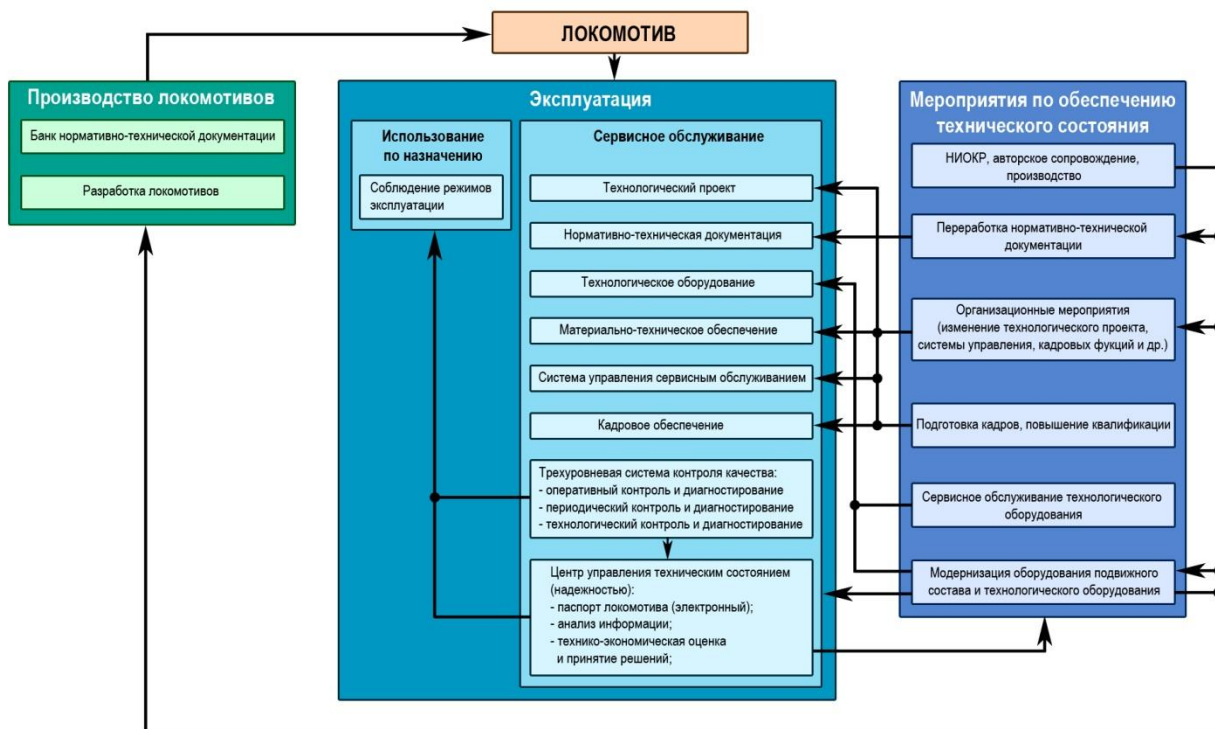


Рис. 1 Комплексная система управления надежностью локомотива

Причиной передачи системы ремонта и технического обслуживания двум компаниям «ТМХ-Сервис» и «Синара-Сервис» является: создание конкурентной среды с привлечением разработчиков и изготовителей новых локомотивов.

Решение проблем в ремонтном хозяйстве локомотивов также перешло к этим компаниям. В настоящее время основными проблемами являются:

- наличие объективной информации по техническому состоянию узлов и оборудования локомотивов, включая финансовые затраты;
- переработка нормативно-технической документации, включая метрологическое обеспечение;
- дооснащение ремонтных подразделений необходимым технологическим оборудованием;
- подготовка и переподготовка специалистов по ремонту узлов и оборудования локомотивов.

Решения этих проблем позволит в значительной мере повысить надежность локомотивов и сократить затраты на их обслуживание.

Определение узких мест, на первом этапе, возможно методом экспертных оценок. На эти узкие места в первую очередь необходимо направлять ресурсы и по переработке нормативно-технической документации, и по дооснащению технологическим оборудованием, и по организации переподготовки специалистов. Это позволит сократить затраты, повысить надежность и окупаемость этих мероприятий будет наиболее быстрая.

Как показывает практика, наиболее затратными являются тяговые электродвигатели для электровозов, для тепловозов – дизель-генераторные установки (ДГУ). По обеспечению надежности тяговых электродвигателей накоплен положительный опыт в локомотивном ремонтном депо Тимошевск-Кавказский. В течение 11 лет не было ни одного отказа по этому оборудованию.

По обеспечению надежности ДГУ тепловозов имеется положительный опыт в локомотивном ремонтном депо Московка. В этом депо продолжается эксперимент ремонта по техническому состоянию ДГУ тепловозов ТЭМ2 с использованием аппаратно-программного комплекса (АПК) «Борт» и комплекса реостатных испытаний «Кипарис». Весь парк тепловозов оснащен АПК «Борт».

В результате эксперимента, проходившего по распоряжению вице-президента ОАО «РЖД» А.В.Воротилкина, основные параметры ДГУ, в том числе удельный расход топлива, на всем парке были приведены и постоянно содержатся в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. На 70% сокращены нарушения режимов эксплуатации. В 2 раза сократился объем и простой на ремонте. В виду постоянного мониторинга данных АПК «Борт», настройки и регулировки ДГУ на реостатных испытаниях экономия топлива в эксплуатации за пять лет составила 136 млн. руб. В противном случае был бы пережег топлива на такую же сумму в основном по вине качества

ремонта. Исключены случаи пробоя изоляции и переброса по коллектору главных генераторов и тяговых электродвигателей. Значительно снижено количество случаев отказов по течи цилиндрических крышек, секций холодильника, коксованию выхлопных трактов и турбокомпрессоров.

Средняя парковая мощность тепловозов доведена до 741кВт, что соответствует заводским требованиям.

Удельный расход топлива на всем парке также соответствует заводским требованиям. В случае завышения удельного расхода топлива, который определяется с помощью мониторинга АПК «Борт», тепловоз устанавливается на реостатные испытания и с помощью комплекса «Кипарис» проводится глубокое диагностирование ДГУ. По результатам диагностирования проводится регулировка или тепловоз отправляется в ремонт. После ремонта повторно проводятся реостатные испытания и при положительных результатах тепловоз передается в эксплуатацию.

Комплексное использование возможностей АПК «Борт» и комплекса «Кипарис» позволяет содержать параметры ДГУ тепловозов в пределах заводских требований.

«Ремонт по техническому состоянию» при сервисном обслуживании локомотивов является наиболее перспективным и по повышению надежности, и по сокращению затрат. В этом случае гарантия надежности узлов и оборудования локомотивов выше, чем у любого другого вида ремонта. Мониторинг параметров локомотива позволяет следить за динамикой их изменений. В связи с этим появляется возможность прогнозировать время выхода параметров за предельные значения. Это позволяет производить своевременный ремонт, не допуская отказов в эксплуатации. Затраты на устранение отказов значительно выше своевременного ремонта. «Ремонт по техническому состоянию» позволяет оптимизировать и надежность узлов и оборудования, и затраты на сервисное обслуживание локомотивов.

В настоящее время существует значительное количество разработанных современных средств технического контроля и диагностирования, охватывающих 80% узлов и оборудования локомотивов. Для внедрения и использования «ремонта по техническому состоянию» необходимо провести эксперименты и разработать соответствующую нормативно-техническую документацию. В переходный период такой вид ремонта считать как «планово предупредительный с учетом технического состояния».

Горский А.В. Воробьев А.А. Скребков А.В. (МИИТ)
Использование эксплуатационных показателей надежности для
оптимизации межремонтных пробегов электровозов на полигоне
Челябинск — Рыбное

С целью повышения эффективности работы локомотивного парка и снижения эксплуатационных расходов в 2013 году организован и проведен эксперимент по эксплуатации электровозов серии ВЛ10 на полигоне Челябинск – Рыбное с увеличенными межремонтными пробегами оборудования. Основанием для организации эксперимента послужили результаты анализа показателей безотказности оборудования электровозов серии ВЛ10 эксплуатационных локомотивных депо Пенза, Кинель и Уфа.

В соответствии с программой эксперимента, в каждом из этих эксплуатационных локомотивных депо были выделены группы экспериментальных электровозов в количестве 5 единиц, для которых на очередном плановом ремонте ТР-3 уменьшен объем выполняемых работ по следующим видам оборудования:

- Двигатель мотор-вентилятора ТЛ-110М;
- Двигатель мотор-компрессора НБ-431П;
- Преобразователь НБ-436В;
- Пружины рессорного подвешивания;
- Листовые рессоры;
- Стержни люлечного подвешивания;
- Бесконтактные регуляторы напряжения БРН-10;
- Регуляторы напряжения СРН-7У-3;
- Электропневматические контакторы ПК-41;
- Электромагнитные контакторы МК-310Б;
- Электропневматические вентили;
- Реверсоры, групповые и тормозные переключатели.

Ремонт вышеперечисленного оборудования проведен в объеме ТР-2.

В экспериментальную группу по каждому эксплуатационному локомотивному депо были включены электровозы, которые к моменту начала эксперимента являлись кандидатами на выполнение очередного планового ремонта в объеме ТР-3.

В соответствии с ГОСТ Р 54461—2011 «Надежность железнодорожного тягового подвижного состава. Термины и определения» эксплуатационный показатель надежности составной части единицы тягового подвижного состава — показатель надежности составной части единицы тягового подвижного состава, точечную или интервальную оценку которого определяют по данным эксплуатации.

Результаты эксперимента представлены в виде значений наработок до отказа различных видов оборудования электровозов, участвующих в эксперименте, поэтому наиболее подходящим показателем для анализа является параметр потока отказов.

В соответствии с ГОСТ Р 54461—2011 параметр потока отказов составной части единицы тягового подвижного состава — отношение числа отказов совокупности одноименных составных частей единиц тягового подвижного состава за определенный достаточно малый интервал наработки к суммарной величине их наработки в этом интервале.

По физическому смыслу этот показатель безотказности характеризует количество отказов одноименного оборудования, приходящееся на один его экземпляр в единицу (или интервал) наработки. Так как объем исходных данных по результатам эксперимента ограничен, для более точной оценки параметра потока отказов использовалось группирование числа отказов в интервалах наработки.

Характер диаграммы параметра потока отказов отражает изменение технического состояния оборудования в процессе эксплуатации. Если диаграмма параметра потока отказов с увеличением наработки возрастает, то к концу периода наблюдения происходит ухудшение технического состояния оборудования и, соответственно, увеличение межремонтных пробегов нецелесообразно. В случае отсутствия тенденции к возрастанию параметра потока отказов можно утверждать, что надежность такого оборудования не ухудшается. Необходимо увеличивать межремонтный пробег оборудования и накапливать информацию об его отказах с целью определения момента наступления периода усиленного износа и оптимальных межремонтных пробегов.

Таким образом, по диаграмме параметра потока отказов можно сравнить изменение надежности оборудования до и после эксперимента. Результаты расчетов диаграмм параметра потока отказов приведены ниже на рисунках.

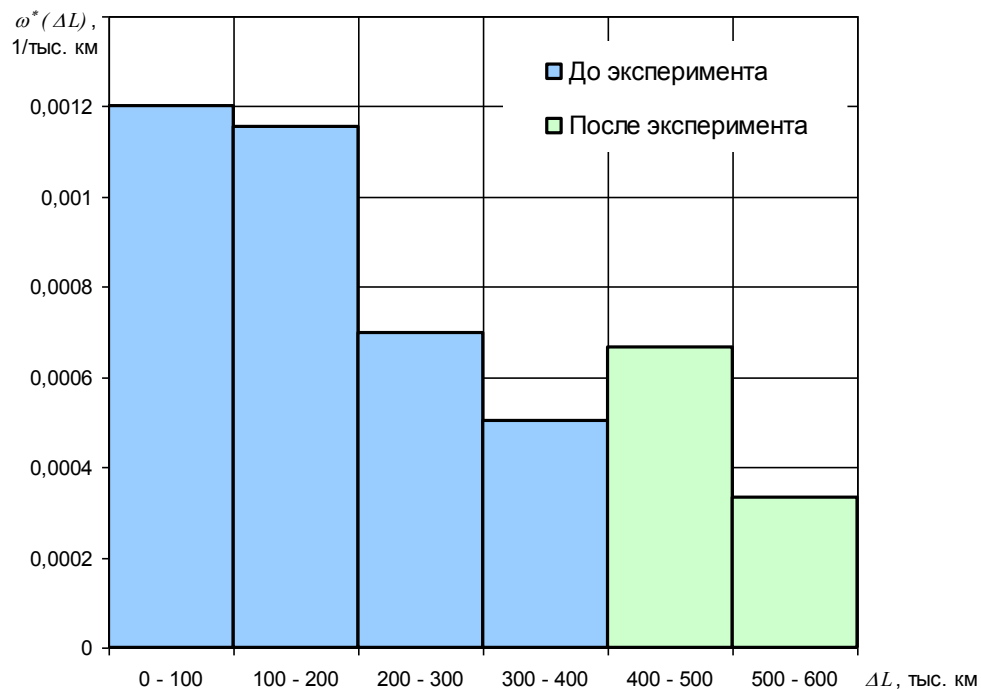


Рисунок 1 – Диаграмма параметра потока отказов двигателей мотор-вентиляторов ТЛ-110М

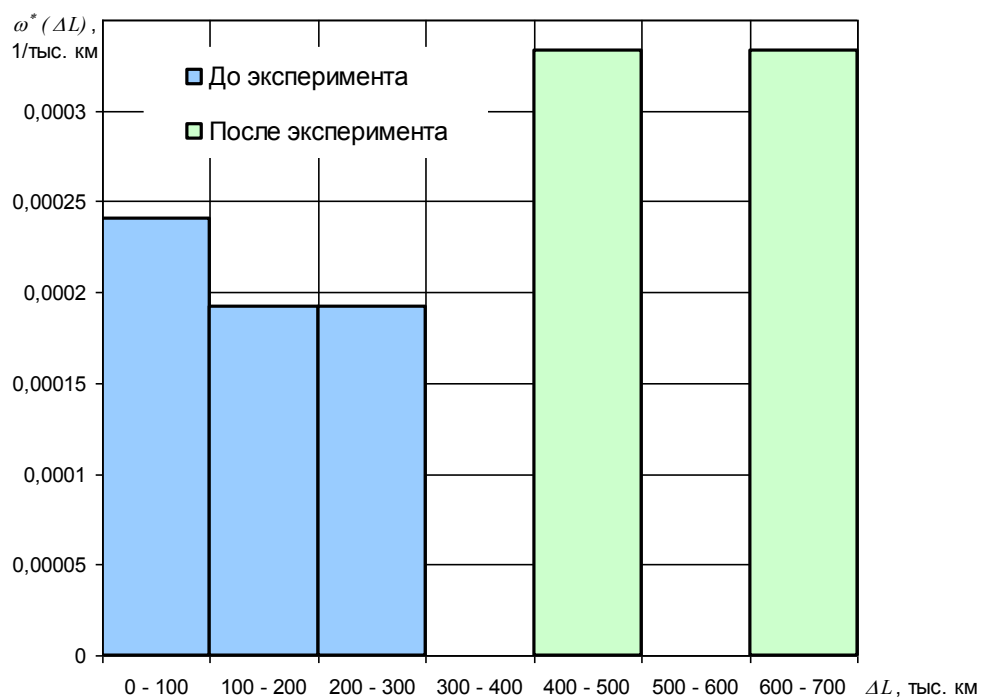


Рисунок 2 – Диаграмма параметра потока отказов двигателей мотор-компрессоров НБ-431П

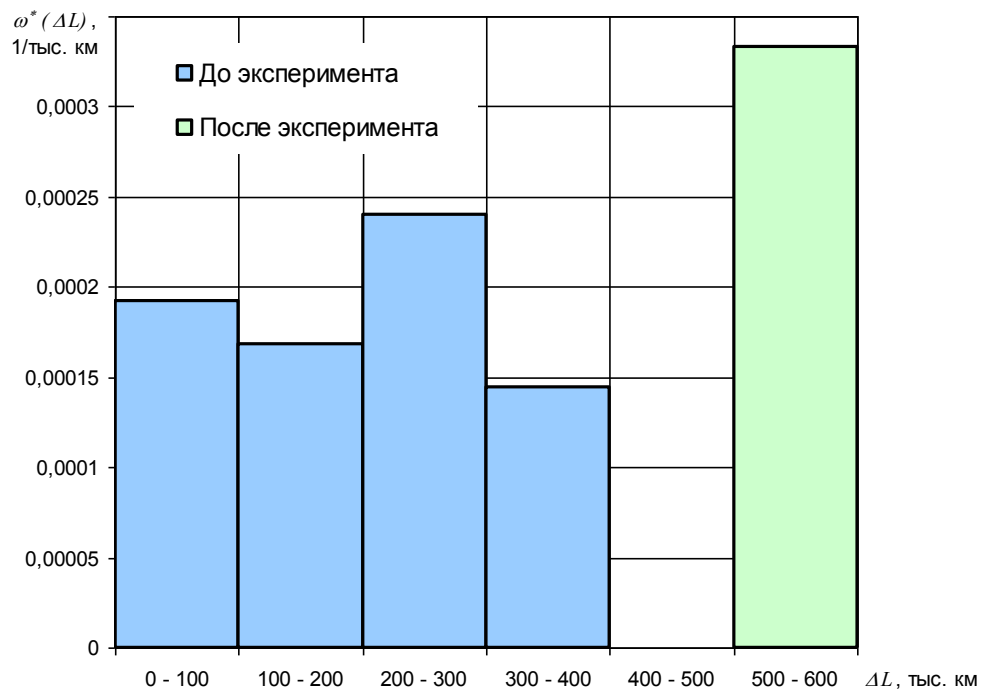


Рисунок 3 – Диаграмма параметра потока отказов преобразователей НБ-436В

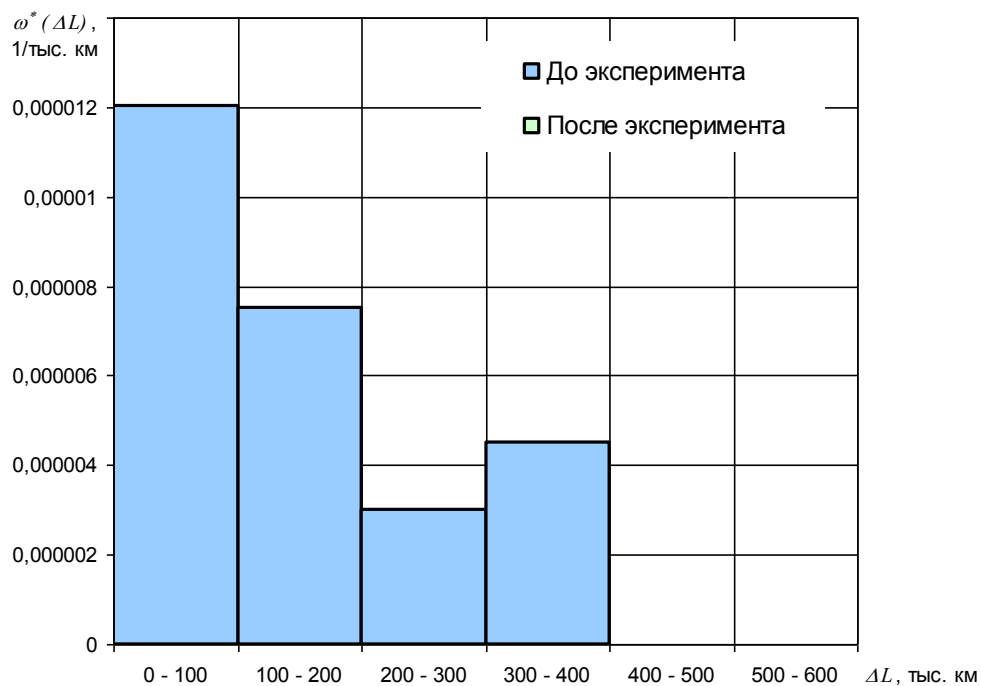


Рисунок 4 – Диаграмма параметра потока отказов пружин рессорного подвешивания

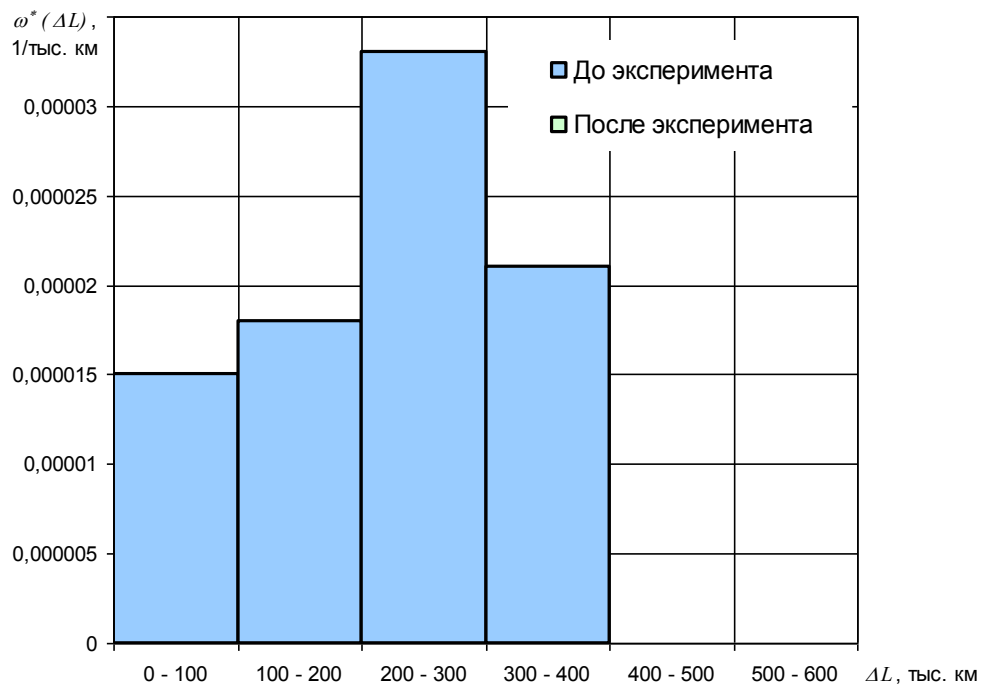


Рисунок 5 – Диаграмма параметра потока отказов листовых рессор



Рисунок 6 – Диаграмма параметра потока отказов стержней люлечного подвешивания

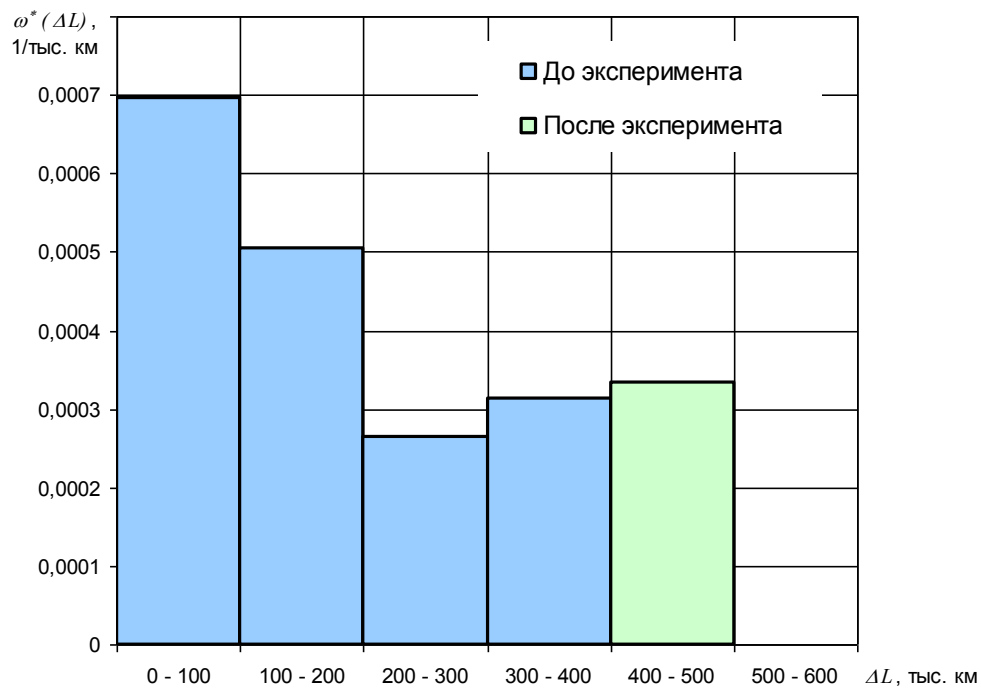


Рисунок 7 – Диаграмма параметра потока отказов бесконтактных регуляторов напряжения БРН-10

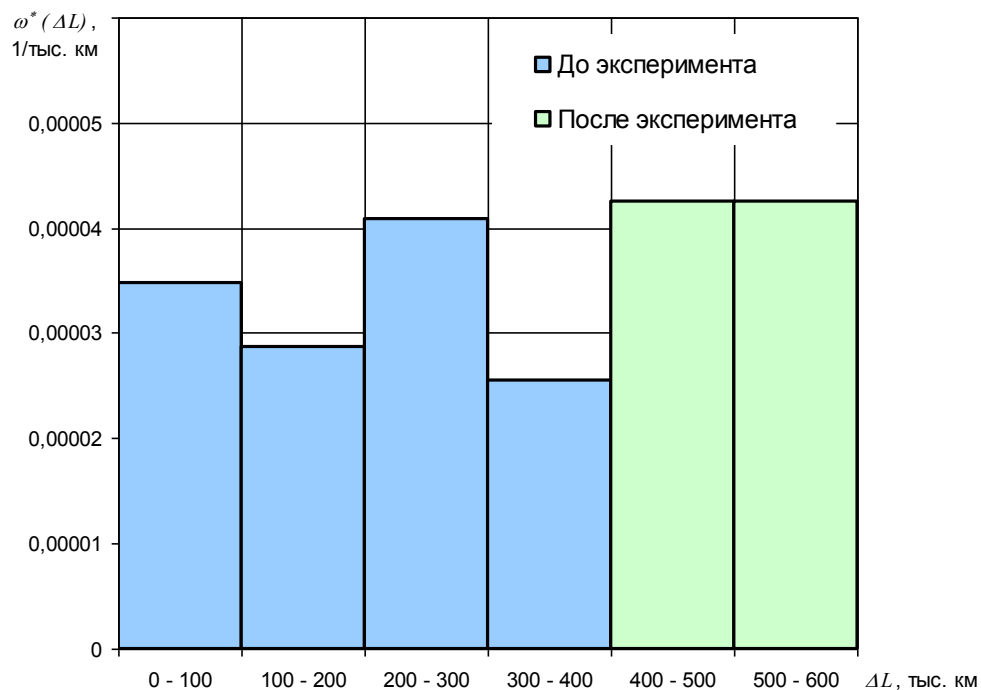


Рисунок 8 – Диаграмма параметра потока отказов электропневматических контакторов ПК-41

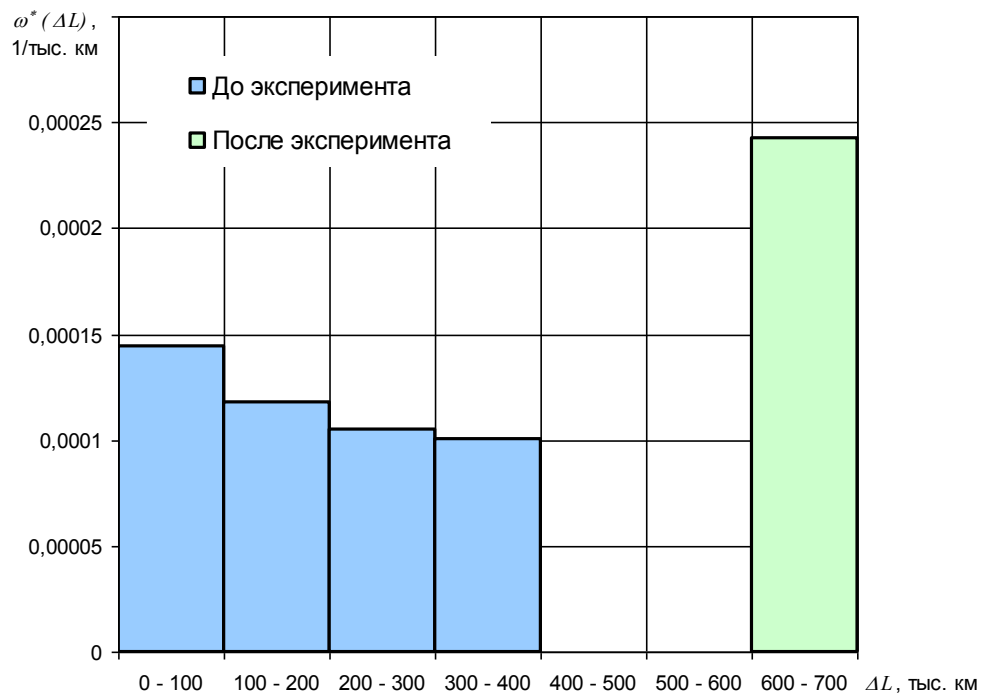


Рисунок 9 – Диаграмма параметра потока отказов электромагнитных контакторов МК-310Б

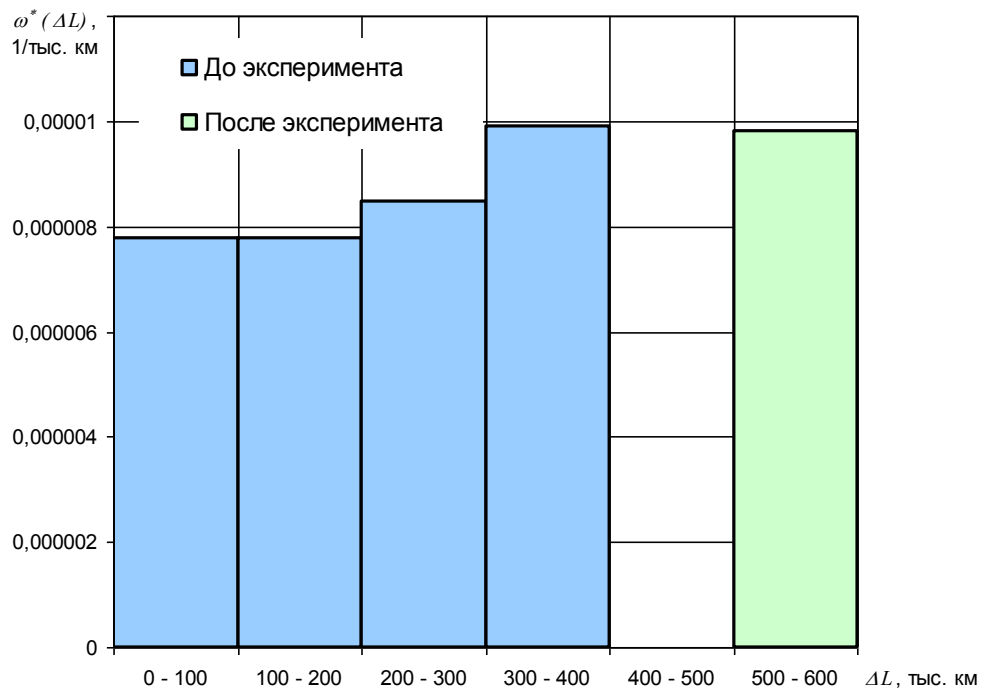


Рисунок 10 – Диаграмма параметра потока отказов электропневматических вентиляей

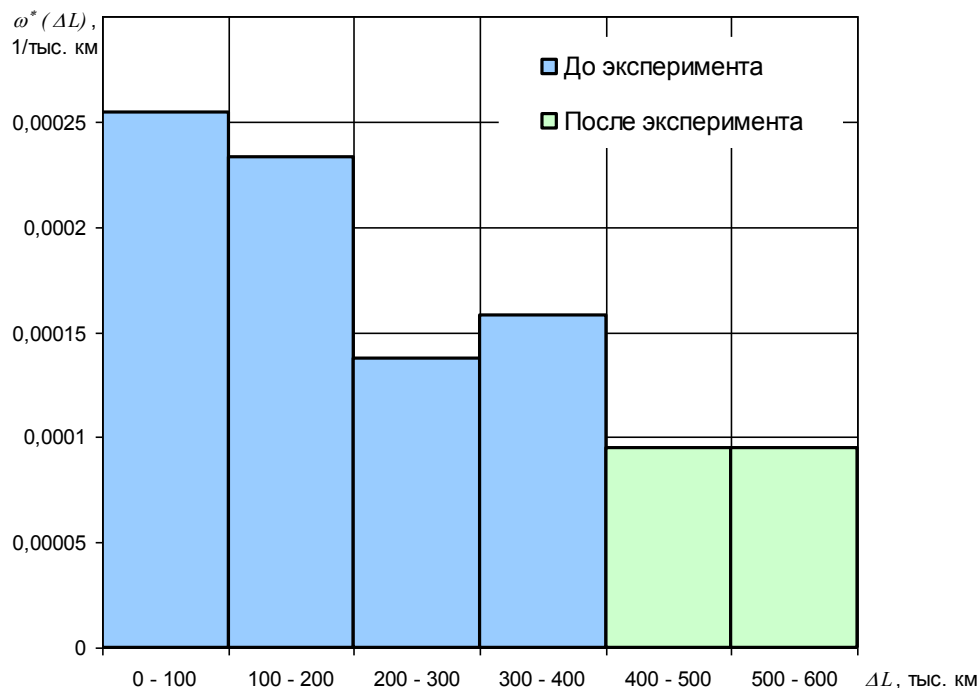


Рисунок 11 – *Диаграмма параметра потока отказов реверсоров, групповых и тормозных переключателей*

Анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

Для двигателей мотор-вентиляторов ТЛ-110М, пружин рессорного подвешивания, листовых рессор, бесконтактных регуляторов напряжения БРН-10, электропневматических контакторов ПК-41, электропневматических вентилях, реверсоров, групповых и тормозных переключателей можно сделать вывод, что их надежность в интервалах наработки после начала эксперимента не хуже, чем в интервалах наработки перед началом эксперимента. Диаграммы параметра потока отказов не имеют тенденции к возрастанию, и после начала эксперимента техническое состояние этого оборудования не ухудшилось. Следовательно, целесообразность проведения очередного планового ремонта не возникла, эксперимент по увеличению межремонтных пробегов этого оборудования на сегодняшний день можно считать успешным и имеется возможность его дальнейшего продолжения.

Для двигателей мотор-компрессоров НБ-431П, преобразователей НБ-436В, электромагнитных контакторов МК-310Б однозначного заключения о результатах эксперимента сделать невозможно ввиду отсутствия отказов в некоторых интервалах наработки после начала эксперимента. Выбросы диаграмм параметра потока отказов в различных интервалах наработки обусловлены, скорее всего, малым размером группы экспериментальных электровозов. В связи с этим, можно

предположить, что эксперимент по увеличению межремонтных пробегов этого оборудования на сегодняшний день успешен и имеется возможность его дальнейшего продолжения.

Для стержней люлечного подвешивания в интервалах наработок, относящихся к эксперименту, надежность существенно ухудшается по сравнению с интервалами наработки перед началом эксперимента. Диаграмма параметра потока отказов возрастает. Таким образом, можно заключить, что после начала эксперимента техническое состояние рассматриваемого оборудования ухудшилось. То есть эксперимент по увеличению межремонтных пробегов стержней люлечного подвешивания на сегодняшний день показывает, что увеличение межремонтных пробегов для данного вида оборудования нецелесообразно.

Экономический эффект от результатов эксперимента определялся как разница между экономией эксплуатационных расходов и итоговой себестоимостью восстановлений отказавшего оборудования на неплановых ремонтах и составил 4 650 тыс. рублей.

Таким образом, анализ эксплуатационных показателей надежности оборудования локомотивов позволяет решить задачу оптимизации межремонтных пробегов с целью сокращения эксплуатационных расходов.

Ежевская Л.А., Пестряков А.С., Пестрякова Н.С (ВНИИЖТ)
Современное оборудование для ремонта и настройки тепловозов

Топливная экономичность и надежность работы тепловозов зависит от качественной настройки регуляторов частоты вращения и нагрузки дизель-генераторов, топливной аппаратуры, а также тепловоза в целом.

Уральское отделение ОАО «ВНИИЖТ» совместно с ООО НПП «Деталь» выполнило ряд работ в этой области.

Для тепловозов с гидромеханическими регуляторами частоты вращения и нагрузки дизель-генераторов типа 7РС разработан технологический процесс ремонта и испытаний и соответствующие карты ремонта. Испытания отремонтированных регуляторов выполняются на специально разработанном стенде нового поколения, оснащенном электронным имитатором развития оборотов дизель-генератора. По результатам испытаний формируется электронный паспорт регулятора, в котором отражаются статические характеристики, ручные настройки и результаты автоматической регистрации переходных процессов по программе сдаточных испытаний. На стенде также можно выполнять предремонтные диагностические испытания для определения неисправностей и составления плана ремонтных работ.

Перспективными разработками являются техпроцесс и стенд для испытаний электронных регуляторов.

Топливная экономичность тепловозных дизельгенераторов определяется в значительной мере качественной настройкой топливных насосов высокого давления. Для обеспечения высокой точности измерения цикловой подачи использован метод гидростатического взвешивания, современные измерители и автоматизированное управление потоками топлива.

Состояние форсунок оценивается по качеству распыливание и по комплексной гидравлической характеристике истечения топлива через форсунку с распушенной иглой.

Завершающим этапом ремонта тепловоза являются реостатные испытания тепловоза.

Реостаты нового поколения были разработаны и защищены патентом на полезную модель.

Применяются реостаты стационарные и контейнерного типа. Отличительной чертой от широко известных реостатов является неподвижная конструкция электродов. Изменение тока нагрузки осуществляется путем перекачивания жидкости между основным и нагрузочным баками. За счет оптимизации расстояния между электродами в реостатах, работающих по такому

принципу, реализуется широкий диапазон мощности нагружения – от 100кВт до 9МВт.

В реостатах применена современная защита от повышенных токов и токов короткого замыкания в силовой цепи путем снятия возбуждения главного генератора.

Дополнительные опции, которые реализуются в реостатах:

- автоматическое поддержание заданной температуры воды при кратковременном ожидании следующих реостатных испытаний;
- внешнее охлаждение воды при интенсивном нагружении;
- автоматическое отключение перетока воды при достижении верхнего или нижнего уровня в нагрузочном баке;
- термоизоляция корпуса;
- использование теплонакопителей с целью утилизации тепла, выделяемого при реостатных испытаниях.

Для автоматизации измерений параметров, контролируемых при проведении реостатных испытаний, разработана автоматизированная дистанционная система АДС-РИТ.

Зарифьян А.А., Солодин С.Н. (РГУПС)
Система теплового контроля силового электрооборудования
локомотивов

На тяговом подвижном составе, находящемся в эксплуатации, остаются нерешенными некоторые вопросы противопожарной безопасности.

На заседании правления ОАО РЖД под председательством президента В.И. Якунина, состоявшемся 25 февраля 2010 г., протокол №5, «О мерах по повышению надежности работы технических средств и обеспечению безопасности движения на железных дорогах ОАО "РЖД" в 2010 году и в последующие годы», в постановляющей части протокола совещания указано: п.3. «Исходя из анализа работы технических средств, выявленных "узких" мест действующих технологических процессов, оценки эффективности и безопасности использования технических средств, реализовать в 2010 году следующие приоритетные задачи: ... повышение эффективности работы устройств автоматического контроля технического состояния подвижного состава при движении поездов».

Решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 года №710 введен Технический регламент ТС «О безопасности железнодорожного подвижного состава» (ТР ТС 001/2011) в котором согласно п.71. «Электрооборудование локомотивов, моторвагонного подвижного состава, пассажирских и изотермических вагонов должно иметь защиту и сигнализацию, срабатывающую при перегрузках, коротких замыканиях, замыканиях на землю, при возникновении перенапряжений электрооборудования, а также при снятии напряжения в контактной сети при рекуперативном торможении, буксовании и юзе колесных пар. Срабатывание защиты должно исключать повреждение электрооборудования и не должно приводить к опасным последствиям: недопустимому нагреву, приводящему к задымлению или возгоранию, и (или) перенапряжениям, приводящим к пробое изоляции электрооборудования».

Тем не менее, в 2013 году Ространснадзором зафиксировано 126 пожаров при эксплуатации подвижного состава, из них 76 на локомотивах, что составило 60% от общего количества пожаров в подвижном составе. За шесть месяцев 2014 года зарегистрировано уже 46 пожаров, что составило 67% от всех пожаров при эксплуатации подвижного состава.

Применение системы контроля температуры силового оборудования с принудительным охлаждением предусмотрено инструкцией ЦТ-6 «Общие технические требования к противопожарной защите тягового подвижного состава», и техническими условиями на локомотивы, в том числе находящиеся в

серийном производстве. Однако такая система контроля на выпускаемые промышленностью локомотивы не устанавливается.

Целью разработки является создание системы превентивного теплового контроля (СТК) силового электрооборудования локомотивов, как элемента системы тепловой защиты принудительно охлаждаемого оборудования.

На систему теплового контроля возлагаются функции измерения значений температуры с помощью встроенных в оборудование датчиков и передачи полученных значений на пульт машиниста для принятия решения и в бортовую систему управления и диагностики.

При разработке предлагаемой системы теплового контроля была принята концепция измерения абсолютного значения температуры с обработкой полученных значений для каждого контролируемого агрегата.

В результате проведенных работ предлагается система, выполняющая не только превентивную противопожарную функцию, но и комплекс, способный в дальнейшем прогнозировать температурный режим по моделям контролируемого оборудования в зависимости от режима его работы и передавать расчеты в систему управления для их использования в алгоритмах регулирования и управления.

На этапе проектирования в систему заложена возможность дальнейшего функционального расширения с помощью дополнительно разрабатываемых как блоков контроля, так и исполнительных блоков. В системе так же предусмотрены значительные вычислительные резервы и возможность оперативно дополнять и изменять встроенное в блоки программное обеспечение. Предлагаемая система контроля температуры может быть использована на любом электровозе переменного или постоянного тока с учетом функциональных требований и особенностей его.

Система основывается на блоке управления и подключаемых к нему по шине CAN блоков контроля температуры, устанавливаемых на минимально возможном расстоянии от контролируемого оборудования и подключаемых к встроенным в оборудование датчикам. Блоки БТК, в зависимости от модификации, имеют различное количество и тип подключаемых температурных датчиков.

Структурная схема системы СТК-1 разработана применительно к четырехосной секции электровоза. Системы каждой секции многосекционного локомотива полностью независимы и состоят из одного блока управления (БУ СТК) и двух групп блоков контроля температур (БТК). В блок управления заложена возможность расширения функций системы в процессе эксплуатации

при возникновении необходимости контроля температуры дополнительного оборудования.

В рассматриваемом варианте системы каждая группа блоков БТК обеспечивает контроль температурного режима тягового трансформатора, выпрямительной установки, сглаживающих реакторов, тяговых электродвигателей, ленточных балластных и тормозных резисторов, букс, а также температуры воздуха внутри и снаружи кузова локомотива.

Стадии и этапы разработки. Основные блоки и узлы системы СТК-1 спроектированы и изготовлены за счет собственных средств совместно с ООО НПП «Сармат», г. Ростов-на-Дону. Испытания системы успешно проведены на электровозе ЗЭС5к-047 «Ермак», который находится в эксплуатации с 2009 года.

Предлагается согласованное распределение работ по адаптации, изготовлению, монтажу, испытаниям, установке и вводу в эксплуатацию системы СТК-1 на локомотивах эксплуатируемого парка, в первую очередь на грузовых электровозах переменного тока серий ВЛ80 всех индексов и «Ермак».

Иньков Ю.М., Феоктистов В.П., Шабалин Н.Г. (МИИТ)
Диагностирование локомотивов методом статистического
последовательного анализа энергозатрат по поездкам

Развитие систем диагностирования локомотивов показывает, что наиболее эффективны комбинированные структуры с регистрацией параметров бортовыми устройствами с датчиками и памятью с последующей обработкой их в стационарной вычислительной системе. Этому способствует широкое применение бортовых комплексов РПДА, КЛУБ и др. При анализе этих данных существенное значение имеют показатели потребления энергии, а для электроподвижного состава также и ее возврат при рекуперации. При любом выборе контролируемых параметров их анализируют постепенно по мере накопления в стационарной вычислительной системе и затем формулируют выводы о техническом состоянии контролируемой подсистемы локомотива с учетом динамики изменения в функции времени или пробега. Для решения этой задачи целесообразно воспользоваться статистическим методом последовательного анализа. Его разработал американский профессор А. Вальд (специалист по эконометрии). По заданию министерства обороны США он использовал свои разработки для анализа технического состояния самолетов по данным замеров после каждого вылета. Первая монография по этому методу опубликована в 1950 г. в США, ее русский перевод издан в 1960 г. [1].

Первые попытки практического использования метода А. Вальда на отечественном транспорте относятся к диагностике мощных дизелей тепловозов, тягачей и большегрузных автомобилей по удельному расходу топлива. По тепловозам решающая функция последовательного анализа вычисляется по отклонениям фактического расхода топлива от нормы для каждой поездки. Эта функция позволяет по мере накопления данных сделать вывод о неисправности диагностируемого объекта. Эффективность метода определяется достоверностью и стабильностью опорной базы, т.е. норм расхода топлива на каждую поездку, квалификацией машинистов и влиянием других случайных факторов, например, помех движению поезда [2].

Аналогичные исследования были выполнены на кафедре «Электрическая тяга» МГУПС (МИИТ) применительно к электровозам пассажирского движения и пригородным электропоездам. Даже с приборами учета электроэнергии класса 0,5 не удастся получить четких рекомендаций по методу последовательного анализа. Существенную помеху создает потребление электроэнергии на собственные

нужды поезда. Поэтому при любом методе диагностирования регистрацию энергозатрат необходимо вести по следующим группам потребителей отдельно:

- потребление на тягу;
- возврат энергии рекуперации;
- потребление вспомогательными машинами;
- потребление пассажирским поездом от электровоза или на отопление – освещение вагонов электропоезда.

Другое усовершенствование А. Вальда связано с выбором опорной базы. Возможный вариант – это сравнение показателей по секциям электровоза или электропоезда. Тогда решающая функция вычисляется для каждой i -ой секции по отклонениям:

$$\Delta A_i^* = \frac{A_i}{A_{\text{ср}}} - 1;$$

$$A_{\text{ср}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_i,$$

где A_i - зафиксированный расход электроэнергии на поездку на тяговом плече или за определенный период времени; n – количество секций локомотива или электропоезда.

Опытные замеры выполнены на 12-выгонных электропоездах типа ЭР2 и 10-вагонных электропоездах типа ЭД4М при регистрации энергии только на тягу (на электропоезде типа ЭД4М учтен также возврат энергии при рекуперации). Установлены причины отклонений: неодинаковая настройка реле ускорения, так что при реостатном пуске ток двигателей отличается от номинального для данной ступени; еще большее влияние оказывает боксование, поскольку при этом резко снижается ток двигателей. Если же срабатывает реле боксования, то вагон переключается в режим принудительного уменьшения тока и потребление энергии этим вагоном снижается. Срабатывание любой другой защиты обычно ведет к отключению вагона с необходимостью его повторного включения независимо от причины (настройка защиты, ее ложное срабатывание или перемежающийся отказ силовой цепи). Это тоже существенно сказывается на снижении энергопотребления.

При обработке данных по энергопотреблению можно наблюдать отклонение обычно в сторону снижения от среднего значения. Метод последовательного анализа позволяет выявить тенденцию к ухудшению технического состояния, что дает основание для тщательного контроля

оборудования при очередном ремонте. Даже при существующей системе регистрации энергопотребления каждой секции одним счетчиком четко выявляется вагон с аномальным потреблением.

Еще более четкую информацию дают счетчики рекуперированной энергии, поскольку в этом режиме функции регулирования и защиты выполняет сложная аппаратура. Однако сложность применения рассматриваемого метода определяется нерегулярным применением рекуперации, а также тем, что тяговая сеть может быть не готова к приему возвращаемой энергии.

Эта же методика показала хороший результат при обработке данных по электровозам постоянного тока с рекуперацией типов ВЛ10 и ВЛ11М. По результатам последовательного анализа четко выявляются неисправности системы управления рекуперацией, включая электронный блок САУРТ-034. Диагностика осуществлялась по расхождению показателей счетчиков двух секций. На результат последовательного анализа существенно влияет расхождение характеристик секций, что ведет к расхождению их токов. В целом работа электровоза в рекуперативном режиме предъявляет более жесткие требования к техническому состоянию электровоза, чем в тяговом режиме.

Возможности последовательного анализа могут быть эффективно использованы для граничного контроля любых параметров локомотива с учетом их динамики. Этот метод целесообразно использовать в комплексной системе диагностики [3], что повысит качество информации о техническом состоянии локомотивного парка.

Литература

1. Вальд А. Последовательный анализ. М.: Физматгиз, 1960;
2. Игин В.Н. Научные основы анализа и контроля энергетической эффективности тепловозов в эксплуатации. Дисс. на соискание д.т.н., М.: МИИТ, 2002;
3. Иньков Ю.М., Феоктистов В.П., Шабалин Н.Г. Эксплуатация и ремонт электроподвижного состава магистральных железных дорог. М.: изд. Дом МЭИ, 2008.

**Комплексная система поддержки технологического процесса
ремонта на основе электронного каталога локомотивов**

В 2013 году Центром транспортных исследований (ЦТИ) по заказу компании ТМХ-Сервис (ТМХ-С) начата разработка Комплексной системы поддержки технологического процесса ремонта на основе электронного каталога локомотивов (КС ПТР).

КС ПТР предназначена для автоматизации определения неисправного узла локомотива на основе визуального представления устройства локомотива, автоматического определения потребности в запасных частях, материалах, оборудовании и инструменте при выполнении технологического процесса замены узла.

Решить широкий круг задач, стоящий перед разработчиками подобной системы позволяет многолетний опыт Центра Транспортных Исследований по формированию интерактивных электронных технических ресурсов (ИЭТР) – комплексных информационных систем сопровождения жизненного цикла изделий. Наше предприятие, одним из первых в отрасли, начало применять 3D моделирование на основе конструкторской документации для создания интерактивных 3D моделей подвижного состава и оборудования предприятий инфраструктуры, а также технологии интеграции интерактивных 3D моделей в программное обеспечение сопровождения процессов эксплуатации и ремонта.

При создании программного обеспечения КС ПТР заказчиком были поставлены следующие задачи:

- представление иерархии деталей и сборочных единиц локомотива в соответствии со спецификациями конструкторской документации;
- представление каталога деталей и узлов в форматах 2D и 3D графики для быстрой и однозначной их идентификации;
- ведение иерархических справочников технологических процессов, технологических операций и переходов;
- ведение справочников системы: материалы, оборудование, инструмент и т.д., в том числе, с возможностью импорта или синхронизации с другими информационными системами, например, 1С;
- оперативное информационное взаимодействие в режиме on-line с ЕСМТ ТМХ-Сервис;

- автоматическое формирование потребности в запасных частях и материалах с последующей передачей сведений в Систему управления складскими запасами (1С).

В ходе обследования, проведенное совместной рабочей группой, состоящей из специалистов ЦТИ и ТМХ-С, был очерчен круг бизнес-процессов, подлежащих автоматизации при внедрении КС ПТР:

- формирование, ведение и использование сведений о технической оснащённости депо;
- идентификация на основе электронного каталога узла локомотива, подлежащего замене;
- формирование, ведение и использование сведений о составе технологических процессов, включая соответствующую им нормативную потребность;
- формирование заявки на получение материалов и запасных частей в соответствии с заданным технологическим процессом;
- ведение информации об инциденте, формирование акта расследования, передача сведений в ЕСМТ.

При реализации программного обеспечения необходимо было решить проблему отсутствия технологии формирования единой структурированной библиотеки технологических процессов.

Разработанный функционал КС ПТР на сегодняшний день включает ведение полного перечня операций, возможность оперативного изменения карт технологических процессов по результатам анализа работы оборудования и, как следствие, созданы предпосылки для повышения надёжности работы локомотивов.

При разработке программного обеспечения КС ПТР использованы современные технологии разработки интернет-портала, доступ к данным осуществляется с использованием технологии Web-сервисов по безопасному протоколу HTTPS. Обеспечение безопасности данных достигается за счёт применения процедур контроля индивидуальных прав доступа пользователя, в зависимости от назначенной роли в системе.

Интерактивный каталог деталей и сборочных единиц

База данных технологических процессов представляет собой иерархическую структуру, которая обеспечивает хранение технологических процессов, сгруппированных любым удобным пользователю образом.

Способ группировки и классификации технологических процессов выбирается администратором системы и призван обеспечивать максимально удобный поиск и быстрый доступ к требуемому технологическому процессу.

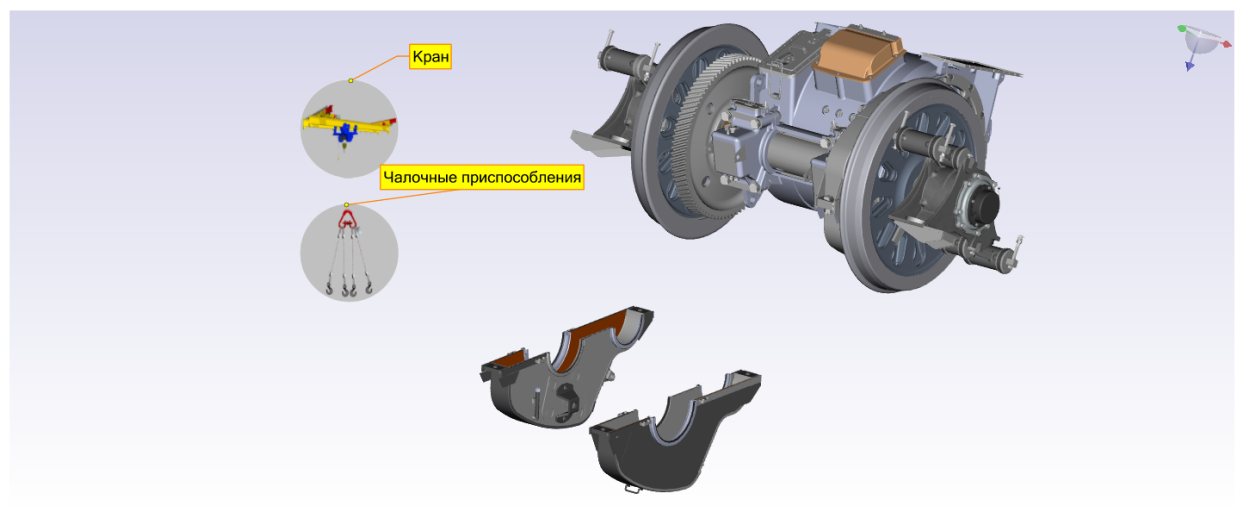
Технологические карты (Рисунок 2), хранящиеся в КС ПТР, содержат полную информацию о всех операциях и переходах технологического процесса, включая требуемые материалы, запасные части, оборудование, инструмент.

Ремонт ТЭД в объеме ТР-2					
Утверждаю:		Технологический процесс		Всего листов	
Серия локомотива		Ремонт ТЭД в объеме ТР-2		Лист	
Агрегат, узел, деталь		Средний разряд работы		Общая продолжительность процесса, час	
Вид ремонта				Трудоемкость процесса, нормо-часов	
№пп	Наименование работ	Технические требования, нормы	Оборудование, инструмент	Запасные части, материалы	Техника безопасности и охрана труда
1	Очистить электродвигатель от пыли и загрязнений			КЕРОСИН ТЕХНИЧЕСКИЙ, КТ-1, ТУ 38-401-58-90, 0251290003 ВЕТОШЬ ОБТИРочная ХЛОПЧАТОБУМАЖНАЯ, БЕЛАЯ 70x80 100% Х/Б, 8186120002	
2	Измерить сопротивление изоляции обмоток возбуждения и якоря	не менее 1МОм	Мегомметр на 1000 В		
3	Снять с вала ведущую шестерню		Пресс для спрессовки шестерни		
4	При смене подшипника проверить радиальный зазор между верхним роликом и внутренним кольцом в свободном состоянии	со стороны коллектора не менее 0,105 мм, не более 0,125; с противоположной стороны не менее 0,15, не более 0,185			
5	Разобрать электродвигатель				
5.1	Установить электродвигатель на стелаж горизонтально		Уровень строительный		
5.2	Снять смотровые люка ТЭД, очистить от грязи, при необходимости отремонтировать	Порванные, изношенные уплотнения заменить.		Грубая резина, клей	
5.3	Вынудить щетки из обойм щеткодержателей, обернуть рабочую поверхность коллектора плотной бумагой, обвазать шнуром	Во избежание повреждения коллектора использовать плотную бумагу, поранит		Бумага плотная, поранит	

Рисунок 2 – Электронная технологическая карта

Также в сведения об операции технологического процесса заносятся сведения о необходимых компетенциях персонала, ссылки на нормативные и руководящие документы, требования техники безопасности и охраны труда и т.д. При этом полные тексты нормативных и руководящих документов также хранятся в КС ПТР и всегда доступны пользователю системы.

Опционально, любая операция или технологический процесс в целом могут быть визуализированы. Для визуализации техпроцессов ЦТИ предлагает использовать уникальную собственную разработку - полнофункциональную интерактивную анимацию.



[5ТС.300.174] Кожух (верхний-левый)	[5ТС.300.174] Кожух (верхний-левый)	1 шт.
[5ТС.300.213] Кожух (нижний-левый)	[5ТС.300.213] Кожух (нижний-левый)	1 шт.
[ДИННО.754162.004(8ТЛ.371.008)] Прокладка	[ДИННО.754162.004(8ТЛ.371.008)] Прокладка	2 шт.
[ДИННО.754162.005(8ТЛ.371.009)] Прокладка	[ДИННО.754162.005(8ТЛ.371.009)] Прокладка	2 шт.
[ДИННО.754162.008(8ТЛ.371.010)] Прокладка	[ДИННО.754162.008(8ТЛ.371.010)] Прокладка	2 шт.
[ДТЖИ.754141.154(8ТН.371.887)] Прокладка	[ДТЖИ.754141.154(8ТН.371.887)] Прокладка	3 шт.
[2 мт.032] Салфетка техническая	[2 мт.032] Салфетка техническая	10 шт.
[2 мт.035] Перчатки рабочие х/б	[2 мт.035] Перчатки рабочие х/б	1 пара
2.2 Внутреннюю необработанную поверхность кожуха загрунтовать грунтовкой ГФ-0119 красно-коричневой ГОСТ 23343-78.		
[2 ин.015] Кисть	[2 ин.015] Кисть	
[2 мт.030] Грунтовка ГФ-0119 красно-коричневая ГОСТ 23343-78	[2 мт.030] Грунтовка ГФ-0119 красно-коричневая ГОСТ 23343-78	1 кг
[2 мт.032] Салфетка техническая	[2 мт.032] Салфетка техническая	10 шт.
[2 мт.035] Перчатки рабочие х/б	[2 мт.035] Перчатки рабочие х/б	1 пара
2.3 Наружные поверхности кожуха покрыть эмалью ПФ-115 черной ГОСТ 6465-76		
[2 ин.108] Краскопульт КРУ-1	[2 ин.108] Краскопульт КРУ-1	
[2 ин.149] Респиратор РУ-60М	[2 ин.149] Респиратор РУ-60М	
[2 мт.034] Эмаль черная ПФ-115 ГОСТ 6465-76	[2 мт.034] Эмаль черная ПФ-115 ГОСТ 6465-76	0.6 кг
[2 мт.032] Салфетка техническая	[2 мт.032] Салфетка техническая	10 шт.
[2 мт.035] Перчатки рабочие х/б	[2 мт.035] Перчатки рабочие х/б	1 пара

Рисунок 3 – Интерфейс визуализации процессов

Ким С.И. Харитонов В.И. Долганова Е.В. Ким С.В. (ВНИКТИ)
Оперативная диагностика оборудования локомотива с помощью
встроенной экспертной системы «ЭСкадра».

Все серийно выпускаемые в настоящее время тепловозы оборудованы комплексной микропроцессорной системой управления (МСУ) со встроенной подсистемой диагностики. Последняя, наряду с регистрацией большого массива диагностической информации, выполняет предварительную обработку этой информации с последующим формированием тревожных сообщений (ТС) об отклонениях в работе оборудования локомотива с выдачей этих сообщений на экран устройства индикации (пультового дисплейного модуля (ДМ)). Одновременно поддерживается архив сообщений, позволяющий просмотреть последние 500 ТС.

Широкое применение микропроцессорной техники в системах управления современных локомотивов позволяет существенно повысить эффективность использования силового оборудования локомотива и улучшить его тягово-экономические характеристики.

Однако интенсивная замена локомотивного парка требует резкого расширения квалификации персонала, связанного с эксплуатацией, обслуживанием и диагностикой оборудования современных локомотивов и их систем управления. Повышение квалификации персонала эксплуатационных и ремонтных локомотивных депо до уровня, необходимого для успешного решения этих задач, представляет собой серьезную проблему, решение которой требует времени и серьезного методического обеспечения процесса обучения, которые в данных условиях отсутствуют.

Следствием дисбаланса между уровнем сложности оборудования современных локомотивов и уровнем квалификации эксплуатационного и ремонтного персонала в ряде ремонтных депо является снижение коэффициента готовности локомотивов за счет увеличения времени их восстановления после отказа, причем до 90% этого времени приходится на процесс локализации отказа.

По мере увеличения показателей надежности оборудования эта тенденция становится еще более заметной, поскольку уменьшение потока отказов оборудования сопровождается утратой навыков локализации его отказов обслуживающим персоналом и увеличением затрат времени на локализацию меньшего числа отказов.

Эффективным и малозатратным способом повышения качества технического обслуживания современных локомотивов является расширение функциональности оборудования МСУ, уже имеющегося на борту.

Повышение коэффициента готовности локомотива, оборудованного системой МСУ-Т(П,Э), может быть достигнуто за счет сокращения времени локализации отказов оборудования посредством применения в процессе технического обслуживания встроенной интерактивной экспертной системы (ЭС) тестовой диагностики оборудования локомотива.

Специалистами ОАО ВНИКТИ разработана и предлагается к внедрению экспертная система для оперативной тестовой диагностики оборудования тепловозов, оборудованных бортовыми микропроцессорными системами управления (МСУ) ОАО ВНИКТИ.

В системе реализована фреймовая модель представления знаний. Для каждого узла оборудования разрабатывается семантическая сеть, включающая от 20 до 80 фреймов. Разработаны 4 шаблона (протофрейма), три из которых являются описательными, один – ролевым. Набор слотов описательных фреймов позволяет формализовать описание практически любой элементарной проверки, которая может потребоваться для тестовой диагностики оборудования. Один из описательных шаблонов предназначен для ввода результата ручного контроля диагностического параметра оператором, два других – для анализа данных подсистемы бортовой диагностики, получаемых системой непосредственно в процессе тестирования. Ролевой шаблон предназначен для управления оборудованием локомотива в тестовом режиме.

Исходной информацией для построения семантической сети диагностирования узла является алгоритм проверки, разрабатываемый специалистом – экспертом. В поставку системы входит специальный редактор с интуитивно – понятным интерфейсом, позволяющий формировать экземпляры фреймов, устанавливать значения слотов связи и сохранять сформированные сети в виде бинарных файлов. При этом шаблон фрейма ручного контроля включает графический слот, что дает возможность сопровождать запросы к оператору большим количеством справочного материала, представленного как в текстовом, так и в графическом виде.

Система обеспечивает следующие функции:

- управление правами доступа к функциям ЭС различных категорий эксплуатационного и ремонтного персонала;

- реализация (совместно с устройством обработки информации (УОИ) МСУ) тестовых режимов работы оборудования тепловоза (включение/отключение релейно-контакторной аппаратуры посредством управления дискретными выходами (ключами), имитация срабатывания аппаратов посредством программного изменения дискретных входов, управление аналоговыми каналами);
- сохранение всех регистрируемых параметров в момент получения тревожного сообщения;
- формирование базы знаний (последовательности проверок) по разделам знаний (тестам) без изменения программного кода;
- поддержка разных баз данных для разных категорий эксплуатационного и ремонтного персонала;
- формирование тестов как на базе тревожных сообщений, формируемых МСУ, так и не связанных с ними, но необходимых для проверки различных групп оборудования;
- возможность добавления или исключения отдельных разделов базы знаний (тестов) без изменения других разделов;
- автоматическое формирование и отображение списка разделов (зарегистрированных в базе тестов) при старте ЭС;
- краткое описание каждого из зарегистрированных в базе тестов;
- подробное объяснение порядка выполнения каждой проверки с отображением фрагментов схем, расположения оборудования, органов управления и т.д.;
- автоматическое (без участия пользователя) выполнение проверок, связанных с анализом данных подсистемы диагностики МСУ;
- отображение процесса выполнения теста и обеспечение возможности перехода к каждому его шагу (проверке);
- сохранение протокола тестирования и возможность его последующего просмотра.

Совокупность бинарных файлов с описаниями семантических сетей, соответствующих узлам оборудования локомотива, представляет собой базу знаний системы. Отказ от использования СУБД для хранения знаний повышает требования к объему дискового пространства, необходимого для хранения базы, однако резко снижает требования к быстродействию компьютера и объему

оперативной памяти, что позволяет встраивать исполнительный модуль системы в программное обеспечение дисплейных модулей системы МСУ.

Файловое хранение описаний тестов позволяет создать отраслевую структуру накопления и распространения знаний, которая позволит повысить коэффициент готовности локомотивов за счет исключения непроизводительных пробегов локомотивов (до основного депо для выполнения ремонта) и сокращения времени простоя в ожидании ремонта.

Энергосберегающие технологии производства конструкционных материалов и деталей для железнодорожного транспорта с повышенными эксплуатационными свойствами

Введение.

В Российской Федерации железнодорожный транспорт имеет стратегическое значение, переоценить которое невозможно. ОАО «Российские железные дороги» перевозит в год свыше 1,3 млрд. пассажиров и 1,3 млрд. тонн грузов. В сумме это составляет около 80% совокупного оборота всех существующих в нашей стране видов транспорта. Технический прогресс на железнодорожном транспорте неразрывно связан с ростом скоростей, повышением осевых нагрузок, внедрением новых конструкций верхнего строения пути, применением новых композиционных и функциональных материалов. Это вызывает значительные изменения в условиях эксплуатации вагонного и локомотивного парка и, прежде всего, ходовых частей подвижного состава [1]. Важнейшими элементами железнодорожного транспорта являются изделия конструкционного назначения, такие как крышки колес, тормозные колодки, стрелочные переводы, контррельсы, усовики, крестовины и т.д. От технического состояния вышеуказанных конструкционных изделий в значительной степени зависит надежность и безопасность железнодорожного транспорта. Эксплуатация конструкционных изделий с какими-либо дефектами недопустима.

Актуальными проблемами остаются вопросы, связанные с повышением предела прочности и износостойкости ответственных деталей железнодорожного транспорта, таких как колеса, тормозные колодки, стрелочные переводы, крестовины и т.д. [1]. В настоящее время на подвижном составе используются уже морально устаревшие чугунные тормозные колодки и стрелочные переводы. Главный недостаток чугунных тормозных колодок в том, что соприкасаясь с поверхностью вращения колеса в процессе торможения, она может повредить колесо. Кроме того, колодки из чугуна быстро изнашиваются: примерно через месяц после установки она полностью приходит в негодность. Это касается и стрелочных переводов, многие из которых выработали свой срок.

В последние десятилетия активно ведутся разработки по созданию модификаторов микролегирования для получения металлических изделий конструкционного назначения с повышенными механическими и эксплуатационными свойствами. В качестве таких модификаторов используются угра- и нанодисперсных порошковые материалы на основе карбидов, нитридов, карбонитридов, или их смесей с оксидами и т.д.. Главным преимуществом таких

модификаторов является большое количество частиц, приходящихся на единицу объема расплава, т.е. являющихся центрами кристаллизации, что в значительной степени определяет эффективность измельчения кристаллической структуры материала, и как следствие значительное повышение прочностных и эксплуатационных свойств отливок. Однако, до сих пор не существует модифицирующего состава, который бы являлся эффективным и использовался в промышленных масштабах для производства широкой номенклатуры изделий чугуна и стали с высокими эксплуатационными свойствами. В работах [2-5] авторами было показано, что введение в расплав чугунов и сталей оксидов тугоплавких металлов и криолита позволяет значительно измельчать структуру и повышать механические свойства отливок. Поэтому целью настоящей работы является обобщение экспериментальных данных, демонстрирующих положительное влияние модифицирующей смеси на основе ультрадисперсных частиц оксидов тугоплавких металлов и криолита на структурно-фазовое состояние и механические свойства чугунов и стали.

Материалы и методы исследования.

В работе исследовали износостойкий чугун марки ИЧХ28Н2, серый чугун марки СЧ25, высокопрочный чугун ВЧШГ60, сталь 110Г13Л в литом состоянии. Все вышеуказанные отливки были получены на промышленных металлургических предприятиях по существующей на заводах технологии. В качестве модификатора использовали смесь, состоящую из оксидов тугоплавких металлов TiO_2 и ZrO_2 (с содержанием примесей Nb, Hf, Mg, Fe, Cr, Sr, Cu не более 5 %) и криолита (Na_3AlF_6). Модифицирующая смесь (МС) загружалась на дно разливочного ковша в количестве 0,3 масс. %. После выдержки расплава в печи производилась разливка чугуна в ковш с модификатором, где смесь выдерживалась в течение нескольких минут. После нескольких минут выдержки в разливочном ковше с модификатором чугун начинали разливать в формы.

Из чугуна марки ИЧХ28Н2 были отлиты лопатки дробильного оборудования на ОАО «Металлист» (г. Качканар) следующего состава: 1) немодифицированный: 2,86% C; 26,60% Cr; 1,68% Ni; 0,41% Si; 0,03% S; основа – Fe; 2) модифицированный: 2,82% C; 27,88% Cr; 1,48% Ni; 0,23% Si; 0,03% S; 0,08% P, 0,08% Cu, 0,03% Mo, основа – Fe.

Из серого чугуна марки СЧ25 были отлиты тормозные диски на ОАО «Ремонтно-механическом заводе «Енисей» (г. Красноярск) следующего состава: 1) немодифицированный: 4,09% C, 1,78% Si, 0,42% Mn, 0,13% S, 0,10% P, 0,20% Cr, 0,08% Ni, 0,10% Cu, основа – Fe; 2) модифицированный: 4,71% C; 1,78% Si; 0,45% Mn; 0,12% S; 0,11% P; 0,17% Cr, 0,09% Ni; 0,09% Cu; 0,02% Al, основа – Fe.

Из стали 110Г13Л были получены образцы крестовин для железнодорожных переводов на ОАО «Новосибирском стрелочном заводе» следующего состава: 1) немодифицированный: 1,2% С; 14,7% Mn; 0,5% Si; 0,03% Р; 0,001% S; 2) модифицированный: 1,2% С; 14,1% Mn; 0,5% Si; 0,03% Р; 0,001% S.

Результаты и их обсуждение.

Высокохромистый чугун марки ИЧХ28Н2. Качество отливок износостойкого высокохромистого чугуна оценивали по дендритной структуре, форме, распределению карбидов и фазовому составу матрицы. На рис. 1 представлена микроструктура немодифицированного и модифицированного высокохромистого чугуна в продольном и поперечном сечениях соответственно при одинаковом увеличении.

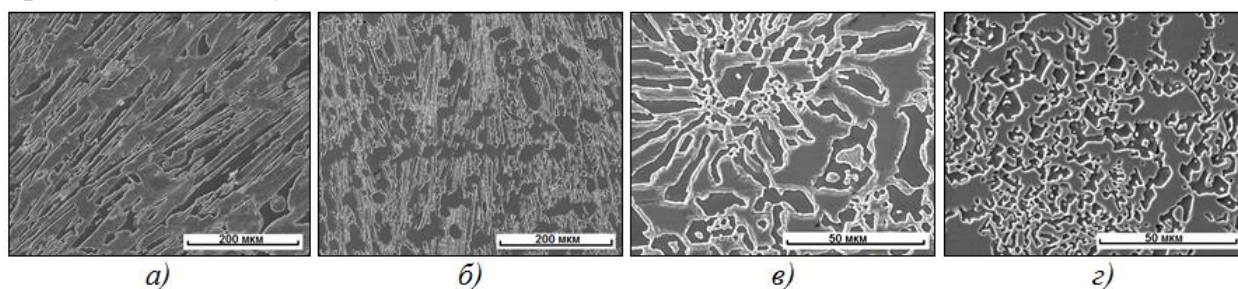


Рис.1. Микроструктура высокохромистого чугуна ИЧХ28Н2 в продольном (а, б) и поперечном (в, г) сечениях в немодифицированном (а, в) и модифицированном (б, г) образцах

Методами растровой и просвечивающей электронной микроскопии установлено, что частицы карбида $(\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$ обладают различной формой и размером (рис. 1 а, в). Распределены они в объеме отливки случайным образом, а объемная доля в различных металлографических шлифах составляет $\sim 30\div 50\%$. Размер карбидной фазы $(\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$ в продольном сечении имеет большой разброс и лежит в пределах от ~ 18 мкм до 409 мкм, при этом средний размер составляет ~ 89 мкм. Распределение размера карбида $(\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$ в поперечном сечении также характеризуется большим разбросом и лежит в пределах от ~ 3 мкм до 61 мкм, средний размер составляет ~ 15 мкм.

По данным растровой и просвечивающей электронной микроскопии после введения МС в модифицированном образце в продольном и поперечном сечениях наблюдается высокая концентрационная однородность фаз и упорядоченное распределение карбида $(\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$ (рис. 1 б, г). Согласно гистограмме распределения средний размер карбида $(\text{Cr,Fe})_7\text{C}_3$ в модифицированном образце в продольном сечении по сравнению с немодифицированным образцом уменьшился в 2 раза и составляет ~ 44 мкм. Изменился и диапазон размера частиц, при котором минимальный размер составляет ~ 4 мкм, а максимальный ~ 244 мкм,

что также существенно ниже немодифицированного образца. В поперечном сечении распределения $(Cr,Fe)_7C_3$ по размеру также характеризуется узким интервалом и лежит в диапазоне от ~ 1 мкм до ~ 22 мкм. После введения МС средний размер в поперечном сечении уменьшился более чем в 2 раза и составил ~ 6 мкм.

В таблице 1 представлены физико-механические характеристики отливок высокохромистого чугуна до и после модифицирования. Из таблицы 1 видно, что после введения МС увеличивается предел прочности на 53%, пластичность на 10,7 %, износостойкость.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики ИЧХ28Н2

Чугун	Плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа	Пластичность, %	Износ, мм
ИЧХ28Н2 исходный	7300	1600	9,3	0,16–0,17
ИЧХ28Н2 + МС	7800	2450	20	0,14–0,15

Серый чугун СЧ25. Качество отливок серого чугуна марки СЧ25 оценивали по морфологическим характеристикам и распределению пластинчатого графита, структуре матричной основы, дисперсности пластин перлита. На рис. 2 представлена микроструктура немодифицированного и модифицированного серого чугуна при одинаковом увеличении. При анализе микроструктуры образцов в первую очередь бросается в глаза изменения в характере распределения и размер пластинчатого графита. Из металлографического анализа поверхности шлифов видно, что для немодифицированного образца (рис. 2 а) характерно равномерное распределение графита пластинчатой формы в металлической матрице, при этом длина пластинчатого графита лежит в диапазоне от ~ 13 мкм до ~ 266 мкм, средняя длина составляет ~ 41 мкм. В металлической основе присутствуют сфероиды сульфида марганца (MnS), наличие которых подтверждается данными локального рентгеновского энергодисперсионного анализа и данными просвечивающей электронной микроскопии.

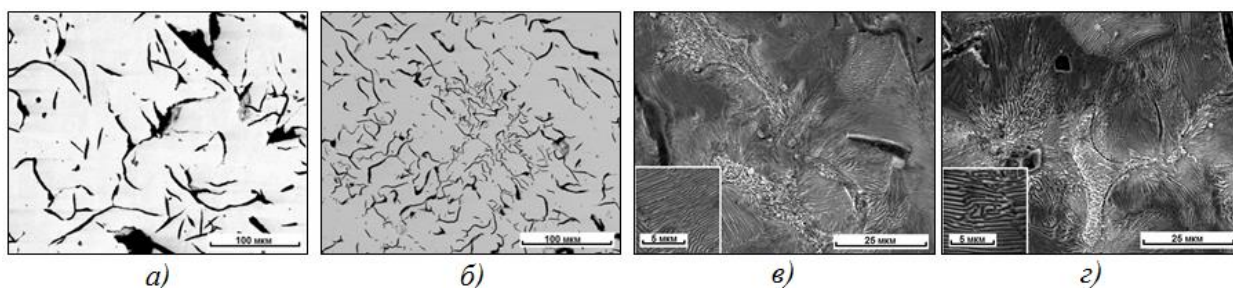


Рис.2. Микроструктура серого чугуна СЧ25 немодифицированного (а, в) и модифицированного (б, г) образцов: а, б) металлография; в, г) изображения растровой электронной микроскопии

После введения МС распределение пластинчатого графита в металлической матрице имеет вид колоний направленного строения, наблюдается значительное уменьшение размера длины пластинчатого графита (рис. 2 б). Размер длины пластинчатого графита после модифицирования лежит в диапазоне от ~6 до ~114 мкм, т.е. в 2 раза ниже по сравнению с немодифицированным образцом, средняя длина составляет ~30 мкм. Металлической основой немодифицированных и модифицированных образцов является перлит. Введение МС привело к изменению величины дисперсности пластин перлита (рис. 2 в, г). Дисперсность пластин в немодифицированном чугуне составляет $D \approx 0,57$ мкм, а после введения МС дисперсность пластин увеличилась и составила $D \approx 0,32$ мкм. Введение МС привело к незначительному повышению прочностных характеристик и повышению износостойкости на 12 % (табл. 2), что существенно важно для тормозных дисков, работающих на износ.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики СЧ25

Чугун	Плотность, кг/м ³	Предел прочности, МПа	Пластичность, %	Износ, мм
СЧ25 исходный	7100	900	0,16	0,26
СЧ25 + МС	7250	990	0,18	0,20

Сталь 110Г13Л. Качество образцов крестовин оценивали по размеру аустенитных зерен, количеству, форме и распределению неметаллических включений.

На рис. 3 а представлена оптическая металлография немодифицированного образца, из которой видно, что в матрице по границам и внутри зерен присутствуют неметаллические включения. Размеры основной части зерен высокомарганцевой аустенитной стали находятся в диапазоне от ~50 мкм до ~700 мкм, при этом средний размер зерна составляет ~287 мкм (рис. 3 а).

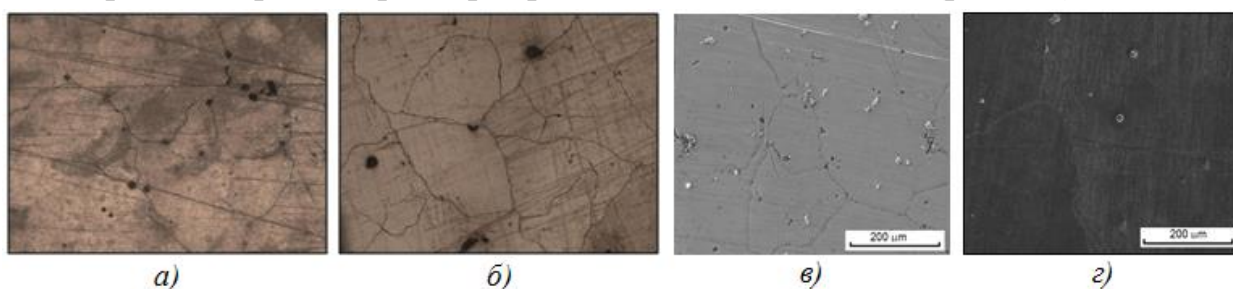


Рис.3. Микроструктура стали 110Г13Л немодифицированного (а, в) и модифицированного (б, г) образцов: а, б) металлография; в, г) изображения растровой электронной микроскопии

По данным растровой электронной микроскопии и локального рентгеновского энергодисперсионного микроанализа в немодифицированных образцах при горизонтальном разрезе на расстоянии 10–15 мм от нижней плоскости прилива во всех образцах наблюдаются неметаллические включения по границам и в внутри зерна (рис. 3 в). Они имеют размер $\sim 10\div 20$ мкм. По границам зерен неметаллические включения выделяются как в виде отдельных включений, так и в виде тонкой прослойки.

Введение МС в расплав повлияло на размер зерен, количество и характер распределения неметаллических включений в образцах крестовины. На рис. 3 б представлена оптическая металлография модифицированного образца, из которой видно, что количество неметаллических включений значительно сократилось, как в теле зерна, так и по границам зерен. Введение модификатора также привело к уменьшению размеров зерна. Размеры основной части зерен лежат в диапазоне от ~ 40 мкм до ~ 500 мкм, средний размер $\sim 184,9$ мкм.

Особенностью модифицирования высокомарганцевистой стали марки 110Г13Л предложенным модификатором является то, что вместе с измельчением зеренной структуры снижается количество неметаллических включений, загрязненность границ аустенитных зерен и повышается равномерность распределения структурных составляющих. При проведении механических испытаний было установлено, что в модифицированных образцах крестовины наблюдается незначительное повышение механических свойств (табл. 3). При сравнение механических свойств немодифицированных и модифицированных образцов отличия в показателях незначительные. Однако, если сравнить другие производственные отливки высокомарганцевой стали, полученные согласно ГОСТ 7370-98 с модифицированными образцами, то значения предела текучести, относительного удлинения, сужения и ударной вязкости в модифицированных образцах значительно превосходят требуемые показатели.

Таблица 3 – Механические свойства немодифицированных и модифицированных образцов крестовины

Сталь	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительно е удлинение, %	Относительн ое сужение, %	Ударная вязкость, кДж/м ²
110Г13Л исходный	872±1	482±1	36,8±0,05	29,9±0,05	2520±10
110Г13Л + МС	903±1	488±1	37,3±0,05	30,5±0,05	2660±10
ГОСТ 7370-98 [6]	800–900	360	25–30	22–27	2000–2500

Таким образом, исследовано влияние МС на основе оксидов тугоплавких металлов TiO_2 и ZrO_2 (с содержанием примесей Nb, Hf, Mg, Fe, Cr, Sr, Cu не более 5 %) и криолита (Na_3AlF_6) на структуру и физико-механические свойства чугунов и стали. Видно, что общим эффектом модифицирования для всех сплавов является значительное измельчение и однородность структурных составляющих, сокращается количество неметаллических включений внутри и по границам зеренной структуры. Многокомпонентность МС позволит добиться комплексного воздействия на расплав, за счет одновременного введения 4-5 компонентов, которые оказывают различный эффект: снижение брака в 5-10 раз, повышение физико-механических характеристик на 15-25 % и срока эксплуатации отливок в 1,5-2,5 раза за счет образования мелкокристаллической (мелкозернистой структуры) без образования дополнительных фаз. Экспериментальные значения показателей износостойкости в отливках после введения МС свидетельствуют о том, что возможно улучшить качество и эксплуатационные характеристики отливок, таких ходовых частей подвижного состава как тормозные колодки, крышки и втулки цилиндров и др., работающих при высоких динамических и статистических нагрузках и в тяжелых условиях износа. Использование доступных оксидных материалов позволяет повысить ресурсосберегаемость и эффективность при производстве конструкционных изделий.

Список литературы:

1. Продление срока службы рельсов и колёс. По материалам зарубежной печати// Вестник транспорта. 2002, №6, с.39-40.
2. А.П. Зыкова, М.Ю. Новомейский, И.А. Курзина, А.А. Никулина, А.С. Князев. Структурно фазовое состояние Fe-содержащих сплавов, модифицированных ультра- и наноисперсными порошками оксидов d-металлов // Обработка металлов, 2012. Т.57, № 4. – С.72–78.
4. А.П. Зыкова, И.А. Курзина, Лычагин Д.В., А.А. Никулина, М.Ю. Новомейский. Влияние модифицирующей смеси на основе ультра- и нанодисперсных порошков оксидов металлов на физико-химические характеристики чугуна марки ИЧХ28Н2 // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – Москва: Изд-во МИСиС, 2013. № 8. – С. 64-67.
5. А.П. Зыкова, А.В. Чумаевский, Д.В. Лычагин, И.А. Курзина, С.Ю. Тарасов, Т.В. Демент. Исследование износостойкости чугуна ИЧХ28Н2 при комплексном модифицировании // Известия ВУЗов. Физика, 2013. – Т. 56. – №12/2. – С. 116–120.
6. Федосеев С.Н., Зыкова А.П., Лычагин Д.В., Алфёрова Е.А., Курзина И.А., Новомейский М.Ю. Влияние модифицирования ультрадисперсными

- порошками оксидов тугоплавких металлов на свойства стали 110Г13Л // Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Энергосбережение. Экология. Новые технологии: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 25-27 ноября 2013г. – Белгород: ИД «Белгород» НИУ «БелГУ», 2013. – С. 93-96.
7. ГОСТ 7370-98. Крестовины железнодорожные типов Р75, Р65 и Р50. Технические условия, М.: 1999. 7 с.

**Экспериментальное исследование технологической подготовки
ремонта подвижного состава**

Исследования, направленные на совершенствование технологической подготовки производства (ТПП) на ремонтных предприятиях являются наименее изученным, но не менее важным аспектом организации сервисного обслуживания локомотивов.

В эксперименте рассматривается процесс технологической подготовки производства на ведущих ремонтных предприятиях г. Москвы, г. Санкт-Петербурга и г. Ярославля.

В эксперименте необходимо было оценить степень влияния таких факторов, как уровень трудовых и интеллектуальных ресурсов инженерного персонала, уровень автоматизации ТПП и комплектность входящей конструкторско-технологической документации (КТД) (на изготовление деталей подвижного состава) на трудоемкость работ по технологической подготовке ремонтного производства, и получить математическую модель. В качестве детали был выбран «Зубчатый венец».

Проводился эксперимент типа 23, где число факторов $k=3$, число уровней $r=2$, число опытов $N=8$, число повторных опытов $n=5$.

Значение уровней и интервалов варьирования факторов приведены в Таблице 1.

Таблица 1 - Значение уровней и интервалов варьирования факторов

Наименование и обозначение факторов	Уровни варьирования			Интервалы варьирования, [%]
	-1	0	+1	
Уровень инженерно-технических работников заводов – x_1 , [%]	32	47	62	15
Уровень автоматизации ТПП – x_2 , [%]	41	55	69	14
Комплектность входной конструкторско-технологической документации – x_3 , [%]	0	23	46	23

Варьируя граничными значениями вышеописанных факторов мы оценивали время на разработку КТД, а именно: чертеж зубчатого венца; ремонтный чертеж зубчатого венца; карта технологического процесса на ремонт зубчатого венца (КТП на ремонт включает карту ТП на изготовление); управляющую программу для токарной обработки.

После проведения опытов проводилась статистическая обработка полученных результатов в программе СТАТИСТИКА 6.0.

Математическая модель (Рис. 1) имеет следующий вид:

$$T = 132,05 - 9,9 \cdot U - 25,8 \cdot A - 51,35 \cdot K + 9,35 \cdot U \cdot A + 7,7 \cdot A \cdot K - 13,75 \cdot U \cdot A \cdot K,$$

где: U – уровень квалификации инженерно технических работников [%],

A – уровень автоматизации ТПП [%],

K – комплектность конструкторско-технологической документации [%].

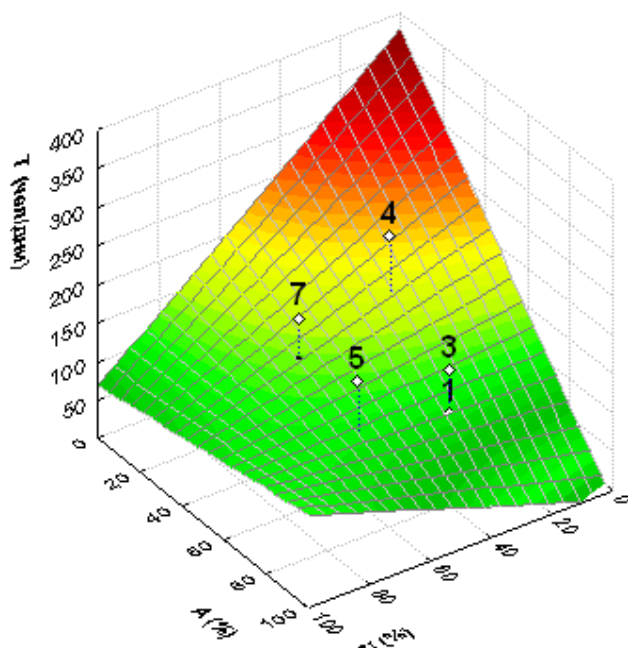


Рис. 1. Зависимость трудоемкости работ ТПП (T , [ч-дни]) от уровня инженерных работников (U , [%]) и уровня автоматизации (A , [%]), при $K=23\%$.

Таким образом, на основании проведенных исследований найдены зависимости трудоемкости работ по технологической подготовке ремонта подвижного состава от уровня трудовых и интеллектуальных ресурсов инженерно-технических работников, уровня автоматизации процессов ТПП и комплектности входящей конструкторско-технологической документации на изготовление, что позволяет наметить пути повышения эффективности и улучшения качества ТПП и обеспечить качество ремонта подвижного состава на стадии ТПП.

Данные исследования могут стать теоретической и методологической основой для создания автоматизированной информационной системы технологической подготовки ремонта подвижного состава.

Оценка технического состояния топливной аппаратуры тепловозных дизелей

Топливная аппаратура (ТА) является одной из важнейших систем дизеля, от удовлетворительного функционирования которой зависят экономические и экологические показатели работы всего двигателя и тепловоза в целом. Как следствие, большое внимание уделяется проблемам диагностики и оценки технического состояния (ТС) элементов ТА в ремонтных подразделениях. Большинство используемых в настоящее время стендовых методик оценки ТС ТА по некоторым показателям не в полном объеме позволяют оценить неисправности, влияющие на процесс работы дизеля. Поэтому потребность в разработке новых методов и средств оценки ТС является актуальной задачей.

Безразборный метод определения технического состояния форсунок тепловозных дизелей типа Д49 и Д100

Для оценки ТС работоспособности форсунок широкое применение нашел метод с использованием специальных опрессовочных стендов. На рис.1а представлена фотография опрессовочного стенда типа А106, который используется для оценки ТС форсунок дизельных двигателей. Оснащение стенда и технология проверки форсунок [1] позволяют относительно объективно определить такие показатели ТС как давление начала подачи топлива, гидравлическую плотность распылителя. Вместе с тем состояние сопловых отверстий и локализация неплотностей определяются на основании интегрального показателя – качества распыливания топлива, опираясь на визуальные и слуховые ощущения эксперта.

В настоящей работе предлагается метод оценки ТС форсунок основанный на анализе характеристик изменения давления в процессе впрыскивания топлива. Отличительной чертой предлагаемых мероприятий является простота доработки штатной конструкции стенда. На рис.1б показано дополнительное оборудование устанавливаемое на стенде: датчик линейного перемещения хода плунжера насоса стенда, датчик давления, установленный параллельно штатному манометру и регистрирующая аппаратура имеющая связь с персональным компьютером (ПК).

Для оценки ТС форсунок предлагается использовать следующие величины: зазор в сопряжении игла-корпус распылителя, характеризующий суммарные утечки в форсунке; начальная затяжка пружины иглы форсунки; жесткость пружины иглы форсунки; диаметр сопловых отверстий; ход иглы форсунки до ограничителя; максимальное, минимальное, остаточное давление, а также перепад давления в процессе впрыска топлива.

a*б*

Рис.1. *Опрессовочный стенд типа А106 (а) и модернизированный стенд с указанием дополнительно установленного оборудования (б): 1 – блок индикации, сбора, обработки и передачи данных; 2 – тензoeлектрический датчик давления топлива в трубопроводе высокого давления стенда; 3 – датчик линейного перемещения хода плунжера насоса стенда.*

Для целей определения ТС форсунки на стенде используется метод, в основе которого лежат положения параметрической идентификации [2]. В этом случае задача определения ТС форсунки сводится к поиску такой комбинации представленных выше величин, при которой осциллограмма давления в трубопроводе стенда (с датчика давления) и расчетная зависимость этого же сигнала, полученная с использованием математического моделирования процесса впрыска, будут наиболее близки. Весь процесс оптимизации выполняется с использованием специально разработанного в среде «Delphi7» программного обеспечения.

Работоспособность предложенного метода определения ТС форсунок тепловозных дизелей с использованием модернизированного стенда подтверждена экспериментальными исследованиями, проводимыми в лаборатории кафедры «Локомотивы» ДВГУПС на форсунках дизелей типа Д49 и Д100 [3].

Таким образом, разработанный метод стендовой диагностики форсунок тепловозных дизелей позволит осуществлять количественную оценку важнейших характеристик работы форсунки при традиционной технологии проверки на опрессовочном стенде без ее разборки и последующего микрометрирования.

В настоящее время сотрудниками лаборатории при участии студентов ведутся работы по применению предложенного метода идентификации ТС форсунок непосредственно на тепловозном дизеле. С этой целью разрабатывается переносной механотестер для оперативной оценки ТС, принципиальная схема которого показана на рис. 2 [4].

При приведении в возвратно-поступательное движение рукоятки 1 механотестера, топливо из емкости 6 поступает через питающий топливопровод в надплунжерную полость топливного насоса высокого давления 2 за счет разрежения. В процессе нагнетания топливо перетекает из надплунжерной полости через нагнетательный клапан в канал высокого давления, совмещенный с аккумулятором 3, а далее поступает к испытуемой форсунке 5. Для измерения давления используется датчик 4, установленный в аккумуляторе 3.

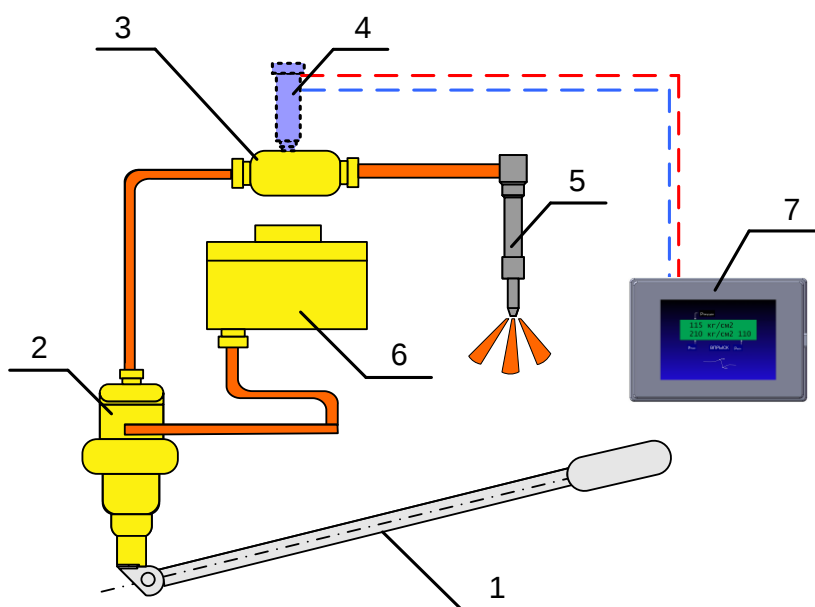


Рис.2. Принципиальная схема механотестера для экспресс оценки ТС форсунок непосредственно на дизеле: 1 – рукоятка; 2 – топливный насос высокого давления; 3 – аккумулятор; 4 – тензoeлектрический датчик; 5 – испытуемая форсунка; 6 – бак с топливом; 7 – блок сбора и отображения данных.

Предполагается, что использование данного механотестера позволит по ряду характеристик (максимальное, минимальное, остаточное давление, перепад давления в процессе впрыскивания, затяжка и жесткость пружины форсунки) оценить ТС форсунок. В случае выявления отклонений в работе, произвести их демонтаж с дизеля и продолжить процесс диагностирования в ремонтном подразделении при помощи представленного выше метода идентификации с использованием модернизированного стенда типа А106.

Стенд для определения производительности топливного насоса высокого давления дизеля Д49

Определение производительности топливного насоса высокого давления (ТНВД) является стандартной процедурой на участке ТР-3 в любом ремонтном депо. На сегодняшний день все предложения по выбору стендов выпускаемых серийно, так или иначе, связаны с Омским «Научно-производственным предприятием центром Транспорт». Наш опыт выполнения научно-исследовательских работ показал, что существенным недостатком всех серийно выпускаемых стендов является невозможность имитировать реальные, соответствующие работе на дизеле, условия работы в топливной аппаратуре. Во-первых, впрыск топлива на всех стендах осуществляется в атмосферу, в то время как на дизеле давление за соплами форсунки в 20-50 раз больше атмосферного. Во-вторых, в угоду компоновки стенда форсунки и секции ТНВД обычно устанавливают так, что линия высокого давления значительно отличается от условий на дизеле не только конфигурацией, но и продолжительностью. Обычно для соединения форсунок с ТНВД применяются трубопроводы в несколько раз длиннее штатных, что существенно влияет на волновой процесс в трубопроводе. В-третьих, форсунки на стенде, как правило, не крепятся жестко к несущей конструкции, что вызывает нетипичные для условий работы на дизеле вибрации трубопровода. И, наконец, в конструкциях существующих стендов недостаточно внимания уделяется измерительной аппаратуре. Все описанные выше недостатки приводят к тому, что трудно говорить о высокой точности при диагностики любого узла ТНВД, в том числе и при определении производительности насоса.

Поэтому в качестве альтернативы вышеописанного стенда предлагается стенд, для диагностики ТА современного дизеля Д49. Фрагмент стенда представлен на рисунке 3.



Рис.3. Фрагмент предлагаемого стенда

Особенностью данного стенда является максимальная имитация работы ТНВД на дизеле. Это достигается:

- аналогичным взаимным расположением ТНВД и форсунки с тем как они установлены на дизеле;
- применением штатной трубки высокого давления (ТВД);
- жестко установленной форсункой в герметичной емкости, благодаря которой осуществляется впрыск топлива в среду с противодавлением, подобно тому, как это происходит на дизеле;
- возможностью регулирования и фиксирования температуры топлива средствами стенда;
- использованием асинхронного электродвигателя и частотного преобразователя позволяющего задавать любую частоту вращения кулачкового вала.

С помощью дискретных датчиков уровня топлива, входящих в состав стенда, достигается максимально точное определение производительности насоса. Благодаря датчику давления, установленному на ТВД, имеется возможность наблюдать за сигналом давления. Данный стенд защищен патентом на полезную модель [5].

В заключении необходимо отметить, что достоверность и своевременность определения неисправностей и разрегулировок ТА в условиях ремонтных подразделений с использованием современных стендовых методов позволит повысить объективность оценки ТС, уровень автоматизации при проведении

диагностических испытаний, а также создаст предпосылки для прогнозирования сроков замены или следующей проверки элементов ТА.

Библиографический список

1. Федотов, Г.Б. Топливные системы тепловозных дизелей. Ремонт, испытания, совершенствование / Г.Б. Федотов, Г.И. Левин - М.: Транспорт, 1983. – 192 с.
2. Коньков, А.Ю. Количественное оценивание износов и разрегулировок тепловозного дизеля по данным индицирования рабочих процессов [Текст] / А.Ю. Коньков, В.А. Лашко, В.Г. Кочерга // Вестник Самарского университета путей сообщения. – 2009.-Вып. 5(17). – Т.1. – С.102-109.
3. Коньков, А.Ю. Диагностика технического состояния форсунок тепловозных дизелей в условиях ремонтного производства [Текст] / А.Ю. Коньков, В.Г. Кочерга. - Двигателестроение. – 2010. - №2. – С. 15-19.
4. Коньков, А.Ю. Оценка технического состояния распылителей форсунок дизелей с использованием механотестеров топливной аппаратуры [Текст] / А.Ю. Коньков, В.А. Лашко, В.Г. Кочерга // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2010. - № 2 (17). – С. 111-120.
5. Пат. 120469, Российская Федерация, МПК F02М 65/00. Стенд для диагностики топливной аппаратуры [Текст] / Коньков А.Ю., Яранцев М.В. Заявитель и патентообладатель ДВГУПС. – №2012113456/06; заявл. 06.04.2012, опубл. 20.09.2012, Бюл.№26.

Обоснование тактики то, тр локомотивов при продлении срока эксплуатации

Введение. В условиях продолжения эксплуатации локомотивов достигших или превысивших нормативный срок эксплуатации значительно возрастают требования к обеспечению их надежности как эксплуатации, так и качеству обслуживания и ремонта. В этой связи необходимо изменить подходы к техническому обслуживанию и ремонту локомотивов, чтобы максимально повысить их эффективность, улучшить использование материалов и рабочей силы, а также минимизировать время простоя и количество неисправностей узлов локомотивов.

Актуальность темы. Определяется необходимостью совершенствования существующей системы ремонта и технического содержания локомотивов с целью снижения эксплуатационных расходов, обеспечения необходимого уровня надежности оборудования, особенно наиболее ответственных узлов, отказы которых могут привести к нарушению требований безопасности движения. Исследование и выполненные на его основе практические разработки определяются общим требованием сокращения затрат на эксплуатацию, что соответствует основным целям и задачам структурной реформы железнодорожного транспорта.

Научно-технический прогресс в создании контрольно-измерительных приборов и диагностических систем достиг уровня, позволяющего перейти к созданию комплексной системы содержания локомотивов, которая способна обеспечить выполнение ремонта и технического обслуживания с учетом фактического технического состояния [1].

Изложение основного материала. Многолетняя практика эксплуатации локомотивов показала, что традиционная система содержания локомотивов не способна в такой мере обеспечивать возросшие требования по обеспечению эффективности использования локомотивов. Официальные документы и состояние локомотивного парка подтверждают, что эксплуатируемые локомотивы достигли критической точки по ресурсу.

Вынужденные действия поддержания технического состояния оборудования локомотивов ограничены в рамках обеспечения эффективного использования локомотивного парка. В соответствии с этим актуальной задачей

является необходимость пересмотра подходов к системе содержания локомотивов.

Анализ как научных исследований, так и практического опыта показывает необходимость перехода на индивидуальную систему ТО, ТР локомотивов с точки зрения реального состояния оборудования. Внедрение отдельного диагностического оборудования не носит системного характера и иногда довольно затратное.

Опыт работы зарубежных локомотивов указывает на необходимость оптимизации функции контроля индивидуального состояния локомотива в эксплуатации с одновременным глубоким анализом его состояния при организации ТО, ТР.

В этих условиях необходимо корректировать как техническое состояние локомотива, так и объем работ, необходимый для обеспечения эффективного его использования, особенно в период сверх нормативного использования.

В условиях экономического кризиса, дефиците экономических и производственных ресурсов возникает задача контроля и корректировки как пробега, так и объемов ТО, ТР для них.

А это в свою очередь требует поиска путей обеспечивающих решение этой задачи.

Своевременное и целесообразное по глубине и объему работ по ТО, ТР позволяют поддерживать показатели надежности локомотивов и оптимизировать эксплуатационные расходы. Как показывает опыт, в ряде случаев можно достичь необходимых показателей надежности за счет оптимизации соответствующих ремонтных работ.

На практике в большинстве случаев корректируют организацию ТО, ТР, что позволяет в какой-то мере минимизировать суммарные расходы, включая затраты на неплановые ремонты и потери в результате ухудшения эффективности функционирования локомотивного парка.

Определив периоды проведения плановых ТО, ТР в условиях приближения или превышение срока эксплуатации, можно достичь максимально возможные значения показателей качества функционирования оборудования локомотивов [2].

В качестве основных показателей качества функционирования локомотивов целесообразно использовать два показателя надежности: коэффициент готовности и коэффициент оперативной готовности, а также два экономических показателя:

среднее удельное прибыль от эксплуатации локомотивов в единицу времени и средние суммарные затраты на единицу работы.

Анализ опыта организации ТО, ТР локомотивов как в отдельных отраслях нашей стране, так и за рубежом показывает, что имеются различные подходы и решения по оптимизации организации ТО, ТР [2, 3].

Приоритетным остается формирование системы ТО, ТР эффективно обеспечивающих транспортных средств в оптимальных границах.

Можно выделять такие подходы к организации содержания локомотивного парка:

1. Эксплуатация локомотивов до возникновения внеплановых ремонтов (НР), при возникновении которых выполняется полное восстановление систем локомотива, которые отказали.
2. Проведение плановых ТО, ТР и НР, которые обеспечивают полное восстановление работы систем локомотивов, причем НР проводит сразу, после возникновения отказа. Возможна перепланировка времени ТО, ТР.
3. Проведение только плановых ТО, ТР, которые полностью обеспечивают восстановление локомотивов, а при определении отказов в этот период выполняется НР.
4. В процессе эксплуатации локомотивов выполняются НР тех систем, которые отказали.
5. Выполняются последовательное восстановление систем локомотива на НР, а также плановые ТО, ТР локомотивов при достижении нормативных пробегов. Предполагается корректировка времени проведения следующих ТО, ТР после проведения предыдущих.

В нашей стране получила развитие третья система организации ТО, ТР, предусматривающая в том числе определение технического состояния ТПС с помощью специального диагностического оборудования. При положительных факторах такой организации ТО, ТР следует отметить, что системой не предусматривается корректирование объемов ТО, ТР и пробегов со временем эксплуатации локомотивов, но может быть переходной к внедрению новых подходов.

Очевидно, что четвёртая система содержания ТПС для современных систем ограничена и довольно опасная. Система содержания по 1 варианту также не может широко использоваться по причинам обеспечения непрерывности перевозочного процесса, в условиях реализации этой системы будет нарушено.

Система 2 возможна при обеспечении оперативного устранения аварийного отказа и требует специальной организационно-технического использования подготовки ремонтного хозяйства. Например, передвижные ремонтные комплексы.

Наиболее перспективным вариантом в нынешних условиях является система 5, внедрение которой может быть возможным при формировании базы данных, которая включает:

- формирование функции распределения времени работы до отказа i - й подсистемы $F_i(t_i)$ $i = 1, \dots, m$;
- определение среднего времени работы до отказа i - й подсистемы, T_i ;
- определение среднего времени НР i - й подсистемы при ее отказе t_i ;
- определение времени плановых ТО, ТР (на период планирования принимаем, как $T_{П}$);
- определение затрат на единицу времени при проведении НР i - й подсистемы C_i ;
- определение затрат на единицу времени при проведении плановых ТО, ТР $C_{П}$;
- определение прибыли за единицу времени при безотказной работе системы C_0 ;
- определение среднего времени работы ТПС при перевозках.

Математическое решение этой задачи предполагает определение для каждой i - й подсистемы функции восстановления $H_i(t)$ из интегрального уравнения

$$H_i(t) = F_i + \int_0^t H_i(t-x) dF_i(x) \quad (1)$$

Для этого используем преобразование Лапласа

$$H_i^*(x) = \frac{F_i^*(x)}{1 - F_i^*(x)} \quad (2)$$

где $H_i^*(x)$ - преобразование Лапласа для функции $H_i(t)$;

$F_i^*(x)$ - преобразование Лапласа для функции $F_i(t)$.

Определение этого преобразования выполняется из уравнения

$$F^*(x) = x \int_0^{\infty} e^{-xt} F(t) dt \quad (3)$$

Дальнейшие математические преобразования предусматривают определение функции $H_i^*(x)$, ее проекцию $H(t)$ и производную $H'(t)$.

Поиск значений $H(t)$ целесообразно выполнять по данным [4, 5].

Определение функции $\varphi(x)$ удобно выполнять графически (рис. 1).

Функция $\varphi(x)$ определяется как $\varphi(x_0) = \kappa \cdot \frac{T_{\Pi}}{t_i}$, где κ зависит от функции распределения времени работы до отказа $F(t_i)$. Максимальному значению $\varphi(x)$ соответствует функция $\varphi(x_0)$, значение x_0 позволяет определить $\tau_0 = \kappa_1 \cdot x_0$

Рис. 1 График для определения оптимальных периодов профилактик

Тогда коэффициент готовности будет иметь вид

$$\kappa_r = \frac{1}{1 + t_i H'(t_0)} \quad (4)$$

Благодаря своевременному выявлению скрытых отказов и выполнению действительно необходимого объема с ТО, ТР коэффициент готовности увеличивается. В свою очередь это позволяет определить срок проведения следующего ТО, ТР с уменьшением удельных затрат и увеличения удельной прибыли от эксплуатации локомотивов [4].

Выводы:

1. При решении задач выбора вариантов содержания локомотивов при увеличении срока их эксплуатации следует учитывать целесообразность корректировки как сроков, так и объемов работ по ТО, ТР.
2. При достижении сроков эксплуатации локомотивов близких к нормативным следует формировать и использовать базу данных для формирования функции распределения работы подсистем локомотивов до отказа, среднего времени работы до отказа, сроков проведения ТО, ТР, времени эксплуатации локомотивов при выполнении перевозок.
3. Предложенный подход позволит формализовать процесс поиска и решения задач корректировки технологических процессов ТО, ТР локомотивов.
4. В современных условиях необходимо обеспечение плановых мероприятий по оценке технического состояния и выполнение в соответствии с этим работ по ТО, ТР локомотивов.

Список использованной литературы

1. Наговицын Виктор Степанович. Совершенствование системы ремонта тягового подвижного состава железных дорог с учетом фактического технического состояния : диссертация ... доктора технических наук : 05.22.07 Москва, 2006 250 с.

2. Тартаковский Э.Д. Методы оценки жизненного цикла тягового подвижного состава железных дорог: Монография / Э.Д. Тартаковский, С.Г. Грищенко, Ю.Е. Калабухин, А.П. Фалендыш. – Луганск: Изд-во «Ноулидж», 2011. – 174 с. Ил. 63, табл. 12, список лит. 191 наим.
3. Данко П.Е., Попов А.Г., Кожевникова Т.Я. Высшая математика в упражнениях и задачах: Учеб. пособие для студентов втузов. В 2-х ч. Ч. II – 4-е изд., испр. и доп. – М.: Высш. шк., 1986. 415 с., ил.
4. Крашенінін О.С. Розвиток наукових основ визначення системи утримання локомотивів при подовженні терміну експлуатації понад нормативний: Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук. – Харків: Видавництво УкрДАЗТ, 2013.
5. Галкин В.Г., Парамзин В.П., Четвергов В.А. Надежность тягового подвижного состава. Учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. М.: Транспорт, 1981, 184 с.

Диагностирование работы валов отбора мощности постановкой датчиков с бегущим магнитным полем

Для устойчивой и эффективной работы двигателей чрезвычайно важной задачей является обеспечение надежности машины. В процессе эксплуатации могут возникать биения вала. Сущность этого явления заключается в том, что геометрическая ось вала смещается от своего исходного положения. Этот режим работы характеризуется наличием избыточного ускоряющего момента на валу, что в свою очередь может повлечь за собой разрушение машины. Своевременное выявление биения вала повышает надежность работы двигателя, а так же снижает себестоимость его ремонта.

Информационно-измерительная система на базе датчика с бегущим магнитным полем позволяет точно измерить биение. Датчик представляет собой статор электромагнитной системы, роль ротора датчика выполняет контролируемый вал, положение которого в любой момент времени контролируется. Особенностью такой системы является то, что ее исходным состоянием является симметричное расположение вала относительно датчика. Всякое нарушение симметрии системы приводит к изменению выходного сигнала - переменного напряжения, несущего информацию об измеряемых величинах: амплитуде, пропорциональной значению, и фазе, указывающей направление смещения вала. Таким образом, датчик для измерения биений вала является двухкоординатным.

Рисунок 1. Структурная схема измерительной системы.

Схема включает в себя:

- Блок задания исходных данных, который отслеживает параметры напряжения подаваемое на генератор;
- Блок программного обеспечения;
- Преобразователь — преобразует сигнал полученный с датчика;
- Датчик с бегущим магнитным полем;
- База данных — для сохранения обработанных данных;
- Блок сигнализации — предупреждающий о недопустимом биении вала, выведенный на пульт машиниста.

На датчик подается напряжение питания несколько вольт переменного тока, сдвинутые относительно друг друга на 90° , при биении вала относительно оси корпуса соответствует появлению напряжения на выходе системы, фазовый сдвиг выходного напряжения относительно заданного будет равен углу смещения вала. Обмотки датчика в перпендикулярных плоскостях получают питание от преобразователя, по сигналу полученному от компьютера. Для снижения погрешностей работы системы, целесообразно напряжение поступающее с преобразователя на первую обмотку подать на вторую обмотку со сдвигом на 90° . Полученные сигналы с датчика обрабатываются на компьютере с применением программного обеспечения в среде Matlab.

В динамическом режиме работы абсолютное значение биения вала изменяется во времени по периодическому закону. Такой закон изменения биения вала характерен для устройств с кривошипно-шатунным механизмом. Частота изменения биения определяется скоростью вращения вала. В реальных условиях скорость может изменяться от нескольких оборотов, до тысячи оборотов в минуту.

При обработке данных выявляется максимальное значение напряжения. Последовательно сравнивая значения за период измерения выявляет фазовый сдвиг между входным и выходным напряжениями, эта разница напряжения пропорционально смещению вала. Полученные данные сохраняются в базе данных и выводятся на панель.

Предложенная система имеет ряд преимуществ:

- Обеспечивает измерение биения валов отбора мощности с высокой точностью;
- Своевременное выявление разрушения подшипников и соединительных муфт;
- Имеет малые габариты, что позволяет провести модернизацию на базе ремонтного депо;
- Низкое энергопотребление;
- Снижение затрат на ремонт локомотивов;

Литература:

1. Гаврина О.В., Шатова Ю.А. Анализ двухфазного режима работы информационно-измерительной системы на основе датчика биения вала с бегущим магнитным полем. Современные проблемы науки и образования. - 2013. - №2;

2. Гаврина О.В. Измерение биение валов. Методы, средства, эффективность. Электронный научный журнал Argori. Серия: Естественные и технические науки. - 2013. - №1;
3. Новгородцев А.Б. Расчет электрических цепей в Matlab: Учебный курс. - СПб.: Питер, 2004.

Леонов А.Е. Евстафьев А.М. Ролле И.А. (ПГУПС)
Использование диагностической информации аппаратуры
управления электровоза 2ЭС4к для мониторинга его технического
состояния

В связи с устойчивой тенденцией роста стоимости отказов, а также учитывая постоянное усложнение конструкции локомотивов, всё более высокие требования надёжности предъявляются к работе их оборудования.

Практика эксплуатации локомотивов выявила значительные вариации ресурсов их узлов и деталей, зависящих от качества их изготовления и ремонта, режимов нагружения, срока эксплуатации, даже при строгом соблюдении норм системы планово-предупредительного ремонта. Эти вариации ресурса свидетельствуют о необходимости диагностирования оборудования локомотивов с целью выявления необходимости проведения технического обслуживания или текущего ремонта по фактическому состоянию.

Широкое внедрение систем технического диагностирования интегрированных в аппаратуру управления современных локомотивов, позволяющих быстро локализовать неисправность, является важным информационным резервом повышения надёжности и эффективности их эксплуатации.

К настоящему времени в мировой практике накоплен достаточный опыт управления надёжностью локомотивного парка на основе данных, использующих, в том числе, и информацию бортовых систем технического диагностирования. В результате обработки диагностической информации по работе отдельных систем, а также учитывая данные инструментального контроля различных узлов, производимых в ходе очередных технических обслуживаний (например, колёсных пар), осуществляется прогноз, а также своевременное выявление их предотказных состояний, определяется очерёдность постановки локомотивов эксплуатируемого парка на техническое обслуживание или ремонт, примерный объём необходимых работ. С определённой точностью высчитывается остаточный ресурс по отдельным узлам и агрегатам каждого локомотива. В результате снижается ущерб от порч локомотивов в поездной работе, сокращается количество неплановых ремонтов, что и определяет экономический эффект.

В 2014 году для обслуживания грузового движения на Октябрьскую железную дорогу стали поступать электровозы серии 2ЭС4к. Микропроцессорная система управления электровозов имеет возможность выполнять диагностические функции по достаточно большому перечню параметров работы оборудования, как перед началом работы, так и в пути следования и стоянках на станциях, а именно:

- производить контроль параметров и состояния оборудования электровоза;
- своевременно информировать машиниста о возникновении аварийных или предаварийных ситуаций;
- определять причины отклонения параметров оборудования от допустимых значений с выдачей рекомендаций;
- выявлять некорректные действия машиниста с выдачей сообщений;
- передавать информацию в систему регистрации для записи диагностируемых параметров для последующего анализа.

Записанные параметры работы оборудования доступны ремонтному персоналу депо, но в настоящее время, в связи с непродолжительным опытом эксплуатации используются лишь частично, без чёткой систематизации и анализа по отношению ко всему парку локомотивов. Имея большие возможности, система диагностики используется в основном в режиме подсказки – для поиска и устранения неисправностей.

Однако для управления надёжностью всего парка локомотивов полученные отдельные данные по событиям и отказам электровозов должны быть накоплены и строго систематизированы. По этим данным должны быть получены определённые статистические оценки, изучены процессы старения узлов и деталей, условия и режимы эксплуатации. Только тогда появляется возможность судить о причинах отказов и осуществлять корректирующие действия для повышения надёжности.

В области управления надёжностью и качеством продукции именно статистический подход доказал свою эффективность и широко используется на предприятиях машиностроения.

С этой целью на базе крупных ремонтных депо целесообразно организовать группы диагностики. При этом важным остаётся вопрос о методиках, которые необходимо внедрить для сбора и анализа диагностической информации. Здесь, прежде всего, следует обратиться к методикам, рекомендованными государственными стандартами серии 27 – «Надёжность в технике».

В современной практике для анализа данных, выявления закономерностей и причинно-следственных связей событий и отказов также используются следующие инструменты:

- контрольные карты;
- причинно-следственные диаграммы;
- регрессионный анализ;
- корреляционный анализ;
- диаграммы Парето.

Методики использования перечисленных инструментов также нашли отражение в государственных стандартах. Рассмотрим возможность их использования на различных этапах поиска причин отказов (табл.1).

Таблица 1 «Примерный алгоритм выявления причин отказов»

№	Наименование этапа	Характеристика этапа и используемые инструменты
1	Определение критичности отказов и прочих несоответствий	Как правило, критичность отказа определяется его влиянием на безопасность движения или стоимостью самого отказа. Для идентификации критических отказов возможно использование диаграммы Парето, но зачастую достаточно опыта работников
2	Выявление возможных причин отказов	Указывается связь между событием (отказом) и возможными определяющими факторами, как первичными, так и вторичными. Результаты оформляются в виде причинно-следственных диаграмм
3	Сбор, накопление и обработка статистической информации	Сбор систематизация статистической информации по отказам каждого узла, с указанием фактической наработки, завода изготовителя, и проводимых ремонтов и т.д., расчёт статистических характеристик надёжности. Использование средств инструментального контроля и бортовых средств диагностики для сбора информации по изменению определяющих факторов (например, величина тока тяговых двигателей, время следования под током, величина напряжения в контактной сети и т.д.)
4	Определение степени влияния изменения отдельных факторов на возникновение отказов и идентификация основных причин	Использование корреляционного или регрессионного анализа
5	Корректирующие воздействия	Работы по устранению причин, вызывающих отказы, рекламационная деятельность, контроль за соблюдением технологии ремонта, работы по повышению надёжности узлов и т.д.

Контрольные карты позволяют отслеживать динамику изменения контролируемого параметра во времени, прогнозировать его дальнейшее изменение и заранее применять корректирующие действия.

Рис. 1. Пример использования контрольных карт для мониторинга сопротивления цепей управления электровоза относительно корпуса

На рисунке 1 для примера представлена контрольная карта последовательных замеров сопротивления цепей управления электровоза относительно корпуса, выполняемых на очередных технических обслуживаниях и ремонтах. Из карты видно, что до шестого замера изменение сопротивления не подчинялось никакой закономерности, однако далее чётко отслеживается общая тенденция к его снижению. С большой долей вероятности можно утверждать, что

на промежутке времени между замерами 10 и 11 сопротивление изоляции упадёт ниже 0,5 Мом.

Подводя итог можно сказать, что диагностическую информацию, помимо поиска и устранения неисправностей, можно использовать для:

- интегральной оценки технического состояния каждого локомотива по отклонениям параметров работы его систем;
- планирования постановки локомотива на техническое обслуживание или ремонт;
- для идентификации причин отказов оборудования;
- выявления динамики изменения основных параметров работы оборудования во времени с целью прогнозирования остаточного ресурса.

**Повышение надёжности вспомогательных машин электровозов
переменного тока путем простой модернизации**

Сегодня на сети Российских железных дорог эксплуатируется значительное число грузовых электровозов переменного тока. Такие локомотивы предназначены для перевозок на самых грузонапряженных магистралях страны. В этом свете крайне негативным является тот факт, что большое число отказов грузовых электровозов переменного тока происходит по причине выхода из строя вспомогательных машин.

Проводя анализ схем питания вспомогательных машин отечественных грузовых электровозов переменного тока (ВЛ80, ВЛ85, 2ЭС5К), можно отметить, что на них используется схема расщепления однофазного переменного тока в трёхфазный, концепция которой была разработанная ещё в середине двадцатого века. Принцип построения такой схемы основан на применении фазосдвигающего конденсатора для создания трехфазного напряжения, питающего асинхронные электродвигатели. Данный тип двигателя был выбран для привода вспомогательных машин, так как он обладает высоким коэффициентом полезного действия, простотой изготовления, а также высокой надежностью. Однако в полной мере все перечисленные достоинства асинхронного электродвигателя проявляются лишь в случае наличия качественной симметричной трехфазной питающей сети, что не характерно для отмеченных выше серий грузовых электровозов переменного тока, где используется конденсаторная схема расщепления фаз.

Конденсаторная схема расщепления действительно позволяет достигать симметрии напряжений, однако это возможно при соблюдении ряда условий: номинальное значение питающего напряжения, номинальная нагрузка, строго постоянная величина фазосдвигающей ёмкости. Очевидно, что выполнение таких жестких требований невозможно, так как на практике величина напряжения в контактной сети изменяется в широких пределах, нагрузка на вспомогательные машины не постоянна, а ёмкость фазосдвигающего конденсатора изменяется с течением времени по причине старения.

В столь жестких условиях эксплуатации асимметрия питающего напряжения достигает крайне высоких значений, что приводит к существенному возрастанию токов обратной последовательности, которые вызывают чрезмерный нагрев асинхронного двигателя, а также повышенные вибрации ротора. Данные явления становятся причиной высокого числа отказов, приводя к таким

неисправностям как выплавление стержней ротора, пробой изоляции, разрушение подшипникового узла.

Одним из вариантов решения проблемы стало применение так называемых вращающихся фазорасщепителей (пусковой двигатель на электровозе 2ЭС5К). Такая машина представляет собой обычный асинхронный двигатель без нагрузки на валу. Однако результаты эксплуатации электровозов с применением расщепителя фаз не свидетельствует о повышении надежности системы вспомогательных машин. Другим вариантом повышения надежности системы вспомогательных машин было предложение устанавливать на электровозы полноценный преобразователь (ШПВМ-250-У2 производства ОАО «Электровыпрямитель»), однако такое решение не может быть внедрено массово по причине высокой стоимости, а самое главное – размещение столь крупногабаритного и обладающего высокой массой агрегата в кузове уже построенного электровоза затруднено.

Поэтому на сегодняшний день рассматриваемая проблема остается весьма острой и актуальной. Анализ отказов вспомогательных машин электровозов ВЛ85 в ТЧР Нижнеудинск свидетельствует о сохранении тенденции роста отказов, а общее число отказов за 2012 год составило 460 и 386 за период с января по сентябрь 2013 года.

Сложившаяся ситуация требует незамедлительного решения, так как эксплуатируемые сегодня грузовые электровозы переменного тока не отвечают заявленным требованиям по надежности. Как следствие это приводит к целому ряду негативных последствий: повышенные затраты на плановые и неплановые виды ремонтов, низкая энергоэффективность системы вспомогательных машин, понижение надежности электровоза, высокое число отказов в пути следования поезда, издержки, связанные со срывом сроков доставки грузов.

Решение данной проблемы особенно актуально для сервисных компаний, осуществляющих услуги по ремонту и обслуживанию локомотивов, так как при повышении надежности системы вспомогательных машин существенно сократится время простоя локомотива в ремонте, и как следствие повысится коэффициент эксплуатационной готовности.

Модернизировать существующую систему питания вспомогательных машин возможно с использованием электронного симметрирующего устройства (Рисунок 1).

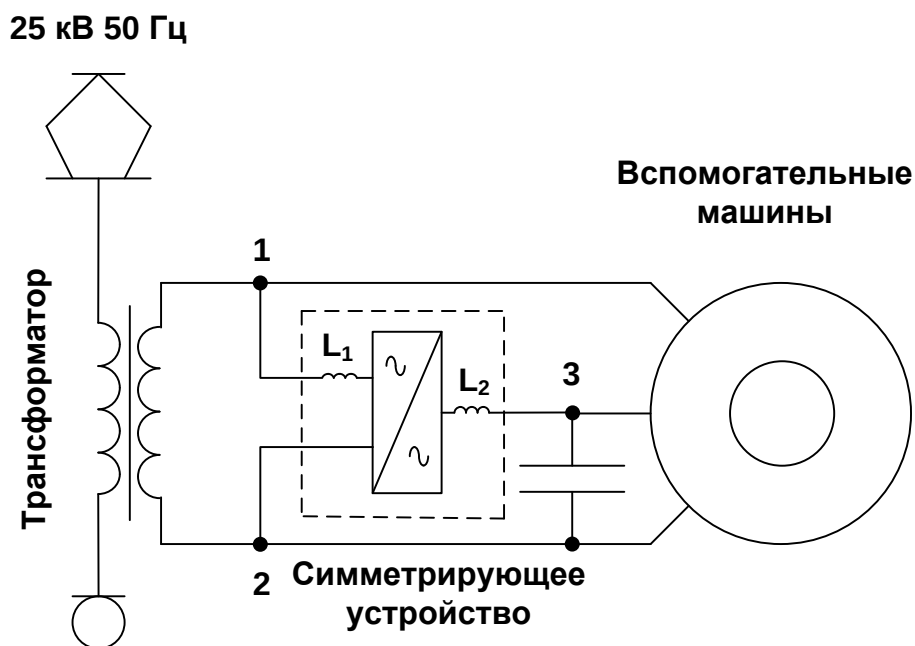


Рисунок 1 – Схема подключения симметрирующего устройства

Стоит отметить, что для его изготовления достаточно всего 4 электронных ключей (IGBT), что существенно снижает стоимость и габариты. Проведённые исследования говорят о том, что применение симметрирующего преобразователя позволяет получить симметрию питающего тока по первой гармонике, а также снизить обратное поле.

Внедрение такого преобразователя обладает рядом преимуществ: низкая стоимость, простота массовой и быстрой модернизации, снижение числа отказов вспомогательных машин, повышение эксплуатационной готовности.

**Применение накопителей электрической энергии в цепях
вспомогательных электрических машин локомотивов**

В настоящее время на подвижном составе широко внедряется асинхронный тяговый привод, являющийся сложной электроэнергетической системой с точки зрения регулирования его тяговых и тормозных характеристик. Одновременно встает вопрос о повышении экономичности подвижного состава. Одним из направлений решения задачи повышения экономичности является оборудование энергетической цепи накопителями энергии для возможности использования на тягу энергии торможения. Внедрение таких систем требует широкомасштабных исследований локомотивов на всех режимах работы. Современные технологии позволяют выполнять численные исследования сложных энергетических систем уже на стадии их проектирования с помощью методов математического моделирования.

На первом этапе работы для оптимизации алгоритма управления асинхронным тяговым приводом метровагона и выбора параметров его регуляторов разработана математическая модель в приложении Simulink пакета Matlab (рис. 1).

Рис. 1. Схема математического описания энергетической системы метровагона

В блоке 1 формируется уставка по скорости, в зависимости от выходных значений блока расчета уравнения движения поезда 11. Заданная w^* и текущая w' координаты по скорости поступают в блок 2 определения сигналов задания момента M^* и потокосцепления Ψ^* . Данные сигналы задания поступают в релейные регуляторы момента 3 и потокосцепления 10 соответственно, которые формируют сигналы ошибок (d_m и d_{ψ}) и вместе с сигналом о текущем положении вектора потокосцепления $d1-d6$ поступают на вход блока управления ключами 4 инвертора. Сигнал на управление ключами и сигнал напряжения контактной сети U_d входят в блок 5 расчета параметров тягового двигателя, на выходе которого формируются сигналы фазных значений тока i_{abc} и напряжения u_{abc} , а преобразование их в сигналы значений ортогональных проекций выполняют блоки 6 и 7. Блок 8 определяет значение потокосцепления двигателя, сигнал о котором является входным для расчета электромагнитного момента в блоке 9, определяющим решение тяговой задачи (блок 11).

Блок 11 решения тяговой задачи реализует алгоритм определения текущей скорости метровагона в зависимости от момента на валу тягового двигателя типа ТА208М4У2 (рис. 2). Входной сигнал по моменту M_{em} определяет силу тяги

электропоезда, которая вместе с силой сопротивления движению $F_{сопр}$ определяют равнодействующую силу поезда $F_{равн}$. Решение уравнения движения выполняется по методу Эйлера за счет выбора малого шага интегрирования [1]. Выходом блока являются сигналы текущей угловой скорости вращения ротора двигателя $w_{рот}$, расчетного момента на его валу $M_{рот}$ и координаты по пройденному пути S .

Рис. 2. Схема блока решения тяговой задачи

Совместная работа блоков решения тяговой задачи, расчета электромагнитных характеристик тягового привода и параметров управления позволяют определить текущие значения всех связей системы. На рис. 3 представлены зависимости изменения тока, потокосцепления и электромагнитного момента асинхронного двигателя в зависимости от скорости движения метropоезда на участке Павелецкая-Новокузнецкая протяженностью 1412.6 м с максимальной загрузкой 25 т на вагон.

Рис. 3. Изменение потокосцепления Ψ_{s1} , тока I_1 и электромагнитного момента $M_{эм}$ тягового асинхронного двигателя ТА208М4У2 в зависимости от пройденного пути S на участке Павелецкая-Новокузнецкая

Результаты расчетов показывают, что скорость, которая является сигналом обратной связи в системе управления моментом, определяет текущие значения потокосцепления и момента двигателя в соответствии с алгоритмом управления. Ток обмоток двигателя имеет практически постоянное значение. Это вызвано тем, что в соответствии с алгоритмом управления на всех тяговых режимах работы напряжение на обмотках двигателя поддерживается постоянным, что позволяет уменьшить ток до значений близких к экстремумам U-образных характеристик.

Список литературы:

1. Баранов Л.А., Ерофеев Е.В., Мелёшин И.С., Чинь Л.М. Оптимизация управления движением поездов. Учебное пособие/ под редакцией доктора технических наук, профессора Л.А. Баранова. – М.: МИИТ, 2011. – 164 с.

Актуальные проблемы подготовки кадров для сервисного обслуживания локомотивов в условиях реализации федеральных государственных образовательных стандартов

В настоящее время в образовательных учреждениях разного уровня реализуются Федеральные государственные образовательные стандарты третьего поколения. Новые стандарты предполагают модульную систему обучения. Студентам среднего профессионального образования необходимо изучить четыре модуля для получения специальности 190623 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (электроподвижной состав):

- ПМ01. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава
- ПМ02. Организация коллектива исполнителей
- ПМ03. Участие в конструкторско-технологической деятельности
- ПМ04. Выполнение работ по одной или нескольким профессиям рабочих, должностям служащих.

При внедрении ФГОС третьего поколения можно выделить следующие проблемы:

1. Сложность организации учебного процесса по модульной системе, как для преподавателей, так и для студентов
2. Ориентация на практико-ориентированное обучение чаще всего не подкреплена материальными средствами. Отсутствие современной материальной базы.
3. Недоступность информации по новым видам подвижного состава, новым сериям локомотивов для преподавателей и студентов

Профессиональный модуль (ПМ) состоит из нескольких междисциплинарных курсов (МДК), которые включают в себя несколько тем. Структура профессионального модуля представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Структура профессионального модуля

ПМ01. Эксплуатация и техническое обслуживание подвижного состава	
МДК.01.01. Конструкция, техническое обслуживание и ремонт подвижного состава	МДК.01.02. Эксплуатация подвижного состава и обеспечение безопасности движения поездов
Тема 1.1. Общие принципы работы и система ремонта электроподвижного состава Тема 1.2. Механическая часть	Тема 2.1. Техническая эксплуатация железных дорог и безопасность движения Тема 2.2. Техническая эксплуатация электроподвижного состава Тема 2.3. Поездная радиосвязь и регламент

Тема 1.3. Электрические машины ЭПС Тема 1.4. Автоматические тормоза подвижного состава Тема 1.5. Электрическое оборудование Тема 1.6. Электрические цепи ЭПС	переговоров Тема 2.4. Электроснабжение ЭПС Тема 2.5. Основы локомотивной тяги Тема 2.6. Локомотивные системы безопасности движения
---	---

Как видно из таблицы 1 самостоятельные дисциплины, изучаемые по старым стандартам теперь объединены в междисциплинарные курсы и представляют собой определенную тему профессионального модуля. Таким образом, профессиональный модуль проводится одновременно несколькими преподавателями.

Первая сложность возникает при проведении промежуточной аттестации. По старой системе считалось, что студент освоил специальную дисциплину после сдачи экзамена по ней преподавателю. По новой системе при проведении промежуточной аттестации складывается ситуация, что одновременно, по учебному плану, могут закончиться три темы профессионального модуля, например – электрические машины, механическая часть, электропривод и преобразователи подвижного состава, которые ведутся разными преподавателями и при сдаче экзамена по профессиональному модулю для студента возникает сложность в подготовке такого разнопланового материала достаточно большого объема, а для преподавателей возникает трудность в совместной разработке экзаменационных билетов и заданий, которые должны охватить все разделы профессионального модуля, а также иметь практико-ориентированную направленность. Фактически при проведении промежуточной аттестации студент вынужден сдавать комплексный экзамен.

Вторая сложность возникает в том, что после окончания изучения профессионального модуля и прохождения производственной практики учебными планами образовательных учреждений предусмотрен итоговый квалификационный экзамен, который принимает экзаменационная комиссия, созданная образовательным учреждением. Экзаменационные задания должны охватить все темы и междисциплинарные курсы профессионального модуля и те которые изучались на втором курсе и те которые изучались на четвертом. Фактически студенты среднего профессионального образования примеряют на себе модель государственных экзаменов в университетах, отличие только заключается в том, что при сдаче государственных экзаменов выставлялась оценка, а при сдаче профессионального модуля выдается сертификат, который

подтверждает освоение модуля, то есть оценка не выставляется, а указывается - освоен модуль, либо нет.

Третья неопределенность возникает в плане выдачи красных дипломов, то есть получение красного диплома не является свидетельством отлично подготовленного специалиста, так как студент может отлично освоить общеобразовательные и общепрофессиональные дисциплины, а специальные темы в рамках модуля, связанные непосредственно с его будущей профессиональной деятельностью освоить на среднем уровне и ему выдадут красный диплом по оценкам за дисциплины. И напротив студент может быть слаб в гуманитарных науках, за которые ставятся оценки, но справиться блистательно с изучением профессиональных модулей, но опять же ему будет поставлена оценка – освоен и по оценкам в дипломе он будет выглядеть «троечником». Фактически происходит уравнивание студентов «троечников» и «отличников».

В учебных планах по ФГОС нового поколения большая часть часов отведена на проведение практических и лабораторных занятий, так как ориентация идет на практику, причем соотношение теория-практика, иногда достигает 20% против 80%, что также имеет свои подводные камни, так как нельзя изучить на практике, то что не подкреплено теоретическими знаниями, а в рамках такого соотношения объема часов не достаточно для освещения всех теоретических вопросов профессионального модуля. Также, усиленный упор на практику предусматривает достаточно большие финансовые вложения в материально-техническую базу образовательных учреждений СПО.

В последнее время в условиях коммерческой тайны и конфиденциальности, не отлажен механизм поступления новой информации и документации с предприятий железнодорожной отрасли в образовательные учреждения. Для большинства преподавателей нет доступа к информации о новых разработках в сфере локомотивостроения, особенностей организации производства на предприятиях железнодорожного транспорта. Следствием этого информация представленная преподавателями является устаревшей по сравнению с современным состоянием железнодорожной отрасли.

Одной из сложных задач для реализации требований федеральных государственных образовательных стандартов среднего профессионального образования является освоение студентами внутрипредметных и междисциплинарных связей, но распределение дисциплин и модулей в рабочих учебных планах не в полной мере позволяют это сделать.

В связи с возникшими трудностями внедрения ФГОС необходимо пересмотреть и доработать систему модульного обучения, более рационально скорректировать учебные планы, а также разработать методику проведения промежуточной и итоговой аттестаций удобную как для студентов, так и для преподавателей.

Мачеретт Д.А. Гавриленков А.А. Демидов С.С. Батурина Д.А. (МИИТ)
Оценка экономической эффективности плазменного упрочнения
гребней колесных пар локомотивов

Опыт эксплуатации подвижного состава на железных дорогах России показывает, что значительная часть отказов в пути следования и неплановых ремонтов подвижного состава связана с неисправностью колес из-за износа и термомеханических повреждений верхних слоев поверхности катания и гребня.

Работоспособность колесных пар при этом восстанавливается периодическими ремонтами и, прежде всего, обточками колесных пар.

Одним из наиболее эффективных и действенных способов повышения эксплуатационной стойкости, надежности, увеличения ресурса работы стальных деталей является термическое упрочнение. Во многих случаях технически и экономически оправдана локальная термообработка. При этом упрочняют только наиболее нагруженную рабочую поверхность детали, оставляя нетронутой сердцевину.

Дальнейший прогресс в повышении качества термообработки рабочих поверхностей деталей связывают с применением концентрированных источников энергии: электронного и лазерного луча, плазменной струи. При этом достигаются более высокие эксплуатационные свойства и качество упрочнения.

Из всех способов термообработки высококонцентрированными источниками нагрева наиболее экономичным и производительным является плазменный. Он характеризуется меньшей стоимостью, доступностью технологического оборудования и большими размерами упрочненной зоны.

Среди упрочняющих технологий плазменная является относительно новой, интенсивно развивающейся в последние годы. Широкое распространение получил процесс плазменного поверхностного упрочнения гребней колесных пар. Стимулом развития технологии явились участвовавшие случаи катастрофического изнашивания колесных пар тягового и подвижного состава.

Технология плазменного поверхностного упрочнения обеспечивает увеличение надежности и долговечности колесных пар тягового подвижного состава. Интенсивность изнашивания гребней колесных пар с плазменным упрочнением значительно ниже, чем у серийных. Разработанная технология обеспечивает две отличительные особенности, способствующие улучшению механических свойств (в т. ч. снижению коэффициента трения в контакте гребня с боковой поверхностью рельса) и повышению трещиностойкости материала колеса в зоне плазменного упрочнения, то есть плазменная обработка повышает

твердость и износостойкость колесных пар, что снижает частоту их периодического ремонта (обточки, восстановления).

ООО «Современные плазменные технологии» - российское промышленное предприятие, занятое в сфере создания и эксплуатации установок упрочнения колесных пар (УУКП) в депо ОАО «РЖД» на всей территории РФ.

База данных, которая ведется в ООО «Современные плазменные технологии», на основании первичных данных депо, дает обоснованное статистическое значение увеличения ресурса колесных пар в результате упрочнения.

Для оценки эффективности упрочнения гребней колёсных пар в части отцепочного ремонта по гребневым проблемам достаточно сопоставить статистические данные Московского филиала ОАО «Федеральная пассажирская компания», приведенные в сводном отчёте по отцепочному ремонту за год.

Результаты анализа приведены в табл.1,2.

При этом следует учесть, что в 2007 и 2008 годах упрочнение колёсных пар практически не проводилось (по причине отсутствия финансирования), а в 2009г. первое полугодие все установки находились в простое. Отсутствие работ по упрочнению колёсных пар привело к постепенному замещению колесных пар с повышенным ресурсом на колёсные пары со стандартной твердостью, что привело к увеличению отцепок вагонов по гребневым проблемам. Пик отцепок пришёлся на 2009г. Одновременно с нарастающим количеством отцепок в 2009 г. в руководстве ОАО «РЖД» появилось понимание эффективности упрочнения гребней колёсных пар, и в июле 2009г. возобновились работы по упрочнению гребней колёсных пар.

Был запущен процесс обратного замещения "сырых" колёсных пар на колёсные пары с повышенным ресурсом. Поскольку это замещение происходит не моментально, потребовалось определенное время для увеличения доли упрочненных колёсных пар в общем массиве эксплуатируемых колёсных пар.

Отличительными особенностями УУКП ООО «Современные плазменные технологии» являются следующие параметры:

- Высокая производительность установки (до 20 к.п./смена);
- Одновременная обработка сразу обоих колёс на колёсной паре;
- Экономичное локальное тепловложение;
- Соответствие технологии обработки и параметров упрочненного слоя ТУ ЦРТ – 0001 – 2010 и ТУ ФПД – 0001 – 2007;
- Высокая энергоёмкость и температура (до 10000 К) плазменного столба дуги;

- Оригинальная конструкция генераторов плазмы с использованием косвенной дуги, исключая необходимость подведения электрического потенциала к обрабатываемой детали;
- Наличие специальных щелевых насадок обеспечивает равномерное, стабильное горение дуги, позволяет обрабатывать все типы КП (ГОСТ 11018-00, ГОСТ 4835-80, ДМеТИ), а также защищает оператора от светового излучения дуги;
- Использование азота в качестве плазмообразующего газа дает эффект поверхностного азотирования обрабатываемой детали, что вносит свой вклад в повышение износостойкости поверхности;
- Возможность обработки блестящих поверхностей в отличии, к примеру, от лазерного воздействия;
- Процесс обработки полностью автоматизирован, управление производится с ПК;
- Ведется постоянная запись всех параметров режима упрочнения;
- Наличие необходимых блокировок и защит, предотвращающих нанесение вреда жизни и здоровью оператора, а так же исключающих порчу обрабатываемых поверхностей;
- Возможность проведения перед обточкой отпуска (разупрочнения) колесных пар на том же оборудовании.

Таблица 1 – Анализ износа бандажа упрочненных и неупрочненных колесных пар

Вид	Колич. к.п.	Средний пробег км	Пробег на 1 мм износа бандажа км	Полный износ бандажа мм	Износ бандажа без обточек мм	Удельная потеря толщины бандажа мм/10000к м	Предпо- лагаемый пробег до смены бандажа км
Неупр	14070	100653	15038	6,69	2,92(+0.04)*	0,67(+0.01)*	827064
Упр	4271	135513	19026	7,12	3,35(-0.05)	0,53(0)	1046453

* В скобках указаны изменения параметра по сравнению с предыдущим отчетным периодом

Таблица 2 – Соотношение параметров упрочнённых и неупрочнённых колёсных пар

Вид	Соотношение по среднему	Соотношение по пробегу на 1 мм износа	Соотношение по полному износу бандажа, %	Соотношение по износу бандажа без обточек, %	Соотношение по удельной потере толщины	Соотношение по предполагаемому пробегу до
-----	-------------------------	---------------------------------------	--	--	--	---

	у пробегу, %	бандажа, %			бандажа, %	смены бандажа, %
Неупр	100	100	100	100	100	100
Упр	134,63	126,52	106,43	114,73	79,1	126,53

Экономическая эффективность внедрения плазменного поверхностного упрочнения гребней колёсных пар локомотивов рассчитана в соответствии с:

1. “Методикой оценки технико-экономической эффективности внедрения ресурсосберегающих технологий и их влияния на сокращение эксплуатационных расходов”, ВНИИЖТ, 1998 г.
2. “Методикой определения эффекта внедрения мер по снижению износа гребней колёс и рельсов”, ВНИИЖТ, 1997 г.
3. "Методическими рекомендациями по оценке эффективности инвестиционных проектов" (вторая редакция), утвержденными: Министерством экономики РФ, Министерством финансов РФ, Государственным комитетом РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике, № ВК 477 от 21.06. 1999г. (далее — Методические рекомендации), и в соответствии с действующими Методическими рекомендациями по оценке инвестиционных проектов на железнодорожном транспорте №10/24, утвержденными МПС РФ 31.08.1998 года.

Для расчетов эффективности применен показатель суммарных затрат на эксплуатацию упрочнённых и неупрочнённых колёсных пар локомотивов (на 1 колёсную пару). Горизонт расчета принимается равным 6 лет.

Инвестиционные затраты в расчётах не учитываются, так как УУКП являются собственностью ООО “Современные плазменные технологии” и эффективность упрочнения колёсных пар рассчитывается для ОАО “РЖД”, которое не инвестирует в покупку УУКП, а лишь заказывает услугу по упрочнению колёсных пар.

Оттоки денежных средств по проекту, формируемые от эксплуатационной деятельности, представлены с учётом прогнозных индексов-дефляторов (по данным Минэкономразвития России), поэтому норма дисконта в расчётах не учитывается.

Все расчёты выполнены с использованием программного продукта “Альт-инвест 4.0”.

В результате проведенных расчётов получены следующие экономические результаты, приведенные в табл.3. Графики эксплуатационных затрат представлены ниже.

Таблица 3 – Экономические показатели проекта

Экономический показатель	Ед. изм.	Значение
Эксплуатационные затраты на неупрочнённые колесные пары (на 1 колёсную пару)	тыс.руб.	191,1
Эксплуатационные затраты на упрочнённые колесные пары (на 1 колёсную пару)	тыс.руб.	50,49

Выбор варианта реализации осуществляется по критерию минимума эксплуатационных затрат за выбранный интервал планирования.

Выводы

Применение технологии плазменного поверхностного упрочнения позволит обеспечить увеличение надежности и долговечности колесных пар парка локомотивов ОАО “РЖД”, приведёт к снижению коэффициента рения в контакте гребня с боковой поверхностью рельса и повышению трещиностойкости материала колеса в зоне плазменного упрочнения, то есть понизит интенсивность изнашивания гребней колесных пар, что в общем итоге приведёт к сокращению эксплуатационных затрат на проведение их периодического ремонта (обточки, восстановления).

В результате проведённых расчетов получены показатели показывающие высокую экономическую эффективность данной технологии. Выполненный статистический анализ износа колёсных пар демонстрирует более чем 2-х кратное превышение ресурса упрочнённых колёсных пар по сравнению с неупрочнёнными.

В качестве резерва повышения экономической эффективности следует рассмотреть дополнительные факторы, влияющие на эффект, такие как учёт в расчётах экономии от снижения количества текущих отцепочных ремонтов локомотивов по гребневым проблемам колёсных пар.

На основании вышеизложенного следует сделать вывод, что применение плазменного поверхностного упрочнения гребней колёсных пар локомотивов является экономически целесообразным

**Развитие института наставничества на ремонтных предприятиях
компании ТМХ-Сервис**

Институт наставничества был развит в Советском Союзе, эта идея очень популярна и в западных странах. Сегодня для многих организаций такой процесс как наставничество затратен, ведь основной упор недальновидный менеджмент даёт на извлечение сиюминутной прибыли.

В общем виде наставничество можно определить как способ передачи знаний и навыков более опытным человеком менее опытному. В более широком, современном значении наставник — это квалифицированный специалист, имеющий достаточный опыт работы в компании, который:

- помогает новым работникам адаптироваться в компании;
- содействует их профессиональному развитию и карьерному росту;
- участвует в оценке результатов их деятельности.

Наставник, с одной стороны, представляет интересы работника в отношениях с компанией, а с другой, - является ее представителем для работника. Необходимость внедрения системы наставничества особенно очевидна для блока ремонтных предприятий. Однако, несмотря на то, что институт наставничества является практически бесплатным ресурсом, в компании он практически не используется и зачастую опытный, квалифицированный специалист уходит на заслуженный отдых (пенсию). Для компании, специализирующейся на оказании профессиональных услуг (ремонте), передача наработанного опыта, специфики ремонтных работ наставничество является ключевой формой введения в рабочий коллектив молодого специалиста. Профессионалы нацелены на развитие своих знаний и умений, и именно наставники могут помочь им в непрерывном профессиональном развитии.

При внедрении системы наставничества возникает вопрос: «Всем ли вновь поступившим работникам необходимо прикреплять наставника?»

Ответ на него достаточно размыт:

1. новичкам, пришедшим в рабочий коллектив — им требуется не только доступ к технической информации и обучение новым навыкам, но и просто человеческая помощь и поддержка;
2. работникам с низкой эффективностью труда — от этого зависит общая результативность работы всего коллектива.

В той же организации, где ориентация на качественную работу и ответственность за безопасность движения лежит в основе корпоративной философии, наставник крайне необходим.

Наставник должен иметь большой опыт работы в ремонте, знать особенности конструкции ремонтируемого оборудования, его условия эксплуатации.

Желательно, чтобы роль наставника выполнял работник не только с большим опытом ремонтных работ, но и серьёзным жизненным опытом. Ведь при передаче своего рабочего опыта и навыков, наставник передаёт и корпоративную гордость и дух коллектива. Это именно та составляющая традиций, «железнодорожного духа».

Важнейшими вопросами для компании являются качество наставничества и добросовестное отношение наставников к своим обязанностям. Поэтому говоря о системе наставничества — можно сказать о комплексе мер, которые компания обязана предпринять, чтобы обеспечить качественную подготовку наставников и в определенной степени гарантировать эффективность их работы.

В любом случае, наставничество — это не столько прирожденный дар, сколько мастерство, которое можно освоить. Значит, наставников нужно обучать:

- на соответствующих видах обучения (курсы при МКЖТ, МИИТе);
- на семинарах по обмену опытом.

Естественно, процесс наставничества должен быть организован таким образом, чтобы деятельность работника в качестве наставника не отражалась на его основной работе (в противном случае снизится эффективность использования его труда). В этой связи важен вопрос: какое количество закрепленных за наставником молодых работников будет оптимальным? Учитывая специфику работ в компании ТМХ-Сервис, «в идеале» количество подопечных не должно быть более двух.

Не менее важно рассматривать взаимоотношения в паре «наставник - наставляемый» в динамике: своевременно оценивать их эффективность, заменять наставника в случае необходимости. Эти взаимоотношения вполне может оценить мастер участка, начальник смены, т.е. руководитель среднего звена непосредственно связанный с оценкой качества работ проводимых как наставником, так и наставляемым.

Безусловно, формирование культуры наставничества - процесс длительный; нужно определенное время, чтобы большинство сотрудников приняли новые

ценности. На первых порах возможны негативные реакции - непонимание, недоверие, ирония...

В компаниях, специализирующихся на оказании профессиональных услуг, наставник сопровождает ряд процессов, в которых принимает участие сотрудник: адаптация, управление эффективностью деятельности и обучение.

Адаптация. Каждый из нас когда-то оказывался в роли новичка, поэтому мы помним, как важно быстро войти в курс дела, как велика в первые дни работы потребность в получении нужной информации. Конечно, новый сотрудник получает необходимую информацию из многих источников – от работников отдела кадров на этапе приема на работу, от работников, от мастеров и бригадиров... Задача наставника не в том, чтобы рассказать новичку о принятых в компании процедурах, познакомить с коллегами и т. д. Его роль в процессе адаптации гораздо сложнее и ответственнее – он должен:

- помочь сотруднику понять и принять свой новый статус в организации;
- освоить новые нормы поведения;
- ознакомиться с корпоративными ценностями;
- помочь наладить и поддерживать взаимоотношения с коллективом;
- помочь сотруднику сформировать профессиональные навыки, необходимые для выполнения его функциональных обязанностей и т.д.

В обязанности наставника входит также определение целей на период испытательного срока, подведение итогов по его завершении и принятие решения о его прохождении.

Практика показывает, что сотрудники ждут обратной связи и разочаровываются, когда не получают ее. Если в компании нет института наставничества, либо наставники не оценивают прохождение испытательного срока, крайне важно, чтобы новичок все же получил обратную связь. Ее может предоставить ответственный сотрудник отдела персонала или (что лучше) непосредственный руководитель, мастер или начальник участка. В идеале обратную связь нужно предоставить в письменном виде, ну а если добавить еще и слова благодарности, для сотрудника они станут мощным «мотиватором» к дальнейшим успехам.

Управление эффективностью деятельности. Этот процесс включает в себя две составляющие: постановка целей и разработка плана развития и оценку деятельности.

Постановка целей и разработка плана развития. Обязанности наставника на этапе постановки целей:

- обеспечить понимание сотрудником стоящих перед компанией и его подразделением задач;
- скорректировать и утвердить его цели на период обучения;
- оценить компетенции сотрудника.

Постановка целей и план развития вполне возможно оформить простым перечнем задач и навыков, в зависимости от специфики производства.

Считаю важным, что для обеспечения обратной связи и обоснованной мотивации наставника, с перечнем поставленных задач и плана развития должен быть ознакомлен ответственный работник отдела персонала.

Наставник должен поощрять своего подопечного ставить перед собой амбициозные и в то же время реальные цели, а также занимать проактивную позицию при планировании своего развития

Оценка деятельности (промежуточная и итоговая). Обратная связь. Наставничество — это непрерывный процесс, поэтому хороший наставник дает работнику обратную связь по мере необходимости (т.е. постоянно контролирует процесс обучения). Наставник дает неформальную спонтанную обратную связь. Регулярная обратная связь помогает работникам более четко и объективно оценить результаты своей работы, а при необходимости - вовремя исправить ошибки.

В течение периода обучения наставник обязан провести, как минимум, две развёрнутые, коллективные встречи в рамках процесса оценки деятельности (промежуточной и итоговой). На промежуточной встрече наставник отмечает прогресс за прошедший период и корректирует план действий до конца периода обучения (адаптации). Если в компании практикуется коллективное обсуждение оценки результатов деятельности работника, наставник собирает информацию, опрашивая всех вовлеченных а также готовит свои комментарии и аргументы, чтобы представлять и защищать своего подопечного на таких собраниях. На итоговой (коллективной) встрече с работником наставник объявляет и аргументирует итоговую оценку, обсуждает его достижения, неудачи и области для развития, а также снимает возможные противоречия.

Ясность целей и своевременная, конструктивная оценка успешности их достижения повышает заинтересованность людей в работе, эмоционально поддерживает и мотивирует их.

Обучение. Сотрудник получает новые знания и навыки не только во время формального обучения, но и непосредственно в процессе работы. Задачи наставника в этой области:

- оценивать степень вовлеченности подопечного в работу;
- ходатайствовать о привлечении сотрудника к работе на разных участках для получения разнообразного опыта.

В процессе работы наставник передает закрепленному вновь принятому работнику собственные знания и опыт, а также помогает ему получить необходимые знания от других работников. Если говорить о формальном обучении, то роль наставника заключается в определении потребности подопечного в обучении, содействии его обучению, а в случае необходимости — ходатайстве об этом перед руководителями подразделения и компании.

Оценка эффективности работы наставников.

Объективно оценить эффективность работы наставника достаточно сложно. Формальными критериями оценки могут служить:

- количество развернутых встреч наставника со своим подопечным;
- своевременность заполнения оценочных форм и т. п.

В то же время формальные показатели мало что говорят о качестве работы наставника, поэтому для оценки эффективности необходимо использовать косвенные показатели, такие как:

- успешность адаптации нового сотрудника в компании;
- эффективное выполнение подопечным своих профессиональных обязанностей;
- очевидный профессиональный рост и развитие сотрудника и т. п.

Однако успехи подопечного не могут быть единственным критерием оценки, поскольку в работе наставника очень многое зависит, прежде всего, от самого сотрудника. Это как раз тот случай, когда нужно ценить не только результат, но и усилия по его достижению.

Мотивация наставников.

Не следует забывать о том, что очень важно не только оценивать труд наставников, но и признавать его ценность. Особенно значимым это становится, когда мы говорим о наставничестве как системе, о формировании в компании «культуры наставничества». На первый взгляд самый простой способ (он практикуется в некоторых компаниях) - премирование: выплата денежного

вознаграждения за каждого подшефного (например, по окончании испытательного срока). Однако при такой практике есть риск, что наставники будут увеличивать количество своих подопечных, снижая при этом качество работы с каждым из них. Для многих компаний, в силу сложившейся корпоративной культуры, подобный способ поощрения является неприемлемым.

Опосредованным способом материального поощрения наставников может быть включение соответствующих измеряемых показателей в систему ключевых показателей эффективности, выполнение которых, в свою очередь, влияет на размер заработной платы.

Но для компании, специализирующейся на оказании профессиональных услуг, решающее значение могут иметь и нематериальная мотивация:

- внимание руководства к проблемам наставников;
- публичное признание значимости работы наставников для конкретного подразделения, участка и для компании в целом;
- использование разнообразных внутрикорпоративных знаков отличия, придающих наставникам особый статус в коллективе (это могут быть значки, грамоты и т. п.).

Кроме того, есть хорошие старые методы, такие как определение лучшего наставника, вручение специальных памятных подарков на каком-либо корпоративном мероприятии и т. д.

Лучшим же мотивирующим фактором будет создание корпоративной культуры, в которой наставничество воспринимается сотрудниками как почетная миссия, а не как обременительная повинность.

Говорят, что 10 % людей будут работать хорошо, независимо ни от чего. Еще 10 % будут работать плохо, какие бы земные блага им ни обещали. Работа же остальных 80 % зависит от искусства управления и стимулирования. В том числе - и от искусства наставничества.

Первоочередные теоретически и экспериментально обоснованные мероприятия для «ТМХ - Сервис»

Следуя международному опыту современного менеджмента предлагаем инновационному предприятию «ТМХ – Сервис» первоочередные направления «Дорожной карты».

Во-первых, «ТМХ-Сервис» - инновационное предприятие, которое должно иметь продуманную и четко определенную теорию структуры, целей и миссию. Существует реальная опасность пойти по стереотипному пути - (изменение формы собственности), придерживаясь: административно – волевых принципов управления, бывшими подразделениями – базовыми ремонтными депо; командно - плановых «снижений» затрат на неработающие локомотивы; организационной и правовой концепции недостаточно согласованных взаимодействий с «ТМХ-Сервис»:

- локомотивостроительных заводов;
- локомотиворемонтных заводов;
- базовых ремонтных и эксплуатационных локомотивных депо;
- отраслевых научных институтов, ПКБ ЦТ и других организаций;
- вузовской науки и организаций подготовки инженерных кадров для сервисного обслуживания локомотивов;
- учреждений по подготовке рабочих специальностей.

Во – вторых, все (вышеназванные) организационные структуры должны выполнять свои автономные цели и задачи с прямой ответственностью, согласно стратегии и инновационной организации – «ТМХ - Сервис». Цели всех структур не должны быть абстрактными. Цели не могут определять будущее. Цели – это стандарты, меры, которыми измеряется выполнение работы.

Однако инновационная проблема «ТМХ - Сервис» формируется в трудностях измерения и выполнения услуг технологического лидерства, в традиционной человеческой деятельности выше перечисленных организационных структур, которые не всегда соблюдают статус делового предприятия. Принципы современного бизнес - менеджмента требуют, чтобы теория такого крупного предприятия как «ТМХ - Сервис» была продумана, изложена на бумаге и юридически согласована с партнерами.

40 – летний опыт локомотивных кафедр ДВГУПС, создававших научное обеспечение устойчивой работы Восточного полигона Байкало – Амурской магистрали (ВП БАМ) свидетельствует, что необходимо возрождать комплексную научно – производственную деятельность транспортных университетов и «ТМХ -Сервис». Об этом неоднократно напоминает Президент Российской Федерации В.В. Путин.

Результаты мониторинга неплановых и межпоездных ремонтов тепловозов на полигоне ВП БАМ показывают, что более 90% всех неисправностей оборудования происходит по некомпетентности и некачественному выполнению работ ремонтным и обслуживающим персоналом. Большое количество ручного труда, отсутствие специализации ремонта и перспектив его технологического развития. Большое количество агрегатов локомотивов традиционно имеют низкую надежность и ремонтпригодность. В силу разнообразия нестандартных ситуаций ремонтный рабочий обязан иметь наиболее высокую квалификацию и достаточно высокий заработок, не производя при этом новых материальных ценностей.

Одной из основных затратных проблем, сопровождающих работу локомотивного парка и не только на полигоне ВП БАМ, является интенсивный износ гребней, который вынуждает выполнять технологические операции обточки бандажей колесных пар, формируя высокую стоимость непродолжительного их жизненного цикла.

В этой связи, создается недопустимая разность диаметров колесных пар в локомотивной – секции (до 20 мм и более). Этот норматив необоснованно регламентирован техническими указаниями в 2004 году. Недопустимая разница в диаметрах колес стала обычным явлением в эксплуатации, а отсутствие технологического процесса по выравниванию нагрузки по осям и колесам ведут к отказам тяговых электродвигателей и тяговых генераторов.

Результаты наших аналитических и экспериментальных исследований свидетельствуют, что для повышения эксплуатационной эффективности локомотивов и сокращения труда и капитала необходимо, в первую очередь, внедрить в технологические процессы депоовских видов ремонта средства и методы модернизации буксовых поводков (по проекту ДВГУПС), для стабилизации связей колесных пар с рамами тележек. Опытная модернизация буксовых поводков предусмотрена распоряжением В.А. Гапановича № 2021р (п. 25), от 12.10 2010 г.

Модернизация буксовых поводков позволяет: сократить количество обточек колесных пар; встать на путь сокращения разности диаметра колес в секции (до 5 мм, – против существующей 20 мм и более), чтобы снизить количество отказов тяговых электродвигателей и генераторов; улучшить количественные и качественные показатели работы локомотивного парка ВП БАМ.

В ДВГУПС разработан опытный образец «Мобильной измерительной – регистрационной системы» (МИРС), которая позволяет выполнять непрерывную регистрацию, обработку и хранение параметров работы ДГУ и тяговых машин, движения локомотива, выполняя идентификацию и корректировку тяговых и энергетических характеристик каждой локомотивной секции после ТО и деповских видов ремонта. Программно – аппаратными средствами МИРС предусмотрена возможность дооборудования современными средствами тепловозов 2ТЭ10МК, 3ТЭ10МК (располагающих УСТА, АСУБ), что дает возможность формировать электронный паспорт состояния параметров и характеристик локомотива, повысить контроль качества ТО и деповских видов ремонта, надежность и экономическую эффективность работы локомотивного парка. Идентификация тяговых и сцепных характеристик тепловозов после деповских и заводского видов ремонта, является базисом для подготовки технологий обслуживания поездов по системе многих единиц, вождения сдвоенных поездов или рассредоточенной тягой.

Текущее состояние тепловозного парка предыдущих поколений требует внедрения и непрерывного научного сопровождения инновационных технологических методов и средств, которыми располагает ДВГУПС, в направлении:

- диагностики и послеремонтных реостатных испытаний дизель – генераторных установок (ДГУ) тепловозов ТЭ10МК и 2ТЭ25А;
- технологических позиций развески на путях базовых ремонтных депо, которая позволяет определять нагрузку от колес на рельсы с высокой точностью, при скорости перемещения локомотивной секции 5 км/ч;
- обучения кадрового персонала, для повышения уровня технологической и организационной компетентности;
- организации и программно – аппаратного комплекса мониторинга состояния деталей, и узлов оборудования, систем и их характеристик каждой секции тепловозов;

- разработки методологии математической модели технологического перспективного сервисного обслуживания локомотивов, с обоснованием целевых связей структурных предприятий, производителей тягового подвижного состава, а также учебных, научных и проектных учреждений.

Перминов В.А. Федотов М.В. Журавлева О.В. (ВНИКТИ)
Лакин И.К. Мельников В.А. Аболмасов А.А. (ТМХ-Сервис)
Автоматизированное рабочее место диагностирования тепловоза по
данным бортовой микропроцессорной системы управления

Серийно выпускаемые в настоящее время пассажирские тепловозы ТЭП70БС, также как и грузовые 2ТЭ116У, оснащенные микропроцессорной системы управления (соответственно МСУ-ТЭ и МСУ-ТП) с функцией диагностирования этих локомотивов.

На борту этих тепловозов для реализации задач управления и диагностики контролируется порядка 250 дискретных и аналоговых параметров. Параметры регистрируются непрерывно с периодичностью 0,5 секунды, а их значения за 300 последних часов хранятся во внутренней памяти микропроцессорной системы. Накапливаемая информация является ценной, так как в большинстве случаев позволяет выявить причины отказов диагностируемого оборудования.

С этой целью зарегистрированные в поезде данные копируются с тепловоза на съемный носитель – флеш диск и анализируется при помощи специализированной программы «Осциллограф», созданной специалистами ОАО «ВНИКТИ» и достаточно известной в локомотивных депо.

Однако для анализа данных при помощи этой программы от специалиста требуется наличие знаний в смежных областях и большой опыт, а сама процедура требует достаточно много времени.

Специалистами ООО «ТМХ-Сервис» и ОАО «ВНИКТИ» осуществлена доработка программного обеспечения «Осциллограф» с целью автоматизации процессов выявления и анализа неисправностей, а также определения состояния контролируемого оборудования тепловозов ТЭП70БС и 2ТЭ116У.

В результате этой работы создано программное обеспечение «Осциллограф-2» предназначенное для автоматического анализа большого объема диагностических данных и формирования отчетов об обнаруженных отклонениях и нарушениях.

Был предложен базовый перечень алгоритмов диагностики: проверка работоспособности дизель-генераторной установки по реализуемой мощности на позициях не ниже 13, электрической передачи локомотива по значению разброса токов тяговых электродвигателей, топливной системы тепловоза по значению давления топлива на входе в топливный насос высокого давления, системы

регулирования подачи топлива дизеля, расходомера АСИУТ, турбокомпрессора дизеля, системы возбуждения тягового генератора тепловоза, реле первой и второй ступеней ослабления поля тяговых электродвигателей, проверка обнаружения малой мощности ДГУ, анализ неисправностей топливной системы, водяной системы, масляной системы и другие алгоритмы.

Создан специальный интерфейс, позволяющий в автоматическом режиме анализировать полученные с помощью МСУ-Т данные на предмет нарушений режимов нормальной работы оборудования тепловоза, реагировать на инциденты и давать рекомендации.

Импорт данных и конфигурации в базу данных осуществляться автоматически без участия оператора автономной программой (Рис.1).

Рис. 1. Структура процесса обработки первичных данных локомотивов

Проект состоит из: диагностического и графического модуля. С помощью графического модуля возможен анализа параметров работы тепловозов вручную.

Работа этих модулей осуществляется вручную из рабочего окна программы. Разработанный диагностический модуль позволяет не только определять отказы и предотказные состояния на тепловозах, но и в автоматическом режиме заносить их в собственную базу данных.

Ведение отчётности автоматизировано и авторизовано (каждый отчёт содержит имя диагноста и название).

Разработанное программное обеспечение обработки диагностических данных дает возможность в режиме диалога выбрать нужный локомотив (или секцию локомотива), как показано на Рисунке 2.

Рис. 2. Рабочее окно программы

Диагностические файлы, созданные МСУ-Т доступны для системы в любой момент времени благодаря ещё одному нововведению – базе диагностических файлов. Для управления функциями программного обеспечения предусмотрена система настроек, позволяющая не только адаптировать программу под нужды конкретного депо, но и получать доступ к базе данных любого из находящихся в сети АРМ (автоматизированное рабочее место), обеспечивая дистанционный контроль за диагностикой.

В главном окне программы (рис.2) представлены данные, которые хранятся в первичной (необработанной) базе и базе обработанных диагностических данных. Таблица сформирована таким образом, что для каждого тепловоза (или секции тепловоза) доступна такая информация как последняя дата занесения

данных в базу данных, количество проверок, количество неисправностей оборудования данного тепловоза (секции тепловоза), текущие инциденты, дата последнего зафиксированного инцидента.

При выборе тепловоза (или секции тепловоза) формируется список с имеющимися датами в базе (рис.3). В таблице учёта диагностических параметров локомотива приведён список доступных диагностических файлов и результатов диагностирования по времени поступления.

Рис. 3. Окно диагностируемых параметров

Выбор для диагностики данных производится выделением строки.

В окне результата диагностирования формируются тревожные сообщения и рекомендации для каждого параметра (рис.4). При проведении автоматического диагностирования, все результаты автоматически заносятся в базу диагностированных данных, также записывается дата и время, когда производилась диагностика. Если неисправность не является существенной, ее можно удалить из базы.

Рис. 4. Окно результата диагностирования

Из окна диагностирования и окна результата диагностирования можно перейти в окно графического просмотра данных (рис.5) .

Окно просмотра диагностических данных позволяет просматривать изменения параметров работы тепловоза в виде графиков-осциллограмм.

Рис. 5. Окно просмотра диагностических данных

В окне просмотра доступны следующие основные задачи:

- визуальное отображение изменения до 20 параметров из загруженной выборки данных;
- отображение аварийных сообщений;
- сохранение перечня отображаемых параметров (просмотра) с последующей быстрой загрузкой их.

На панели «Загрузка данных из базы» можно выбрать даты начала и конца записей.

Для просмотра загруженных данных в виде графиков следует последовательно, щелчком мыши по цветным полоскам выбрать из раскрывающегося списка параметры, необходимые для отображения.

Если в загруженных записях будут обнаружены аварийные сообщения, зафиксированные бортом сбора данных, они будут выведены в правой части окна программы в виде списка.

Окно отчета диагностировании (рис.6) содержит информацию о результатах проверок параметров для данного локомотива за время наблюдения.

Рис. 6 Окно отчета о диагностировании

В крайнем правом столбце предусмотрена кнопка для графического вывода инцидента, при ее активации открывается окно «Графическое отображение инцидента» (рис.7).

Рис 7 Окно графического отображения инцидента

Прорисовка графика реализуется по времени за 10 минут до нарушения и 3 минуты после регистрации.

На экран выводятся параметры, от которых зависит работоспособность оборудования. Предусмотрена возможность выбора параметров вручную.

В таблице отображаются переданные аварийные сообщения за данный период.

В данном окне предусмотрена кнопка для формирования XML-файла, с описанием входных параметров и скриншотом текущего окна, в соответствии со спецификацией.

Разработан метод передачи инцидентов с сопутствующими диагностическими параметрами из внешних источников в единую систему мониторинга технического состояния локомотивов (ЕСМТ).

Разработанный АРМ «Осциллограф–2» позволяет частично автоматизировать процесс диагностирования локомотива и полностью автоматизировать процесс ведения отчётности о текущем техническом состоянии локомотивного парка в обслуживаемых ТМХ-Сервис локомотивных депо, обеспечивая функцию дополнительной обратной связи между потребителем услуг (депо) и их производителем (ТМХ-Сервис).

Применение АРМ позволяет сократить затраты на текущие ремонты, а также на техническое обслуживание (ТР и ТО), соответственно уменьшить потери в эксплуатационной работе.

**Перминов В.А. Федотов М.В. (ОАО ВНИКТИ) Грищенко А.В. Грачев В.В.
Базилевский Ф.Ю. Курилкин Д.Н. (ПГУПС)**

**Использование нейросетевых диагностических моделей для
контроля технического состояния тепловозов по данным бортовых
подсистем диагностики**

Средства бортовой диагностики (встроенные средства диагностирования согласно ГОСТ 20911-89) являются важнейшим звеном в системе управления техническим состоянием и надежностью подвижного состава и, в частности, тепловозного парка. Они позволяют осуществлять непрерывный контроль качества эксплуатации локомотива, оперативно выявлять и прогнозировать изменение его технического состояния без изъятия из перевозочного процесса, что, в свою очередь, дает возможность эффективно использовать дорогостоящие стационарные и локальные диагностические средства, а также корректировать сроки и объемы технического обслуживания с учетом реального технического состояния локомотива.

До недавнего времени развитие бортовой диагностики сдерживалось низким уровнем контролепригодности локомотивов и, в частности, тепловозов. Положение кардинально изменилось с началом выпуска и эксплуатации новых тепловозов серий 2ТЭ116У, ТЭП70БС, 2ТЭ25К, 2ТЭ25А, 2ТЭ70. Эти локомотивы оборудованы бортовой микропроцессорной системой автоматического управления силовой установкой тепловоза МСУ-Т(П,Э) с встроенной подсистемой диагностики, которая осуществляет непрерывное измерение и накопление в памяти значений нескольких сотен аналоговых и дискретных параметров, характеризующих техническое состояние основных агрегатов тепловоза, визуальное отображение текущей информации, а также выполняет функции аварийно – предупредительной сигнализации и защиты силовой установки от аварийных режимов работы.

В связи с этим актуальными являются задачи разработки методов оценки технического состояния агрегатов локомотива, основанных на использовании информации бортовых подсистемы диагностики и программных средств обработки измерительной информации, реализующих эти методы. Основной функцией средств обработки информации является контроль технического состояния оборудования локомотива и прогнозирование его изменения. При этом не исключается возможность решения задач локализации отказов отдельных видов оборудования, однако глубина диагностирования определяется располагаемым набором контролируемых параметров и, как правило, жестко не задается. Необходимый ее уровень может эффективно обеспечиваться

стационарными средствами диагностики, решение о применении которых может быть принято по результатам обработки данных мониторинга.

Основой любого метода диагностирования является диагностическая модель объекта диагностирования.

Функционирование объекта диагностирования (ОД) в общем случае описывается уравнением

$$Y = f(X, R, Q, \xi), \quad (1.1)$$

где X – вектор известных входных параметров;

Y – вектор контролируемых выходных параметров;

R – вектор учитываемых конструктивных параметров объекта;

Q – вектор учитываемых параметров технического состояния объекта;

ξ – вектор неопределенных параметров, который включает часть входных параметров, параметров технического состояния, а также возмущающие воздействия, значения которых неизвестны.

Вид функциональной зависимости в уравнении (1.1) определяет тип диагностической модели и зависит от характера решаемых в процессе диагностирования задач. Наиболее сложные модели используются при решении задачи "поиска места и определения причин отказа" [1](ГОСТ 20911-89), т.е. локализации отказа. В этом случае целью диагностирования является определение всех компонент вектора Q , количество которых (размерность вектора) и состав должны быть достаточными для надежной идентификации всех учитываемых отказов (классов состояний) ОД. Соответственно, диагностическая модель ОД должна аналитически описывать функциональную зависимость Y от X . Как правило, она представляет собой параметрическое семейство функций с векторами параметров Q и R . С помощью измеряемых данных в состояниях с известным вектором Q выполняется идентификация модели, т.е. определение и уточнение всех компонент вектора R . В процессе диагностирования выполняется измерение параметров – компонент векторов X и Y , на основании результатов которых определяется искомый вектор Q параметров технического состояния ОД, позволяющий локализовать отказ. При построении таких моделей для сложных, многофункциональных объектов диагностирования, к которым относится, например, дизель, часто возникают серьезные трудности, связанные с отсутствием строгого математического описания процессов функционирования отдельных (часто основных) узлов ОД.

Как отмечалось выше, средства бортовой диагностики наиболее рационально использовать для решения задачи "контроля технического состояния" [1], т.е. отнесения ОД к одному из классов технического состояния (исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное) без локализации

отказа. В этих случаях используются упрощенные диагностические модели. Поскольку задача локализации отказа не ставится, строгого аналитического описания влияния вектора Q на процессы функционирования ОД не требуется. В качестве диагностической модели может использоваться любое параметрическое семейство функций $y = f(w, x)$, задающее отображение.

$$f: W \times X \rightarrow Y, \quad (1.2)$$

где $w \in W$ - пространство параметров модели (не связанное с пространством параметров ОД);

$x \in X$ - пространство свободных переменных;

$y \in Y$ - пространство зависимых переменных.

В частности, в регрессионных моделях (1.2) может задаваться уравнением регрессии, связывающим векторы X и Y . Регрессионная модель объединяет широкий класс универсальных функций, которые описывают некоторую закономерность. При этом для построения модели используются только измеряемые данные (компоненты векторов X и Y), физические основы свойств исследуемой закономерности не учитываются. Нахождение параметров w в отображении (1.2) при использовании регрессионной модели называется обучением модели. Такая модель, как правило, не является интерпретируемой, но при качественном обучении на достаточном экспериментальном материале может отображать влияние X на Y намного точнее сложных аналитических моделей.

В качестве математического аппарата для построения регрессионных моделей могут использоваться линейные функции, алгебраические полиномы, различные ряды, радиальные базисные функции и прочее. Однако особый интерес для реализации регрессионных диагностических моделей представляет аппарат искусственных нейронных сетей.

Элементарной составной частью искусственной нейронной сети является вычислительная структура, называемая нейроном. Нейрон (рис.1) состоит из элементов трех типов: умножителей (синапсов), сумматора и нелинейного преобразователя.

Рис.1. Структура искусственного нейрона

Синапсы принимают сигналы $x_1...x_k$ из внешней среды и от других нейронов сети, а также сигнал смещения (как правило, равный -1) и умножают их на числа $w_1...w_k$, характеризующие силу (веса) связей (синапсов). Сумматор Σ выполняет сложение взвешенных сигналов, поступающих по синаптическим связям. Нелинейный преобразователь реализует нелинейную функцию f одного аргумента

S - выхода сумматора. Эта функция называется *функцией активации* или *передаточной функцией нейрона*.

Нейрон в целом реализует скалярную функцию векторного аргумента.

Математическая модель нейрона:

$$S = \sum_{j=0}^K (x_j \cdot w_j), \quad (1.5)$$

$$Y = f(S).$$

В общем случае входной сигнал, весовые коэффициенты и смещение могут принимать действительные значения, а во многих практических задачах - лишь некоторые фиксированные значения. Выход (y) определяется видом функции активации и может быть как действительным, так и целым.

Одной из наиболее распространенных является нелинейная функция активации с насыщением, так называемая логистическая функция или сигмоид (функция S-образного вида) (рис.2):

$$Y = \frac{1}{1 + e^{-a \cdot S}} \quad (1.6)$$

Рис.2. – Вид функции активации.

При уменьшении параметра a сигмоид становится более пологим, в пределе при $a = 0$ вырождаясь в горизонтальную линию на уровне 0.5, при увеличении a сигмоид приближается к виду функции единичного скачка. Из выражения для сигмоида очевидно, что выходное значение нейрона лежит в диапазоне (0, 1). Одно из ценных свойств сигмоидальной функции – простое выражение для ее производной:

$$f'(s) = a \cdot f(s) \cdot [1 - f(s)]. \quad (1.7)$$

Кроме того, сигмоидальная функция дифференцируема на всей оси абсцисс. Эти свойства данной функции используются в наиболее распространенных алгоритмах обучения сетей. Дополнительным преимуществом функции данного вида является ее свойство усиливать слабые сигналы лучше, чем большие, и предотвращение насыщения от больших сигналов, так как они соответствуют областям аргументов, где сигмоид имеет пологий наклон.

Нейронная сеть представляет собой совокупность нейронов вида (1.1), определенным образом соединенных друг с другом и с внешней средой с помощью связей (синапсов), определяемых весовыми коэффициентами w_K . Способ (схема) соединения нейронов сети определяет тип сети.

Для построения регрессионных моделей ОД наибольший интерес представляют многослойные или слоистые сети (рис.3).

Рис.3. Многослойная (двухслойная) сеть прямого распространения.

Нейроны в таких сетях объединяются в слои. Каждый слой содержит совокупность нейронов с одинаковыми входными сигналами. Число нейронов в слое может быть любым и не зависит от количества нейронов в других слоях. В общем случае сеть состоит из Q слоев, пронумерованных слева направо. Внешние входные сигналы подаются на входы нейронов входного слоя (его часто нумеруют как нулевой), а выходами сети являются выходные сигналы последнего слоя.

Кроме входного и выходного слоев в многослойной нейронной сети есть один или несколько скрытых слоев. Сеть, в которой внешние воздействия в сети передаются последовательно от одного слоя к другому, называется сетью прямого распространения. Теоретически число слоев и число нейронов в каждом слое может быть произвольным, однако фактически оно ограничено ресурсами компьютера или специализированных микросхем, на которых обычно реализуется нейронная сеть. Чем сложнее сеть, тем более сложные задачи она может решать.

Процесс функционирования нейронной сети, сущность действий, которые она способна выполнять, зависит от величин весов $w_{(k)}$ синаптических связей. Поэтому, задавшись определенной структурой сети, соответствующей какой-либо задаче, необходимо найти оптимальные значения весовых коэффициентов $w_{(k)}$.

Этот этап называется обучением нейронной сети, и от того, насколько качественно он будет выполнен, зависит способность сети решать поставленные перед ней задачи во время функционирования.

В процессе функционирования нейронная сеть на каждом i -м шаге расчета отображает вектор X_i входных сигналов на вектор Y_i выходных сигналов, т.е. реализует отображение (1.2), при этом пространство параметров модели составляет совокупность коэффициентов $\{w_1 \dots w_k\}$. В случае, когда сеть используется в качестве диагностической модели, вектор X_i входных параметров сети образуют измеренные значения входных параметров ОД, а вектор Y_i - расчетные значения выходных параметров сети. В реальном объекте подача на его вход вектора X_i входных сигналов приведет к появлению на выходе вектора Y_i^* измеренных выходных параметров ОД. Отличие Y_i от Y_i^* характеризуется величиной, называемой ошибкой отклика сети. В простейшем случае она может быть определена как разность:

$$\varepsilon_i = Y_i - Y_i^* . \quad (1.8)$$

Вполне очевидно, что оценка качества функционирования сети по величине единичной ошибки отклика на шаге i не может быть объективной. Существенно большей достоверностью обладает величина суммарной квадратичной ошибки за период диагностирования:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - y_i^*)^2}{N}, \quad (1.9)$$

где N – количество отсчетов за период диагностирования, с.

Задача обучения нейронной сети в данном случае состоит в выборе совокупности значений весовых коэффициентов $w(k)$, обеспечивающей минимальное значение E , а, следовательно, и управление, максимально близкое к оптимальному.

Для выполнения обучения используется обучающая выборка – совокупность пар значений $(X_i, [Y]_i^*)$, полученных в результате мониторинга функционирования объекта, состояние которого классифицируется как «исправное». В процессе обучения на вход сети последовательно подаются векторы входных переменных $X_1, X_2, \dots, X_K$ обучающей выборки, вычисляются соответствующие им значения отклика сети $Y_1, Y_2, \dots, Y_K$, значения ошибок отклика ε_i (1.3) на каждом шаге и величина суммарной квадратической ошибки отклика S_o (1.4). Если последняя превосходит допустимое значение $S_o^{\text{доп}}$, корректируются значения весовых коэффициентов $w_1 \dots w_k$, после чего расчет повторяют. Процесс обучения повторяется до выполнения условия $[S_o \leq S_o^{\text{доп}}]$.

В процессе диагностирования на вход обученной сети последовательно подаются векторы $X_1, X_2, \dots, X_N$ входных воздействий ОД в целом или отдельных его систем, измеренных на каждом шаге, и вычисляются соответствующие им векторы значений отклика сети $Y_1, Y_2, \dots, Y_N$, которые сравниваются с векторами $[Y]_1^*, [Y]_2^*, \dots, [Y]_N^*$ измеренных значений отклика. Результат сравнения характеризуется величиной среднеквадратичной ошибки отклика (1.3).

ОД считается работоспособным, если полученное значение суммарной квадратичной ошибки отклика сети S_d не превосходит допустимое значение ошибки $S_d^{\text{доп}}$, т.е. выполняется условие

$$S_d \leq S_d^{\text{доп}} \quad (1.10)$$

Величина допустимой ошибки отклика $S_d^{\text{доп}}$ определяется с учетом ошибки S_o обучения модели ОД, погрешности датчиков, с помощью которых измеряются значения входных и выходных параметров ОД, а также свойств (передаточной функции) ОД.

В качестве примера рассмотрим организацию контроля технического состояния канала управления тяговым электродвигателем (ТЭД) в системе поосного регулирования тяги тепловоза серии 2ТЭ116У. Структурная схема канала управления ТЭД представлена на рис.4.

Канал включает управляемый тяговый выпрямитель (УВ), на вход которого подается переменное трехфазное напряжение U_{TG} , измеряемое датчиком $ДУ_{TG}$ тягового генератора. К выходу выпрямителя подключен тяговый электродвигатель, вал которого связан с колесной парой тепловоза посредством тягового редуктора с известным передаточным отношением. Скорость V вращения колесной пары измеряется датчиком скорости $ДV$. Напряжение на входе ТЭД (выходе УВ) контролируется датчиком $ДУ_{УВ}$. Управление выпрямителем осуществляется блоком управления выпрямителем (БУВ) посредством изменения угла зажигания тиристоров α .

Режим работы канала в каждый момент времени определяется входными сигналами U_{TG} , V , α (внешние входные параметры). Его техническое состояние характеризуется напряжением на выходе выпрямителя током тягового электродвигателя $I_{ТЭД}$ (выходной параметр).

Рис.4. Структурная схема канала управления тяговым электродвигателем тепловоза с электрической передачей мощности

ТГ - тяговый генератор; БУВ - блок управления выпрямителем; УВ - управляемый выпрямитель; ТХГ - осевой тахогенератор; U_{TG} - напряжение тягового генератора, $U_{УВ}$ - напряжение на выходе управляемого выпрямителя; $I_{ТЭД}$ - ток тягового генератора; V - скорость тепловоза; α - угол управления управляемым выпрямителем; $ДУ_{TG}$, $ДУ_{УВ}$, $ДI_{ТЭД}$, $ДV$ - датчики напряжения тягового генератора, напряжения на выходе выпрямителя, тока ТЭД, скорости тепловоза.

Для тока ТЭД инструкцией по эксплуатации тепловоза определены только предельные значения для каждой позиции контроллера. Значения входных параметров (U_{TG} , V) в режиме ограничения по току не нормируются. Кроме того, в эксплуатации такие режимы практически не встречаются, вследствие чего использование табличной диагностической модели для диагностирования данной группы оборудования невозможно.

В тоже время нейросетевые диагностические модели на базе имеющегося перечня контролируемых параметров не только позволяют контролировать работоспособность канала в целом, но и обеспечивают локализацию отказа с точностью до узла.

Как следует из рис.4, канал управления ТЭД включает два функционально независимых узла: собственно ТЭД (объект управления) и управляемый выпрямитель. Работа каждого из этих узлов может моделироваться нейронной сетью прямого распространения с двумя входами и одним выходом. На входы первой сети, моделирующей управляемый выпрямитель (рис.5), подаются значения напряжения УТГ тягового генератора и угла α управления выпрямителем. Выходом ее является выходное напряжение УУВ канала выпрямителя. Входами второй сети, моделирующей ТЭД (рис.6), являются напряжение УУВ на двигателе и скорость тепловоза, пропорциональная частоте вращения якоря ТЭД. Выходом модели ТЭД является величина тока якоря $I_{ТЭД}$. Структура сети (количество слоев и число нейронов в каждом из них) выбирается, исходя из особенностей объекта диагностирования, располагаемых вычислительных мощностей и целей моделирования.

Обучающая выборка для каждой сети формируется по данным подсистемы бортовой диагностики тепловоза, находящегося в исправном состоянии (рис.7). Для необученной сети суммарная квадратичная ошибка отклика существенно превышает допустимую величину (0,015-0,02 от максимального значения выходного параметра сети) (рис.8). В результате обучения значения весов сети корректируются до тех пор, пока не будет достигнута требуемая точность моделирования (рис.9).

В процессе диагностирования на входы обученной сети подаются значения входных параметров из данных регистрации бортовой подсистемы диагностики, а расчетное значение выхода сети сравнивается с измеренным значением соответствующего параметра.

Рис.5. Схема нейросетевой модели канала управляемого выпрямителя

Рис.6. Схема нейросетевой модели ТЭД

Рис.7. Изменение относительных значений параметров исправного тягового электродвигателя тепловоза в процессе движения

Рис.8. Изменение действительного и расчетного значения тока ТЭД (отклика НС модели ТЭД) в режимах обучающей выборки для необученной модели (суммарная квадратичная ошибка отклика модели ТЭД составила 0,1449)

Рис.9. Изменение действительного и расчетного значения тока ТЭД (отклика НС модели ТЭД) в режимах обучающей выборки для обученной модели (суммарная квадратичная ошибка отклика модели ТЭД составила 0,0112)

В результате сравнения на каждом шаге рассчитывается действительное ε_i и допустимое $\varepsilon_i^{\text{доп}}$ значения ошибки отклика сети, а по результатам расчета всей выборки данных определяется действительная $S_d^{\wedge}$ и допустимая $S_d^{\wedge\text{доп}}$ суммарные квадратичные ошибки отклика. Узел считается работоспособным при выполнении условия (1.5) (рис.10).

Рис.10. Изменение действительного и расчетного значения тока ТЭД (отклика НС модели ТЭД) в эксплуатационных режимах работы тепловоза при нормальном техническом состоянии узла ТЭД (суммарная квадратичная ошибка отклика модели ТЭД составила 0,0322)

Отказ одного из элементов узла приводит к возрастанию ошибки ε_i отклика его модели на каждом шаге и суммарной квадратичной ошибки $S_d^{\wedge}$, в то время, как допустимые значения ошибок остаются неизменными. Это приводит к нарушению условия (1.5), что свидетельствует о нарушении работоспособности узла (рис.11).

Рис.11. Изменение действительного и расчетного значения тока ТЭД (отклика НС модели ТЭД) в эксплуатационных режимах работы тепловоза при отказе датчика тока ТЭД (суммарная квадратичная ошибка отклика модели ТЭД составила 0,1056)

Нарушение условия (1.5) может рассматриваться как "инцидент" в терминах стандартов ITIL/ITSM [2]. Использование нейросетевой диагностической модели существенно увеличивает информативность этого термина, поскольку возникновение инцидента свидетельствует не просто об отклонении одного из параметров от заданного значения, но о потере работоспособности одного (как минимум) или нескольких узлов тепловоза. Анализ всех одновременно выявленных инцидентов в большинстве случаев позволяет локализовать отказ с точностью до узла, а в отдельных случаях - до сменного модуля, т.е. решить обе задачи диагностирования. На этом этапе для анализа выявленных инцидентов также могут использоваться упрощенные диагностические модели, например табличного типа.

Примером такой модели является таблица 1, которая позволяет по результатам контроля правильности функционирования узлов канала управления ТЭД отнести его техническое состояние к одному из 4-х классов Т0 - Т4.

Таблица 1 – Табличная модель для локализации отказа канала управления ТЭД

Результат ы контроля узлов канала	$\overline{S_U} > \overline{S_U^{доп}}$	$\overline{S_U} \leq \overline{S_U^{доп}}$
$\overline{S_I} > \overline{S_I^{доп}}$	T ₁	T ₂
$\overline{S_I} \leq \overline{S_I^{доп}}$	T ₃	T ₀

T₀ - канал исправен; T₁ - неисправность датчика напряжения УТГ или датчика напряжения Uув; T₂ - неисправность цепи ТЭД (самого ТЭД, датчика тока ТЭД или датчика скорости колесной пары); T₃ - неисправность канала управляемого выпрямителя УВ.

Литература:

1. ГОСТ 20911-89 "Техническая диагностика Термины и определения." - действующий государственный стандарт РФ.
2. ITIL/ITSM. Библиотека методических материалов для организации оказания IT - услуг.

Пляскин А.К. Давыдов Ю.А. Кейно М.Ю. (ДВГУПС)
Интерактивная система диагностирования объектов
инфраструктуры железнодорожного транспорта

Основными тенденциями в освоении растущих грузопотоков является совершенствование парка подвижного состава и развитие железнодорожной инфраструктуры с условием применения современных средств автоматизации технических объектов. Стремление к достижению максимального экономического эффекта и эксплуатационных показателей в краткосрочной перспективе при минимальных капитальных затратах на обновление инфраструктуры и подвижного состава приводит к стратегическим просчетам и к ускоренному истощению ресурса технических средств, вовлеченных в перевозочный процесс. Сложившаяся в последнее десятилетие ситуация требует решения на качественно новом технологическом уровне.

В силу объективных обстоятельств железные дороги Дальнего Востока, Восточной Сибири и Якутии, в том числе Северный широтный ход, вынуждены работать в достаточно тяжелых, а зачастую и экстремальных условиях. Геопространственное положение зоны БАМ определяет основные экстремальные факторы, влияющие на развитие железных дорог: воздействие низких температур при значительных суточных перепадах, наличие участков со сложным профилем и планом пути, наличие сезонных колебаний уровня осадков в летний и зимний периоды, организация работы подвижного состава с разной степенью неравномерности грузопотоков, удаленность объектов инфраструктуры друг от друга.

Естественно в данных условиях железнодорожный путь и искусственные сооружения, приборы автоблокировки и рельсовые цепи, локомотивы и вагоны – все эти ключевые компоненты вынуждены работать в условиях, предельно приближенных к их паспортным характеристикам, а зачастую и в запредельных режимах. Это неблагоприятно сказывается на ресурсе и надежности элементов инфраструктуры железной дороги и подвижного состава. В силу этого необходимо рассматривать возможность использования надежных безлюдных технологий способствующих контролю и содержанию в надлежащем техническом состоянии транспортной инфраструктуры. Внедрение новой техники должно обеспечиваться комплексными мероприятиями по испытаниям и техническому сопровождению объектов.

Практически с момента создания ХАБИИЖТа и по настоящее время специалисты различных направлений Дальневосточного государственного университета путей сообщения привлекаются для оценки параметров работы подвижного состава и устройств инфраструктуры железной дороги.

На протяжении последнего десятилетия постоянно проводятся испытания подвижного состава и объектов инфраструктуры на участках Дальневосточной, Восточно-Сибирской, Сахалинской железных дорог и БАМ с использованием испытательных комплексов разработанных в ДВГУПС, созданы технологии, обеспечивающие непрерывный контроль сложных технических объектов реальном режиме времени.

В 2007 году кафедрой «Электроподвижной состав» ДВГУПС были выполнены работы по созданию комплексной системы мониторинга, обеспечивающей непрерывный контроль параметров работы электровоза, тепловоза, путевой машины, пассажирского вагона, а также мониторинг работы технологического оборудования в вагоноремонтном депо. Дальнейшее расширение системы мониторинга позволило реализовать режим on-line контроля 2-х электротяговых подстанций и систему из 4-х секций электровозов. Создан унифицированный объектовый блок системы мониторинга, обеспечивающий сбор, первичную обработку и передачу данных с использованием различных каналов связи. Помимо использования высокоскоростных беспроводных соединений, объектовый блок использует каналы подвижной связи стандартов GSM(GPRS) и CDMA. В 2008 году была проведена апробация передачи данных с использованием оборудования спутниковой связи систем Globalstar и Thuraya.

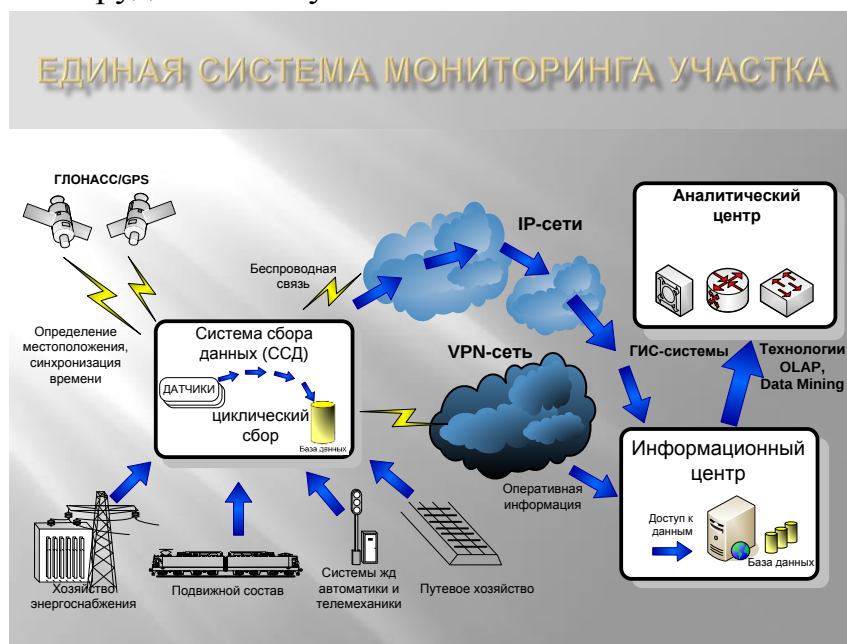


Рис.1. Система мониторинга объектов железных дорог

Созданный комплекс включает в себя весь предшествующий опыт создания испытательных и диагностических систем:

- web-интерфейс отражения режимов работы объектов;
- беспроводная передача информации;
- мобильные (автономные) измерительные комплексы;
- унифицированные системы контроля распределенных систем;

- стационарные контрольно-измерительные телеметрические комплексы;
- технологии многокритериального анализа больших потоков информации и др.

Модель предлагаемой системы предполагает синтез гетерогенной распределенной среды, обеспечивающей сбор, первичную обработку, накопление и передачу данных в единую базу данных. Накапливаемые таким образом данные могут быть подвергнуты различным видам анализа с использованием техник статистической обработки, многомерного анализа (OLAP), интеллектуального анализа данных и поиска знаний (Data Mining). Программной платформой системы служат серверные операционные системы Microsoft Server и Microsoft SQL Server. Отображение оперативных данных осуществляется с использованием геоинформационных систем ESRI ArcGIS и Google Maps API.

На основе разработанных технологий в 2010-2012 годах по заказу ОАО «Трансмашхолдинг» выполнены работы, в ходе которых на Новочеркасском электровозостроительном заводе на опытный электровоз была установлена система непрерывного мониторинга. Контроль технического состояния электровоза осуществлялся с момента заводских приемочных испытаний, во время пересылки до депо приписки и в период гарантийного срока эксплуатации.

Рис.2 Система интерактивного контроля состояния узлов локомотивов

В этот же период испытаны автосцепные устройства электровозов 2ЭС5К работающих на сложном перевальном профиле Смоляниново – Находка. Для решения данных задач были разработаны многоканальные измерительные комплексы, основу которого составляют устройства сбора данных National Instruments. Результаты, анализа полученных данных позволили устранить системные отказы в отдельных узлах электровозов.

Помимо автономных, устанавливаемых на локомотивы, систем диагностирования и контроля параметров работы технических объектов в ДВГУПС разработаны системы безлюдного сбора и обработки данных, применимые для комплексных испытаний и входящие в состав специальных вагонов-лабораторий.

Для решения описанных выше задач в ДВГУПС создана производственно-научная лаборатория испытаний тягового подвижного состава. Техническое оснащение и квалификационный состав работников лаборатории позволяют решать широкий спектр задач по разработке новейшего высокопроизводительного оборудования для решения сложных технических задач, возникающих при испытаниях подвижного состава. Инсталляция систем непрерывного мониторинга и испытания подвижного состава и объектов

железнодорожного транспорта проводятся с учетом опыта изученного в ходе рабочих поездок специалистов ДВГУПС на ведущие железнодорожные предприятия таких стран как США, ЮАР, Канада, Австралия, Китай и другие.

На основе накопленного опыта и технологического задела, представляется целесообразным для нужд железных дорог и предприятий сервисного обслуживания локомотивов предложить следующее:

1. разработка интеллектуальной системы удаленного контроля технических параметров железнодорожных объектов, а именно локомотивов, объектов продольного электроснабжения, пути, земляного полотна и искусственных сооружений;

2. испытания новой и модернизированной техники;

Для реализации первого направления предлагается использовать интерактивную систему контроля основных параметров локомотива, элементов пути и объектов инфраструктуры. Подобная система контроля является трехуровневой и состоит:

а) из автономного комплекса мониторинга состояния агрегатов локомотива и элементов пути;

б) системы оперативного мониторинга лимитирующих объектов для участка железной дороги;

с) система серверов для сбора и обработки данных.

Эксплуатация такой системы позволит в автоматизированном режиме осуществлять сбор и первичный анализ данных о степени реализации паспортной мощности подвижного состава, оперативно получать информацию обо всех случаях сверхнормативных нагрузок и достоверно выявлять причины нештатных ситуаций. Сбор данных осуществляется непрерывно, без участия оператора, измерением и записью важнейших показателей контролируемого объекта с высокой точностью и степенью дискретизации. Все записанные данные размещаются на локальном сервере базы данных и затем, в зависимости от принятой технологии, передаются в единый центр оперативного контроля.

Анализ формируемой таким образом базы данных позволяет определить участки и ситуации, в которых возникают ненормативные, с перегрузкой, режимы работы. С использованием современных технологий обработки и анализа данных OLAP и Data Mining появляется возможность выявить неявные, скрытые закономерности и тенденции.

Для реализации второго направления разработаны автономные измерительные комплексы под определенные задачи испытаний. Испытательные модули могут быть нескольких исполнений: автономными - устанавливаемыми на локомотив; зависимыми – устанавливаемые в вагон-лабораторию; смешанными -

с использованием первых двух вариантов. При реализации спектра испытательных мероприятий выполняется проектная подготовка с разработкой методики испытаний и подготовка максимально реалистичных режимных карт.

Для каждого типа испытаний разрабатывается отдельный, либо применяется унифицированный контрольно-измерительный телеметрический комплекс, обеспечивающий оценку параметров работы основного оборудования локомотивов и объектов инфраструктуры в процессе эксплуатации. Использование такого комплекса позволяет проводить опытные поездки с поездами, не нарушая штатную схему формирования состава, и одновременно контролировать работу всех локомотивов работающих с поездом.

С использованием приведенных выше технологий, можно реализовать многокритериальный анализ данных диагностических комплексов, уже установленных на локомотивах и других объектах, также с применением технологии OLAP и Data Mining.

Успешная реализация интерактивной системы диагностирования объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта и современные подходы к проведению испытаний железнодорожной техники открывают перспективу комплексного внедрения высокоавтоматизированных измерительных систем оперативного контроля технических систем напрямую открывая возможность ремонта и технического обслуживания локомотивов по потребности.

**Романова Т.А. Быковская Н.А. (ВНИИЖТ) Требования к
лакокрасочным покрытиям и техническим моющим средствам в
сервисном обслуживании локомотивов при ТО, ТР и КР**

В последнее время на Российских железных дорогах наметилась научно-обоснованная тенденция на увеличение срока службы защитных покрытий подвижного состава и транспортных конструкций.

Компания ОАО «РЖД» выставляет требования по обеспечению сохранности декоративных и защитных свойств покрытия подвижного состава (пассажирских вагонов, секций электропоездов и локомотивов) в течение 6 лет, а защитных свойств – свыше 12 лет (Распоряжения № ВЯ-54пр от 03.09.2009 г. и № ВЯ-95пр от 16.12.2009г.)

ОАО «ВНИИЖТ» на основе эксплуатационного опыта применения различных материалов, а также используя зарубежный опыт, были разработаны Технические требования к физико-механическим и защитным и декоративным свойствам лакокрасочных покрытий и техническим моющим средствам.

В соответствии с разработанными требованиями в институте проводятся комплексные исследования материалов по гостированным методам и по методикам ОАО «ВНИИЖТ», имитирующим условия эксплуатации подвижного состава. Лакокрасочные и защитные материалы, удовлетворяющие установленным требованиям, рекомендуются к применению и входят в технологические процессы, инструкции и стандарты по окраске подвижного состава, и в частности всех видов локомотивов.

ОАО «ВНИИЖТ» является головным институтом в отрасли по решению вопросов противокоррозионной защиты подвижного состава и транспортных конструкций и разработке нормативной документации (стандарты, технологические процессы, инструкции и указания, регламенты) по окрашиванию, противокоррозионной защите, обмывке и очистке подвижного состава. Испытательная лаборатория института «Противокоррозионные материалы, технические моющие средства и технологии» с 2007г. аккредитована в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии (РОССТАНДАРТ) на «техническую компетентность и независимость по оценке качества лакокрасочной продукции, технических моющих средств и технологий их применения» (Аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.21KK16). В лаборатории проводятся работы по испытаниям лакокрасочных, защитных и гидроизоляционных материалов и технических моющих средств в соответствии с утвержденной областью аккредитации для оказания научно-практической помощи компании ОАО «РЖД».

Лаборатория оснащена современным отечественным и зарубежным оборудованием для комплексной оценки качества и долговечности противокоррозионных материалов с определением физико-химических характеристик, физико-механических параметров, защитных, гидроизоляционных, климатических и декоративных свойств покрытий.

Все оборудование для испытаний проходит ежегодную проверку в РОСТЕСТе.

В настоящее время тяговый подвижной состав на строительных предприятиях окрашивается по ГОСТ 31365-2008 «Покрытия лакокрасочные электровозов и тепловозов магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Технические условия», а на ремонтных предприятиях окрашивание производится по типовым технологическим процессам и в соответствии с требованиями инструкции №103.25073.00493-2007г., разработчиками которых является ОАО «ВНИИЖТ».

ГОСТ 31365-2008 и инструкция №103.25073.00493- 2007г. устарели как по форме, так и по содержанию. Существующие технологические процессы по окрашиванию частично устарели, частично не имеют доказательной базы в виде современных нормативных документов.

Так в межгосударственном стандарте по локомотивам ГОСТ 31365-2008 установлены требования к лакокрасочным покрытиям соответственные тому времени, где срок службы комплексного покрытия по ГОСТ 9.401, метод 6 (в условиях УХЛ1) по защитным свойствам должен составлять:

- для двухкомпонентных материалов – не менее 8-10 лет;
- для однокомпонентных материалов - не менее 5 лет.

Для максимального соответствия требованиям компании ОАО «РЖД» на новую продукцию и требований на ремонтируемую продукцию выдвинуто мнение о разработке единого национального стандарта, который будет являться нормативной базой и основополагающим документом качественного выполнения процессов окрашивания и противокоррозионной защиты при строительстве и при всех видах ремонта.

Разрабатываемый в настоящее время ОАО «ВНИИЖТ» национальный стандарт ГОСТ Р «Локомотивы. Требования к лакокрасочным покрытиям и противокоррозионной защите и методы их контроля» будет устанавливать единые требования:

- к противокоррозионной защите локомотивов,
- к улучшению внешнего вида и надежности окрашенных поверхностей,

- к повышению срока службы покрытий и сохранности конструкций за счет использования технологичных, долговечных и высококачественных систем защитных покрытий.

Новый национальный стандарт определяет новые требования компании ОАО «РЖД» и будет являться нормативной базой и основополагающим документом качественного выполнения процессов окрашивания и противокоррозионной защиты не только при строительстве, но и при всех видах депоовских и капитальных ремонтов локомотивов. В стандарте устанавливаются требования к подготовке поверхности с использованием дробеструйных способов очистки и к нанесению комплексных систем покрытий двухкомпонентных лакокрасочных материалов, обеспечивающих срок службы покрытия не менее 12 лет, при этом декоративные свойства должны сохраняться в течение 6 лет. В соответствии с требованиями нового разрабатываемого стандарта в настоящее время уже проводится окрашивание локомотивов на строительных заводах.

Необходимым условием поддержания покрытия на должном уровне является профилактический уход за окрашенными поверхностями кузовов локомотивов. С этой целью локомотивы должны подвергаться обмывке для удаления эксплуатационных загрязнений.

Скопление загрязнений на окрашенной поверхности кузова не только ухудшает внешний вид и санитарное состояние локомотивов, но также отрицательно влияет на сохранность лакокрасочного покрытия, вызывая необходимость его частого ремонта и обновления. По этим причинам обмывка является важной составляющей процесса технического обслуживания локомотивов.

Обмывка и очистка окрашенных поверхностей кузовов локомотивов и подкузовного оборудования в настоящее время производится в соответствии с технологическими инструкциями 1991-1996 годов, которые устарели по содержанию и не имеют нормативной базы, поэтому зачастую обмывка производится непроверенными моющими средствами. При этом не соблюдаются концентрации рабочих растворов, не выбирается основность (щелочная или кислая) в зависимости от видов загрязнений и таким образом оказывается негативное влияние на сохранность и долговечность защитного покрытия.

Для установления единых технических требований к очистке и обмывке тягового подвижного состава с целью повышения качества профилактического ухода и ремонта, сохранности защитного покрытия, повышения пожаробезопасности при эксплуатации и ремонте, улучшения условий труда и экологической обстановки на предприятиях необходимо разработать единую нормативную базу.

С этой целью институт предлагает разработать национальный стандарт ГОСТ Р «Тяговый подвижной состав. Требования к очистке и обмывке», в котором будут установлены основные требования и нормы, регламентирующие способы очистки, требования к техническим моющим средствам, требования к способам их использования исходя из характера загрязнений, требования к оборудованию, применяемому при очистных операциях, контролю за качеством промывки.

Особое внимание будет уделено требованиям к технологическим режимам обмывки и очистки, контролю качества обмывки, охране окружающей среды, требованиям безопасности при проведении работ.

В стандарте будут изложены требования к:

- наружной обмывке кузовов и кузовного оборудования тягового подвижного состава;
- очистке подвагонного оборудования, в том числе электрических машин;
- поузловой и агрегатной очистке внутрикузовного оборудования, силовой установки и вспомогательного оборудования тепловоза.

В связи с намеченной в последние годы тенденцией оснащения депо и других структурных подразделений ОАО «РЖД» современными моечными комплексами, в стандарте будут изложены требования как к ручной обмывке, так и к механизированной.

Разработка и внедрение нормативно-технических документов по окраске и обмывке локомотивов позволит проводить окрасочные работы на кузовах по восстановлению декоративных свойств через 6 лет, а защитных свойств - через 12 лет, т.е. проводить окрашивание только при капитальных видах ремонта.

**Модернизация элементов подвешивания тяговых двигателей
тележек электровозов серии ЭП10**

Характер разрушений креплений

Электровозы серии ЭП10 двухсистемные и предназначены для обслуживания пассажирских поездов на длинных плечах со скоростями движения до 140 км/ч при конструкционной скорости 160 км/ч. После пробега 250 тыс. км стали появляться ослабления и изломы болтов крепления кронштейнов тяговых двигателей к раме тележки. Было несколько случаев падения тяговых двигателей на ось колесной пары. Характер разрушений болтов указывает на признаки усталостного малоциклового действия нагрузок с последующим доломом сечений болтов и разрушением кронштейнов.

Такой характер разрушений возможен после ослабления болтовых соединений, в результате чего происходят неуправляемые относительные перемещения скрепляемых до этого узлов из-за образовавшихся зазоров [1].

Причины разрушений

Кинематический анализ и расчеты схемы креплений тяговых двигателей на раме тележки электровоза ЭП10 показал, что с точки зрения положений теоретической механики крепление тяговых двигателей выполнено по схеме пространственной трехопорной балки с жестко закрепленными шарнирными опорами. Такая схема представляет статически неопределимую систему. И, как показали расчеты с учетом неидеальности шарниров, в этих опорах возможны силовые перегрузки до 40 %.

В отличие от электровозов ЭП10 на электровозах ЭП1 с аналогичной схемой подвешивания тяговых двигателей практически не наблюдалось в процессе их эксплуатации ослаблений и изломов креплений тяговых двигателей.

Сравнительный анализ элементов креплений этих электровозов показал, что конструкции больших кронштейнов этих локомотивов различны.

Расчеты жесткостей кронштейнов показали, что изгибная жесткость кронштейна электровоза ЭП1 почти в 6 раз больше, а крутильная в 2 раза больше, чем у кронштейна электровоза ЭП10 [2].

В результате такого распределения жесткостей, как показали расчеты собственных частот и форм колебаний, у электровоза ЭП1 в месте болтового

крепления кронштейна на концевой балке рамы тележки не появляется деформаций и не происходит ослабления болтового соединения.

На рисунках 1 и 2 показаны формы колебаний тяговых двигателей и характер деформаций кронштейнов в месте их крепления на концевой балке. Эти формы возникают на собственных частотах колебаний, которые возбуждаются при возмущениях от неровностей железнодорожного пути и от остаточных дисбалансов карданной муфты в тяговом приводе.

Рисунок 1 – Деформация большого кронштейна электровоза ЭП10 на частотах 50,4 Гц и 63 Гц

Рисунок 2 – Деформация большого кронштейна электровоза ЭП1 частоте 54 Гц

Анализ динамических свойств карданной тяговой муфты с помощью математической модели подтвердил полученные при ходовых испытаниях электровоза ЭП10 данные о периодических возмущениях от тяговой муфты при скоростях движения электровоза свыше 100 км/ч. Эксплуатировался этот электровоз преимущественно со скоростями движения 100 – 140 км/ч (рисунок 3). В этом диапазоне скоростей возникают резонансные режимы, сопровождающиеся колебаниями тягового двигателя с частотами 30 – 50 – 57 Гц, которые указаны разными значками на частотной диаграмме (рисунок 4), полученной экспериментально при испытаниях электровоза ЭП10.

Рисунок 3 - Диаграмма скорости электровоза ЭП10-001 с поездом №62 Нижний Новгород - Москва (поездка 25.07.2004)

Рисунок 4 – Диаграмма частот возмущений от тягового привода и резонансных скоростей при движении электровоза

Таким образом, результаты исследования показывают, что ненадежность системы подвешивания зависит от совпадения ряда факторов:

- статическая неопределимость в схеме подвешивания двигателя;
- неудачная конструкция большого кронштейна с точки зрения его жесткостных характеристик;
- конструкция тяговой муфты не соответствует требуемому скоростному режиму;

- несоответствие конструкций муфты и подвешивания тяговых двигателей режимам эксплуатации электровоза.

Направления модернизации

Для возможности полноценной эксплуатации электровозов ЭП10 возможны следующие направления модернизации в зависимости от объема требуемых при этом работ:

- замена конструкции большого кронштейна и конструкции его крепления на концевой балке рамы тележки.

При этом устраняется статическая неопределимость схемы опирания тягового двигателя и вероятность ослабления болтового соединения, с которого начинается разрушение всей конструкции. На рисунке 5 показана возможная конструкция кронштейна с концевой скользящей опорой;

Рисунок 5 – Большой кронштейн предложенной конструкции

- переработка конструкции подвешивания двигателя под применение резинометаллических шарниров в трех опорах.

В этом случае устраняется воздействие высокочастотных вибраций от асинхронного двигателя на болтовые крепления самих шарниров, а также возмущения от тяговой муфты;

- изменение конструкции тяговой муфты с целью расширения скоростного диапазона ее устойчивой работы.

Изменение конструкции связано с изменением жесткости упругих мембранных элементов с целью устранения потери устойчивости мембран при скоростях движения электровоза свыше 100 км/ч.

Литература

1. Анализ особенностей электромеханических процессов в тяговом приводе электровозов двойного питания по результатам их опытной эксплуатации и разработка рекомендаций по исключению ослабления креплений в тяговом приводе перспективных электровозов ЭП20: отчет о НИР / Бирюков И.В. - М.:МИИТ, 2008. - 216с.
2. Вахромеева Т.О. Снижение динамических нагрузок в тяговых приводах электровозов с рамным подвешиванием тяговых двигателей и карданными муфтами: дисс. канд. техн. наук. – М.: МИИТ, 2014. - 243с.

**Организация и развитие опытного и мелкосерийного производства в
отраслевом научно-исследовательском институте как элемент
перехода к смешанной системе ремонта подвижного состава**

Организация производства в научном и практическом понимании означает эффективное соединение, правильную координацию и рациональное использование в производственном процессе рабочей силы, предметов труда и средств производства. Первое условие эффективной организации производства, обеспечивающей полную занятость производственных ресурсов, заключается в том, чтобы предоставить каждому человеку возможность получения такой работы, которую его способности и выучка позволяют хорошо выполнять и снабжать его наилучшими машинами и другими рабочими приспособлениями. Это условие является весьма важным, но не единственным признаком совершенной организации производства и показателем ее высокой эффективности.

Основными факторами повышения экономической эффективности производства на предприятиях машиностроения являются следующие четыре комплексные группы:

1. Человеческие ресурсы или личные факторы производства, определяющие эффективность трудовой деятельности персонала всей организации.
2. Вещественные ресурсы или материальные факторы, характеризующие эффективность использования производственных факторов, оборудования, инструментов и других средств и предметов труда.
3. Ресурсы рабочего времени или факторы длительности производственных процессов, включающие затраты времени на единицу продукции, продолжительность рабочих циклов, а также перерывы в работе персонала и простои оборудования.
4. Организационные ресурсы или собственно факторы организации производства, обеспечивающие эффективность взаимодействия труда и капитала.

Организация производственных процессов, направленных на создание новой наукоемкой продукции в научно-исследовательских институтах, характеризуется яркими признаками, отличными от организации производства крупносерийных предприятий, а именно:

- функциональное объединение нескольких работ в один процесс;
- решение об изменении технологии процессов принимают инженерные кадры;
- бизнес-процессы имеют множество вариантов выполнения работ;

- работа производится там, где ее можно выполнить наиболее эффективно;
- оптимально-сокращенный объем проверок и контроля в ходе выполнения работ;
- минимизация согласований при управлении бизнес-процессами;
- преобладание смешанных децентрализованных операций;
- формирование рабочих групп – вместо производственных отделов формируются процессные команды. Формирование лидера команды – Главного инженера проекта производится на основе «подкованности» человека в том или ином вопросе;
- акценты в оценке результатов и стимулировании персонала формируются на базе конечного результата;
- лидерская роль руководителя с организационно-управленческими функциями, вместо «руководителя-менеджера».

Как показывает практика, организация производства новых разработок НИИ возможна тремя основными путями:

1. Централизация всех производственных процессов, т.е. выделение отдельных производственных участков и групп специалистов, направленных на решение определённых задач.

При такой постановке процессов со временем теряется интеллектуальный стимул работников – они перестают видеть конечные результаты своего труда, а так же размывается грань ответственности за принятые новаторские решения. Как результат – снижение качества продукции. Такой подход наиболее приемлем на производственных предприятиях, работающих по уже готовой конструкторской документации.

2. Создание узкоспециализированных групп специалистов, задачи которых сводятся к развитию отдельно выбранного конечного направления.

Как правило, результативность работы таких групп высока первые 3-4 года. Практика показывает, что со временем такие группы становятся обособленными подразделениями, располагающими собственными производственными ресурсами, при этом формирование объема ресурсов происходит независимо от фактического наличия на предприятии в целом аналогичного потребному оборудованию, персоналу и т.д. В таких группах появляются отдельные архивы технической документации, программного обеспечения, формируется отдельная от предприятия в целом система снабжения необходимыми материалами, комплектующими и технологической оснасткой.

С целью ограничения внутренней информации вырабатывается иммунитет «коммерческая тайна группы», ограждающий внутренние процессы группы от аналогичных групп одного предприятия.

Результат – формирование «государства в государстве». Как следствие – потеря управляемости процессами в таких группах и риск единовременной потери многолетних наработок.

3. Комбинированный. Он объединяет собой централизованные процессы и узкоспециализированные группы.

Особенностью такого подхода является принятие научно-технических и производственных процессов на Научно-технических советах. Изменяются рабочие группы – от функциональных отделов к процессным командам. Изменяется роль руководителя-менеджера от учетных функций к лидерским, организационно-управленческим. При этом лидером временной процессной команды назначается узкий специалист в том или ином направлении – главный инженер проекта (ГИП), способный довести поставленную задачу до логического завершения. Также при таком подходе создается благоприятная среда для обмена опытом специалистов и создания единого хранилища ин-теллектуальной информации, что способствует ускоренному развитию ин-ститута в целом.

Формирование обобщенных производственных участков позволяет создать легко трансформируемый производственный цикл и, при этом снизить расходы предприятия на дублирование производственных мощностей.

Комбинированный вариант развития опытно-производственных мощностей НИИ позволяет беспрепятственно реализовывать основную функцию научно-исследовательского института – выполнение научно-технических программ, которые, по сути, являются основой модернизации основных бизнес-процессов железнодорожного транспорта.

Так, например, реализация инновационных разработок открытого акционерного общества «Научно-исследовательский институт технологии, контроля и диагностики железнодорожного транспорта» (ОАО «НИИТКД»), дочернего общества ОАО «РЖД» – является основой для осуществления перехода к смешанной системе ремонта железнодорожной техники. Смешанная система ремонта представляет собой симбиоз планового ремонта и ремонта по техническому состоянию.

Основой ремонта по техническому состоянию является выполнение контроля технического состояния объекта с периодичностью и в объеме, установленными в нормативно-технической документации, при этом объем и момент начала ремонта определяется техническим состоянием изделия.

Производственная деятельность ОАО «НИИТКД» во многом направлена на автоматизацию технологических процессов контроля и диагностирования железнодорожной техники.

Автоматизация процессов производства и управления достигается за счет создания автоматизированных и автоматических систем машин, роботехнических комплексов, созданием автоматизированных рабочих мест специалистов и руководителей, т.е. информационных технологий.

Автоматизация повышает производительность и эффективность производства и развивается на основе комплексно-механизированного производства, внедрения новых высокоэффективных технологических процессов.

Одной из масштабных разработок института в области автоматизации технологических процессов является Комплексная система обеспечения эксплуатационной надежности технических средств на основе диагностических методов мониторинга технического состояния и планирования технического обслуживания и ремонта железнодорожного подвижного состава. Данная система реализуется на базе ИЛП-технологий.

С 2010 года применение ИЛП-технологий в России регламентируется стандартами интегрированной логистической поддержки жизненного цикла технических изделий (ГОСТ Р 53392-2009, ГОСТ Р 53393-2009, ГОСТ Р 53394-2009).

Интегрированная логистическая поддержка жизненного цикла технических изделий – это совокупность видов инженерной деятельности, реализуемых посредством управленческих, инженерных и информационных технологий, ориентированных на обеспечение высокого уровня готовности изделий (в том числе показателей, определяющих готовность, – безотказности, долговечности, ремонтпригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности и др.) при одновременном снижении затрат, связанных с их эксплуатацией и обслуживанием, которые являются значительной, а иногда и определяющей частью стоимости жизненного цикла изделия.

Основным показателем ИЛП является уровень готовности технического изделия, определяемый коэффициентом готовности. Физический смысл коэффициента готовности – это вероятность того, что в прогнозируемый момент времени изделие будет исправно, то есть оно не будет находиться во внеплановом ремонте.

Одним из важных моментов в оценке текущего состояния технических объектов является возможность организации «информационной видимости» оборудования объекта. Эта возможность достигается путем периодического, дистанционного контроля значений некой совокупности рабочих параметров объекта, реализуемого путем организации информационных потоков в системе «Объект – Центр Мониторинга».

Возможность контроля и сравнения значений указанных параметров с допустимыми показателями позволяет оценить работоспособность системы, своевременно выявить предотказное состояние узла, проследить динамику изменения любого из контролируемых параметров во времени и, тем самым, повысить в целом ремонтпригодность объекта. Кроме этого имеется возможность оптимизировать процесс технического обслуживания и ремонта узлов объекта за счет того, что в первую очередь обслуживать или ремонтировать будет необходимо те узлы и детали, параметры которых в процессе эксплуатации вышли за пределы допустимых значений.

Разработанные на современном этапе системы технического диагностирования, сбора, обработки и передачи данных, позволяют реализовать задачу по организации «информационной видимости» узлов и систем технических объектов практически любой сложности, в том числе таких, как тяговый подвижной состав железных дорог (ТПС) (рисунок 1).

Рисунок 1 – Средства технического диагностирования железнодорожного тягового подвижного состава

В рамках предлагаемого варианта, построение контрольно-диагностической системы мониторинга текущего состояния узлов и систем тягового подвижного состава в эксплуатации является комплексной задачей, решение которой должно включать в себя следующие составляющие:

1. Оборудование ТПС первичными преобразователями механических, электрических и других параметров работы узлов в сигналы, доступные к передаче по поездным информационным каналам.
2. Оборудование ТПС устройствами для первичной обработки получаемых с датчиков сигналов, а также накопления, хранения и передачи информации на внешние устройства. Данные устройства, помимо функции сбора и обработки данных с собственных датчиков имеют возможность обработки информации, получаемой с бортовых систем контроля.
3. Создание постов комплексного диагностирования и считывания диагностической информации, обеспечивающих проведение диагностирования и контроля основных параметров механического оборудования ТПС при заходе в депо и считывания информации с передающих устройств ТПС для последующей ее передачи в Центр обработки данных депо перед постановкой поезда на ремонтную позицию для проведения технического обслуживания, текущего или межпоездного ремонта.
4. Создание Центров обработки данных в депо, осуществляющих обработку информации, поступающей из соответствующих Постов считывания депо. К основным задачам Центра обработки данных в депо должны относиться:
 - контроль режимов ведения поезда;
 - оценка текущего технического состояния узлов и систем ТПС в формате

«норма»/не норма» или, при необходимости, в сравнении текущих значений рабочих параметров с допустимыми;

- выявление предотказного состояния узлов локомотивов;
- принятие решений о возможности дальнейшей эксплуатации локомотивов, планирование их технического обслуживания или ремонта;
- принятие решений об объеме выполнения ремонтных работ ТПС, поступлении их на ТО или ТР;
- формирование нарядов для специализированных ремонтных бригад на выполнение работ;
- формирование и передача сводных отчетов о состоянии узлов и систем локомотивов в технические службы;
- оперативное оповещение причастных служб об отказе узла или системы вагона в эксплуатации;
- оперативное оповещение руководителей депо об отказе узла или системы локомотива в эксплуатации.

5. Создание на базе депо информационных комплексов управления ремонтным процессом или Центров управления ремонтом депо.

Центр управления ремонтом депо обеспечивает организацию и управление технологическим процессом ремонта локомотивов, включая организацию оснащения и учет запасных частей и материалов. Информация, получаемая диспетчером Центра управления ремонтом депо из Центра обработки данных депо, позволяет планировать и корректировать выполнение ремонтных работ, учитывая возможные отказы оборудования локомотивов на линии.

Функционирование Центра управления ремонтом депо обеспечивается специализированным оборудованием, включая технологическое оборудование ремонтных цехов, имеющее возможность формирования и передачи протоколов выполнения диагностических проверок или испытаний узлов и деталей оборудования вагонов после ремонта (рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден., Ошибка! Источник ссылки не найден.**). Функциональное исполнение технологического оборудования обеспечивает минимизацию вмешательства специалиста в процесс проведения проверок или испытаний, повышая достоверность выполняемых операций.

6. Создание каналов передачи информации всех уровней информационной системы.

Функционирование составных элементов системы предусматривает следующую организацию сбора и обработки диагностической информации (рисунок **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

В пути следования поезда с узлов вагонов при помощи датчиков штатных диагностических систем, а также дополнительно установленных датчиков с определенной периодичностью осуществляется первичный сбор информации о текущих значениях определенных параметров работы оборудования.

Рисунок 2 – Комплексное оснащение автоматного цеха

Рисунок 3 – Комплексное оснащение электромашинного цеха

К таким параметрам следует отнести:

1. Параметры работы узлов ходовой группы (тяговые электродвигатели, тяговая передача, тяговый редуктор, колесные пары).
2. Параметры работы механического оборудования (узлы рессорного подвешивания, автосцепные устройства).
3. Параметры работы силовой электрической передачи.
4. Параметры работы вспомогательного электрического оборудования.

Рисунок 4 – Алгоритм сбора, обработки и передачи диагностической информации

Первичная информация с датчиков по поездным каналам связи поступает в устройства первичной обработки сигналов, где полученные значения сравниваются с допустимыми и в виде протоколов накапливаются и хранятся для последующей передачи на внешние устройства Постов считывания депо. Передача информации производится по беспроводным каналам связи перед постановкой локомотива на ремонтную позицию депо.

Полученный блок информации обрабатывается в Центре Обработки Данных депо и в текстово-графическом формате передается диспетчеру Центра управления ремонтом депо. Данная информация является основанием для оценки текущего технического состояния узлов и систем вагонов, поступающих на ТО или ТР, принятия решений об объеме выполнения ремонтных работ вагонов на ТО или ТР. Формирование нарядов для специализированных ремонтных бригад на выполнение работ по ремонту узлов при таком подходе производится в автоматическом режиме. В первую очередь в наряд-задании отображаются узлы, у которых значения рабочих параметров в эксплуатации имеют отклонения от допустимых значений и решения других производственных задач.

Контроль процесса выполнения ремонта вагонов осуществляется посредством мобильных и стационарных контрольно-диагностических систем. В процессе выполнения работ информация о выполнении ремонта оборудования заносится в базу данных. Электронные протоколы испытания оборудования являются информационной платформой Центра управления ремонтом. В режиме

on-line эта информация отображается на информационных мониторах, расположенных в ремонтных цехах и кабинетах руководителей предприятия в виде обобщенной диаграммы готовности состава к выходу из ремонта (рисунок 5).

Рисунок 5 – Отображение диаграммы технологической готовности локомотива

Данные диаграммы позволяют оценить выполнение предприятием нормативов простоя вагонов на соответствующем виде ремонта, выявить критические элементы в цепочке технологического процесса ремонта, «тормозящие» выполнение программы ремонта и требующие проведение необходимых корректирующих мероприятий. Построение диаграммы предусматривает использование рабочих полей в следующем цветовом исполнении:

- зеленым цветом отображается процесс ремонта оборудования вагонов, выполнение которого соответствует установленным нормам времени на проведение технологических операций, предусмотренных ремонтной документацией;

- желтым цветом отображается процесс ремонта, выполнение которого опережает установленный график проведения работ, что может говорить о полном или частичном невыполнении некоторых технологических операций;

- красным цветом отображается процесс ремонта, выполнение которого отстает от установленного графика проведения работ, что может указывать на возникновение проблем при выполнении некоторых технологических операций.

Цветовое представление информации на диаграммах упрощает анализ данных и стимулирует работников депо на повышение качества выполнения своей работы.

По окончании технического обслуживания или ремонта диспетчер Центра управления ремонтом формирует справку о готовности состава к выходу из ремонта и направляет ее дежурному по депо.

Сводная информация о режимах эксплуатации, сроках и качестве проведения ремонта со всех депо поступает в Единый центр мониторинга подвижного состава, где анализируется специальной аналитической группой и в случае некорректной работы системы ремонта и эксплуатации в целом принимаются корректирующие меры (рисунок 6).

Рисунок 6 – Схема передачи данных от ТПС в технические службы депо

Предлагаемая система обеспечения контроля текущего состояния узлов локомотивов позволяет за счет простых и понятных алгоритмов взаимодействия составных элементов системы существенно повысить безопасность движения поездов. Это может быть достигнуто путем комплексного подхода к контролю состояния узлов оборудования, организации оперативного выявления и устранения причин предотказного состояния узлов, организации структурированной передачи оптимизированных объемов информации внутри системы.

Учитывая широкую номенклатуру типов и модификаций подвижного состава, немаловажным элементом при разработке и внедрении таких масштабных систем является проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по разработке и производству отдельных составляющих комплексной системы – средств технологического оснащения.

Разработка и опытное производство необходимых средств технологического оснащения вбирает в себя весь комплекс задач от поиска постановочной проблемы до изготовления, ввода в эксплуатацию и сервисного обслуживания выпускаемых изделий. При этом, основная часть технических средств выпускается в единичных экземплярах, зачастую, речь идёт не о партии, а о единичных образцах продукции.

В соответствии с ГОСТ Р 15.201-2000, изделие считается опытным образцом т.е. образцом продукции, изготовленной по вновь разработанной рабочей документации для проверки путём испытаний соответствия его заданным техническим требованиям с целью принятия решения о возможности постановки на производство и (или) использования по назначению и не может эксплуатироваться в полном объеме реализуя все свои возможности, либо согласно ГОСТ 16504-81 головным образцом – изделием, изготовленным по вновь разработанной документации для применения заказчиком с одновременной отработкой конструкции и технической документации для производства и эксплуатации последующих изделий данной партии.

В 2009 году, в вагонном ремонтном депо Московка Западно-Сибирской дирекции по ремонту грузовых вагонов, ОАО «НИИТКД» был проведен расчет полного цикла постановки изделия на производство, начиная от проработки идеи и заканчивая реализацией оборудования.

Для реализации идеи был заключен договор с Западно-Сибирской дирекцией по ремонту грузовых вагонов на проведение опытной эксплуатации двух установок «Механизированное рабочее место для механической зачистки средней части и центров оси колесной пары» (рисунок 7) и «Системы проверки тормоза вагона «СПТ-Вагон» (рисунок 8).

Опытные образцы оборудования три месяца проходили опытную эксплуатацию, в течение которых технический и административный персонал вагонного ремонтного депо Московка вносил свои предложения по доработке установок. После доработки образцов, на основании выдвинутых предложений, была проведена повторная опытная эксплуатация в течение месяца. По окончании работ проведены предварительные и приемочные испытания с участием представителей Западно-Сибирской дирекции по ремонту грузовых вагонов, вагонного депо Московка и ОАО «НИИТКД». Таким образом, был проведен весь цикл работ по постановке продукции на производство в соответствии с ГОСТ 15.201-2000.

Рисунок 7 – Механизированное рабочее место для механической зачистки средней части и центров оси колесной пары

Рисунок 8 – Система проверки тормоза вагона «СПТ-Вагон»

Очевидным преимуществом такой работы является создание оборудования изготовителем в одностороннем порядке, но и учтены все предложения потенциального эксплуатационного персонала.

Практика показала, что такая система необходима при разработке и производстве инновационной техники, она позволяет не допустить в серийное производство конструкционных недоработок.

Затраты на выполнение комплексного цикла от разработки технического задания на изделие и заканчивая внедрением в технологический процесс ремонтного предприятия представлены в таблице 1 и на рисунке 9).

Таблица 1 – Затраты на выполнение комплексного цикла

Наименование этапа	СПТ-Вагон, тыс. руб	Установка механической зачистки средней части оси и центров колёсной пары, тыс. руб
Разработка технического задания	434,00	197,00

Разработка технической и конструкторской документации	738,00	1115,00
Изготовление оборудования	630,00	2074,00
Адаптация к производству	40,00	10,00
ИТОГО	1842	3396,00

Рисунок 1 – Затраты на выполнение комплексного цикла:

✚ – система проверки тормоза вагона СПТ-Вагон; – установка механической зачистки средней части оси и центров колесной пары

В доленом соотношении затраты на разработку диагностических микропроцессорных систем (СПТ-Вагон) составляет примерно 70% от общих затрат на постановку изделия на производство. Затраты на разработку сложного механического оборудования составляют порядка 50% от общих затрат.

Создание опытного образца того или иного изделия – это всегда затратное мероприятие по сравнению с серийно-выпускаемыми изделиями. Это связано с тем, что при создании первого образца продукции происходят затраты на поиск и обоснование проблемы, патентно-лицензионную работу, создание технического задания, разработку конструкторской и технической документации, изготовление технических средств, порой из эксклюзивных комплектующих, в основном, изготовленных на заказ.

Библиографический список

1. ГОСТ 18322-78 Система технического обслуживания и ремонта техники. Термины и определения. – М.: Изд-во стандартов, 78. – 11 с.
2. Бухалков М.И. Организация производства на предприятиях машиностроения: учебник / М.И. Бухалков. – М.: ИНФРА-М, 2012 – 511 с.
3. Болотин М.М. Системы автоматизации производства и ремонта вагонов: учебник для вузов ж.-д. трансп. / М.М. Болотин, В.Е. Новиков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Маршрут, 2004. – 310 с.
4. Прогрессивные технологии обеспечения безопасности движения поездов и сохранности перевозимых грузов: монография / В.А. Гапанович, И.И. Галиев, Ю.И. Матяш, В.П. Клюка – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на ж.-д. транспорте», 2008. – 220 с.
5. Наumenко С.Н. О достоверности учета дизельного топлива при экипировке локомотивов / С.Н. Наumenко, А.Г. Горнев // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 2. – С. 49-50.

6. Обновление подвижного состава с учетом жизненного цикла / Н.И. Данько [и др.]; Украина, Харьков // Железнодорожный транспорт. – 2011. – № 12. – С. 42-44.

Перспективы развития сервисного обслуживания щёточно-коллекторного узла тяговых электрических машин локомотивов

Повышение безопасности и надёжности эксплуатации тяговых электрических машин локомотивов связано со значительным увеличением уровня сервисного обслуживания щёточно-коллекторного узла (ЩКУ) на базе современных достижений науки и техники.

Это относится в первую очередь к электрощёткам, которые являются быстроизнашиваемыми деталями ЩКУ, от качественной работы которых существенно зависит эксплуатация ЩКУ и тяговых электрических машин в целом.

Выполненные в середине прошлого века исследования во ВНИИЭИ (ныне ФГУП НИИЭИ) под руководством проф. А.С.Фиалкова по разработке и освоению электрощеток типа ЭГ61 на сажевой основе [1] позволили обеспечить выпуск мощных и скоростных локомотивов, которые успешно эксплуатируются на железнодорожном транспорте и в настоящее время. Технология этих щеток базируется на жесткой зависимости от типа применяемого сырья, особенно связующего, в частности высокотемпературного каменноугольного пека, и применения совместного вибропомола компонентов, связанного с высоким потреблением электроэнергии. Длительная эксплуатация щеток ЭГ61 выявила их недостаток, связанный с возникновением заволакивания коллекторных пластин, особенно у коллекторов, пластины которых изготавливаются из меди пониженной прочности.

Проведённые исследования по устранению этого недостатка позволили создать и освоить принципиально новые технологии, получения щеток второго поколения марок ЭГ75 и ЭГ141 с мономодальной пористой структурой, которые в значительной степени позволили обеспечить повышение надёжности работы ЩКУ всех видов тяговых электрических машин, особенно тяговых электродвигателей и тяговых генераторов [2]. Выполненные исследования явились основой нового направления в совершенствовании коммутационного процесса тяговых электрических машин.

В связи с распадом СССР и ликвидацией рынка доступного сырья возникла необходимость в поисках новых источников российского сырья для производства электрощеток. В результате выполненных исследований была разработана и освоена новая технология электрощеток с использованием собственных сырьевых материалов российского производства, которая явилась основой для производства нового третьего поколения щеток для тяговых электрических машин [3]. Четкие

регламентированные параметры технологии новых электрощеток позволяют целенаправленно формировать пористую структуру щеток и обеспечивать получение материала щеток с мономодальным распределением открытых сквозных пор в щеточном материале.

В настоящее время технология новых щеток освоена в ОАО «Опытный завод электроугольных изделий», г.Электроугли (щетки ЭГ61М, ЭГ84М – ТУ 303-98 ИЛЕА685271162 ТУ), в ОАО «Урал Морган Карбон», г.Екатеринбург (щетки ЭГ61УМК, ЭГ84УМК – ТУ 16-98 ИЛГЦ685211125 ТУ), в ОАО «Электроконтакт», г. Кинешма (щетки ЭГ61АК, ЭГ84АК – ТУ 303-96 ИЛГТ685271012 ТУ).

С технологическими параметрами, близкими к технологии нового третьего поколения, выпускают щетки остальные российские предприятия – изготовители электрощёток.

Электрощетками данных предприятий обеспечивается потребности железнодорожного транспорта всей России. Развитие выпуска электрощеток нового поколения сдерживается отсутствием на предприятиях необходимых средств на модернизацию и обновление оборудования для производства щеток. Темпы роста цен на электрощетки отстают от темпов роста цен на сырьевые материалы и энергоносители. В результате цены на электрощетки в России на порядок ниже, чем цены за рубежом. Существующая политика по ценообразованию в настоящее время требует своего усовершенствования и развития в отношениях между изготовителями электрощеток и потребителями.

Контроль технических параметров нового поколения электрощеток на стадии периодических испытаний производится на специально разработанном в МГУ ПС устройстве – динамическом стенде КЗК-95Д. Испытания на данной установке позволяют учитывать вибрационные и ударные нагрузки, действующие в эксплуатации на ЩКУ при движении локомотива [4].

Проведенные периодические испытания щеток нового третьего поколения с 2000г. по настоящее время подтвердили высокую надежность технологии щеток. В отличие от существующих испытаний на модели тягового двигателя (установка УК) и испытаниях на тяговом электродвигателе у НБ418К6 или ЭД118, работающих в стационарных условиях без прогнозируемых вибрационных и ударных нагрузок, новое устройство потребляет значительно меньше электроэнергии, при этом стоимость испытаний при их более высокой достоверности более чем в 6 раз ниже.

Особое значение для повышения безопасности и надежности электрощеток при решении поставленных перед сервисными компаниями задач необходимо придавать конструктивному оформлению электрощёток. Для тяговых

электродвигателей используют сплошную конструкцию электрощеток и разрезную конструкцию электрощеток, причем последняя в настоящее время вытесняет первую.

Сплошная неразрезная конструкция щеток наиболее проста в изготовлении и поэтому дешевле, чем разрезная. Но она имеет существенный недостаток в эксплуатации, связанный с наличием «двойного зеркала» при реверсе машины и, как следствие, повышенный износ. Кроме того, не обеспечивается высокая коммутационная способность сплошной щетки, особенно в перегрузочных режимах работы ЩКУ.

Для устранения этих недостатков разработана и освоена конструкция сплошной щетки со скосом на верхней площадке щетки, позволяющим разделить нажимное усилие на щетку: силу, прижимающую щетку к коллектору и силу, прижимающую щетку к обойме щеткодержателя. Регулирование значений данных сил осуществляется за счет изменения угла скоса, что позволяет избежать образования «двойного зеркала» при реверсе машины [5].

Значительный объем работ в последнее время по разработке и освоению новых конструкций щеток для тяговых электрических машин железнодорожного транспорта выполнен совместно с ОАО НИИЭИ.

Разрезные электрощетки прошли эволюцию своего развития различными этапами. Одним из первых этапов в развитии конструктивного исполнения были щетки с металлическими (латунными) накладками. Конструкция таких щеток сложна и трудоемка, так как накладка крепится к одной элементарной разрезной части при помощи шайб и втулок, что ослабляет прочность щеточного материала в части крепления накладки и существенно снижает безопасность и надежность работы электрощеток.

Следующим этапом явилось создание и освоение щеток с резиновой прессованной накладкой, используемой и в настоящее время некоторыми предприятиями-изготовителями. Резиновая прессованная накладка позволила существенно устранить воздействие ударных и вибрационных нагрузок на щетку, повысить безопасность и надежность работы. Для изготовления накладок применяются дорогостоящие пресс-формы, их достаточно быстрый износ, наличие на поверхности накладок облоя, привело к их значительному подорожанию, особенно в последнее время. Это является существенным недостатком данных щёток, особенно в настоящее время.

Недостатки прессованных накладок были устранены применением резиновых накладок, полученных методом шприцевания резинового профиля определенной длины. Изготовитель щеток получает профиль и на своем

оборудовании производит вырубку накладок под конкретный чертеж щетки [6]. Данная конструкция щеток выпускается в ОАО «Урал Морган Карбон».

Прессованные и шприцованные резиновые накладки имеют общий существенный недостаток, так как в них вырубаются отверстия, в которых размещают токоведущие провода. В связи с тем, что между проводом и накладкой есть всегда зазор, то такая фиксация резиновой накладки не обеспечивает гарантированной амортизации в тангенциальном и аксиальном направлениях, что приводит к зависанию щеток в обоймах щеткодержателей по мере износа щеток и к аварийному состоянию ЩКУ. Поэтому, применение таких щеток требует тщательного контроля на всех видах ремонта. Для устранения этих недостатков МГУ ПС и ОАО НИИЭИ разработана и освоена новая конструкция фигурной резиновой шприцовой накладки, размещенной в глухих отверстиях разрезных элементарных частей. При этом достигается равномерная амортизация щетки во всех направлениях, накладка закрепляется только в щеточном материале, токоведущие провода свободны от накладки, лучше охлаждается их узел крепления в щетке [7]. Благодаря такой фиксации накладки в щётке появилась возможность использовать наладку повторно при замене щёток.

Для щёткодержателей тяговых электрических машин с постоянным нажатием в МГУ ПС разработана усовершенствованная конструкция электрощёток с выполнением в верхней части резиновой накладки желоба цилиндрической формы, причём радиус желоба $R_{ж}$ и радиус нажимного элемента $R_{нэ}$ связаны соотношением $R_{ж} = (1,1 \div 1,5) R_{нэ}$, контактная поверхность жёлоба покрыта антифрикционным материалом, при этом резиновая накладка размещена в аксиальном направлении между токоведущими проводами с зазором [8]. Проведённые эксплуатационные испытания данных щёток на главных генераторах ГПЗ11Б тепловозов показали обнадеживающие результаты.

Существенный объём работ по совершенствованию сервисного обслуживания ЩКУ тяговых электрических машин выполняется ООО «Элкон сервис», которое длительное время сотрудничает с МГУ ПС, российскими и зарубежными предприятиями - изготовителями электрощёток.

В настоящее время производители электрощеток при наличии у них необходимых средств на обновление производственного оборудования, гарантированных поставках качественных сырьевых и комплектующих материалов для изготовления электрощеток и при наличии согласованного платёжеспособного спроса имеют возможность обеспечить бесперебойную и качественную поставку электрощеток железнодорожному транспорту.

Литература.

1. А.С. 368687. Щетка для электрической машины /А.С.Фиалков, И.В.Темкин, Я.Г.Давидович, А.М.Бордаченков, М.Я.Скворцова. – Оpubл. в Б.И., 1973, №9.
2. Смазнов П.П. Характеристики щеточно-коллекторного узла тяговых электрических машин при использовании щеток с мономодальной пористой структурой. Дисс. ... канд.техн.наук, М., 1993. – 257 с (МИИТ).
3. Патент 2115982. Способ изготовления щеток для электрических машин./П.П.Смазнов, Ф.Ф.Гончарова. – Оpubл. в Б.И.,1998, №20.
4. Патент 2095895. Устройство для контроля и испытания щеток тяговых электрических машин. /Л.Г.Козлов, В.П.Феоктистов, П.П.Смазнов, В.А.Коновалов, В.Н.Черняховская, А.А.Реморов. – Оpubл. в Б.И., 1997, №31.
5. Патент 2150772. Щетка для электрической машины. /П.П.Смазнов, В.П.Степанов, Л.Г.Козлов, Д.П.Смазнов, Г.Н.Рамазанов, А.А.Реморов. – Оpubл. в Б.И., 2000, №16.
6. Патент 2025843. Щетка для электрической машины. / П.П.Смазнов, А.А.Реморов, О.В.Чикунев, В.В.Белоглазов, А.Остин. – Оpubл. в Б.И., 1994, №24.
7. А.С. 1647717. Щетка для электрических машин. /П.П.Смазнов, А.М.Бордаченков, Б.А.Глускин, А.А.Реморов, В.В.Мезинов. – Оpubл. в Б.И., 1991, №17.
8. Патент 2416847. Щётка для элетрических машин. / В.Н.Жуликов, Л.Г.Козлов, В.Н.Ротанов, П.П.Смазнов, В.П.Степанов. – Оpubл. в Б.И., 2011, №11.

**Повышение эффективности бизнеса и качества отраслевого
управленческого образования на основе взаимодействия ВУЗов и
бизнеса**

Динамика потенциального ресурса обучающихся в России на основе анализа тенденций рождаемости свидетельствует о том, что в течение как минимум 5 лет прироста численности выпускников школ не будет. Это связано с последним крупным сокращением рождаемости, наблюдавшимся в девяностых годах прошлого века. Уже сейчас возникают трудности с обеспечением процесса приема в ВУЗы, что связано с общим снижением качества подготовки абитуриентов, а также с трудностями в обеспечении соответствующими кадрами профессорско-преподавательского состава. Эти причины порождают множество проблем высшего образования и требуют государственного регулирования образовательной деятельности. С другой стороны, они способствуют повышению конкуренции ВУЗов и предъявляют высокие требования к качеству кадрового потенциала ВУЗов. Следовательно, в условиях сокращения государственного набора студентов в ВУЗ, повышение его привлекательности позволит увеличить платный набор и постепенно, естественным образом, произвести трансформацию кадрового потенциала ВУЗа.

На фоне общего сокращения населения страны происходит сокращение и квалифицированных трудовых ресурсов. Работодатели отмечают, что общий уровень образованности выпускников снижается. Необходимо отметить, что их, прежде всего, интересует специальное образование, которое позволяет, используя специалиста, получать прибыль и это заставляет их искать менеджеров со специальными знаниями бизнеса. Поэтому необходимо сохранять и совершенствовать специализации или профили в образовании, как у бакалавров, так и у магистров, MBA программ и т.д.

Таким образом, создаются объективные условия для поиска путей взаимодействия бизнеса и ВУЗов, причем существующая тенденция унификации экономических и управленческих видов деятельности в разных отраслях приводит к усилению потребности в четкой постановке и решении профессиональных задач обучающимися непосредственно на всех стадиях обучения. Выпускники ФГБОУ ВПО ГУУ должны справляться с тремя группами профессиональных задач:

1. информационно-аналитическими:
 - участие в реализации генеральной стратегии развития организации, а также функциональных стратегий (маркетинговой, финансовой, кадровой и т.д.);
 - участие в разработке и реализации комплекса мероприятий операционного

характера в соответствии со стратегией организации; оперативное планирование деятельности подразделения организации;

- формирование организационной структуры подразделения организации, организация работы исполнителей (команды исполнителей) для осуществления конкретных проектов, видов деятельности, работ; контроль деятельности подразделений, команд (групп) работников;
- мотивирование и стимулирование персонала организации, направленное на достижение стратегических и оперативных целей.

2. организационно-управленческими:

- сбор, обработка и анализ информации о деятельности подразделения организации с целью информационной поддержки принятия управленческих решений;
- построение внутренней информационной системы организации для сбора информации с целью принятия решений, планирования деятельности и контроля;
- создание и ведение баз данных по различным показателям функционирования организаций;
- оценка эффективности проектов;
- подготовка отчетов по результатам информационно-аналитической деятельности. оценка эффективности управленческих решений.

3. предпринимательскими:

- разработка бизнес-планов создания нового бизнеса;
- организация предпринимательской деятельности.

Таким образом, субъектами образовательного процесса являются три партнера, представленные на рис.1.

Рис. 1 Основные субъекты и критерии образовательного процесса

Поэтому ВУЗу совместно с бизнесом необходимо решить задачи по:

1. приданию степени бакалавра (магистра) собственного профессионально-квалификационного профиля и статуса в системе должностей и карьерных возможностей;
2. сближению академического образования и профессиональной деятельности (оба направления не являются взаимоисключающими);
3. формированию образовательных программ совместно с работодателями и созданию методологии механизма экспертизы перед их утверждением;
4. совершенствованию системы контроля качества основных образовательных программ в условиях расширения академических свобод высших учебных заведений.

Можно выделить четыре типа партнеров ВУЗа - это НИИ, госкомпании, компании частного и международного бизнеса. В качестве соединительного звена между ВУЗом и перечисленными типами его партнеров ведущую роль играют

выпускающие кафедры, которые не только проводят набор студентов, но обеспечивают подготовку всех уровней образовательных программ ВУЗа. Во внешней среде выпускающие кафедры осуществляют взаимодействие и партнерство по следующим направлениям:

1. Взаимодействие с бизнесом:

- участие в научно-технических советах коммерческих организаций и ГУПов и т.д.
- работа по привлечению объемов коммерческой работы (учебный процесс, НИР, консультации и т.д.)

2. Взаимоотношения с профильными ВУЗами:

- секция методического совета;
- участие в диссертационных советах других ВУЗов;
- конференции;
- конкурсы и Олимпиады студентов профильных ВУЗов.

3. Взаимодействие и партнерство с профильными НИИ:

- работа в Научно-технических советах;
- создание филиала кафедры;
- участие в современных НИР;
- подготовка и защита диссертаций;
- привлечение к учебному процессу.

4. Школы и техникумы:

- профориентация;
- подбор конкретного контингента;
- через студентов поступивших в ГУУ.

Более того, выпускающая кафедра как научный и учебный центр ВУЗа получила возможность расширить количество направлений работы с бизнесом и владельцами бизнеса. Нормативно-правовой основой этого явились два документа: приказы Министерства образования и науки РФ от 14 августа 2013г. №958 «Об утверждении порядка создания профессиональными образовательными организациями и образовательными организациями высшего образования кафедр и иных структурных подразделений, обеспечивающих практическую подготовку обучающихся, на базе иных организаций, осуществляющих деятельность по профилю соответствующей образовательной программы» и от 6 марта 2013 г. N 160 "Об утверждении Порядка создания в образовательных организациях, реализующих образовательные программы высшего образования, научными организациями и иными организациями, осуществляющими научную (научно-исследовательскую) деятельность, лабораторий, осуществляющих научную (научно-исследовательскую) и (или) научно-техническую деятельность".

Целью создания **базовых кафедр в сфере бизнеса** является практическая подготовка обучающихся по соответствующей образовательной программе, путем

реализации образовательной организацией части образовательной программы соответствующего профиля, направленной на формирование, закрепление и развитие умений и компетенций, и включающей возможность проведения всех видов учебных занятий и осуществления научной деятельности.

Приказом Минобрнауки России определены следующие условия создания базовой кафедры:

- a) соответствие реализуемой образовательной организацией образовательной программы профилю деятельности организации;
- b) наличие имущества, необходимого для достижения целей деятельности структурного подразделения;
- c) обеспечение проведения практики, практических занятий, семинаров, лабораторных практикумов и иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом, в структурном подразделении;
- d) обеспечение организацией условий для подготовки обучающимися выпускных квалификационных работ и иных видов работ, предусмотренных образовательной программой, в том числе участие в формировании тем выпускных квалификационных работ и иных работ, обеспечение научного руководства и рецензированию выпускных квалификационных работ и иных работ, безвозмездное предоставление обучающимся доступа к информации, необходимой для подготовки выпускных квалификационных работ;
- e) создание безопасных условий обучения;
- f) соблюдение специальных условий для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.
- g) Основаниями создания структурного подразделения являются:
- h) решение педагогического совета (ученого совета) образовательной организации о создании структурного подразделения;
- i) договор о создании структурного подразделения, заключенный между образовательной организацией и представителем бизнеса.

Целью создания лаборатории в ВУЗе является осуществление научной (научно-исследовательской) и (или) научно-технической деятельности с учетом образовательных программ и тематики научных исследований образовательной организации и организации, кадрового обеспечения научных исследований, а также привлечения обучающихся к проведению научных исследований под руководством научных работников.

Условия создания лаборатории:

- a) реализация образовательной организацией образовательной программы высшего образования, соответствующей направлениям научной деятельности организации;

- b) наличие имущества, необходимого для достижения целей деятельности лаборатории;
- c) использование имущества лаборатории при реализации образовательной организацией образовательной программы высшего образования;
- d) привлечение работников организации для проведения научных исследований в образовательной организации;
- e) создание безопасных условий обучения;
- f) соблюдение специальных условий для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

Основаниями создания лаборатории являются:

- a) решение уполномоченного органа организации о создании лаборатории;
- b) решение ученого совета образовательной организации о создании лаборатории;
- c) договор о создании лаборатории, заключенный между образовательной организацией и организацией.

Таким образом, нормативно-правовая база взаимодействия ВУЗов и бизнеса создано, дело остается за малым – найти надежных и заинтересованных партнеров для совместного решения задач инновационного развития российской экономики.

ФГБОУ ВПО ГУУ может обеспечить решение конкретных проблем, стоящих перед ОАО «ТМХ-сервис» в следующих областях:

1. Организация технологических процессов:
 - разработка типовых норм обслуживания;
 - разработка методического обеспечения нормирования ТО и ТР;
 - создание единого информационного пространства;
 - построение вертикального распределения прав и ответственности;
 - методическое обеспечение управленческого учета;
 - методика функционально-стоимостного анализа;
 - создание эффективного документооборота.
2. Организация взаимодействия:
 - методическое обеспечение построения регламентов взаимодействия на основе разграничение ответственности, проведение хронометража производственных операций.
3. Логистика:
 - повышение ритмичности поставок зап. частей;
 - организация ТЭО для МТС;
 - эффективное снабжение;
 - методическое обеспечение логистики снабжения зап. частями;
 - оптимизация склада.
4. Подготовка кадров:
 - методическое обеспечение и организация технического обучения;
 - создание системы кадровой подготовки;

- разработка специализированных программ для разных категорий работников.
5. Мотивация персонала:
- разработка системы мотивации персонала;
 - разработка системы премирования персонала;
 - научная организация и нормирование труда;
 - снижение текучести квалифицированных кадров.

Предложение по привлечению ТМХ-Сервис к комплексной подготовке специалистов (по особенностям региона)

Предприятия ТМХ-Сервис заинтересованы в подготовке кадров для сервисного обслуживания локомотивов. В нашем колледже работают опытейшие преподаватели-практики, которые имеют большое количество наработанных методик и опыт обучения студентов, по большей части подростков, не вполне осознанно представляющих свою будущую специальность. Преподавателями, начиная с нуля, постепенно прививается любовь к выбранной профессии. Для предприятий ТМХ-Сервиса, будет весьма выгодно, в плане повышения квалификации мастеров и специалистов, привлекать таких преподавателей поделиться опытом работы, умения использовать теорию, жестко привязанную к практике.

Самым оптимальным будет проведение обучения на базе колледжа один раз в неделю, с тем, чтобы обучаемые могли накопить и подготовить свои вопросы, напрямую связанные с производством. Этот процесс обучения будет гораздо проще и качественней, непосредственно привязан к специфике своего эксплуатируемого парка подвижного состава, не будет заформализирован жесткими рамками программы обучения, зачастую написанной и утвержденной весьма далекими людьми от насущных проблем производства в конкретной области.

В этом случае возникает вопрос, а какова мотивация, как обучаемого, так и обучающего? Ведь при рассмотрении этого предложения выигрывать будет предприятие повышением технической грамотности ведущих специалистов, которые смогут осмысленно передать знания совместно с рабочими навыками обученного работника предприятия молодым, вновь пришедшим на работу специалистам.

Необходима возможность привлекать преподавателей к переподготовке на базе производственных площадей с тем, что бы они имели возможность наиболее полно использовать свой потенциал в привязке к насущным проблемам конкретного предприятия.

Основываясь на анализе неисправностей локомотивов, на статическом расчете взятом из данных конкретной дороги, весьма реально делать упор на

более углубленное изучение конструкции и возможности ремонта проблемных, на данной дороге, узлов.

Обучение в Московском колледже железнодорожного транспорта ведут штатные преподаватели, имеющие высшую и первую квалификационные категории, а также занятия проводят преподаватели-совместители – высококвалифицированные специалисты дорожных лабораторий Московской железной дороги, Московской дирекции инфраструктуры и других дирекций, отделов Департаментов ОАО «РЖД», ЦСС ОАО «РЖД», ВНИИЖТа, РОАТ, линейных предприятий.

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом основная часть обучения заключается в проведении практических занятий и лабораторных работ, ориентация на практические знания студентов. Одной из сложных задач для реализации этой проблемы является слабая материально-техническая база, недостаточное информирование образовательных учреждений о новой документации с предприятий железнодорожного транспорта, нет доступа к разработкам новейших технологий ремонта локомотивного парка. В этом случае требуются финансовые вложения в материально-техническую базу. Поэтому двухсторонняя взаимосвязь ТМХ-Сервис с колледжем поможет сократить затраты на обучение и подготовку специалистов.

Тартаковский Э.Д., Пузырь В.Г., Дацун Ю.Н. (УкрГАЗТ)
Формализация экспертных оценок при аттестации
локомотиворемонтных производств

В условиях снижения финансирования на техническое обслуживание и ремонт локомотивов, старения локомотивного парка, возникает необходимость совершенствования системы их сервисного обслуживания и ремонта.

Согласно проведенного анализа состояния безопасности движения поездов [1], последние десять лет 50-65% транспортных происшествий в локомотивном хозяйстве возникает по причине некачественного деповского ремонта локомотивов.

Для повышения качества ремонта локомотивов, установления единых требований к локомотиворемонтным производствам, комплексного повышения технического уровня и укрепления ремонтной базы локомотивных депо, Департамент локомотивного хозяйства Укрзализныци (УЗ) проводит процедуру аттестации ремонтных производств [1]. Благодаря этому, руководство Департамента обладает систематизированной информацией об организационно-техническом уровне ремонтных производств, основных их несоответствиях [2, 3]. В планах капитальных вложений предусматриваются средства на техническое дооснащение предприятий. Упорядочивается и дополняется документация. Проведенные работы позволили улучшить уровень ремонтных производств, повысить качество ремонта ТПС и безопасность движения [3].

Однако, как и любая деятельность, процедура аттестации имеет определенные недостатки. Основными из которых является субъективность принятых решений, разный состав комиссий, которые проводят проверку организационно-технического уровня предприятия при аттестации. Поэтому логическим продолжением работ в этом направлении должна стать формализация мнений экспертов и числовая оценка организационно-технического уровня депо.

Согласно утвержденной процедуре [1], в настоящее время, оценка организационно-технического уровня локомотиворемонтного производства (депо) производится по показателям: документация,

измерения, материалы и запасные части, оборудование и инструмент, окружающая среда, персонал, технология, управление.

В пространстве, образованном выделенными показателями, проводится гиперплоскость, которая будет отделять предприятия, соответствующие требованиям от предприятий с низким организационно-техническим уровнем. Уравнение этой гиперплоскости имеет вид

(1)

где: - коэффициент весомости i -го показателя;
- значение i -го показателя.

Осуществляя параллельный перенос плоскости (1), можно наблюдать, как перераспределяется число успешных и неуспешных предприятий, попадающих в ту или иную подобласть, отсеченную данной плоскостью. Соответственно, можно установить пороговый норматив K_p : когда $K < K_p$, уровень предприятия не отвечает требованиям, когда $K > K_p$ – уровень предприятия достаточный для проведения ремонта локомотива.

Для определения значения K предприятия, необходимо определение значений показателей и их весовых коэффициентов. В работе [4], проводилось ранжирование приведенных факторов. Исходя из которого, по правилу Фишберна [5], определяется их значимость

(2)

Тогда, обозначив указанные показатели как $A_1, A_2, \dots, A_8$, выражение (1) можно представить в виде:

$$K = 0,08A_1 + 0,11A_2 + 0,22A_3 + 0,17A_4 + 0,03A_5 + 0,14A_6 + 0,05A_7 + 0,19A_8, \quad (3)$$

Из приведенного выражения (3) можно оценить степень влияния частных показателей на общий K . Однако на данном этапе определение общего показателя предприятия невозможно, поскольку на практике величина показателей может характеризоваться лишь несоответствиями, выявленными экспертами. Для формализации данных такого типа наиболее подходят нечеткие методы. В которых оценки по каждому показателю рассматриваются как лингвистические переменные (Таблица 1). Для упрощения, всем лингвистическим переменным назначалось одинаковое количество термов с трапециевидными функциями принадлежности (Рисунок 1) [6].

Рисунок 1 – Расположение трапециевидных функций принадлежности лингвистической переменной.

Используемые функции принадлежности термов показателей могут быть уточнены по результатам экспериментов. Исходные функции принадлежности построены с симметричным расположением узлов классификации (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9). В этих узлах значение соответствующей функции принадлежности равно единице, а всех остальных функций – нулю.

Каждой оценке экспертов можно будет сопоставить вектор пяти значений функций принадлежности.

$$S^*(x) = \{\mu_{*1}(x), \mu_{*2}(x), \mu_{*3}(x), \mu_{*4}(x), \mu_{*5}(x)\}, \quad (4)$$

Согласно [7] проводится развертка всех векторов $S^*(x)$ с весовыми коэффициентами r по формуле

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^N r_i \times \{\mu_{i.1}, \mu_{i.2}, \mu_{i.3}, \mu_{i.4}, \mu_{i.5}\} = \\ = \left\{ \sum_{i=1}^N r_i \times \mu_{i.1}, \sum_{i=1}^N r_i \times \mu_{i.2}, \sum_{i=1}^N r_i \times \mu_{i.3}, \sum_{i=1}^N r_i \times \mu_{i.4}, \sum_{i=1}^N r_i \times \mu_{i.5} \right\} \end{aligned} \quad (5)$$

Таблица 1 – Характеристики лингвистических переменных.

Уровень показателя	Обозначение	Характеристика	Функция принадлежности
Очень высокий	А	Полное соответствие требованиям, внедрение инноваций	$\mu_1(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.75 \\ 10(x - 0.75), 0.75 \leq x < 0.85 \\ 1, 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases}$
Высокий	В	Полное соответствие требованиям	$\mu_2(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.55 \\ 10(x - 0.55), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 1, 0.65 \leq x < 0.75 \\ 10(0.85 - x), 0.75 \leq x < 0.85 \\ 0, 0.85 \leq x \leq 1 \end{cases}$
Средний	С	Соответствие требованиям незначительными замечаниями	$\mu_3(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.35 \\ 10(x - 0.35), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 1, 0.45 \leq x < 0.55 \\ 10(0.65 - x), 0.55 \leq x < 0.65 \\ 0, 0.65 \leq x \leq 1 \end{cases}$
Низкий	Д	Наличие серьезных несоответствий	$\mu_4(x) = \begin{cases} 0, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(x - 0.25), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 1, 0.25 \leq x < 0.35 \\ 10(0.45 - x), 0.35 \leq x < 0.45 \\ 0, 0.45 \leq x \leq 1 \end{cases}$

Очень низкий	Е	Отсутствие основных элементов для оценки	$\mu_5(x) = \begin{cases} 1, 0 \leq x < 0.15 \\ 10(0.25 - x), 0.15 \leq x < 0.25 \\ 0, 0.25 \leq x \leq 1 \end{cases}$
--------------	---	--	--

Результирующий показатель состояния производства определяется как вектор из пяти значений функций принадлежности $S_0 = \{\mu_{0i}\}$, сумма которых равна единице. По Недосекину скалярный вектор, характеризующий состояние предприятия:

$$K = \sum_{i=1}^5 (0.2i - 0.1) \times \mu_{0i}, \quad (6)$$

где: $(0.2i - 1) = (0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9)$ – узловые точки стандартного пятиуровневого нечеткого классификатора.

Согласно приведенной методике определялся уровень локомотиворемонтного производства в депо «L». Данные экспертной оценки сводятся в таблицу 2

Однократная свертка (5) дает вектор $S_0 = \{0, 0.11, 0.88, 0, 0\}$. Видно, что результат группируется вокруг средних и высоких значений факторов. Из (6) получаем $K = 0.473$. Если провести распознавание этого значения по функциям принадлежности (Таблица 1), получим «Средний уровень» со степенью принадлежности 1, то есть общий уровень производства «Соответствует требованиям с незначительными замечаниями».

Таблица 2 – Экспертная оценка показателей локомотиворемонтного производства

Показатели	Весовые коэффициенты	Термы лингвистических переменных				
		А	В	С	Д	Е
		λ_{i1}	λ_{i2}	λ_{i3}	λ_{i4}	λ_{i5}
Документация	0,08	0	1	0	0	0
Измерения	0,11	0	0	1	0	0
Материалы и запасные части	0,22	0	0	1	0	0
Оборудование и инструмент	0,17	0	0	1	0	0
Окружающая среда	0,03	0	1	0	0	0
Персонал	0,14	0	0	1	0	0

Технология	0,05	0	0	1	0	0
Управление	0,19	0	0	1	0	0
$\sum r_i \lambda_{ij}$		0	0,11	0,88	0	0

Выводы.

В работе предложен алгоритм формализации экспертных суждений при оценке организационно-технического уровня локомотиворемонтного производства. Реализация такого подхода позволит более объективно оценивать возможности производства, планировать капитальные вложения и программу ремонта локомотивов.

Список литературы

1. Положення з атестації підприємств з обслуговування та ремонту тягового рухомого складу: ЦТ-0162: Утв. приказом Укрзалізнични № 484-Ц от 10.10.2007. – К., 2002. – 89 с.
2. Пузырь В.Г., Зарубин В.М., Дацун Ю.Н. Аттестация локомотивных депо – необходимый этап технического перевооружения отрасли. // Локомотив-информ. 2006. №4. С. 28-31.
3. Сергієнко М.І., Пузир В.Г., Дацун Ю.М. Атестація локомотиворемонтних виробництв як складова забезпечення безпеки руху // Сб. научн. трудов УкрГАЗТ. Харьков: УкрГАЗТ, 2007. С. 5-8.
4. Э. Тартаковский, В. Пузырь, Ю. Дацун Применение экспертных методов для оценки организационно-технического уровня локомотиворемонтных предприятий // Transport problems international scientific journal. Katowice: Wydawnictwo Politechniki Slaskiej Gliwice, 2014.
5. Фишберн П. Теория полезности для принятия решений. М.: Наука, 1978.
6. Недосекин А.О. Нечеткий финансовый менеджмент. – М., Аудит и финансовый анализ, 2003.
7. Недосекин А.О. Комплексная оценка риска банкротства корпорации на основе нечетких описаний // Аудит и финансовый анализ. 2009. №3.

**Методика на экспертное техническое диагностирование в целях
продления срока безопасной эксплуатации электровозов ВЛ60К,
2ВЛ60К (со сроком службы более 50 лет)**

В связи с окончанием срока эксплуатации электровозов ВЛ60к и 2ВЛ60к приписки депо «Узбекистан», установленного в размере 50 лет, ожидается массовый выход из строя рам кузова и рам тележек.

С учетом проведенного капитального ремонта с продлением срока службы на 8 лет, в 2013 году срок службы более 50 лет подошел у 4 кузовов, в 2014 году подойдет ещё у 4 кузовов, в 2015 году – у 14 кузовов, в 2016 г. – у 5 кузовов, в 2018 г. – у 4 кузовов, в 2019 г. – у 3 кузовов, и к этому году уже все 34 кузова электровозов серии ВЛ60к и 2ВЛ60к достигнут возраста 50 лет и более.

Согласно протокола научно-технического Совета ГАЖК «Узбекистон темир йуллари» «в целях сохранения электровозного парка компании, отвечающего при этом нормам безопасности на железнодорожном транспорте, должна быть рассмотрена возможность продления срока службы электровозов серии ВЛ60к и 2ВЛ60к после обследования на предмет остаточного ресурса базовых частей и последующего проведения капитально-восстановительного ремонта 2 этапа с продлением срока службы на 8-10 лет (со сроком службы более 50 лет)».

В связи с этим ГАЖК «Узбекистон темир йуллари» был заключен с ТашИИТом хозяйственный договор на тему: ««Научное обоснование продления срока службы электровозов ВЛ60к (КВР, 2 этап, срок службы более 50 лет)».

В результате нами была проведена вероятностно-статистическая обработка результатов на ЭВМ по отказам электровозов ВЛ60к после проведения капитально-восстановительного ремонта за последние 10 лет с целью прогнозирования появления новых отказов и дальнейшего продления срока их полезного использования; дан анализ методам оптимизации системы технического обслуживания и ремонта электровозов ВЛ60к [2], в том числе:

- составлена модель оптимизации межремонтного пробега электровоза; разработана модель оптимизации межремонтного периода элемента при известных характеристиках его изнашивания (старения); составлена модель оптимизации межремонтных пробегов с учетом изменения экономичности электровозов (экономия расхода электроэнергии); разработана модель определения целесообразного межремонтного периода по критерию безотказности;
- разработаны методы оптимизации ремонтного цикла электровозов ВЛ60к с целью продления срока службы после КВР (2 этап, более 50 лет);

- по данным депо Узбекистан по анализу технического состояния электровозов серии ВЛ60к и 2ВЛ60к (ГАЗК «УзТЙ») проведена вероятностно-статистическая обработка эксплуатационных данных по отказам рам кузовов электровозов ВЛ60к и 2ВЛ60к.

Кроме того, были выполнены аналитико-численные исследования по главной раме кузова электровоза с учетом старения материала согласно [1]:

- выполнен статический расчет на прочность по взаимодействию главной рамы кузова электровоза ВЛ60к с рамами тележек, в том числе:
- проведен расчет геометрических характеристик сечений рамы кузова электровоза ВЛ60к с усиливающими планками (накладками) относительно оси Х-Х;
- выполнен квазистатический расчет по 7-ти режимам нагружения боковины главной рамы кузова:

А. Режимы статического нагружения:

1. Режим весового нагружения;
2. Режим одиночной тяги;
3. Режим двойной тяги;
4. Режим сжатия силами 2,5 МПа (250 т), действующими по оси автосцепки;
5. Режим растяжения силами 2,5 МПа (250 т), действующими по оси автосцепки.

В. Режимы инерционного нагружения:

1. Режим удара в автосцепку силой 2,5 МПа (250 т);
2. Режим рывка на автосцепку силой 2,5 МПа (250 т).

На базе проведенных расчетов и исследований разработана «Инструкция по усилению деталей рам кузовов электровозов серии ВЛ60к и 2ВЛ60к при капитально-восстановительном ремонте с продлением срока службы в условиях УП «O'ztemiryo'lmashta'mir»» [3].

Были также выполнены аналитико-численные исследования по раме тележки электровоза с учетом старения материала (расчет на усталостную прочность) [1]:

- расчет максимальных напряжений в расчетных режимах рамы тележки электровоза ВЛ60к после проведения наварки (установки) усиливающих накладок, в том числе
- основные положения расчёта максимальных напряжений и коэффициентов запаса усталостной прочности рамы тележки электровоза ВЛ-60к;
- определение нагрузок, возникающих в расчетных сечениях рамы тележки электровоза ВЛ-60к;
- расчет статической нагрузки;

- расчет центробежных сил и силы давления ветра на кривой, включая силы трения (передняя тележка);
- расчет усилий, возникающих при работе тяговых двигателей (передняя тележка);
- расчет инерционных усилий, действующих на тележку при ударе (передняя тележка);
- расчет усилий, возникающих при торможении (передняя тележка);
- расчет усилий, действующих при выкатке колесных пар;
- построение основных расчетных схем нагружения;
- расчет статически неопределимых систем;
- построение эпюр моментов от единичных неизвестных сил; от внешних вертикальных и горизонтальных нагрузок для симметричных схем и антисимметричных систем;
- расчет изгибающих моментов в расчетных сечениях рамы тележки электровоза ВЛ60к;
- расчет суммарных квазистатических напряжений в сечениях рамы тележки электровоза ВЛ60к;
- расчет на усталостную прочность рамы тележки электровоза с учетом старения материала.

На базе проведенных расчетов и исследований разработана «Инструкция по усилению деталей рам тележек электровозов серии ВЛ60к и 2ВЛ60к при капитально-восстановительном ремонте с продлением срока службы в условиях УП «O'ztemiryo'lmashta'mir»» [4].

На основании вероятностно-статистической обработки эксплуатационных данных по отказам рам кузовов электровозов серии ВЛ60 и ВЛ60к по ГАЖК «Ўзбекистон темир йуллари». можно сделать следующие обобщающие выводы:

1. На долю механической части приходится около 50 % всех повреждений, при этом на гасители колебаний, раму кузова, автосцепку и рамы тележки приходится соответственно 0.303% , 20.747 %, 0.603 % и 54.71 % всех отказов. Всего за период с 2.02.2004 года по 11.11.2012 года было зафиксировано 153 отказа механической части (100 %) у электровозов типа 2ВЛ60к и ВЛ60к (по данным депо «Узбекистан»). При этом значительное место занимают усталостные трещины, возникающие
 - в главной раме кузова – общий процент составил – 20.747 % (в том числе, шворневые балки кузова – 9.43 % ; продольные балки кузова – 7.547 % ; центральная балка рамы кузова – 3.77 %) и
 - в рамах тележек – общий процент составил – 54.71 % (трещины на шкворневой балке рамы тележки – 18.86 % ; продольные балки рамы тележки – 24.53 % ; трещины по контуру рамы тележки – 11.32 %), в

шкворневых брусках тележки (11.32 %) и конструктивных элементах центральной опоры – общий процент составил – 11.32 % (трещины в районе возвращающего устройства, накладок и стоек) и т.п. Причиной трещин является конструктивная необеспеченность совместной работы вертикальных шкворневых балок коробчатого сечения рамы кузова в месте крепления с рамами тележек. Несовершенство конструкции шкворневого узла, центральных опор крепления рамы кузова и рамы тележек, создающей большие колебания отбоя и виляния. Предусмотренные боковые опоры и дополнительные скользуны не способны устранить возникновение значительных контактных напряжений в местах крепления, что приводит к возникновению усталостных трещин. Даже после их заварки (устранения) при модернизации, на их месте появляются новые. Поэтому в настоящее время необходимо при модернизации повысить надежность благодаря усилению опасных сечений рамы тележки и кузова, тем самым усилить конструкцию шкворневых балок рам кузова и рамы тележки и узлов крепления в центральной опоре путем установки фигурных усиливающих планок.

Опыт многолетней эксплуатации электровозов ВЛ60к и 2ВЛ60к на магистральных участках ГАЖК «Узбекистон темир йуллари», свидетельствующего о недостаточной динамической прочности ряда узлов тележек и кузовов. Обеспечение высокой надежности выше перечисленных узлов связано требованиями безопасности движения поездов. Однако к настоящему времени отсутствуют достоверные научные и эксплуатационные данные о реальном остаточном ресурсе гарантированной надежности и допустимых сроках продления полезного использования электровозов типа ВЛ60к и 2ВЛ60к для обеспечения безопасного вождения поездов.

В результате исследований, проведенных МИИТом и ВНИТИ [1] установлены пределы выносливости материала конструкций тележек локомотивов после длительных сроков эксплуатации: $\sigma_{-1} = (98 - 117.6) \text{ МПа}$.

Согласно паспортов электровозов типа ВЛ60к и 2ВЛ60к их расчетный срок эксплуатации установлен $T_{\Sigma} = 30$ лет. Однако, на ГАЖК «Узбекистон темир йуллари» был осуществлен капитальный ремонт с продлением срока службы данных электровозов от 30 лет до 50 лет. Максимальный среднегодовой пробег (от даты постройки 26.02.1965 г., электровоз серии ВЛ60к № 1791) составил $L_{\Gamma} = 5284286/48 = 110,089$ тыс. км (0.110089 млн. км). За установленный срок $T_{\Sigma} = 58$ лет (с учетом продления на 8 лет) электровозы типа ВЛ60к и 2ВЛ60к должны достигать расчетного пробега:

$$L_p = L_{\Gamma} \cdot T_{\Sigma} = 0,110089 \cdot 58 = 6.385162 \text{ млн. км}$$

По данным Управления эксплуатации локомотивов (УЭЛ) ГАЖК «Узбекистон темир йуллари» все электровозы типа ВЛ60к и 2ВЛ60к от момента выпуска с завода изготовителя характеризовать фактическими пробегами $L_f = (3,347 - 5,284)$ млн. км. Поэтому цифры остаточного ресурса в виде допустимых пробегов для этих электровозов в эксплуатации находятся в пределах:

$$L_o = L_p - L_f = (3,038 - 1.1012) \text{ млн. км,}$$

а остаточное число циклов динамической нагрузки, достигаемых при $N_{ц}$ составит:

$$N_{ц0} = N_{ц} \cdot L_o / L_p = (2 \div 1,5) \text{ млн. циклов}$$

При проведении стендовых испытаний тележек на динамическую прочность (согласно проведенному нами хоз. договору № ТТ-11, 1999-2002 гг., научный руководитель: академик АН РУз, д.т.н., профессор Глущенко А.Д.) было достигнуто число циклов динамической нагрузки

$$N_{цс} = T_c \cdot f_{вн} = 23 \cdot 3600 \cdot 25 = 2,07 \cdot 10^6 = 2,07 \text{ млн. циклов}$$

Прогноз был выполнен с учетом достижения электровозами типа ВЛ60к и 2ВЛ60к после проведения капитально-восстановительного ремонта с усилением рам тележек и кузовов согласно разработанными нами инструкций в 2014 - 2020 гг. с учетом планируемых среднегодовых пробегов $L_g = 0.12$ млн. км.

При этом продление допустимого срока использования в эксплуатации составит:

$$T_{эо} = L_o / L_g = 1,1012 / 0,12 = 8,4177 \text{ лет } 8 \text{ лет}$$

С учетом допустимого срока эксплуатации между очередными капитальными ремонтами 8 лет для этих электровозов рационально на этот период разрешить их использование на ГАЖК «УТЙ».

Заключение о допустимом сроке использования в эксплуатационной работе с поездами электровозов типа ВЛ60к и 2ВЛ60к на ГАЖК «УТЙ» включает следующие данные:

1. За 30 лет расчетной эксплуатационной работы с поездами согласно паспорта на каждый электровоз должен быть выполнен пробег 6 млн. км при среднегодовом пробеге 200 тыс. км. При этом должно быть накоплено 5

млн. циклов динамической нагрузки для материала рам кузова и тележек электровозов.

2. Каждый электровоз типа ВЛ60к и 2ВЛ60к, находящийся в эксплуатации на ГАЖК «УТЙ» (по состоянию на июль 2014 года) по отчетным данным Управления эксплуатации локомотивов (УЭЛ) ГАЖК «Узбекистон темир йуллари» от момента выпуска с завода изготовителя выполнил пробег с поездами в пределах: $L_{\phi} = (3,347 - 5,284)$ млн. км и имеет остаточный ресурс для продолжения использования в эксплуатации в виде пробега:

$$L_o = L_p - L_{\phi} = (3,038 - 1,1012) \text{ млн. км,}$$

3. При прогнозировании на 2014 - 2020 гг. годового пробега электровозов типа ВЛ60к и 2ВЛ60к в 120 тыс. км обосновывается минимальное продление срока полезного использования в эксплуатации на:
- 4.

$$T_{\text{эо}} = L_o / L_{\Gamma} = 1,1012 / 0,12 = 8,4177 \text{ лет } 8 \text{ лет,}$$

отсчитываемых от даты проведения капитально-восстановительного ремонта (2 этап, с продлением срока службы более 50 лет) с усилением рам кузовов и тележек согласно разработанных нами Инструкций [3,4].

В результате проведенных исследований нами установлена целесообразность продолжения использования электровозов типа ВЛ60к и 2ВЛ60к на ГАЖК «УТЙ» на 8 лет, после проведения капитально-восстановительного ремонта (2 этап, с продлением срока службы более 50 лет).

Кроме того, по заданию Государственной инспекции «Узгосжелдорнадзор» на основании всех выполненных исследований нами была разработана «Методика на экспертное техническое диагностирование в целях продления срока безопасной эксплуатации электровозов ВЛ60к, 2ВЛ60к (со сроком службы более 50 лет)» [5], которая распространяется на процедуру оценки фактического технического состояния и принятия решения о возможности продления срока безопасной эксплуатации электровозов ВЛ60к, 2ВЛ60к на железных дорогах ГАЖК «Ўзбекистон темир йуллари». Методика устанавливает перечень и содержание работ, порядок проведения и основные требования к выполнению экспертной оценки по определению фактического технического состояния и принятия решения о возможности продления срока безопасной эксплуатации электровозов.

Список использованной литературы:

1. Механическая часть подвижного состава. / Под ред. И.С. Бирюкова, А.Н. Савоськина и др. М.: Транспорт, 1992 . – 440 с.

2. Прочность и безотказность подвижного состава железных дорог. / А.Н. Савоськин, Г.П. Бурчак, А.П. Матвеевичев и др.; Под общ. ред. А.Н. Савоськина. М.: Машиностроение, 1990 . – 288 с.
3. Инструкция по усилению деталей рам кузовов электровозов серии ВЛ60к и 2ВЛ60к при капитально-восстановительном ремонте с продлением срока службы в условиях УП «O'ztemiryo'lmashta'mir». ТашИИТ, Ташкент, Препринт, 2014.-27 с.
4. Инструкция по усилению деталей рам тележек электровозов серии ВЛ60к и 2ВЛ60к при капитально-восстановительном ремонте с продлением срока службы в условиях УП «O'ztemiryo'lmashta'mir». ТашИИТ, Ташкент, Препринт, 2014.-55 с.
5. Методика на экспертное техническое диагностирование в целях продления срока безопасной эксплуатации электровозов ВЛ60к, 2ВЛ60к (со сроком службы более 50 лет). ТашИИТ, (авторы: Файзибаев Ш.С., Хромова Г.А.) .Ташкент, Препринт, 2014.-39 с.

Инновационные технологии для ремонта локомотивов

Обеспечение надежной работы локомотивного парка является одной из важнейших задач развития железнодорожного транспорта. Значение эксплуатационной надежности тягового подвижного состава возрастает с увеличением скоростей движения и весовых норм поездов, по мере усложнения конструкции локомотивов и повышения интенсивности режимов их использования.

Техническое состояние и надежность локомотивов в эксплуатации обеспечиваются своевременным и качественным техническим обслуживанием и ремонтом посредством применения в ремонтных предприятиях прогрессивных технологий и современных средств технологического оснащения.

В последние годы в Омском государственном университете путей сообщения успешно развивается научное направление по совершенствованию технологической готовности технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава, в рамках которого решаются следующие задачи:

- разработка и внедрение технологических процессов ремонта и технического обслуживания железнодорожного тягового подвижного состава;
- разработка и внедрение методов, технологий и технических средств диагностирования деталей и узлов локомотивов;
- разработка и внедрение нестандартного оборудования для технологического оснащения локомотиворемонтных предприятий.

Особенно интенсивно это направление стало развиваться после участия университета в реконструкции локомотивного депо Волховстрой Октябрьской ж.д. в 2001-2003 г.г. Итогом этой многолетней работы стало создание целого комплекса нестандартного технологического и диагностического оборудования для локомотиворемонтных предприятий, включающего более 100 наименований.

Базовым элементом технологической подготовки ремонтного производства является разработка технологического процесса. Нами предложена методика разработки технологических процессов ремонта и технического обслуживания локомотивов, основанная на общемашиностроительном подходе с использованием групповой технологии и конструкторско-технологической подготовки производства.

По данной методике разработаны и внедрены технологические процессы ремонта и технического обслуживания локомотивов в ряде базовых локомотивных депо. По заданию ОАО «РЖД» разработаны типовые технологические процессы текущих и среднего ремонтов электровозов ВЛ10, ВЛ80, ЭП-1, 2ЭС5К.

Нами разработано программное обеспечение «Сетевое планирование», которое позволяет реализовать принцип непрерывности планирования и управления ходом работ. Обеспечивается возможность применения компьютера там, где до сих пор вопросы решались только на основе опыта и интуиции руководителей. Другой важной задачей, в решении которой может помочь программное обеспечение, является определение трудоемкости, длительности, стоимости различного рода работ, характерных для процесса освоения ремонта новых серий локомотивов.

Обеспечение производственных процессов технического обслуживания и ремонта локомотивов диагностическим оборудованием является необходимым условием технологической готовности ремонтного производства. В ОмГУПСе создан и нашел широкое применение в локомотивных депо автоматизированный информационно-управляющий комплекс для испытательной станции электрических машин. Комплекс предназначен для автоматизации процесса приемосдаточных испытаний тяговых электродвигателей (ТЭД) в электромашинном цехе локомотиворемонтных предприятий. Автоматизация процесса испытаний тяговых двигателей позволяет повысить их точность и качество, обеспечить достоверность результатов. Подобные испытательные стенды предназначены для автоматизированного задания нагрузочных режимов, а также контроля испытательных параметров при проведении приемо-сдаточных испытаний вспомогательных машин постоянного и переменного тока в соответствии с правилами ремонта.

Для аппаратных цехов локомотивного депо разработана целая группа автоматизированных стендов позволяющих проводить объективный контроль качества ремонта (измерение уставок по току и напряжению, уставок времени и других характеризующих параметров) электрической аппаратуры локомотивов.

Автоматизированный комплекс для испытания листовых рессор позволяет получить объективную информацию о техническом состоянии листовой рессоры, обеспечивает контроль качества изготовления и ремонта рессор. По окончании

проверки выдается протокол с результатами испытаний и оценкой состояния листовых рессор.

Автоматизированный стенд испытания винтовых пружин подвижного состава (электровозов, электропоездов, тепловозов, грузовых и пассажирских вагонов) осуществляет измерения остаточной деформации под воздействием пробной нагрузки, прогиба пружины под рабочей нагрузкой, расчет жесткости пружин, измерение высоты пружины в свободном состоянии.

Автоматизированный стенд проверки выпрямительно-инверторных преобразователей (ВИП) электровозов переменного тока позволяет проводить измерения тока, напряжения, формы и амплитуды выпрямленного напряжения, формы и амплитуды импульсов управления, определять временные параметры. Основной особенностью электрической части стенда является возможность проверки ВИП в режиме выпрямления и в режиме инвертирования напряжения в условиях цеха электроники локомотивного депо.

Одной из новых наших разработок является автоматизированный комплекс для проведения испытаний силовых полупроводниковых приборов, который предназначен для проверки параметров диодов и тиристоров, применяемых в выпрямительно-инверторных преобразователях. Данный комплекс представлен на нашем демонстрационном стенде.

Автоматизированная система технической диагностики электрооборудования (АСТД ЭПС) предназначена для определения технического состояния электрических цепей и электрооборудования подвижного состава как переменного, так и постоянного тока, используется для выходного контроля после ремонта ТР-3 или большего объема и входного контроля перед ремонтами в локомотивном депо и выполняет целый комплекс диагностических операций. Общее количество диагностических параметров свыше двухсот. Программа обеспечивает измерение, регистрацию, сохранение в базе данных значений контролируемых параметров и выдает конечный диагностический результат в виде протокола с указанием неисправных элементов.

Диагностическая система оценки качества работы коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей предназначена для объективного и достоверного контроля состояния коллекторно-щеточного узла (КЩУ) тяговых электродвигателей. В процессе диагностирования осуществляется формирование информационного массива данных о распределении искрения и состоянии

рабочей поверхности коллектора, расчет значений контролируемых параметров и диагностирование технического состояния КЩУ.

Универсальное переносное устройство для испытания токоприемников подвижного состава обеспечивает снятие характеристики нажатия на контактный провод в рабочем диапазоне перемещений при подъеме и опускании токоприемника, контроль временных параметров диагностирование технического состояния токоприемника.

Учеными ОмГУПС разработан комплекс технологического и стендового оборудования для ремонта узлов тепловозов, в составе которого диагностический комплекс для проведения реостатных испытаний тепловозов с нагрузкой на сухой реостат; диагностический индикатор состояния топливной аппаратуры дизелей; стенд для обкатки и настройки регуляторов частоты вращения и мощности дизелей и др.

Для повышения уровня технологического оснащения локомотивных депо разработан комплекс нестандартного оборудования для механизации технологических процессов ремонта локомотивов, включающий более 50 наименований. Это механизированные комплексы для ремонта (разборки-сборки) тележек, технологические участки разборки и сборки колесно-моторных блоков, технологические позиции ремонта тяговых электродвигателей и вспомогательных электрических машин и другие виды технологического оборудования.

Новые технические решения, примененные конструкторами электро-воза ЭП1 как первого отечественного пассажирского электровоза с опорно-рамным подвешиванием тяговых электродвигателей, определили необходимость разработки специализированного технологического оборудования для ремонта его агрегатов и узлов. Нами впервые создан целый комплекс нестандартного технологического оборудования для ремонта электровоза ЭП1. Особое место в нем занимает оборудование технологического участка по ремонту колесно-редукторного блока (КРБ), которое позволяет производить разборку и сборку КРБ, а также его обкатку после ремонта с возможностью диагностирования. При этом предложен ряд новых технических решений, прежде всего в конструкции установки для распрессовки-запрессовки конических соединений и стенда динамического контроля колесно-редукторных блоков, на которые получены патенты на полезные модели. Конструкция установки позволяет производить и контроль качества полученного конического соединения.

Об эффективности нашей работы говорят и итоги проведенного в ОАО «РЖД» конкурса по разработке и изготовлению нестандартного оборудования технологического участка для выкатки, разборки и сборки колесно-моторных блоков (КМБ) локомотивов. По результатам приемочных испытаний разработанное в ОмГУПСе оборудование для ремонта КМБ имеет лучшие показатели по уровню механизации и производительности из пяти образцов, представленных четырьмя участвовавшими в конкурсе разработчиками, отличается простотой конструктивных решений, надежностью в работе и ремонтпригодностью. Конструкция универсальна и с минимальными изменениями может быть использована для любых колесно-моторных блоков с опорно-осевым подвешиванием тяговых двигателей. Комиссия ОАО «РЖД», проводившая приемочные испытания, рекомендовала наше оборудование для использования при ремонте электровозов серий ВЛ-10, ВЛ11, ВЛ15, ВЛ80, ВЛ85, 2ЭС4К и 2ЭС5К. Технологический участок состоит из четырех специализированных позиций: выкатки и подкатки КМБ, снятия кожухов тяговой зубчатой передачи, разборки и сборки КМБ. Данное оборудование было внедрено в ремонтном локомотивном депо Московка Западно-Сибирской ж.д.

За период 2002 – 2013 гг. разработанные и усовершенствованные образцы нестандартного оборудования (технологические участки, позиции, установки, диагностические комплексы) различных модификаций для различных серий тягового подвижного состава внедрены в технологические процессы ремонта и успешно эксплуатируются в локомотивных депо Октябрьской, Московской, Юго-Восточной, Горьковской, Южно-Уральской, Западно-Сибирской, Красноярской, Восточно-Сибирской, Забайкальской и Дальневосточной железных дорог. Ученые университета приняли участие в реконструкции ряда базовых локомотивных депо ОАО «РЖД» (Волховстрой, Боготол, Иланская, Зима, Чита, Карасук и др.). Ряд наименований разработанного оборудования включен в регламенты технологической оснащенности локомотивных депо ОАО «РЖД».

В составе научного направления успешно функционируют студенческое технологическое бюро, конструкторское бюро, производственный участок по изготовлению нестандартного технологического оборудования.

Использование в локомотиворемонтных депо разработанных технологических процессов, диагностического и нестандартного оборудования позволяет механизировать технологические операции при ремонте тягового подвижного состава, сократить время простоя в ремонте, повысить качество и

оптимизировать технологические процессы ремонта, высвободить часть ремонтного персонала депо.

В настоящее время мы работаем над усовершенствованием уже созданного технологического и диагностического оборудования. Продолжаем поиск новых конструктивных решений для разработки нестандартного оборудования для ремонта и диагностирования узлов и сборочных единиц локомотивов новых серий ЭП2К, ЭП1М, 2ЭС5К, 2ЭС4К, 2ЭС6, 2ЭС10, ТЭП70БС, ТЭМ18 и др.

Д.Г.Евсеев. ИТОГИ



ЕВСЕЕВ Дмитрий Геннадьевич

д.т.н., профессор,

Президент института транспортной
техники и систем управления МИИТ

Проведенная 1-я Международная научно-практическая конференция «Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов» призвана сыграть очень важную роль в развитии взаимодействия производителей и науки.

К сожалению, последнее время производство существовало само по себе, а наука – сама по себе. Меняются времена, сервисное обслуживание мотивируется рыночными подходами к организации производства. теперь не платят за объем ремонтов, а наоборот – за их отсутствие. Именно поэтому у крупнейшей сервисной компании России ООО «ТМХ-Сервис» появился интерес к разработкам ученых вузов, НИИ и самостоятельных организаций, которые долгое время не могли пробить дорогу на инновационном рынке железнодорожного транспорта.

Уже можно говорить, что начинание ТМХ-Сервис, поддержанное МИИТ, удалось. В будущем году будут подведены первые итоги взаимодействия ТМХ-Сервис с учеными, намечены новые цели.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ**

**МАТЕРИАЛЫ ПЕРВОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Подписано в печать 21.10.2014. Формат 60х88 1/16

Бумага офсетная № 1. Печать цифровая.

Печ.л. 9,6. Тираж 200 экз.

Типография «Полиграф Медиа Групп», Заказ № 178

Издательство ООО «ТМХ-Сервис»
123022, г. Москва, ул. Красная Пресня, д.22
Тел.: +7 (495) 989-63-60
Факс: +7 (495) 989-63-61
www.tmh-service.ru