

**Ростовский государственный
университет путей сообщения**

филиал РГУПС в г. Воронеж

**83 студенческая научно-практическая конференция РГУПС
(Воронеж, 22-23 апреля 2024г.)**

Сборник статей конференции, часть 1
Секция «Подвижной состав и инфраструктура железных дорог»



Воронеж – 2024

УДК 629.4; 622.23.05; 625.1/.5

Редакционная коллегия:

Краснов А.И. – к.т.н., доцент каф. СГЕН и ОД

Рябко К.А. – к.т.н., доцент каф. СГЕН и ОД;

Стоянова Н.В. – к.т.н., доцент каф. СГЕН и ОД;

Тимофеев А.И. – к.э.н., доцент каф. СГЕН и ОД, научный сотрудник;

83 студенческая научно-практическая конференция РГУПС (Воронеж, 22-23 апреля 2024г.) Сборник статей конференции, часть 1. Секция «Подвижной состав и инфраструктура железных дорог» – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2024. – 140 с.

Статьи публикуются в редакции авторов (с корректировкой и правкой). Мнения и позиции авторов не обязательно совпадают с мнениями и позициями редакционной коллегии

УДК 629.4; 622.23.05; 625.1/.5

© Филиал РГУПС в г. Воронеж
© Кафедра социально-гуманитарные,
естественно-научные и
общепрофессиональные дисциплины

СОДЕРЖАНИЕ

Прямые затраты на ремонт тележек тепловоза ТЭП70 в заводских условиях Бредихин Д.В.	6
Инвестиционное обоснование технического перевооружения участка по ремонту автосцепного оборудования пассажирского вагонного депо Вишнякова И.Ю.	10
Направления и перспективы улучшения экологических показателей локомотивов при реостатных испытаниях Вялов О.И.	12
Технико-экономическое обоснование и инвестиционные расчёты по проекту реконструкции открытого распределительного устройства тяговой подстанции Зеленина О.А.	15
Применение бортовой микропроцессорной системы управления МСУ-ТП на тепловозах 2ТЭ116 Игнатенко С.А.	20
Оценка технического состояния дизеля тепловоза с помощью анализа отработанного масла. Костин И.А.	25
Повышение износостойкости пар трения дизелей тепловозов с применением электрохимико-механической обработки фрикционных поверхностей Кравцов Л.А.	30
Моделирование несущих конструкций в шахтном локомотиве: основные принципы Кравцов Л.А.	34
Техническое перевооружение тележечного отделения вагонсборочного участка вагонного депо Россошь Матлахов П.А.	39
Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта вагонного эксплуатационного депо Лиски с применением ВРМ 2 Витязь Меланьина Е.А.	41
Техническое перевооружение вагонсборочного цеха участка автоконтрольного пункта вагоноремонтного завода Могутов В.А.	46
Техническое перевооружение колёсно-роликового участка пассажирского ремонтного депо Воронеж Муконин Э.Э.	48
Техническое перевооружение отделения по ремонту ЭЧТК пассажирского депо Никольская М.Е.	53
Разработка мероприятий по повышению эксплуатационной надежности электровозов серии ЭП1М в депо Никульшин М.С.	56

Анализ методов повышения эффективности железнодорожного транспорта на открытых горных работах Пакин И.Д.	59
Автоматизированная система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учёта дизельного топлива Панарин И.А.	64
Техническое перевооружение вагоносборочного цеха вагоноремонтного завода Панова Е.А.	70
Техническое перевооружение пункта технического обслуживания вагонного эксплуатационного депо Казника Пятницких Д.Е.	72
Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта вагонного эксплуатационного депо Казника Пятницких А.И.	77
Исследование воздействия сил на монорельсовые локомотивы при движении по кривым Рыбалко А.А.	82
Использование установка для правки верхней обвязочной рамы полувагонов УП-2М на вагоноремонтном заводе Лиски Ситдигов Р.А.	86
Модернизация участка неразрушающего контроля Скрябина Л.В.	90
Техническое перевооружение колёсно-тележечного цеха вагоноремонтного завода Сучилин А.С.	93
Эффективность тележек с радиальной установкой колёсных пар Устинов А.С.	98
Техническое перевооружение тележечного участка ремонтного пассажирского депо Черников Д.А.	103
Технологический процесс ремонта деталей автосцепного устройства в депо Вишнякова И.Ю. Руководитель Стоянова Н.В.	107
Ремонт тормозного оборудования в пассажирском депо Деревянкин И.А. Руководитель Стоянова Н.В.	108
Технология работы участка по ремонту буксового узла вагоноремонтного завода Колбик Е.В. Руководитель Стоянова Н.В.	109
Технология ремонта грузового вагона в ремонтном депо Матлахов П.А. Руководитель Герасименко А.В.	111
Организация работы в эксплуатационном депо на участке ТОР Меланьина Е.А. Руководитель Плотников Д.А.	112

Технология работы колесно-роликового участка пассажирского вагонного депо Муконин Э.Э. Руководитель Кошкалда Р.О.	114
Технология работы участков по ремонту вагонов вагоноремонтного завода Никольская М.Е.....	116
Организация технологии ремонта вагонов на вагоноремонтном заводе Панова Е.А. Руководитель Кошкалда Р.О.	117
Технология ремонта на ПТО грузовых вагонов депо Казинка Пятницких А.И. Руководитель Герасименко А.В.....	119
Организация текущего отцепочного ремонта вагонов в депо Пятницких Д.Е. Руководитель Герасименко А.В.	120
Общая технологическая схема ремонта вагонов на вагоноремонтном заводе Лиски Сучилин А.С. Руководитель Герасименко А.В.....	122
Применение бортовой микропроцессорной системы управления МСУ-ТП на тепловозах Игнатенко С.А. Руководитель Стоянова Н.В.....	123
Организация ремонта ТО-2 тепловозов в локомотивном депо Клейменов В.А. Руководитель Поляков А.В.	125
Организация эксплуатации тепловоза 2ТЭ25КМ Кочергин М.А. Руководитель Поляков А.В.	126
Способы улучшения надежности колесных пар локомотивов в условиях депо Устинов А.С. Руководитель Стоянова Н.В.	129
Ремонт вспомогательных машин электровоза ЭП1М в локомотивном депо Бурулько А.А. Руководитель Стоянова Н.В.....	130
Методы по повышению надежности работы тяговых двигателей электровозов Кожевников П.А. Руководитель Поляков А.В.	131
Методы неразрушающего контроля при диагностировании механической части тепловоза Скрябина Л.В. Руководитель Стоянова Н.В.....	132
Энергосберегающее регулирование мощности локомотива Угрик А.А. Руководитель Завьялов А.А.....	135

УДК 629.4

Прямые затраты на ремонт тележек тепловоза ТЭП70 в заводских условиях

Бредихин Д.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье приведено исследование структуры прямых затрат тепловозоремонтного предприятия на ремонт тележек пассажирского локомотива, выполнен расчет и обоснована себестоимость ремонта

Ключевые слова: тепловозоремонтный завод, тележечный участок, текущий ремонт локомотива, прямые затраты.

Тепловозоремонтный завод им. Дзержинского (г.Воронеж) осуществляет ремонт локомотивов приписки Юго-Восточной, Приволжской, Горьковской и Московской железных дорог. В 2023 году программа ремонта локомотивов ТЭП70 и ТЭП70БС составила 35 секций в объёме среднего ремонта.

Технология работы тележечного участка и оборудование.

Участок ремонта тележек с выкаткой из-под локомотива и полной разборкой располагается рядом с участком ремонта электрических машин. Выкатанные из-под локомотива тележки мостовым краном передают на позицию разборки. После разборки раму с рессорным подвешиванием перемещают в машину механизированной мойки крупных изделий. Колесно-моторные блоки устанавливают на подставки и разбирают. Тяговые электродвигатели транспортируют на электромашинный участок, а колесные пары с буксами поступают в моечную машину. После обмывки буксы снимают, колесные пары передают в колесно-токарное отделение для обточки и дефектоскопирования, а буксы - в отделение ремонта роликовых букс и подшипников.

Детали рессорного подвешивания и тормозной рычажной передачи после обмывки транспортируют в слесарно-заготовительное отделение для ремонта.

Отремонтированные колесные пары с буксами и электродвигателями подают на сборочные позиции тележечного участка для сборки колесно-моторных блоков. Блоки после обкаточных испытаний на стенде транспортируют на позицию сборки тележек.

В таблице 1 приведен перечень основного технологического оборудования тележечного участка для ремонта тележек ТЭП70 в объёме ТР-3 (СР)

Таблица 1. Технологическое оборудование участка ремонта тележек

Технологическая операция	Оборудование	Установленная мощность
Разборка и сборка тележек	Рабочее место разборки и сборки тележек А1331.200.00 в составе: монтажной тележки, домкрата, консольного крана грузоподъёмностью 250кг и пульта управления	16 кВт
Мойка рам тележек и других крупногабаритных деталей	Машина механизированной мойки крупных изделий А3003.00.00	12 кВт
Очистка воздуха от твердых сухих частиц загрязнений	Передвижной электрический фильтр ЕМК1660S, 10 шт	5 кВт
	Гибкое вытяжное устройство КУА-3,0SLF с фильтрами из активированного угля, 10 шт.	5 кВт

Технологическая операция	Оборудование	Установленная мощность
Контроль геометрических параметров рам тележек	Автоматизированная система контроля геометрических параметров рам тележек тепловозов ЛИС-РТ-3	0,35 кВт
Поворот рам тележек	Кантователь ММ.046.00.000	12 кВт
Восстановление размеров наплавленных поверхностей паза рам тележек	модуль для фрезерования наплавленных поверхностей паза МФ-024	3 кВт
Испытание и подбор пружин, листовых рессор рессорного подвешивания и буксовых поводков по характеристикам	Автоматизированный стенд для подбора спиральных пружин А2668.00.00	5 кВт
	Стенд автоматизированного контроля листовых рессор подвески локомотива ПГ-02	3,5 кВт
	Комплекс для испытания, контроля параметров и ремонта буксовых поводков локомотивов	3,5 кВт
Сварочные работы	Сварочный пост	30 кВт

Трудоёмкость работ по ремонту тележек в объёме ТР-3 (СР) составляет 113 норм-часов в расчёте на 1 локомотив, или $113 \times 35 = 3955$ нормо-часа на всю программу ремонта. Численность слесарей тележечного участка, обеспечивающая выполнение программы ремонта составит: $3164 / 1973 = 1,6$ чел. Средний разряд работ – 4,8. Тарифный коэффициент, соответствующий среднему разряду работ найдем методом интерполяции. Тарифный коэффициент 4 разряда – 1,89, 5 разряда – 2,12: $1,89 + (2,12 - 1,89) \times 0,8 = 2,074$

Часовая тарифная ставка первого разряда с 01.02.2024 в ОАО РЖД составляет 73,43 руб. Тарифная часть заработной платы составит:

$$73,43 \times 3955 = 602\,332,1 \text{ руб.}$$

Рабочим основного производства установлены следующие премии и надбавки: премия при условии отсутствия нарушений трудовой дисциплины – 60%. Сумма премии составит:

$$602\,332,1 \times 0,6 = 363\,393,2 \text{ руб.}$$

Компенсации за работу в выходные и праздничные дни – 2,3%. Сумма компенсации составит: $602\,332,1 \times 0,023 = 13\,853,4$ руб.

Итого расходы на оплату труда основного производственного персонала составят: $602\,332,1 + 363\,393,2 + 13\,853,4 = 977\,568,7$ руб.

Ставка тарифных взносов во внебюджетные фонды составляет 30%. Совокупные расходы на оплату труда с отчислениями во внебюджетные фонды составят: $977\,568,7 \times 0,3 = 293\,270,6$ руб.

Расходы на материалы тележечного участка за 2023 год приведены в таблице 2.

Таблица 2. Расходы на материалы тележечного участка в 2023г.

Наименование	рублей
Моющее средство	23 500
Уайт-спирит	1 200
Обтирочные материалы, ветошь	8 000
Фильтрующие материалы	12 300
Лакокрасочные материалы	3 500
Трафареты	2 500
Смазочные материалы	36 150
Электроды	5 300

Наименование	рублей
Газы	2 300
Абразивы	12 970
ИТОГО	128 420

Водопотребление и водоотведение.

При обмывке рамы тележки используется 0,3 куб.м. воды, участок подключен к водоснабжению и промышленной канализации. Цена водоснабжения составляет 18,3 руб / куб.м., водоотведения – 13,2 руб / куб.м. Совокупное водопотребление составляет: $35 \times 2 \times 0,3 = 21$ куб.м., расходы на водоснабжение составляют: $21 \times 18,3 = 384,3$ руб., расходы на водоотведение составляют: $21 \times 13,2 = 277,2$ руб.

Электроэнергия технологическая

Суммарная установленная мощность потребителей электроэнергии на тележечном участке составляет 95,3 кВт. Потребление технологической электроэнергии тележечным цехом в 2023 году при программе ремонта 35 секций составило 1250 кВт-ч, таким образом, удельное энергопотребление составляет: $1250 / 35 = 35,7$ кВт-ч / секция, коэффициент использования установленной мощности составляет: $1250 \text{ кВт-ч} / 840 \text{ ч} / 95,3 \text{ кВт} = 1,5\%$. Стоимость технологической электроэнергии при цене за 1 кВт-ч 5,30 руб. составляет: $1250 \times 5,3 = 6625$ руб.

Амортизация

Годовая сумма амортизации предприятия в 2023 году составила 151 630 тыс. руб., при этом совокупная трудоёмкость выполненных работ в 2023 году составила 1 033 560 нормо-часов, трудоёмкость работ по ремонту тележек ТЭП70 за этот же период составила 3 955 нормо-часов, или 0,38%. Удельный вес трудоёмкости работ цеха по ремонту тележек ТЭП70 используем для оценки доли и расходов на амортизацию: $151 630 \times 0,0038 = 580,2$ тыс. руб.

Совокупные прямые затраты приведены в таблице 3.

Таблица 3. Совокупные прямые расходы.

Заработная плата	977 568,7
Отчисления во внебюджетные фонды	293 270,6
Расходы на материалы	128 420,0
Водопотребление	384,3
Водоотведение	277,2
Электроэнергия технологическая	6 625,0
Амортизация	580 200,0
ИТОГО прямые затраты	1 986 745,8

Доля общепроизводственных и общехозяйственных затрат по итогам 2023 года составили соответственно 87,5% и 136,2% от прямых затрат. Таким образом, общепроизводственные расходы составляют:
 $1 986 745,8 \times 0,875 = 1 738 402,58$ руб., общехозяйственные расходы:
 $1 986 745,8 \times 1,362 = 2 705 947,78$ руб., совокупные расходы составят:
 $1 986 745,8 + 1 738 402,58 + 2 705 947,78 = 6 431 096,15$ руб., или в расчёте на одну секцию ТЭП70: $6 431 096,15 / 35 = 183 745,60$ рублей.

Список литературы

1. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших

- учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.
2. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
 3. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNI.
 4. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNIQN.
 5. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
 6. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
 7. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.
 8. Тимофеев, А. И. Некоторые подходы к расчету интегрального показателя конкурентоспособности предприятия / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные вопросы развития экономики России : Сборник статей научно-практической конференции, Воронеж, 14 ноября 2016 года / Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2016. – С. 56-61. – EDN XIHOED.
 9. Тимофеев, А. И. О регулирующей функции налогов / А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 197-215. – EDN WFWTNX.
 10. Тимофеев, А. И. Оценка зависимости времени нахождения вагонов на промышленной станции от их количества / А. И. Тимофеев, О. В. Рыстаков // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 8-12. – EDN GOOXPG.

Инвестиционное обоснование технического перевооружения участка по ремонту автосцепного оборудования пассажирского вагонного депо

Вишнякова И.Ю.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье приведены технические и инвестиционные параметры проекта технического перевооружения участка ремонта автосцепки в пассажирском вагонном депо.

Ключевые слова: ремонт автосцепки вагона, вагонное депо, специализированный фрезерный станок.

Станок фрезерный специализированный СФС-02с ЧПУ для обработки наплавленных поверхностей автосцепки вагонов (рис.1). Вся работа происходит за одну установку. Ремонт автосцепки с применением оборудования станка фрезерного с ЧПУ повышает производительность локомотиворемонтных депо в несколько десятков раз, сравнительно с другими методами обработки. Все наплаваемые поверхности обрабатываются фрезами специальной конструкции. Уникальные фрезы станка сконструированы и изготовлены с винтовым расположением твердосплавных сменных пластин, что максимально увеличивает мягкость, чистоту обработки и срок службы.



Рисунок 1. Станок фрезерный специализированный СФС-02

Производительность станка фрезерного СФС 02 CNC составляет 10–12 автосцепок в смену. Станок предназначен для ремонта автосцепки, а точнее для полного геометрического восстановления после наплавки. Этот специализированный фрезерный станок необходимый инструмент на предприятиях по ремонту подвижного состава. СФС-02 восстанавливает автосцепку СА-3 в том числе удлиненную и с приваренными кронштейнами.

В настоящее время обработка поверхностей автосцепки в процессе восстановления осуществляется с использованием ручного электрического инструмента. Сравнение технико-экономических показателей существующей и перспективной технологий приведено в таблице 1.

Таблица 1. Технологические параметры восстановления поверхностей автосцепки.

Параметр	Существующая технология	СФС-02	Отклонение
Продолжительность операции по восстановлению 1 автосцепки, минут	146	65	-81
Трудоёмкость операции по восстановлению поверхностей автосцепки, нормо-часов	3,15	1,08	-2,07
Средний разряд работ	5,6	5	
Тарифный коэффициент среднего разряда работ	2,834	2,12	
Расходы на оплату труда, с учётом премиальных и компенсационных выплат 80% тарифной части и с отчислениями 30%, рублей	3589,35	920,58	2668,76

При годовой программе ремонта 130 автосцепок, экономический эффект составит: $2668,76 \times 130 / 1000 = 346,94$ тыс. руб., а экономия фонда рабочего времени составит: $2,07 \times 130 = 269,1$ нормо-час.

Определим инвестиционные параметры применения станка СФС-02 используя метод дисконтирования (табл 2, рис. 2). Капитальные вложения – стоимость станка, доставка и монтаж, составляют 1 433,00 тыс. руб., годовой экономический эффект обоснован в размере 346,94 тыс. руб., коэффициент дисконтирования примем равным 8%.

Таблица 2. Расчет инвестиционных параметров

Год	Коэф-т дисконтирования	Чистый денежный поток	Дисконтир. денежный поток	Дисконтир. денежный поток нарастающим итогом
0	1	-1433	-1433,00	-1433,00
1	0,93	346,94	321,24	-1111,76
2	0,86	346,94	297,45	-814,31
3	0,79	346,94	275,41	-538,90
4	0,74	346,94	255,01	-283,89
5	0,68	346,94	236,12	-47,77
6	0,63	346,94	218,63	170,86
7	0,58	346,94	202,44	373,30
8	0,54	346,94	187,44	560,74
9	0,50	346,94	173,56	734,30
10	0,46	346,94	160,70	895,00

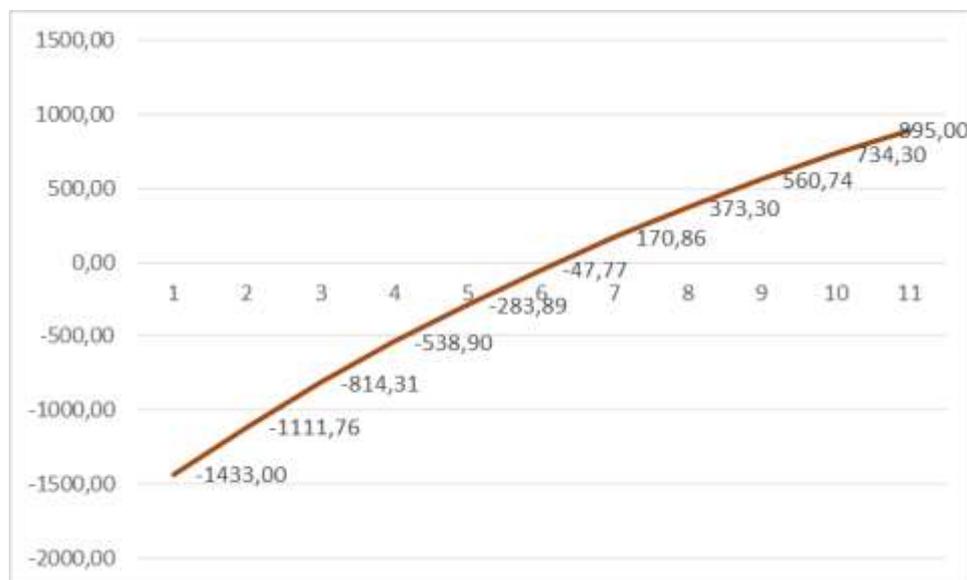


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, млн. руб.

Таким образом, перевооружение участка по ремонту автосцепного оборудования пассажирского вагонного депо окупится на 6 год реализации проекта, а совокупный чистый экономический эффект за 10 лет реализации проекта составит 895 тыс. руб.

Список литературы:

1. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского

- государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 2. – С. 300-313. – EDN FBHDFS.
2. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.
 3. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
 4. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
 5. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
 6. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
 7. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXJT.
 8. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
 9. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
 10. Тимофеев, А. И. Некоторые подходы к расчету интегрального показателя конкурентоспособности предприятия / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные вопросы развития экономики России : Сборник статей научно-практической конференции, Воронеж, 14 ноября 2016 года / Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2016. – С. 56-61. – EDN XHOED.

УДК 629.424.1

Направления и перспективы улучшения экологических показателей локомотивов при реостатных испытаниях

Вялов О.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. На пунктах реостатных испытаний тепловоз работает на номинальной нагрузке в процессе стоянки, что не приводит к необходимому рассеиванию отработавших газов и, как следствие, превышению ПДК вредных веществ на территории депо. Наиболее перспективным и малозатратным направлением является рассеивание отработавших газов в атмосферном воздухе. Из приведенного анализа следует, что для получения достоверных

данных об экологическом состоянии тепловозов необходима разработка специальной методики измерений.

Ключевые слова: тепловоз, пункт реостатных испытаний, вредные выбросы, концентрация, эжектор

Abstract. At rheostatic testing points, the diesel locomotive operates at rated load during parking, which does not lead to the necessary dispersion of exhaust gases and, as a result, exceeding the maximum permissible concentration of harmful substances in the depot territory. The most promising and low-cost direction is the dispersion of exhaust gases in the atmospheric air. From the above analysis it follows that in order to obtain reliable data on the environmental condition of diesel locomotives, it is necessary to develop a special measurement technique.

Keywords: diesel locomotive, rheostat test point, harmful emissions, concentration, ejector

На железной дороге при использовании тепловозной тяги необходимая энергия вырабатывается за счет сжигания дизельного топлива. В процессе сжигания топлива выделяются продукты сгорания, содержащие значительное количество вредных веществ, степень загрязнения продуктов сгорания в тысячи раз превышает допустимые пределы.

В процессе движения поезда отработавшие газы рассеиваются в больших объёмах воздуха и не приводят к превышению концентрации вредных веществ в атмосфере.

На пунктах реостатных испытаний тепловоз работает на номинальной нагрузке в процессе стоянки, что не приводит к необходимому рассеиванию отработавших газов и, как следствие, превышению ПДК вредных веществ на территории депо.

В процессе аккумуляторного пуска тепловозного дизеля при неудовлетворительном техническом состоянии аккумуляторных батарей наблюдается тенденция затяжного пуска [1], что в свою очередь повышает количество вредных выбросов в первые минуты работы дизеля после пуска. Это объясняется в первую очередь различным температурным градиентом деталей цилиндропоршневой группы [2] и обогащенной топливовоздушной смесью.

Установлено, что загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами отработавших газов тепловоза более чем на 90% обусловлено окисями азота [3-5].

Исследования концентрации вредных веществ в отработавших газах тепловозов производились при их реостатных испытаниях. Экологические испытания тепловозов проводятся при их реостатных испытаниях. Анализ результатов измерения концентрации вредных веществ производился при испытаниях шести секций тепловозов 2ТЭ116.

Анализ приведённых результатов реостатных испытаний позволяет сделать ряд выводов:

- концентрации CO, NO, NO₂ с повышением нагрузки в основном повышаются;
- при этом концентрации двуокси азота NO₂ стабилизируются в основном, начиная с нагрузки 0,25;
- концентрации окиси азота NO увеличиваются при увеличении нагрузки от холостого хода до номинальной;
- концентрации окиси углерода CO увеличиваются в основном до нагрузки 0,5, а затем снижаются при увеличении нагрузки номинальной.

Другой особенностью в распределении данных о концентрации вредных газов является большой разброс результатов измерений. Так, по концентрации окиси углерода CO данные измерений при испытаниях разных тепловозов различаются в десять раз.

Считаем, что основной причиной такого большого разброса данных являются погрешности измерений. Такие погрешности обусловлены с нашей точки зрения отсутствием чёткой методики таких измерений и нарушением единых способов этих измерений. Возможно, что при проведении измерений не учтено, что после включения двигателя на ту или иную нагрузку концентрации вредных газов стабилизируются только через некоторый интервал времени [6].

Так, в лабораторных исследованиях на дизеле К461 стабилизация газов CO, NO и NO₂ происходит через 5-6 мин после пуска двигателя. При этом концентрация кислорода в отработавших газах стабилизируется практически сразу после выведения двигателя на заданную нагрузку. Объяснение большого разброса измеряемых концентраций неправильностью методики измерений подтверждается также большим разбросом часового расхода топлива на разных позициях контроллера машиниста.

Так, по результатам анализа 49 протоколов экологических испытаний установлено, что часовые расходы топлива на отдельных позициях контроллера машиниста при испытании разных тепловозов различаются в 1,8...2,0 раза.

Из приведенного анализа следует, что для получения достоверных данных об экологическом состоянии тепловозов необходима разработка специальной методики измерений [7], использование которой позволило бы получать объективные данные о загрязнённости отработавших газов как при реостатных испытаниях тепловозов, так и при их поездной работе.

Мероприятия по снижению концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в пределах локомотивного депо предполагает три направления [8; 9]:

- уменьшение генерирования указанных вредных веществ в цилиндрах ДВС;
- обезвреживание вредных веществ;
- рассеивание их в атмосферном воздухе.

Наиболее перспективным и малозатратным направлением является рассеивание отработавших газов в атмосферном воздухе. Для этих целей целесообразно на пунктах реостатных испытаний применять эжекторное устройство, которое позволит обеспечить подсос воздуха в поток отработавших газов и увеличить высоту их выброса из выхлопной трубы тепловоза.

Для определения оптимальных параметров эжектора необходимо проанализировать процессы смесеобразования в эжекторе, решить задачу о расходовании кинетической энергии потока отработавших газов, получить аэродинамическую характеристику такого эжектора и выполнить совместное решение этой характеристики.

Условия рассеивания газов в атмосфере в общем случае зависит от высоты выброса газов, от их температуры, скорости выхода из выходного патрубка эжектора и ряда условий, связанных с характером рельефа местности.

Установка над источником выброса вредных газов канала в виде эжектора с изменяющимся выходным сечением позволяет уменьшить его металлоемкость примерно в 1,5 раза по сравнению с установкой цилиндрического канала, рекомендуемого в настоящее время.

Приведенные результаты теоретических и экспериментальных исследований позволили сравнить необходимую высоту выброса газов для снижения концентрации вредных веществ в приземном слое атмосферы до допустимого предела при использовании цилиндрического канала и эжекторного устройства.

Способ рассеивания вредных веществ в большом объеме атмосферного воздуха не уменьшает выброса вредных веществ в атмосферный воздух, однако позволяет достаточно просто и без значительных затрат снизить концентрацию вредных веществ в приземном слое атмосферы в районе реостатных испытаний тепловозов.

Библиографический список

1. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.
2. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Трансиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXTJ.

3. Бычкова, А. А. Меры по снижению экологического риска на транспорте в регионах / А. А. Бычкова // Вестник университета. – 2021. – № 8. – С. 65-73. – DOI 10.26425/1816-4277-2021-8-65-73. – EDN IWNCGF.
4. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
5. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
6. Сильянов, В. В. Определение комплекса мер по снижению уровня шумового загрязнения окружающей среды подвижным составом железных дорог методом SWOT-анализа / В. В. Сильянов, В. В. Малахова // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. – 2022. – № 7(61). – С. 138-140. – EDN NADSGS.
7. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
8. Шавернев, А. О. Замена двигателя внутреннего сгорания, как способ улучшения экологических показателей транспортного средства / А. О. Шавернев, А. Л. Береснев // Проблемы современной системотехники : Сборник научных статей. Том Выпуск XIV. – Таганрог : ИП Ступин С.А., 2020. – С. 76-80. – EDN BNGGZR.
9. Аналитическая оценка экологической безопасности тепловозных дизелей / Е. И. Сковородников, А. С. Анисимов, В. А. Минаков, И. В. Чернышков // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2019. – Т. 16, № 1. – С. 118-129. – DOI 10.20295/1815-588X-2019-1-118-129. – EDN DYPCXZ.

УДК 625.1/5

Технико-экономическое обоснование и инвестиционные расчёты по проекту реконструкции открытого распределительного устройства тяговой подстанции

Зеленина О.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Проводимая в рамках проекта модернизация тяговой подстанции Евдаково позволит повысить надежность устройств электроснабжения и снизить затраты на эксплуатацию. Экономический эффект обусловлен внедрением оборудования, не требующего постоянного обслуживания, коммутационных аппаратов с достаточным резервом включения-отключения, а также оборудования, предполагающего целостную диагностику устройств.

Для оценки экономической эффективности от реализации дипломного проекта используется ресурсный метод определения стоимости. Ресурсный метод определения стоимости представляет собой калькулирование в текущих ценах и тарифах элементов затрат, необходимых в рамках реализации проекта. Основными достоинствами указанного метода является наглядность, доступность, более корректное определение сметной стоимости работ, возможность использования реальных цен на все виды ресурсов.

Полная первоначальная стоимость реконструкции формируется из расходов на оплату труда с отчислениями, расходов на использование машин и механизмов при монтаже, стоимости оборудования, накладных и непредвиденных расходов.

Расчет фонда оплаты труда бригады на реконструкцию оборудования ОРУ-27,5 кВ приведен в таблице 1.

Таблица 1. Расчет фонда оплаты труда

Должность, тарифный разряд	Часовая тарифная ставка, Р	Затраты труда, часов	Сдельная тарифная часть, Р	Премия, %	Регион. Надбавка, %	Всего оплата труда, Р
Старший электромеханик, 10 разряд	218	40	8 703	50%	30%	15 665
Электромеханик, 8 разряд	209	40	8 376	80%	30%	17 589
Электромонтёр, 5 разряд	165	120	19 802	80%	30%	41 585
Электромонтёр, 4 разряд	147	80	11 769	80%	30%	24 716
ИТОГО		280	48 650			99 555

В соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» 2642/р от 23.10.23 с 01.11.2023 часовая тарифная ставка по 1 разряду 1 уровня оплаты труда составляет 70,64Р, Часовые тарифные ставки в таблице 1 определены путём умножения часовой тарифной ставки 1 разряда на тарифные коэффициенты, установленные Корпоративной системой оплаты труда. Рабочие, осуществляющие монтаж оборудования, относятся к работникам, обслуживающим железнодорожную инфраструктуру обычного сообщения (до 160 км/ч), для определения часовой тарифной ставки применяется второй уровень оплаты.

Фонд оплаты труда по проекту составит 99 555Р. Определим взносы во внебюджетные социальные фонды (30%): $99\,555 \times 0,3 = 29\,866\text{Р}$.

Расчёт расходов на использование машин и механизмов включает определение стоимости машино-часа используемой техники. При реконструкции ОРУ 27,7 кВ применяются: трактор МТЗ-80 с навесным оборудованием, автовышка, автокран 16т. Элементами затрат при использовании машин и механизмов являются: заработная плата (машиниста, оператора, и т.д.) с отчислениями, топливо, расходы на техническое обслуживание, расходы на текущий ремонт, расходы на капитальный ремонт, амортизация и прочие расходы (таблица 2).

Таблица 2. – Расчёт стоимости машино-часа, Р

Элемент затрат	МТЗ-80	автовышка	автокран 16т
Зарплата	500,0	700,0	700,0
Отчисления	150,0	210,0	210,0
Топливо	1 188,0	918,0	1 269,0
Техническое обслуживание	84,0	153,3	256,5
Текущий ремонт	141,7	211,2	457,1
Капитальный ремонт	22,6	31,0	48,0
Амортизация	106,7	161,7	409,4
Прочие	328,9	357,8	502,5
ИТОГО	2 521,9	2 742,9	3 852,4

Расчет расходов на использование машин приведен в таблице 3.

Таблица 3. – Расходы на использование машин

Машина	Стоимость машино-часа, Р	Использование машины, часов	Расходы, Р
МТЗ-80	2521,9	32	80 699,9
автовышка	2742,9	40	109 717,7
автокран 16т	3852,4	8	30 819,5
ИТОГО			221 237,1

Стоимость оборудования приведена в таблице 4.

Таблица 4. – Стоимость оборудования, тыс. Р

Наименование инвестиций	количество	Цена за единицу	Стоимость
Выключатели ВБЭТ-35-25/1250	12	945	11 340
Разъединители РГП-П1-35	12	246	2 952
Трансформаторы напряжения ЗНОЛ-35	8	192	1 536
Ограничители перенапряжения ОПН-П1-35	4	43	172
Комплекты защиты	10	242	2 425
ИТОГО			18 425

Локальный сметный расчет приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Локальный ресурсный сметный расчет

Наименование работ и затрат	Сметная стоимость общая, тыс Р.
Материалы	260,0
Инструменты и расходные материалы	68,5
Оборудование	18 452,0
Заработная плата	99,6
Отчисления на заработную плату	29,9
Использование машин	221,2
ИТОГО прямые затраты	19 191,2
Накладные и непредвиденные расходы, 15%	2 869,7
Всего затрат по смете:	22 000,9

Полная первоначальная стоимость составит 22,0 млн Р.

Расчет годовой нормы и суммы амортизации:

$$N_A = \frac{100\%}{T_{сл}} = \frac{100\%}{22} = 4,5\%$$

где $T_{сл}$ - срок службы объекта основных средств, 22 года.

Норма амортизации равна 4,5%.

Расчет годовой суммы амортизации:

$$A = N_A \times Спп = 22\ 000,9 \times 0,045 = 1000,0 \text{ тыс. Р.}$$

Текущие эксплуатационные расходы включают:

- Расходы на материалы для технического обслуживания и текущего ремонта, топливо, электроэнергию для собственных нужд
- Заработную плату персонала, осуществляющего техническое обслуживание и ремонт (с отчислениями)

Расходы на материалы составляют 0,5% от полной первоначальной стоимости оборудования, или $22\ 000 \times 0,005 = 110,0$ тыс. рублей в год.

Расходы на оплату труда определим исходя из штатного расписания дистанции электроснабжения, бригады обслуживающей куст подстанций (таблица 6)

Таблица 6. Штатное расписание бригады

	Месячный ФОТ, Р	Годовой ФОТ, тыс. Р
Старший электромеханик, 10 разряд	38771	465,25
Электромеханик, 8 разряд	37313	447,76
Электромеханик, 8 разряд	37313	447,76

Электромеханик, 8 разряд	37313	447,76
Электромонтёр, 5 разряд	29407	352,88
Электромонтёр, 4 разряд	26216	314,60
ИТОГО		2476,01

Бригада обслуживает куст подстанций с общим количеством 1850 технических единиц. Реконструируемое РУ имеет объём работ по ТО и ТР 170 технических единиц, таким образом расходы на оплату труда определены пропорционально техническим единицам: $2476,01 \times 170 / 1850 = 227,5$ тыс. Р. Отчисления в социальные фонды составляет 30%: $227,5 \times 0,3 = 68,3$ тыс.Р.

По форме ЭО-8 количество переработанной подстанцией электроэнергии в 2022 году составляет 13800 МВт-ч. При оптовой цене 1550 руб./МВт-ч стоимость потребленной на переработку электроэнергии составила:

$$13800 \times 1550 / 1000 = 21\,390 \text{ тыс. Р}$$

Совокупные текущие расходы, таким образом, составляют:

$$110,0 + 227,5 + 68,3 + 21390,0 = 21758,8 \text{ тыс. Р в год.}$$

Стоимость поставленной электроэнергии при цене 1820 Р /МВт-ч составляет: $13\,800 \times 1820 / 1000 = 25\,116,0$ тыс. Р

Годовой экономический эффект (прибыль) от реализации проекта составит:

$$25116,0 - 21758,9 = 3330,1 \text{ тыс. Р в год.}$$

Для определения срока окупаемости используем модель чистого дисконтированного дохода (ЧДД), ежегодный коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$K_N = \frac{1}{(1 + K_d)^N}$$

где: $K_d = 0,05$, Коэффициент дисконтирования принят в размере 5%

N – год реализации проекта

ЧДД рассчитан на 10 лет, и составляет 3 714 тыс. руб., окупаемость наступает на 9 год реализации проекта (таблица 7)

Таблица 7. ЧДД проекта

Год	Экономический эффект	Кд	ЧДП	ДДП	ДДП нарастающим итогом
0	-22 000	1,000	-22 000	-22 000	-22 000
1	3 330	0,952	3 330	3 172	-18 828
2	3 330	0,907	3 330	3 020	-15 808
3	3 330	0,864	3 330	2 877	-12 931
4	3 330	0,823	3 330	2 740	-10 192
5	3 330	0,784	3 330	2 609	-7 582
6	3 330	0,746	3 330	2 485	-5 097
7	3 330	0,711	3 330	2 367	-2 731
8	3 330	0,677	3 330	2 254	-477
9	3 330	0,645	3 330	2 147	1 670
10	3 330	0,614	3 330	2 044	3 714

По данным расчета, полная первоначальная стоимость проекта составит 22,0 млн. руб., ежегодные текущие затраты составят 14354 тыс. руб., стоимость поставляемой электроэнергии 22,17 тыс. руб., ежегодный экономический эффект 3,3 млн. руб. ЧДД проекта в течении 10 лет составит 3,7 млн. руб., а окупаемость наступит на 9 год реализации проекта (рис 1)

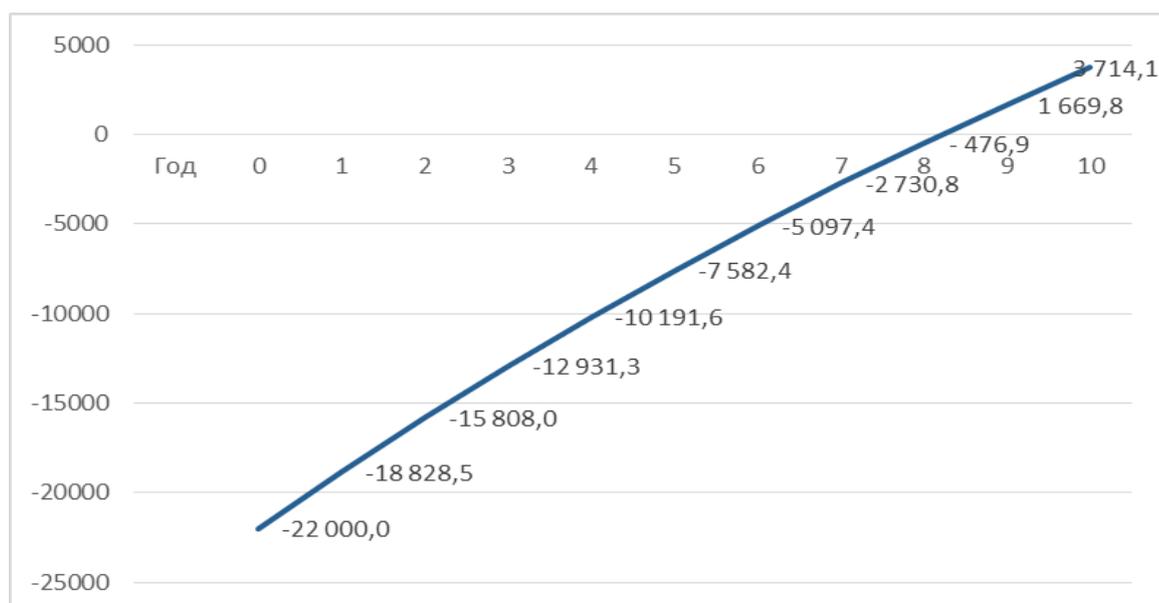


Рисунок 1 - График дисконтированного денежного потока нарастающим итогом, тыс. руб.

Список литературы

1. Тимофеев, А. И. Некоторые подходы к расчету интегрального показателя конкурентоспособности предприятия / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные вопросы развития экономики России: Сборник статей научно-практической конференции, Воронеж, 14 ноября 2016 года / Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2016. – С. 56-61. – EDN XIHOED.
2. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.
3. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
4. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
5. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
6. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.

7. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
8. Климентов, Н. И. Исследование переходных режимов в автоматизированных электроприводах постоянного тока с управлением от компьютера / Н. И. Климентов, Г. М. Мамедов // Актуальные проблемы железнодорожного транспорта : Сборник статей научной конференции, Воронеж, 01 октября 2018 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2018. – С. 49-53. – EDN YLYHVJ.
9. Кураков, А. В. Исследование межподстанционной зоны тяговой сети переменного тока на модели в среде Multisim / А. В. Кураков, Н. И. Климентов // Труды 80-й студенческой научно-практической конференции РГУПС : Материалы конференции, Воронеж, 21–23 апреля 2021 года. Том Часть 4. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 36-39. – EDN RNDLCL.
10. Евстигнеев, М. И. Показатели оценки состояния контактной сети / М. И. Евстигнеев, Н. И. Климентов // Труды 80-й студенческой научно-практической конференции РГУПС : Материалы конференции, Воронеж, 21–23 апреля 2021 года. Том Часть 4. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 46-52. – EDN WYYWPT.
11. Шерстюков, О. С. Современные способы учёта и анализа отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / О. С. Шерстюков, Н. И. Климентов // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2023") : Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26–28 апреля 2023 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2023. – С. 228-233. – EDN WYKTOJ.
12. Климентов, Н. И. Моделирование в среде multisim схемы электроснабжения сети 0,4 кв питания нетяговых потребителей / Н. И. Климентов // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020) : труды Международной научно-практической конференции, Воронеж, 09–11 ноября 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 140-144. – EDN ICMXXB.

УДК 629.4

Применение бортовой микропроцессорной системы управления МСУ-ТП на тепловозах 2ТЭ116

Игнатенко С.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье описан состав и функциональные возможности МСУ-ТП, приведен расчёт экономической эффективности оснащения локомотивов 2ТЭ116 микропроцессорной системой управления тяговыми двигателями, оценены капитальные и текущие затраты в расчёте на один локомотив, а также на весь парк 2ТЭ116 Юго-Восточной железной дороги

Ключевые слова: Тепловоз, микропроцессорная система управления тягой, экономическое обоснование, модернизация, техническое обслуживание

В настоящее время на Юго-Восточной железной дороге эксплуатируется 71 локомотив 2ТЭ116, основные депо приписки: ТЧЭ-14 Елец – 40, ТЧЭ-2 Ртищево – 17. 8 – на консервации. 2ТЭ116, эксплуатируемые на ЮВЖД построены в 1976-1995гг.

В 2023 году средний вес поезда при использовании 2ТЭ116 составлял 4 500т., среднесуточный пробег – 420км., коэффициент использования – 62%. Средние эксплуатационные показатели локомотива за год:

Среднегодовой пробег: $365 \times 420 \times 0,62 / 1000 = 95,0$ тыс. км.,

Грузовая работа – $95\,046 \times 4\,500 = 42\,770 \times 10^4$ т-км брутто

В настоящее время при проведении ТР-3 локомотивов осуществляется модернизация подвижного состава с установкой многофункциональной микропроцессорной системы управления тепловозом (МСУ-ТП). Система МСУ-ТП уже установлена на 20% данного подвижного состава и предназначена для управления работой электрической схемы и вспомогательного оборудования, регулирования тяговой электропередачи и диагностики основного и вспомогательного оборудования.

Система выполняет следующие функции:

- управление запуском и остановкой дизеля;
- снятие нагрузки при повышении температуры теплоносителей;
- управление электронным регулятором дизеля;
- формирование внешних и нагрузочных характеристик тягового генератора в зависимости от частоты вращения вала дизеля;
- осуществление защит дизеля с автоматической остановкой;
- осуществление защит электрооборудования с автоматическим снятием нагрузки;
- контроль изоляции низковольтных и силовых цепей;
- бесконтактное управление электрической схемой тепловоза во всех режимах работы;
- формирование характеристик электрического тормоза с учетом заданных ограничений;
- обеспечение взаимодействия электрического и пневматического тормозов;
- управление электроприводом тормозного компрессора;
- управление перераспределением мощности между тяговым генератором и возбудителем на рабочих позициях контроллера машиниста;
- диагностику основного и вспомогательного оборудования тепловоза;
- отображение на модуле дисплейном параметров основного и вспомогательного оборудования;
- отображение на модуле дисплейном сообщений о неисправностях оборудования и отклонений рабочих параметров от нормы;

Система МСУ-ТП включает в себя:

- устройство обработки информации УОИ (U6) - установлено в тамбуре;
- модуль дисплейный (U7) - установлен на пульте;
- измеритель температурный ИТ (U44) - установлен в дизельном помещении, на боковой стенке кузова;
- стабилизаторы постоянного тока ОЭП (U4, U5) - установлены в тамбуре;
- контроллер машиниста (задатчик) (U45) - установлен на пульте;
- блок выпрямителей кремниевых БВК-1012 РМ - установлен на стойке крыши;
- съемный накопитель FLASH USB - устанавливаемый на пульте;
- блоки диодов БД (VD1.1, VD1.2) и БДТ (U48) - установлены в ВВК;
- преобразователи ПН-1 (U17-U43) - установлены в ВВК;
- датчики частоты вращения ДПС (BR1-BR6) - установлены на крышках букс;

- преобразователи измерительные избыточного давления ADZ (BP1-BP5) - установлены в дизельном помещении и в ВВК;

- термосопротивления ТСМ (BK19-BK28) - установлены на водяном, масляном и топливном трубопроводах, дизеле и в крыше воздухоочистителя.

Экономический эффект модернизации тепловозов серии 2ТЭ116У системой МСУ-ТП достигается за счёт:

Повышения надёжности локомотива

Экономии топлива

Надёжность тепловозов 2ТЭ116 до модернизации характеризуется следующими показателями:

- средняя наработка на отказ второго вида – 2,5 случая на 1 млн. км пробега.

- средняя наработка на отказ третьего вида – 10,1 случаев на 1 млн. км пробега. Отказ 3-го вида – необходимость постановки локомотива на неплановый ремонт в период между плановыми ремонтами.

Определим величину потерь от отказов локомотивов.

Отказ 2 рода – задержка на перегоне или станции более 1 часа или оказание помощи вспомогательным локомотивом. Потери складываются из простоя на станции или перегоне в среднем 1,5 часа и помощи дополнительного локомотива в течении 1 часа.

Суммарные потери на отказ второго рода составляют:

$1,5 \times 10\ 234 + 1 \times 855 = 16\ 206$ рублей, где 10 234 – стоимость 1 поезд-часа простоя на теплотяге, 855 – стоимость 1 локомотиво-часа на теплотяге (с бригадой)

Вероятность отказа 2 рода составляет: $2,5 \times 95,0 / 1000 = 0,237$ случая в год, а годовые потери оцениваются: $0,237 \times 16\ 206 = 3\ 849$ руб.

Отказ 3-го вида – необходимость постановки локомотива на неплановый ремонт в период между плановыми ремонтами. Потери складываются из простоя на станции или перегоне в среднем 1,5 часа, стоимости внепланового ремонта, простоя на внеплановом ремонте и следования резервом к месту ремонта.

Потери от простоя поезда на станции или перегоне: $1,5 \times 10\ 234 = 15\ 351$ где 10 234 – стоимость 1 поезд-часа простоя на теплотяге

Стоимость внепланового ремонта составляет 68 980 руб. в среднем

Потери от простоя локомотива на внеплановом ремонте составляют: $376,7 \times 24 \times 2,5 = 22\ 602$ рублей, где 376,7 –рублей, стоимость простоя тепловоза (без локомотивной бригады) 24 –часов в сутках, 2,5 суток – средняя продолжительность внепланового ремонта.

Потери от следования резервом к месту ремонта составляют: $218,82 \times 80 = 17\ 506$ руб., где 218,82 – рублей, стоимость 1 локомотиво-километра при следовании резервом, 80 – км, среднее расстояние следования к месту ремонта.

Суммарные потери от отказа 3 вида составляют:

$15\ 351 + 68\ 980 + 22\ 602 + 17\ 506 = 124\ 439$ рублей. Вероятность отказа 3 рода составляет: $10,1 \times 95,0 / 1000 = 0,96$ случая в год, а годовые потери оцениваются:

$0,96 \times 124\ 439 = 119\ 399$ руб.

Итого размер годовых потерь от отказов 2 и 3 рода локомотивов 2ТЭ116 составляет: $3\ 849 + 119\ 399 = 123\ 248$ руб. в год.

Предполагается, что применение МСУ-ТП позволит повысить надёжность локомотива, а, следовательно, и снизить вероятность отказов и потерь на 12%, или на $123\ 248 \times 0,12 = 14\ 789$ рублей в год в стоимостном выражении.

Применение системы МСУ-ТП позволит обеспечивает экономию топлива и дизельного масла в грузовом движении в размере до 0,5%. Определим величину годовой экономии ГСМ.

Годовой расход топлива на один локомотив составляет:

$21,5 \times 42\ 770 / 1000 = 919,5$ тонны, где 21,5 – удельный расход ДТ на 10 000 т-км брутто грузовой работы, 42 770 – ($\times 10^4$ т-км) годовой объём грузовой работы на 1 локомотив.

Расход дизельного масла составляет 0,8% от расхода ДТ, соответственно годовой расход масла составит: $919,5 \times 0,008 \times 1000 = 7\,356$ кг. Цена ДТ составляет 53,2 тыс. руб. за тонну, цена дизельного масла – 400 руб. за килограмм. Определим величину годовой экономии ГСМ исходя из снижения потребления на 0,5%:

$$(919,5 \times 53\,200 + 7\,356 \times 400) \times 0,005 = 259\,299 \text{ руб.}$$

Совокупная величина годовой экономии включает снижение потерь от отказов и экономию ГСМ и равна: $123\,248 + 259\,299 = 382\,547$ руб.

Стоимость переоборудования одного локомотива 2ТЭ116 системой МСУ-ТП составляет 1 137 тыс. руб. Расчет экономических показателей инвестиционного проекта по параметрам: капитальные затраты – 1 137 тыс. руб., годовой экономический эффект – 382,5 тыс. руб., коэффициент дисконтирования – 8% (минимальный риск), инвестиционный проект рассчитан на 10 лет, приведены в таблице 1 и на рис. 1.

Таблица 1. Инвестиционные показатели проекта

год	Коэффициент дисконтирования	чистый денежный поток	дисконтированный денежный поток	дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	-1137	-1137	-1137
1	0,9259	382,5	354	-783
2	0,8573	382,5	328	-455
3	0,7938	382,5	304	-151
4	0,7350	382,5	281	130
5	0,6806	382,5	260	390
6	0,6302	382,5	241	631
7	0,5835	382,5	223	854
8	0,5403	382,5	207	1061
9	0,5002	382,5	191	1252
10	0,4632	382,5	177	1430

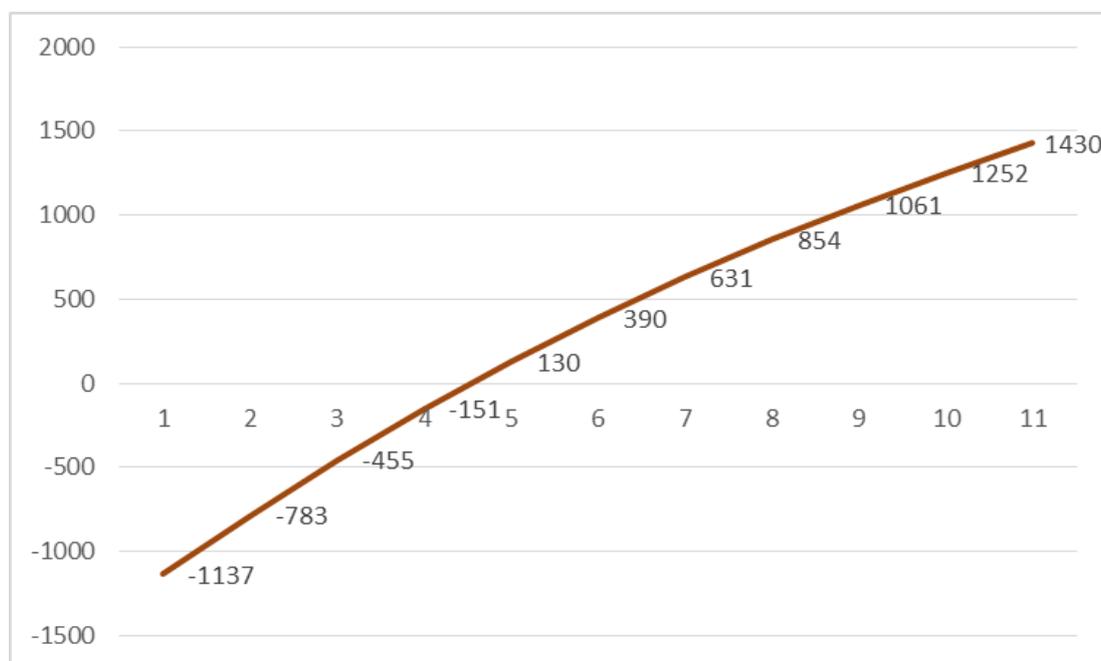


Рисунок 1. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом.

Таким образом, окупаемость оборудования локомотива 2ТЭ116 системой МСУ-ТП наступает на 4 год эксплуатации, а чистый результат за 10 лет составит 1 430 тыс. рублей.

Список литературы.

1. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.
2. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM.
3. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
4. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNJ.
5. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 2. – С. 109-118. – DOI 10.21440/0536-1028-2020-2-109-118. – EDN YMLFKJ.
6. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.
7. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
8. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXTJ.
9. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
10. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
11. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гушин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
12. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
13. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
14. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко //

Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.

15. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
16. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
17. Тимофеев, А. И. О регулирующей функции налогов / А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 197-215. – EDN WFWTNX.

УДК 629.4

Оценка технического состояния дизеля тепловоза с помощью анализа отработанного масла.

Костин И.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье рассмотрены теоретические аспекты технологии контроля состояния двигателей внутреннего сгорания по содержанию продуктов износа в моторном масле. Перечислены признаки неполадок ДВС по содержанию различных примесей в отработанном масле. Описан состав и функциональные возможности многоканального эмиссионного спектрометра МФС-7, обоснованы капитальные и текущие затраты локомотивного депо по осуществлению производственной функции по анализу отработанного моторного масла.

Ключевые слова: отработанное моторное масло, диагностика двигателей внутреннего сгорания, спектрометрический анализ, текущие затраты.

Теоретические основы технологии контроля состояния двигателей внутреннего сгорания по содержанию продуктов износа в моторном масле. Масло в двигателе необходимо для смазывания подвижных механизмов и предотвращения их износа. Во время эксплуатации в состав смазки могут попадать различные примеси, которые негативно влияют на смазывающую способность:

- Продукты сгорания. Они могут содержать частицы углерода, оксиды серы и азота, кислоты, воду, остатки топлива.
- Шлам и нагар. Они образуются при контакте масла, нагретого до высокой температуры, с воздухом.
- Частицы горючего. Такое загрязнение бывает связано с неисправностью двигателя. Масло, разбавленное бензином, теряет вязкость, перестает защищать поверхность трущихся деталей.
- Влага. Водяной пар попадает в масло вместе с другими продуктами сгорания. Если смазывающий материал недостаточно нагревается, влага не испаряется. Ее содержание ведет к ухудшению свойств масла и преждевременному износу подвижных механизмов двигателя.

- Антифриз. Охлаждающая жидкость может смешаться с моторным маслом при нарушении герметичности системы охлаждения или повреждении магистрали. В результате масло меняет цвет, появляется эмульсия, что может привести к заклиниванию ДВС.
- Сажа. Появление сажи вызвано задержкой впрыска топлива. Присутствие сажи в составе масла приводит к повышенному износу клапанов и форсунок.

Продукты износа деталей оборудования, взаимодействуя со смазывающей или охлаждающей жидкостью, являются причиной ее старения и утраты необходимых свойств. Если проводить количественный и качественный контроль как продуктов износа, так и состояния самой жидкости, можно установить источник поступления продуктов износа. В связи с тем, что многие дефекты в узлах трения связаны с местным поверхностным разрушением материала, характер и степень повреждения могут быть определены по количеству, размеру и конфигурации частиц продуктов износа и их химическому составу.

Интенсивность поступления продуктов износа в масло определяется скоростью изнашивания сопрягаемых деталей. Резкое увеличение концентрации металлических частиц в масле означает возрастание скорости изнашивания деталей вследствие появления дефекта. Заметное увеличение концентрации этих частиц обычно начинается за 20—30 ч до возникновения очагов локального разрушения деталей. Предельно допустимые значения концентраций отдельных химических элементов в масле определяют путем предварительного анализа с учетом химического состава материала основных деталей двигателей, нормальной интенсивности их изнашивания, а также химического состава масла. Для смазки современных дизелей применяют масла с различными присадками. В них могут быть в значительных количествах те же элементы, что и в продуктах износа. Такой анализ позволяет установить характерные химические элементы (обычно легирующие элементы или составные части сплавов), входящие преимущественно в состав материала отдельных изнашиваемых деталей. Тем самым по химическому составу металлических примесей в масле можно судить об интенсивности износа не только дизеля в целом, но и отдельных его деталей или групп их.

В зависимости от конструкции и типа дизеля, от возможностей имеющегося диагностического оборудования в каждой пробе масла может быть определено содержание от 6 до 16 характерных химических элементов. Концентрация продуктов износа в масле зависит не только от скорости изнашивания, но и от срока службы масла и условий его очищения (фильтрации). Для заключения о техническом состоянии дизеля необходимо знать динамику процесса изменения содержания металлических частиц в масле.

Возрастание интенсивности изнашивания деталей какого-либо сопряжения дизеля приводит к увеличению общей интенсивности изнашивания и, соответственно, к повышению концентрации продуктов износа в масле. Однако характер возрастания будет зависеть от характера возникшего дефекта. Такое обстоятельство следует использовать при диагностировании. Для этого предварительно необходимо выявить закономерности, присущие наиболее характерным группам дефектов. Известно, например, что ухудшение свойств масла в системе влечет за собой возрастание концентрации продуктов износа по линейному закону. Нарушение нормальной работы подшипников коленчатого вала вызывает резкое увеличение концентрации продуктов износа в масле.

Продукты износа в смазочном масле. Процесс работы двигателя внутреннего сгорания сопровождается накоплением в смазочном масле продуктов износа, включающих следующие химические элементы: алюминий, сурьму, бор, хром, серебро, железо, свинец, кремний, медь, олово.

Алюминий характеризует износ алюминиевых поршней. Сурьма помогает определить, что является источником повышения содержания меди — головной или мотылевой подшипник. Бор используется как антикоррозионная присадка в охлаждающей воде, поэтому наличие бора свидетельствует о протечках в маслоохладителе. Необходимо иметь в виду, что при проведении эмиссионного спектрального анализа с графитовыми

электродами бор иногда в больших количествах (как примесь) содержится в графите, что может привести к ошибочным результатам. Присутствие хроматов в смазочном масле также служит индикатором протечек охлаждающей воды, вызванных неисправностью сальников или трещинами в крышках, но при этом необходимо учитывать величину хроматов, поступающих от хромированных колец или втулок.

Увеличение концентрации меди и свинца происходит в двигателях с медно-свинцовыми подшипниками и указывает на начало повышенного износа одного или нескольких подшипников.

Концентрация железа обычно возрастает вследствие износа цилиндрических втулок, поршневых колец или поршней (если они сделаны из материала, содержащего двухвалентное железо). Поршневые кольца, которые имеют заедание в канавках с последующим прорывом газов и возгоранием масляной пленки (ведущему к заеданию, задиру и поломке колец), также могут служить источником увеличения концентрации железа.

Повышение концентрации железа и кремния возникает в результате повреждений в работе воздушного фильтра, приводящих к усиленному износу втулок и колец из-за присутствия пыли в нагнетаемом воздухе. Воздушные фильтры, установленные слишком низко на корпусе транспортного двигателя, могут пропускать кремниевые и железные частицы, которые поступают вместе с пылью тормозной колодки и являются причиной абразивного износа цилиндрических втулок и поршневых колец.

Кремний поступает в основном с воздухом в виде пыли. Некоторое увеличение концентрации кремния может быть обусловлено его добавлением в масло для уменьшения пены, поэтому необходимо делать поправку на уровень кремния в свежем масле.

Серебро используется как припой для покрытия подшипников. Присутствие его в масле означает ухудшение состояния соответствующих элементов.

Из всех элементов кремний наиболее устойчиво определяет ту или иную неисправность. Когда величина концентрации кремния достигает среднего уровня, то это значит, что в двигателе имеется развивающаяся неисправность. Отклонения от нормальных параметров служат основанием для корректировки условий работы механизма до того, как концентрация достигнет предельной величины. Например, медные частицы из-за износа упорной шайбы двигателя могут достигнуть концентрации от 100 до 200 ч. н. м., но двигатель при этом будет работать вполне удовлетворительно, хотя в то же время даже небольшое увеличение концентрации алюминия при неисправности вкладыша масляного насоса или алюминиево-бронзового подшипника является опасным сигналом.

Многоканальный эмиссионный спектрометр МФС-7. Многоканальный эмиссионный спектрометр МФС-7 (рис. 1) предназначен для эмиссионного анализа масел на продукты износа деталей двигателей и других механизмов в процессе их эксплуатации.

Спектрометр применяется для диагностики состояния двигателей самолетов, тепловозов, экскаваторов, тракторов, автомобилей, станков. Процесс анализа автоматизирован с момента установки пробы в штатив до получения результатов анализа в единицах концентрации на экране дисплея, принтере и в памяти персонального компьютера. Важным шагом вперед стала доработка штатива для обеспечения эффективного анализа масел с различной вязкостью. Теперь спектрометр может анализировать не только моторные, но и трансмиссионные масла в широком диапазоне коэффициентов вязкости, причем переключение на анализ другого типа масла осуществляется за несколько секунд. Такая же доработка может быть произведена на ранее выпущенных приборах непосредственно у заказчика.

Спектрометр МФС-7 комплектуется компактной простой системой регистрации на базе одноплатного контроллера КМС-1, работающей под управлением IBM-совместимого компьютера. Технические характеристики спектрометра приведены в таблице 1.



Рисунок 1. Многоканальный эмиссионный спектрометр МФС-7

Таблица 1. Технические характеристики

Число одновременно анализируемых элементов	до 24
Длительность анализа одной пробы (без пробоподготовки)	2...3 мин
Диапазон определяемых концентраций	от 0.00001% до 0.01 %
Пределы обнаружения	0.1...1 г/т
Полихроматор	с вогнутой дифракционной решеткой
Фокусное расстояние	1м
Рабочий диапазон спектра с решеткой 1800 штр//мм	200...400 нм
Обратная линейная дисперсия	0.55 нм/мм
24 индивидуально настраиваемые выходные щели	24 фотоумножителя
Источник возбуждения спектра	дуга переменного тока 3...5 А
Питание	однофазная сеть 220 В, 50 Гц
Потребляемая мощность	2 кВА
Масса всех составных частей	до 600 кг
Площадь помещения для размещения установки	20 м ² с местной вытяжкой

Пределы обнаружения продуктов износа деталей двигателя в смазочных маслах и сходимость результатов измерения для средних значений концентрации, полученные по одной из аналитических программ:

Спектрометр МФС-7 поставляется настроенными на конкретные аналитические программы по требованиям заказчика. Могут быть разработаны аналитические методики для анализа конкретных масел. Возможна поставка программы дефектации двигателей по результатам анализа моторных масел, которая определит неисправный узел двигателя и выдаст рекомендации по его ремонту.

В комплект поставки прибора может быть включен ультразвуковой диспергатор для подготовки проб, стандартные образцы масел, заточной станок для подставных электродов,

Расходы. Операцию спектрального анализа смазочных масел на продукты износа выполняет старший лаборант, должностной оклад старшего лаборанта в соответствии с

Положением о корпоративной системе оплаты труда работников филиалов и структурных подразделений открытого акционерного общества "Российские железные дороги", утвержденным решением правления ОАО "РЖД" (протокол от 18-19 декабря 2006 г. N 40) установлен на март 2013 года в размере 17330 рублей. Должностные оклады индексируются в соответствии с Коллективным договором ОАО "РЖД", цепной индекс в период с марта 2013 по март 2024 составил 2,1243, таким образом, должностной оклад лаборанта равен: $17330 \times 2,1243 = 36814$ руб. Премияльные выплаты установлены на уровне 60% оклада, Тариф взносов во внебюджетные фонды составляет 30%. Годовые расходы на оплату труда и взносы составляют: $36814 \times 1,6 \times 12 \times 1,3 = 918\,880$ руб.

Материальные затраты включают расходы на приобретение расходных материалов и составляют 39 166 рублей в год.

Расходы на электроэнергию определяются по формуле:

$R_{\text{э}} = C_{\text{э}} \times M_{\text{у}} \times V_{\text{р}} = 6,2 \times 2 \times 255 = 3\,162$ руб, где:

$C_{\text{э}}$ – цена на электроэнергию, 6,2 руб / кВт-ч

$M_{\text{у}}$ – мощность установки, 2 кВт

$V_{\text{р}}$ – время работы установки, 255 часов в год.

Годовую сумму амортизации определим по простому пропорциональному методу.

Полная первоначальная стоимость установки – 1 735 000 рублей, установленный производителем срок эксплуатации – 15 лет. Годовая сумма амортизационных отчислений: $1\,735\,000 / 15 = 115\,667$ рублей.

Текущие расходы сведены в таблицу 2

Таблица 2. Текущие расходы

Элемент затрат	рублей
Оплата труда и отчисления	918880
Материальные затраты	39166
Расходы на электроэнергию	3 162
Амортизация	115664
ИТОГО	1 076 872

Таким образом, обоснована годовая сумма расходов на анализ состояния силовых установок подвижного состава с помощью исследования содержания продуктов в отработанном дизельном масле.

Список литературы

1. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 2. – С. 300-313. – EDN FBHDFS.
2. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
3. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
4. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.

5. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
6. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
7. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXTJ.
8. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
9. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.

УДК 629.4

Повышение износостойкости пар трения дизелей тепловозов с применением электро-химико-механической обработки фрикционных поверхностей

Кравцов Л.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье дано принципиальное описание технологии электро-химико-механической обработки (ЭХМО), описаны его возможности и ограничения. Предложено применение этой технологии для ремонта деталей дизелей локомотивов в условиях тепловозоремонтного завода. Это позволит создать востребованную услугу по ремонту дизелей с упрочнением пар трения. Приведено экономическое обоснование внедрения ЭХМО с привязкой к существующей программе ремонта.

Ключевые слова. электро-химико-механическая обработка. Упрочнение деталей. Техничко-экономическое обоснование.

Метод ЭХМО. Сущность технологического процесса ЭХМО состоит в том, что стальные и чугунные детали после окончательной традиционной обработки (резание, шлифование, полирование, хонингование и др.) покрывают тонким слоем (1... 5 мкм) латуни, меди или бронзы. Покрытие производят путем трения латунного, медного или бронзового прутка (инструмента) о поверхность детали, смазывая при этом место контакта технологической жидкостью, например, глицерином, полиэтиленгликолем ПЭГ-115, ПГВ. При трении материал прутка переносится на стальную (или чугунную) поверхность детали. Перед обработкой изделия, подлежащие ЭХМО, обезжиривают, зачищают шлифовальной шкуркой. При самом процессе ЭХМО, как уже говорилось, происходит смазывание обрабатываемой поверхности технологической жидкостью. Глицерин, в силу малой адсорбционной способности, не препятствует непосредственному контакту, а значит, схватыванию металлических поверхностей при трении. В то же время, при повышенной температуре, возникающей при трении, он восстанавливает окисные пленки как на стали, так и на инструменте, что способствует схватыванию и улучшению условий переноса материала инструмента (рис.1.).

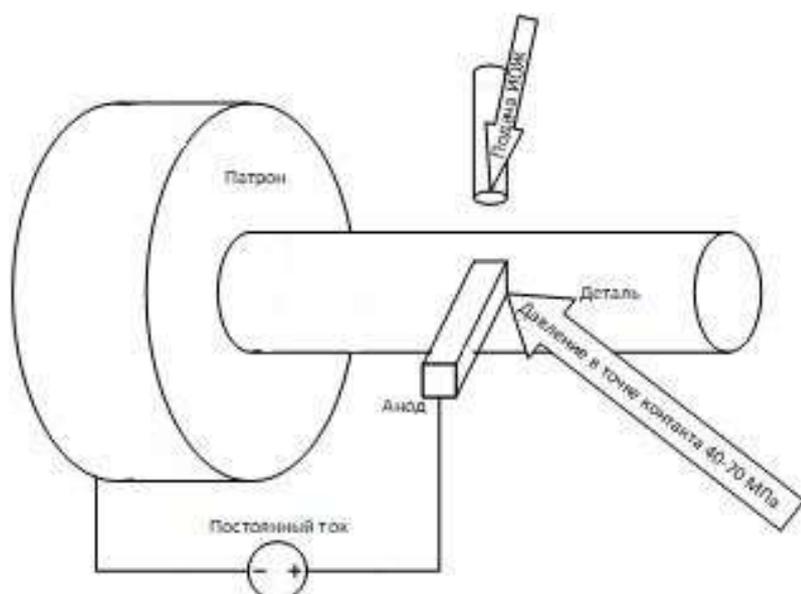


Рисунок 1. Схема процесса ЭМХО концентрической детали

Концентрическая деталь, перемещающаяся относительно инструмента-анода, подключена к «минусу» источника постоянного тока, а инструмент-анод — к «плюсу». Во время обработки в зону трения подается ионаобразующая жидкость (ИОЖ), содержащая необходимые компоненты. Обеспечивается необходимое усилие контакта инструмента и детали. Наиболее важные факторы, оказывающие влияние на качество обработки поверхности, следующие:

- состав и состояние металла для обработки;
- геометрическая характеристика поверхности;
- материал анода;
- усилие прижатия анода;
- состав ИОЖ;
- плотность тока;
- режимы обработки.

Некоторые параметры, применяемые для обработки легированных сталей приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры ЭМХО концентрических деталей

Материал обрабатываемой детали	ИОЖ	Прижимное давление, МПа	Поперечная подача, мм/с	Продольная подача, мм/об	Анод
Сталь 30ХГСА	Глицерин (50%)+Na ₂ SiO ₃ (Метасиликат натрия, «жидкое стекло», 50%)	40	0,15	0,2	Латунь Л62 БрОЦС, меднографит
Сталь 45					
Сталь 12х18Н9Т	Глицерин +Na ₂ SiO ₃ +HCl	70	0,1	0,08	Латунь Л62
38Х2М0А	Глицерин+HCl	70	0,3	0,2	Латунь Л62 меднографит

Основу процесса составляет электрохимическое растворение металла анода и осаждение ионов на поверхности детали с одновременным механическим воздействием на обрабатываемую поверхность, в результате чего микронеровности заполняются материалом

анода и компонентами рабочей жидкости, повышающими триботехнические показатели детали.

Поверхности инструмента-анода и обрабатываемой детали не являются идеально гладкими — на них имеются неровности. При перемещении анода относительно детали выступы анода входят в контакт с выступами детали. Под действием тока происходит микроразряд, формирующий направленное движение электронов. В электрическом поле, возникшем в микроэлектродном пространстве, происходит перемещение более тяжелых частиц — ионов в направлении, обратном движению электронов. Электроны, имеющие меньшую массу, быстро достигают поверхности анода, нагревают металл, вызывая интенсивное растворение его в зоне прохождения тока.

Обработку выполняют на модернизированном механическом оборудовании, например, токарном, фрезерном или расточном станке. Многообразие факторов, влияющих на качество покрытия, требует индивидуального их подбора для каждого конкретного случая обработки.

Применение на практике трибоэлектрических технологий имеет значительный резерв в дальнейшем повышении эффективности методов упрочнения поверхностей трения и увеличении их ресурса. Экологичность предлагаемой технологии обеспечивается отсутствием химически агрессивных сред (щелочи, кислоты), которые широко применяются при других известных способах обработки (борирование, хромирование, никелирование и т.д.). По времени процесс обработки в 10 и более раз меньше, чем известные операции упрочнения поверхностного слоя, что обеспечивает энергосбережение.

Технологический процесс ЭХМО целесообразно использовать для повышения ресурса следующих машин и механизмов: - цилиндро-поршневой группы, кривошипно-шатунного и других механизмов различных двигателей, торцовых поверхностей шатунов, поршней виброгасителей и гидравлических цилиндров, ползунов сцепных муфт, толкателей дизельных двигателей, дорожек качения шарикоподшипников и роликоподшипников. Исследования эффективности технологического процесса [1,2] свидетельствуют, что процесс ЭХМО позволяет:

- снизить время приработки деталей в 1,5... 2 раза;
- исключить задиры поверхностей трения деталей; повысить несущую способность сочленений; защитить поверхности трения от водородного изнашивания;
- снизить температуру трения и продлить период работы узла трения при выключении подачи смазки;
- уменьшить коэффициент трения и тем самым снизить потребление топлива двигателями внутреннего сгорания до 3 %;

Определение расходов на упрочнение деталей пар трения дизеля 5Д49 в условиях ТРЗ Для освоения ЭМХО пар трения в условиях тепловозо-ремонтного завода потребуются следующие капитальные вложения:

1. Закупка и монтаж оборудования
2. Обучение персонала

Для применения ЭМХО необходимо модернизировать токарный и фрезерный станок. Капитальные затраты на модернизацию станков составляют 350 тыс. Р, расходы на повышение квалификации станочников – 50 тыс. Р. Итого капитальные затраты: 400 тыс. Р

Прямые затраты включают:

- расходы на материалы (аноды, ИОЖ, электроэнергию)
- заработную плату с отчислениями

Общепроизводственные расходы включают стоимость текущего обслуживания оборудования

Расчёт прямых затрат на ЭХМО по упрочнению деталей пар трения на годовую программу ремонта силовых установок 5Д49 приведен в таблице 2.

Таблица 2. Прямые затраты на ЭМХО и калькуляция ремонта

Показатель	значение
Годовая программа ремонта 5Д49, шт	212
Продолжительность обработки деталей пар трения на токарном станке, час	4,5
расход анодов, кг	3,0
Цена анодов, Р/кг	126,0
расход ИОЖ, кг	5,5
цена ИОЖ, Р/кг	855,0
Продолжительность обработки деталей пар трения на фрезерном станке, час	8,0
расход анодов, кг	6,5
Цена анодов, Р/кг	126,0
расход ИОЖ, кг	10,9
цена ИОЖ, Р/кг	855,0
Совокупное энергопотребление, кВт-ч/шт	55,0
Цена электроэнергии, Р/кВт-ч	5,3
Стоимость анодов, Р	1 197,0
Стоимость ИОЖ, Р	1 3979,3
Стоимость электроэнергии технологической, Р	291,5
Итого материальные затраты, Р	15 467,8
Трудоёмкость работ, нормо-часов	37,2
Средний разряд работ	5,2
Часовая тарифная ставка среднего разряда работ, Р/час	152
Тарифная часть заработной платы, Р	5 671
Премия, 70% тарифной части, Р	3 970
Компенсационные выплаты, 12% тарифной части, Р	680
Итого оплата труда, Р	10 321
Отчисления во внеб.фонды, 30%, Р	3 096
Итого расходы на оплату труда с отчислениями, Р	13 417
Итого прямые затраты на 1 двигатель, Р	28 885
Итого прямые затраты на годовую программу ремонта, тыс. Р	6 124
Общепроизводственные расходы, тыс. Р	232
ИТОГО производственные затраты на всю программу ремонта, тыс. Р	6 356
Затраты на 1 ремонт, Р	29 980

Совокупная трудоёмкость $37,2 \times 212 = 7886,4$ нормо-часов, или с учётом годового фонда рабочего времени одного списочного работника 1750 часов, освоение ЭМХО потребует создания: $7886,4 / 1750 = 4,5$ рабочих мест в совокупности по специальностям: станочник, слесарь по ремонту подвижного состава.

При установлении рентабельности работ по упрочнению деталей пар трения двигателя 5Д49 на уровне 15% к затратам, цена одного ремонта с данными работами возрастёт до $29 980 \times 1,15 = 34 477$ Р, из которых прибыль (без учёта амортизационных отчислений) составит: $34 477 - 29 980 = 4 497$ Р на один 5Д49, а на всю годовую программу ремонта: $4497 \times 212 / 1000 = 4 497$ тыс. Р, что многократно превышает первоначальные капитальные вложения.

Список литературы

1. Шаргаев, А.А. Улучшение эксплуатационно-технических характеристик двигателя внутреннего сгорания / А.А. Шаргаев, Н.Г. Макаренко // Наука и военная безопасность. – 2017. – № 4(11). – С. 55-60. – EDN ZXKRPT.
2. Повышение ресурса деталей машин на основе электрохимикомеханической обработки / Н.Г. Макаренко, В.В. Дегтярь, В.Э. Шефер, М.Н. Рожман // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2-4. – С. 817-821. – EDN UMEJFF.
3. Тимофеев, А. И. Некоторые подходы к расчету интегрального показателя конкурентоспособности предприятия / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные вопросы развития экономики России: Сборник статей научно-практической конференции, Воронеж, 14 ноября 2016 года / Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2016. – С. 56-61. – EDN XIHOED.
4. Тимофеев, А. И. О регулирующей функции налогов / А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 197-215. – EDN WFWTNX.
5. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
6. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
7. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Трансиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXJTJ.
8. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
9. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNI.

УДК 622.625.6

Моделирование несущих конструкций в шахтном локомотиве: основные принципы

Кравцов Л.А.

филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье обсуждаются принципы создания моделей опорных конструкций шахтных локомотивов, используемых для перевозки людей и грузов в подземных горных туннелях. Акцентируется внимание на значимости правильного моделирования для гарантий безопасности, производительности и прочности локомотивов. Описываются способы

изучения и оценки прочности, твердости и стабильности опорных конструкций шахтных локомотивов, также способы совершенствования моделей с целью уменьшения их веса и увеличения эффективности. Статья представляет собой общий обзор основных аспектов моделирования шахтных локомотивов и указывает на важность правильного подхода для обеспечения безопасности и продуктивности шахт.

Ключевые слова: монорельсовый локомотив, несущая конструкция, твердотельный элемент, моделирование, модальный анализ

Abstract. The article discusses the principles of creating models of the supporting structures of mine locomotives used to transport people and goods in underground mining tunnels. Attention is focused on the importance of proper modeling to guarantee the safety, performance and durability of locomotives. Describes methods for studying and assessing the strength, hardness and stability of the supporting structures of mine locomotives, as well as ways to improve models in order to reduce their weight and increase efficiency. The article provides a general overview of the main aspects of mining locomotive modeling and points out the importance of the right approach to ensuring mine safety and productivity.

Keywords: monorail locomotive, supporting structure, solid element, modeling, modal analysis

Большое количество исследований посвящено вопросам моделирования конструкций локомотивов. Особенно стоит отметить работы, изучающие оценку остаточного ресурса их несущих конструкций [1; 2]. В исследовании [3] представлена систематизация факторов, влияющих на продолжительность службы цилиндровых крышек дизеля тепловоза, выделены основные группы и подгруппы этих факторов. Аналогичную классификацию можно применить и для учета факторов, влияющих на несущие конструкции локомотивов. В публикации [4] был выполнен анализ долговечности сварных конструкций шахтных локомотивов, но данные результаты не были внедрены в технику горных предприятий. Автор труда [5] предлагает математическую модель для оценки эффективности горнотранспортного подвешного монорельсового локомотива на аккумуляторной тяге. Однако она не учитывает прочность шахтных локомотивов. Работы [6-8] анализируют параметры аккумуляторных батарей шахтных монорельсовых локомотивов. Этот анализ показывает, что необходимо учитывать тип электрохимической системы шахтного подвешного монорельсового локомотива. Важно также учесть тип аккумулятора при моделировании конструкций шахтных локомотивов, поскольку аккумуляторная батарея – это самый тяжелый элемент.

Основы моделирования несущих конструкций шахтных локомотивов представляют собой актуальную научно-техническую задачу. Важной частью комплекса научно-практических работ по обеспечению надежного использования шахтного тягового транспорта является определение оставшегося ресурса их опорных систем. Для определения оставшегося срока службы опорных конструкций шахтного локомотива предлагается использовать методологию, которая соответствует требованиям и рекомендациям действующей нормативной документации, а также опыту, накопленному в различных областях применения как наземного, так и подвешного тягового транспорта.

Теоретическое исследование определения остаточного ресурса опорной конструкции экипажной части локомотива и моторвагонного подвижного состава основывается на применении современных методов и технологий оценки динамики и надежности технических систем. Сегодня широкое распространение получили компьютерные имитационные модели, которые позволяют глубоко исследовать опорные конструкции транспортных средств [9].

На этапе моделирования опорных конструкций требуются данные о геометрических параметрах модели и свойствах материала, такие как модуль упругости, коэффициент Пуассона и плотность. Используются трехмерные модели, созданные с применением

номинальных размеров компонентов и узлов с учетом геометрии сварных соединений. В моделировании можно использовать элементы оболочки или твердотельные элементы [10].

При моделировании рамы локомотива, каркаса вагона или кузова рекомендуется использовать твердотельные элементы, а для обшивки кабины или вагона для перевозки людей – оболочковые. Сварные швы твердотельных элементов должны быть созданы с использованием фасок под углом 45 градусов, а в оболочковых моделях швы создавать не нужно.

В начале расчета конструкции, проводимого по простым схемам, возможно упрощение 3D-модели. Для упрощения процесса расчета рекомендуется создавать сварные швы в зонах с предполагаемыми высокими напряжениями в раме и каркасе кузова.

Предпочтительнее использовать твердотельные элементы, так как их модели позволяют определять напряжения по всей пластине, включая границы шва.

При создании расчетной модели необходимо определить действительные константы опорных конструкций шахтных локомотивов. К примеру, рама вагона или тележки монорельсового локомотива рассматривается как упругое тело, в то время как вспомогательные конструкции считаются абсолютно твердыми телами. Связующие упругие элементы между упругим телом и вспомогательными твердыми элементами представляют собой действительные константы.

Модель должна учитывать все ограничения, влияющие на подвижность опорных конструкций. В процессе моделирования ограничений используются дополнительные элементы, представляемые геометрическими примитивами. Обычно эти вспомогательные элементы рассматриваются как абсолютно твердые тела [11].

Дополнительные элементы и опорные конструкции связываются упругими элементами с жесткостью. Для шахтовых локомотивов такими элементами могут быть подвесы, ролики, тяговые элементы, оси и пр.

Массы объектов, опирающихся на элементы опорной конструкции, моделируются отдаленными массами с инерционными параметрами. Отдаленная масса опирается на определенные поверхности с абсолютной прочностью. Если отдаленная масса опирается на опорную конструкцию посредством упругих элементов, необходимо предусмотреть дополнительное тело-посредник.

Разберем главные принципы моделирования опорной конструкции вагона шахтового локомотива на однорельсовой дороге. Рама кузова подвешивается к элементам, геометрически представленным примитивными и имитирующим тележку. Элемент тележки, связанный с корпусом суммарно жестким, фиксируется ко всем степеням свободы. Тяговые элементы между тележками принимаются за абсолютно жесткие тела, связанные с опорами на корпусе упругими или частично жесткими элементами.

Так как на данный момент метод конечных элементов является наиболее актуальным при оценке прочности опорной конструкции, рассмотрим его применение для создания соответствующей модели. Построение такой модели включает в себя несколько этапов. На первом этапе производится доведение конечно-элементной модели до сходимости результатов по правилу Рунге. На втором выполняется уплотнение сетки для возможности экстраполяции модели в точке сингулярности.

Величина доверительного интервала для расчетных значений напряжения должна быть не менее 95%. Правило Рунге используется для проверки сходимости результатов. Формула имеет следующий вид:

$$\frac{1}{\rho^2 - 1} (\sigma_{h2} - \sigma_{h1}) < 0,05 \cdot \sigma_{h2},$$

где ρ – соотношение размеров сетки;
 σ_{h2} – результаты расчетов с размерами сетки h_2 ;
 σ_{h1} – результаты расчетов с размерами сетки h_1 .

Динамическая модель шахтной локомотивы обязана быть точной и принимать во внимание все особенности объекта, что способны влиять на ее динамические качества. Нужно создать 3D модель шахтного локомотива, которая учитывает такие особенности, как: вес, инерционные данные и способы распределения нагрузки; жесткость подвески, сцепные тяги, амортизаторы колебаний, точки трения; частоты собственных колебаний локомотива; особенности взаимодействия колес с полотном или монорельсовых тележек [12; 13].

В ходе тестирования модели предполагаются использование итогов контрольных тестов. Моделирование даст возможность получить такие данные, как: значения оцениваемых данных в абсолютной форме и в проценте к предельным данным; значения показателей безопасности передвижения на основе расчетных данных, включая превышения предельных данных с определением возможных причин; примеры типовых осциллограмм по каждой измеренной или смоделированной величине.

Результаты модального анализа используются для изучения отсутствия резонансных колебаний компонентов ходовой части шахтных локомотивов и функционирования их вспомогательного оборудования. При построении расчетной схемы подразумевается, что все элементы системы обладают инерцией, эластичностью и другими характеристиками. Расчетная схема считается завершенной, если собственная частота колебаний монорельсовой тележки локомотива определена аналитическим путем и расчетная частота совпадает с допустимой погрешностью, не превышающей 5%.

Итоги определения собственных частот и видов колебаний служат основой для динамического анализа опорных конструкций шахтного спецтранспорта. Количество мод, необходимое для динамического анализа, выбирается таким образом, чтобы весовые доли колебаний в главных направлениях составляли не менее 80%.

Для проверки расчетной схемы сравниваются расчетные частоты с частотами, обладающими значительной интенсивностью по полученным амплитудно-частотным спектрам деформации от тензодатчиков, установленных на опорных конструкциях в контрольных точках в ходе экспериментов. Если в результате проверки разница между частотами превышает 5%, модель расчета уточняется.

Во время контрольных испытаний экспериментально определяются характеристики напряженно-деформированного состояния отдельных элементов несущих конструкций шахтных локомотивов. При этом проверяется соответствие показателей безопасности движения нормативным требованиям. Собираются данные о статической и динамической нагрузке этих конструкций.

Таким образом, в данной статье рассматриваются основы моделирования несущих конструкций шахтных локомотивов. Обсуждаются ключевые принципы моделирования и подходы к анализу прочности, устойчивости и гибкости конструкций. Отмечено, что успешное моделирование требует учета свойств материалов, условий эксплуатации и требований к безопасности. В этих целях используются современные методы анализа, включая метод конечных элементов, метод конечных разностей и модальный анализ. Следовательно, правильное моделирование несущих конструкций является гарантией безопасности и производительности работы шахтных локомотивов и предприятий горной промышленности в целом.

Библиографический список

1. Оценка остаточного ресурса несущих конструкций локомотивов промышленного транспорта / А. В. Грищенко, В. В. Грачев, Ф. Ю. Базилевский [и др.] // Бюллетень результатов научных исследований. – 2015. – № 3-4(16-17). – С. 38-46. – EDN VKICWB.
2. Насыров, Р. К. Оценка остаточного ресурса несущих конструкций локомотивов промышленного транспорта / Р. К. Насыров, Н. С. Зайниддинов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2009. – № 3(20). – С. 115-125. – EDN LRHXFL.

3. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXJTJ.
4. Бамбетова, К. В. Анализ долговечности несущих сварных конструкций локомотивов / К. В. Бамбетова, А. А. Лиев, М. Ш. Атгасауов // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей LXIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 февраля 2023 года. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. – С. 47-49. – EDN GERCST.
5. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ
6. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM
7. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN КНАНЈG
8. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.
9. Кручек, В. А. Оценка остаточного ресурса рам локомотивов и продление их сроков службы / В. А. Кручек, Х. Р. Косимов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2013. – № 1(34). – С. 115-122. – EDN RASRKR.
10. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства: сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14-15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
11. Григорьев, П. С. Определение динамической нагруженности несущего узла маневрового локомотива / П. С. Григорьев // Транспорт Российской Федерации. – 2015. – № 3(58). – С. 44-46. – EDN UCCVRH.
12. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
13. Операционный модальный анализ для определения собственных частот колебаний / К. Ю. Кравченко, С. С. Кугаевский, М. П. Журавлев, Д. М. Элькинд // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2017. – Т. 19, № 2. – С. 21-35. – DOI 10.15593/2224-9877/2017.2.02. – EDN YTOHFF.

Техническое перевооружение тележечного отделения вагоносборочного участка вагонного депо Россошь

Матлахов П.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: В статье приведено экономическое обоснование применения установки электроконтактного нагрева заклепок в тележечном отделении вагоносборочного участка вагонного депо Россошь

Ключевые слова: Установка электроконтактного нагрева заклепок, ремонт вагонных тележек. Техничко-экономическое обоснование.

Установка электроконтактного нагрева заклепок УЭК-01 ПС (рис.1) предназначена для нагрева стальных заклёпок проходящим через них током для последующей клепки фрикционных планок, пятников, крышек люков и торцевых дверей полувагонов. Применение установок нагрева заклепок направлено на совершенствование технологического процесса монтажа пятников, фрикционных планок грузовых вагонов и других деталей клепкой. Технология монтажа предусматривает обязательный нагрев заклепок перед выполнением монтажных операций, в зависимости от материала заклепки до температуры 850-1100 °С.



Технические характеристики:

Одновременная загрузка, 2шт

Время нагрева заклепок, 0,6мин

Размер заклепок:

- диаметр, 12...25 мм

- длина, 40...90мм

Потребляемая электрическая мощность, 22кВт

Напряжение питающей сети, 380±38В

Частота питающей сети, 50±1 Гц

Количество фаз 2

Охлаждение трансформатора водяное

Объем воды заливаемой в бак, 35л

Габаритные размеры, 700х650х1400мм

Масса, 270кг

Средняя наработка на отказ, 10000 ч.

Средний срок службы, 10лет

Срок гарантии, 12мес

Рис. 1. УЭК-01 ПС

Оборудование предлагается взамен применяемого в настоящее время индукционного однопостового нагревателя заклепок, УИН 708-15-001, который в настоящее время уже практически выработал свой ресурс. Преимуществом предлагаемого оборудования является большая мощность и более быстрый нагрев деталей, 60 секунд вместо 90, одновременный нагрев двух заклёпок, а также более эргономичный дизайн. Также, УИН 708-15-001 обеспечивает не более 8 непрерывных циклов нагрева, с последующим охлаждением не менее 90 сек. Реальная рабочая производительность УЭК-01 ПС составляет до 120 заклёпок в час, а УИН 708-15-001 – 35. Оперативное время на постановку заклёпок на этих двух установках приведено в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение производительности УЭК-01 ПС и УИН 708-15-001

	УЭК-01 ПС	УИН 708-15-001
Фрикционные планки, 16 заклёпок/тележка	24 мин	46 мин
Пятник, 12 заклёпок/тележка	20 мин	36 мин

В 2023 году в вагоноремонтном депо Россошь программа ремонта составила 5627 вагонов, в том числе, замена фрикционных планок осуществлялась 1958 раз, а ремонт пятников тележек - 430 раз. Экономия времени при такой программе ремонта может составить: $(1958 \times (46-24) + 430 \times (36-20)) / 60 = 832,6$ нормо-часа.

Определим стоимость 1 нормо-часа. Работы выполняются слесарем по ремонту подвижного состава 4 разряда. Тарифный коэффициент второго уровня оплаты труда, 4 тарифного разряда составляет 1,89. Часовая тарифная ставка 1 тарифного разряда – 73,43 руб. Премия 50%, тариф взносов во внебюджетные фонды – 30%. Стоимость 1 нормо-часа: $73,43 \times 1,89 \times 1,5 \times 1,3 = 270,62$ руб.

Экономический эффект замены оборудования: $270,62 \times 832,6 = 225\,323$ руб. Капитальные затраты, включающие стоимость установки, расходы на доставку и монтаж, составляют 1 252 тыс. руб., Срок окупаемости составит: $1\,252 / 225,3 = 5,5$ лет.

Список литературы.

1. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина". – EDN КНАНЈG.
2. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.
3. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM.
4. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
5. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNJ.
6. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 2. – С. 109-118. – DOI 10.21440/0536-1028-2020-2-109-118. – EDN YMLFKJ.
7. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.

8. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
9. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
10. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
11. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.

УДК 629.4

Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта вагонного эксплуатационного депо Лиски с применением ВРМ 2 Витязь

Меланьина Е.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье приведен бизнес-план оснащения участка текущего отцепочного ремонта вагоноремонтной машиной. Описаны технические возможности ВРМ, спрогнозирована программа ремонта, рассчитаны инвестиционные и экономические показатели проекта.

Ключевые слова. Текущий отцепочный ремонт полувагонов. Вагоноремонтная машина. Технико-экономическое обоснование.

Возможности и характеристики ВРМ-2 Витязь. Специализированная вагоноремонтная машина ВРМ "Витязь-2" предназначена для обслуживания и ремонта грузовых вагонов в условиях ПТО, ППВ, а также при деповском ремонте. ВРМ 2 "Витязь" (рис. 1.) позволяет выполнять следующие операции:

- правку боковых панелей и боковых вертикальных стоек изнутри и снаружи;
- правку торцевых панелей и дверей;
- поджатие отдельных элементов при выполнении сварочных работ на кузове полувагона;
- правку, поджатие и смену крышек люков;
- производство электросварочных работ;
- подъем вагона с одной стороны;
- смену створок дверей;
- смену головок автосцепки;
- смену пружин и фрикционных клиньев;
- производить погрузочно-разгрузочные работы.

Возможно оснащение ВРМ-2 «Витязь» ручным гидравлическим инструментом, подключаемым к гидросистеме машины: гайковертом, гайкорезом, углошлифовальной

машиной и устройством для снятия поглощающего аппарата. В гидравлической системе машины предусмотрен подогрев рабочей жидкости для обеспечения возможности работы в условиях северных регионов. Возможность размещения ВРМ-2 «Витязь» как в цехе, так и на открытой площадке позволяет организовать гибкий подход к подготовке ремонтных площадей. Технические параметры ВРМ приведены в таблице 1.



Рис. 1. ВРМ-2 Витязь

Таблица 1. Технические характеристики ВРМ 2 Витязь

Внутренний габарит машины для прохода подвижного состава Тпр,	Соответствует ГОСТ 9238-83
Скорость движения машины на первой/второй скорости, м/мин	14/20
Установленная мощность (общая), кВт	60
Общая тяговая сила механизма передвижения машины, кгс	650
Род привода рабочих и вспомогательных гидроцилиндров	гидравлический
Вес, кг	21000
Габариты (ДхШхВ), мм	7255x9126x7506
Режим работы	двухсменный
Время подготовки к работе	30 минут
Количество обслуживающего персонала	3 оператора
Средний срок службы, лет	12
Срок службы до капитального ремонта, лет	5
Среднее время восстановления, ч	1/5
Среднее время наработки на отказ, ч	14000
Суммарная мощность установленных энергопотребителей, кВт	60
Производительность,- количество отремонтированных вагонов в сутки, максимальная	35

На машине штатно установлены:

- Электроталь ТЭ-320, грузоподъемностью 320 кг,
- Механизм правки боковых бортов
- Механизм прижима вагона
- Механизм правки торцов (дверей) вагонов
- Насосная станция для гидро-инструмента
- Механизм передвижения
- Лебедка
- Механизм правки боковых бортов изнутри
- Механизм перемещения каретки центральной балки
- 2 Сварочных аппарата

Для установки ВРМ потребуется оборудовать тупиковый путь ВЧДЭ длиной 100м путём для ВРМ. Характеристика пути: колея 4600, рельсы Р-65, шпалы ТА сечением 175x250мм эшпурой 1840.

Капитальные затраты

Капитальные затраты включают в себя:

1. Стоимость проектных работ с созданием документации
2. Расходы на закупку, доставку и монтаж ВРМ
3. Укладку пути под ВРМ
4. Оборудование воздушной кабельной линии 0,4кВ для питания ВРМ.

Расчёт капитальных затрат приведен в таблице 2.

Таблица 2. Капитальные затраты

Проектные работы	150
Рельсы Р65, 200м, с/г 1 категории годности, 78 тыс.р/тонна, 13 тонн	1 014
полушпалы деревянные, 170x250x375, 368 шт., 1500 р/шт	552
щебень, 120 куб.м., 1600 р/куб.м.	192
укладка 100м подкранового пути	350
устройство ВЛ 0,4кВ для питания ВРМ, 100м	620
Стоимость ВРМ	17 000
Монтаж ВРМ	320
ИТОГО	20 198

Программа ремонта и выручка от реализации. Предприятие будет ремонтировать грузовые полувагоны, принадлежащие АО «ПГК» (90%), а также прочим собственникам (10%), по заключенным договорам. Ориентировочная цена услуг ремонта полувагона на ВРМ приведена в таблице 3.

Таблица 3. Цена некоторых видов ремонта полувагона на ВРМ

Наименование работ	Единица измерения	Цена
Выправить торцевую стену	торцевая стена	524,10
Замена торцевой стены	торцевая стена	17 583,19
Ремонт лучевой трещины	лучевая трещина	1 283,07
Ремонт обрыва промежуточной стойки	стойка	1 992,94
Ремонт торцевой стены	торцевая стена	5 137,76
Ремонт уширения (сужения) кузова	вагон	1 182,98
Ремонт вмятин кузова	лист обшивки	396,40
Правка нижней обвязки на ВРМ 1,4 метра нижней обвязки	между 2-мя стойками	132,93
Замена поглощающего аппарата без стоимости детали	Поглощающий аппарат	832,73
Замена корпуса автосцепки без стоимости детали	Корпус автосцепки	1 240,19
Восстановление перемычки хвостовика автосцепки ручной сваркой	Хвостовик	1 558,95

Предприятие будет работать ежедневно, 12 часов в сутки, количество отремонтированных вагонов в среднем – 14,7 вагонов в смену, или 5000 вагонов в год. При этом необходимо учитывать, что, как правило, на ремонт попадают вагоны, имеющие от 2 до 5 дефектов.

Текущие затраты. Текущие затраты на ремонт полувагонов на ВРМ складываются из: заработной платы рабочих с отчислениями;

- Расходов на электроэнергию (технологическую);
- Расходов на техническое обслуживание и текущий ремонт ВРМ;
- Расходов на приобретение материалов и комплектующих.

Обоснование численности рабочих основного производства. Ежедневно на ВРМ работают 3 оператора: один слесарь по ремонту подвижного состава 6 разряда, 1 слесарь по ремонту подвижного состава 5 разряда, 1 газо-электросварщик 5 разряда. Предприятие работает 340 дней в году. Коэффициент сменности равен: $340 \times 12 / 1980 = 2,1$, где 1980 – годовой фонд рабочего времени при 40-часовой рабочей неделе (явочный). Коэффициент пересчёта явочной численности в списочную -1,15. Обоснована списочная численность рабочих основного производства: $3 \times 2,1 \times 1,15 = 8$ человек, при этом средний разряд работ составляет 5,67.

Часовая тарифная ставка первого разряда с 01.02.2024 в ОАО РЖД составляет 73,43 руб., тарифные коэффициенты 5 и 6 разряда равны соответственно 2,12 и 2,31. Тарифный коэффициент, соответствующий среднему разряду работ найдем методом интерполяции: $2,12 + 0,67 \times (2,31 - 2,12) = 2,2473$

Рабочим основного производства установлены следующие премии и надбавки:

Премия при условии отсутствия нарушений трудовой дисциплины – 60%;

Компенсации за работу в выходные и праздничные дни – 2,3%

Компенсации за работу с вредными и тяжелыми условиями труда – 12%.

Ставка тарифных взносов во внебюджетные фонды составляет 30%.

Среднемесячная заработная плата одного рабочего составит:

$73,43 \times 2,2473 \times (1 + 0,6 + 0,023 + 0,12) \times 164,4 = 42\ 286$ руб.

Годовые расходы на оплату труда с отчислениями составляют:

$42\ 286 \times 8 \times 12 \times 1,3 / 1000 = 5\ 901,30$ тыс. руб.

Расходы на электроэнергию технологическую составят:

$\text{Сэт} = \text{М} \times \text{Ким} \times \text{Вр} \times \text{Цэ} = 60 \times 0,3 \times (340 \times 12) \times 4,8 / 1000 = 352,51$ тыс. руб., где:

М – суммарная мощность электроустановок ВРМ, 60 кВт

Ким – коэффициент использования мощности, 0,3

Вр – время работы установки, 340 дней по 12 часов

Цэ – цена за 1 кВтч электроэнергии, 4,80 руб.

Расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт оцениваются в 200 тыс. руб. в год.

Расходы на расходные материалы (электроды, абразивы, обтирочные материалы, газы и т.д.) оцениваются 100 тыс. руб. в год.

Текущие расходы составляют: $5\ 901,30 + 352,51 + 200,00 + 100,00 = 6\ 553,81$ тыс. руб.

Себестоимость одного ремонта в среднем, при программе ремонта 5000 вагонов в год составит: $6\ 553,81 / 5000 = 1,31$ тыс. руб. / вагон. При маржинальности услуги 150% к прямым затратам, средняя цена ремонта составит $1,31 \times 2,5 = 3,28$ тыс. руб. / вагон, а годовая выручка составит: $3,28 \times 5000 = 16\ 384,52$ тыс. руб. При уровне общепроизводственных и общехозяйственных расходов 50% маржинальности, валовая прибыль, приносимая ремонтом полувагонов на ВРМ составит: $16\ 384,52 \times 0,5 = 8\ 192,26$ тыс. руб. Простой не дисконтированный срок окупаемости, с учётом 20% налога на прибыль составит: $(20,2) / (8,2 \times 0,8) = 3,07$ года.

Список литературы:

1. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.

2. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
3. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
4. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
5. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
6. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.
7. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 2. – С. 300-313. – EDN FBHDFS.
8. Тимофеев, А. И. Конкурентное положение АО "ППК "Черноземье" / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 2. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 100-103. – EDN XZKWLJ.
9. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
10. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
11. Тимофеев, А. И. Некоторые подходы к расчету интегрального показателя конкурентоспособности предприятия / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные вопросы развития экономики России: Сборник статей научно-практической конференции, Воронеж, 14 ноября 2016 года / Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2016. – С. 56-61. – EDN XHOED.
12. Тимофеев, А. И. О регулирующей функции налогов / А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 197-215. – EDN WFWTNX.

13. Тимофеев, А. И. Оценка зависимости времени нахождения вагонов на промышленной станции от их количества / А. И. Тимофеев, О. В. Рыстаков // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 8-12. – EDN GOOXPQ.

УДК 629.4

Техническое перевооружение вагоносборочного цеха участка автоконтрольного пункта вагоноремонтного завода

Могутов В.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж.

Аннотация. В статье приведено экономическое обоснование технического перевооружения вагоносборочного цеха с использованием комплекса испытания тормозов PDR6.

Ключевые слова: Автоконтрольный пункт, Техническое обоснование.

Комплекс PDR6 (Рис.1) предназначен для проведения и фиксирования результатов проверки тормозного оборудования вагонов. Управление комплексом осуществляется через беспроводное соединение с 13-дюймового планшета, входящего в комплект поставки. Программное обеспечение обладает понятным интерфейсом, программы тестирования уже загружены в приложении, и пользователю нет необходимости вводить много данных. Протокол тестирования сохраняется и архивируется, а также может быть экспортирован в другие информационные системы предприятия. Комплекс позволяет вручную устанавливать тестовое давление в системе и сравнивать показатели, с предоставлением результата в виде таблицы или графика. Подсказки и ошибки, выявляемые при тестировании, выводятся во всплывающих окнах. Получение данных с датчиков давления вагона осуществляется по радиоканалу. Система осуществляет контроль технических характеристик тормозной системы вагона (проверку плотности тормозной магистрали и действия тормоза при заданных режимах торможения и отпуска). Система обеспечивает проверку тормоза вагона с традиционной системой торможения (с одним тормозным цилиндром), а также вагона с раздельным торможением (с двумя тормозными цилиндрами).



Рис.1 Комплекс для испытания тормозного оборудования вагона PDR6.

В настоящее время на предприятии используется система испытания тормоза СМ ИТВ, срок эксплуатации которой составляет более 8 лет, и которая к настоящему времени морально устарела: в частности, нет возможности автоматизировать процедуру проведения испытания, все полученные данные в информационную систему АРМ приходится переносить вручную, что увеличивает и время ввода, и повышает вероятность ошибки при вводе данных. Также, PDR6 имеет более удобные дистанционные датчики давления. Для оценки эффективности оборудования был проведен сравнительный хронометраж контроля тормозной системы одного вагона (таблица 1.)

Таблица 1. Сравнительный хронометраж контроля тормозной системы вагона, секунд

Операция	СМ ИТВ	PDR6	Отклонение
Подключение к тормозной магистрали вагона	120	120	0
Установка манометров и датчиков давления	300	210	90
Проведение тестирования	2600	2480	120
Отсоединение оборудования	150	150	0
Ввод результатов тестирования в АРМ	380	60	320
Итого оперативное время на вагон	3350	3020	530

Таким образом, экономия оперативного времени составит 8,8 минут на один вагон. При годовой программе ремонта 4500 вагонов суммарная экономия трудовых ресурсов при доле подготовительно-заключительных операций, обслуживания оборудования, времени на отдых и личные надобности, а также переход между позициями, которая составляет 80% оперативного времени составит: $4500 \times 8,8 \times 1,8 / 60 = 1188$ нормо-часов. Работы выполняются слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда. Тарифный коэффициент второго уровня оплаты труда по 5 разряду, согласно Корпоративному положению по оплате труда в РЖД составляет 2,12. Часовая тарифная ставка первого уровня оплаты труда первого разряда установлена с 1 февраля 2024 года в размере 73,43 руб. На предприятии в отношении работников выполняющих операцию по контролю тормозной системы вагонов установлена премия при условии отсутствия нарушений трудовой дисциплины в 80% тарифной части. Компенсационные выплаты не установлены. Учитывая тариф взносов во внебюджетные социальные фонды 30%, годовой экономический эффект составит: $73,43 \times 2,12 \times 1,8 \times 1,3 \times 1188 / 1000 = 432,75$ тыс. руб. Полная первоначальная стоимость установки PDR6 составляет 956,3 тыс. руб., Простой не дисконтированный срок окупаемости составит: $956,3 / 432,75 = 2,2$ года

Список литературы

1. Тимофеев, А. И. Некоторые подходы к расчету интегрального показателя конкурентоспособности предприятия / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные вопросы развития экономики России: Сборник статей научно-практической конференции, Воронеж, 14 ноября 2016 года / Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2016. – С. 56-61. – EDN XHOED.
2. Тимофеев, А. И. О регулирующей функции налогов / А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный

- университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 197-215. – EDN WFWTNX.
3. Тимофеев, А. И. Оценка зависимости времени нахождения вагонов на промышленной станции от их количества / А. И. Тимофеев, О. В. Рыстаков // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 8-12. – EDN GOOXPG.
 4. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
 5. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
 6. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
 7. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
 8. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
 9. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина". – EDN КНАНЈG.
 10. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ

УДК 629.4

Техническое перевооружение колёсно-роликового участка пассажирского ремонтного депо Воронеж
Муконин Э.Э.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация В статье приведено экономическое обоснование технического перевооружения колёсно-роликового участка пассажирского ремонтного депо Воронеж с использованием моечной машины УМСО.

Ключевые слова: Колёсно-роликовый участок ремонтного депо, Техническое обоснование. Моечная машина

Используемая в настоящее время машина для мойки колёсных пар изношена на 90%, срок её эксплуатации подходит к концу. Определим экономический эффект от замены существующей машины на УМСО-01 (Рис.1.) и рассчитаем показатели инвестиционного проекта. Сопоставление технико-экономических характеристик существующей моечной машины и УМСО-01 приведены в таблице 1. Годовая программа ремонта колёсных пар принята на уровне 1380 шт.



Рисунок 1. УМСО-01

Таблица 1. Сопоставление технико-экономических показателей моечных машин

Существующая моечная машина	Перспективная моечная машина (УМСО-01)
Восстановительная стоимость (приобретение и монтаж новой аналогичной машины) – 4 180 тыс. руб.	Полная первоначальная стоимость – 4 560 тыс. руб.
Моющее средство – каустическая сода (50% раствор NaOH), расход – 40л на колесную пару, на годовую программу: $40 \times 1380 / 1000 = 55,2$ тонн. Цена 1 т. каустической соды 26,1 тыс. руб., расходы на моющее средство: $26,1 \times 55,2 = 1 440,72$ тыс. руб. в год	Моющее средство – О-БИСМ, расход – 32л на колесную пару, на годовую программу: $32 \times 1380 / 1000 = 44,1$ тонн. Цена 1 т. О-БИСМ 33,3 тыс. руб., расходы на моющее средство: $33,3 \times 44,1 = 1 455,3$ тыс. руб. в год
Время обмывки одной колесной пары – 25 минут. Время работы оборудования: $1380 \times 25 / 60 = 575$ часов в год	Время обмывки одной колесной пары – 12 минут. Время работы оборудования: $1380 \times 12 / 60 = 276$ часов в год
Расход воды – 0,95 м ³ в час, совокупный расход воды: $0,95 \times 575 = 546$ м ³ Тариф на водоснабжение и водоотведение 38 руб. / м ³ , расходы на водоснабжение и водоотведение составят: $546 \times 38 / 1000 = 20,8$ тыс. руб.	Расход воды – 0,7 м ³ в час, совокупный расход воды: $0,7 \times 276 = 193$ м ³ Тариф на водоснабжение и водоотведение 38 руб. / м ³ , расходы на водоснабжение и водоотведение составят: $193 \times 38 / 1000 = 7,3$ тыс. руб.
Установленная мощность – 23 кВт, расход электроэнергии: $23 \times 546 = 12 558$ кВт-час, при тарифе 5,3 руб/кВт-час, расходы на электроэнергию составят: $12558 \times 5,3 / 1000 = 66,6$ тыс. руб. в год	Установленная мощность – 17 кВт, расход электроэнергии: $17 \times 276 = 4 692$ кВт-час, при тарифе 5,3 руб/кВт-час, расходы на электроэнергию составят: $4 692 \times 5,3 / 1000 = 24,9$ тыс. руб. в год

Существующая моечная машина	Перспективная моечная машина (УМСО-01)
<p>Оперативное время выполнения операции составляет 25 минут, Коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительные операции, обслуживание рабочего места, технологические перерывы, а также перерывы на отдых и личные надобности – 1,8. Совокупная трудоёмкость операции: $25 \times 1380 \times 1,8 / 60 = 1\ 035$ нормо-часов в год.</p> <p>Работы выполняются слесарем 4 разряда, часовая тарифная ставка 4 разряда составляет $73,43 \times 1,89 = 138,78$ руб., расходы на оплату труда с учетом премии 16% и отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют: $138,78 \times 1035 \times 1,16 \times 1,3 / 1000 = 216,6$ тыс. руб. в год</p>	<p>Оперативное время выполнения операции составляет 12 минут, Коэффициент, учитывающий подготовительно-заключительные операции, обслуживание рабочего места, технологические перерывы, а также перерывы на отдых и личные надобности – 1,8. Совокупная трудоёмкость операции: $12 \times 1380 \times 1,8 / 60 = 497$ нормо-часов в год.</p> <p>Работы выполняются слесарем 4 разряда, часовая тарифная ставка 4 разряда составляет $73,43 \times 1,89 = 138,78$ руб., расходы на оплату труда с учетом премии 16% и отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют: $138,78 \times 497 \times 1,16 \times 1,3 / 1000 = 104,0$ тыс. руб. в год</p>
<p>ИТОГО прямые затраты по операции составляют: $1\ 440,72 + 20,8 + 66,6 + 213,6 = 1\ 741,7$ тыс. руб. в год</p>	<p>ИТОГО прямые затраты по операции составляют: $1\ 455,3 + 7,3 + 24,9 + 104,0 = 1\ 591,5$ тыс. руб. в год</p>
<p>Штучно-калькуляционные расходы: $1\ 741,7 / 1\ 380 = 1,26$ тыс. руб. на колёсную пару</p>	<p>Штучно-калькуляционные расходы: $1\ 591,5 / 1\ 380 = 1,15$ тыс. руб. на колёсную пару</p>

Таким образом, годовая сумма экономии текущих затрат составляет: $1\ 741,7 - 1\ 591,5 = 150,2$ тыс. руб. в год, а штучно калькуляционные расходы в расчёте на одну колёсную пару на 11% ниже.

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты: разница между восстановительной стоимостью старой машины и полной первоначальной стоимостью перспективной моечной машиной УМСО-01: $4560 - 4180 = 380$ тыс. руб.;

Годовой экономический эффект – 150,2 тыс. руб. в год;

Коэффициент дисконтирования – 8% (минимальный риск, изменение существующей технологии)

Срок реализации проекта – 10 лет.

Срок окупаемости проекта и его стоимость определены методом дисконтирования денежного потока. Результаты приведены в таблице 2. и на рис. 2. Дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 628 тыс. руб., а окупаемость наступает на 3 год реализации проекта.

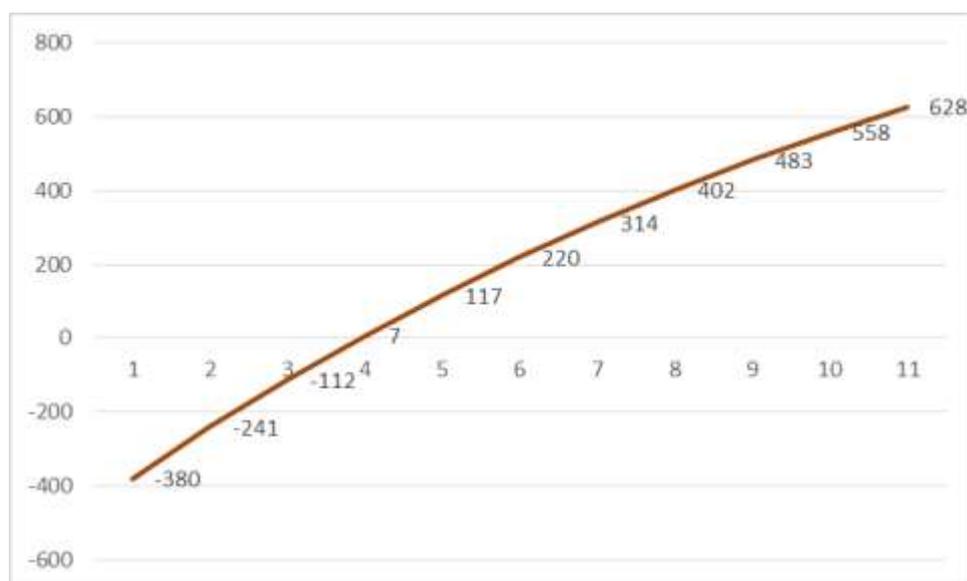


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

Таблица 2. Расчет дисконтированного денежного потока, тыс. руб.

год	Коэффициент дисконтирования	чистый денежный поток	Дисконтированный денежный поток	Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	-380	-380	-380
1	0,9259	150,2	139	-241
2	0,8573	150,2	129	-112
3	0,7938	150,2	119	7
4	0,7350	150,2	110	117
5	0,6806	150,2	102	220
6	0,6302	150,2	95	314
7	0,5835	150,2	88	402
8	0,5403	150,2	81	483
9	0,5002	150,2	75	558
10	0,4632	150,2	70	628

Список литературы

1. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина". – EDN КНАНЈG.
2. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.
3. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко

- // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
4. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
 5. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXTJ.
 6. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
 7. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
 8. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.
 9. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 2. – С. 300-313. – EDN FBHDFS.
 10. Тимофеев, А. И. Конкурентное положение АО "ППК "Черноземье" / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 2. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 100-103. – EDN XZKWLJ.
 11. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
 12. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.

13. Стоянова, Н. В. Система управления качеством в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.
14. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.
15. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.
16. Стоянова, Н. В. Инновационное производство по ремонту грузовых вагонов / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022»): ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN EGCIYT.

УДК 629.4

Техническое перевооружение отделения по ремонту ЭЧТК пассажирского депо

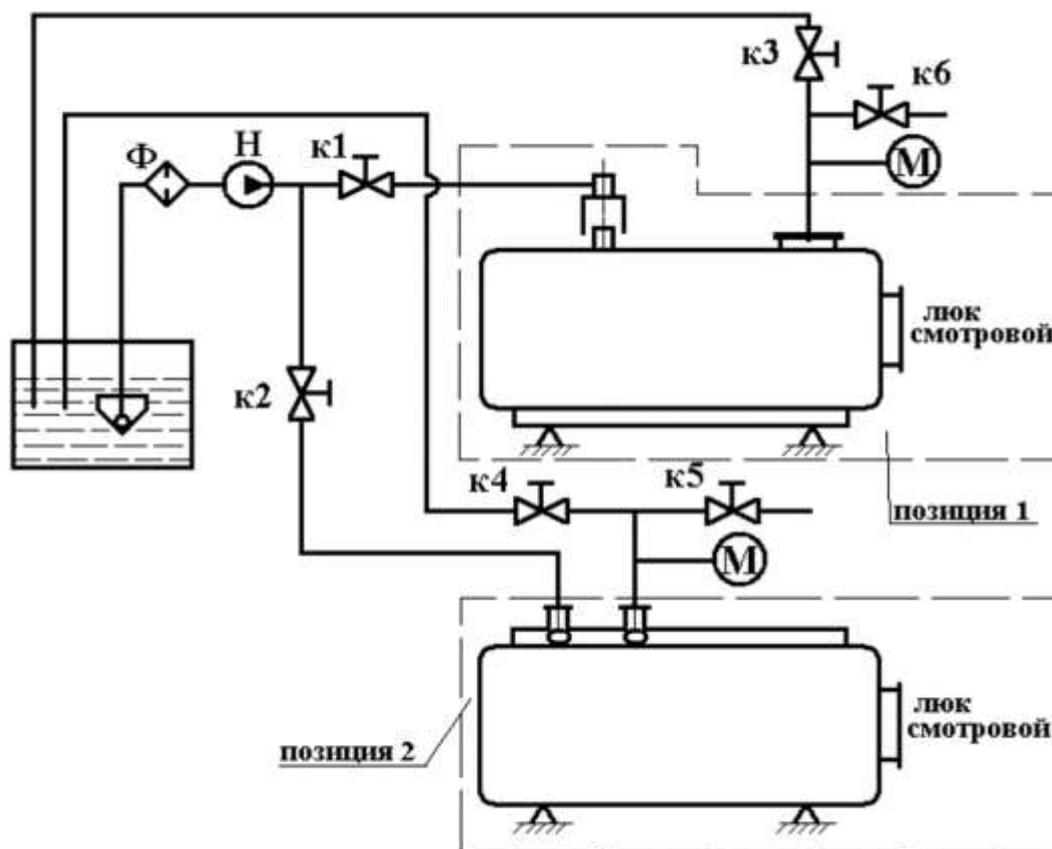
Никольская М.Е.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: В статье приведено экономическое обоснование технического перевооружения участка ремонта экологически чистых туалетных комплексов с применением ванны для поиска негерметичных дефектов бака накопителя.

Ключевые слова: Техническое перевооружение. Экономическое обоснование.

Для ускорения процедуры обнаружения дефектов и проверки герметичности накопительного бака ЭЧТК предлагается использовать стенд с наполненной водой ёмкостью, куда полностью будет помещаться герметично закрытый накопительный бак ЭЧТК (рис.1)



- а) позиция 1 – испытание сливного бака
 б) позиция 2 – испытание тосольной системы обогрева сливного бака
 Ф – фильтр с тонкостью фильтрации 400мкм; Н – насос СН1-2 «Grundfos»;
 к1, к2, к3, к4, к5, к6 – краны полнопроходные шаровые $d_u=15$;
 М – манометр, предел измерения 0,25МПа, кл. точности 2,5

Рисунок 1. Схема стенда для испытания накопительного бака ЭЧТК на герметичность.

Данный стенд изготавливается на вагоноремонтном заводе, стоимость стенда по актуальным расходам составила 30 тыс. руб. При этом, трудоёмкость операции обнаружения дефектов сократилась с 40 минут до 15, или на 0,42 нормо-часа на 1 комплект ЭЧТК. Годовая программа ремонта в 2023 году на участке ремонта ЭЧТК составила 126 комплектов, работы проводятся слесарем по ремонту подвижного состава 4 разряда. Годовая экономия трудовых ресурсов составила $126 \times 0,42 = 52,9$ нормо-часа. Часовая тарифная ставка первого разряда с 01.02.2024 в ОАО РЖД составляет 73,43 руб., тарифный коэффициенты 4 разряда равен 1,89. Рабочим основного производства установлены следующие премии и надбавки: премия при условии отсутствия нарушений трудовой дисциплины – 60%; компенсации за работу в выходные и праздничные дни – 2,3%. Ставка тарифных взносов во внебюджетные фонды составляет 30%. Совокупный экономический эффект формируется снижением фонда оплаты труда и отчислений во внебюджетные фонды: $73,43 \times 1,89 \times (1 + 0,6 + 0,023) \times 1,3 \times 52,9 = 15\,495,90$ руб. простой не дисконтированный срок окупаемости составит: $30 / 15,4 = 2$ года.

Список литературы

1. Тимофеев, А. И. Конкурентное положение АО "ППК "Черноземье" / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 2. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 100-103. – EDN XZKWLJ.
2. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
3. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
4. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
5. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
6. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
7. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.
8. Стоянова, Н. В. Система управлением качества в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.
9. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.
10. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.

**Разработка мероприятий по повышению эксплуатационной надежности электровозов
серии ЭП1М в депо
Никульшин М.С.
Филиал РГУПС в г. Воронеж**

Аннотация: В работе приведено экономическое обоснование рационализаторского предложения по оснащению отделения по ремонту автотормозов локомотивного депо ТЧЭ-3 Россошь пневмотрещеткой. Доказана экономическая целесообразность предложения.

Ключевые слова: Ремонт автотормозного оборудования локомотива. Программа ремонта. Экономическое обоснование.

Электровозы ЭП1М Юго-Восточной железной дороги, в количестве 153 секций, приписаны к ТЧЭ-3 Россошь, в основном, 2007-2013 г.в. В 2024 году получены 3 новых локомотива (№№828,829,830). Депо осуществляет техническое обслуживание и все виды текущего ремонта локомотивов. Программа текущего ремонта депо приведена в таблице 1. Средний годовой пробег локомотива в 2023 году составил 112,8 тыс. км., среднесуточный пробег 478 км., коэффициент использования локомотива 64%.

Таблица 1. Программа текущего ремонта электровозов ЭП1М в ТЧЭ-3 Россошь

Вид ремонта	Межремонтный пробег, тыс.км.	Количество ремонтов на секцию	Количество ремонтов всего
ТР-1	25	4,5	689
ТР-2	200	0,6	92
ТР-3	600	0,2	31

Ремонт тормозного оборудования локомотива осуществляется в соответствии с временной инструкцией по техническому обслуживанию, ремонту и испытанию тормозного оборудования локомотивов и мотор-вагонного подвижного состава, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от «14» октября 2019 г. № 2262р. Отделение по ремонту автотормозного оборудования предназначено для ремонта, регулировки и испытания автотормозного оборудования (кранов машиниста, электро-воздухораспределителя, рычажных передач, компрессоров, пескоподающей системы. Слесари отделения осуществляют ремонт как на локомотивах, так и в помещении отделения. Программа ремонта отделения на 2023 год при коэффициенте внеплановых ремонтов 15% приведена в таблице 2.

Таблица 2 Программа текущего ремонта автотормозного оборудования.

Наименование оборудования	Количество единиц на секцию	Количество ремонтов		
		ТР-1	ТР-2	ТР-3
Компрессор	2	1585	212	71
Резервуар	3	2377	317	107
Магистраль (воздухопровод и арматура)	1	792	106	36
Маслоотделитель	1	792	106	36
Электро-воздухо-распределитель	1	792	106	36
Реле давления	3	2377	317	107
Кран машиниста	2	1585	212	71
Тормозная рычажная передача	2	1585	212	71

В таблице 3 приведен расчёт трудоёмкости программы текущего ремонта автотормозного оборудования

Таблица 3. Расчёт трудоёмкости программы текущего ремонта автотормозного оборудования

Оборудование	Программа ремонта, шт			Трудоёмкость одного ремонта, нормо-часов			Общая трудоёмкость, нормо-часов		
	ТР-1	ТР-2	ТР-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3
Компрессор	1585	212	71	2,3	2,3	4,8	3645	487	342
Резервуар	2377	317	107	0,3	0,3	1,5	713	95	160
Магистраль (воздухопровод и арматура)	792	106	36	2,7	2,7	2,7	2139	286	96
Маслоотделитель	792	106	36	0,8	0,8	1,1	634	85	39
Электро-воздухо-распределитель	792	106	36	1,1	1,1	2	872	116	71
Реле давления	2377	317	107	0,3	0,3	0,3	713	95	32
Кран машиниста	1585	212	71	2,1	2,8	2,8	3328	592	200
Тормозная рычажная передача	1585	212	71	1,3	1,3	1,3	2060	275	93
ИТОГО							17169		

Таким образом, обоснована совокупная трудоёмкость программы ремонта автотормозного оборудования 17,2 тыс. нормо-часов, что при годовом фонде рабочего времени одного человека (явочного), равному 1974 часа обосновывает явочную численность слесарей отделения: $17169 / 1974 = 8,7$ человек.

Определим прямые затраты на оплату труда с отчислениями. Средний тарифный разряд слесарей отделения составляет 4,8. Определим методом интерполяции соответствующий тарифный коэффициент: $1,89 + (2,12 - 1,89) \times 0,8 = 2,074$, где 1,89 и 2,12 – тарифные коэффициенты 4 и 5 тарифного разряда. Часовая тарифная ставка 1 разряда с 1 февраля 2024 года 73,43 руб. Уровень компенсационных выплат, надбавок и премий составляет 75% тарифного заработка, Тариф взносов во внебюджетные фонды составляет 30%, Итого прямые затраты отделения на оплату труда с отчислениями составляют: $17169 \times 73,43 \times 2,074 \times 1,75 \times 1,3 = 5\,948\,516$ руб.



Рисунок 1. Пневмо-трещетка

С целью повышения эффективности использования трудовых ресурсов отделения и повышения производительности труда предлагается приобрести и использовать для выполнения ремонта в помещении отделения пневмотрещотку (рис. 1). Её использование позволяет сократить трудоёмкость выполнения ремонта компрессоров и резервуаров в объёме ТР-1 и ТР-2 на 10%, а при ТР-3 на 15%, или на:

$(3645 + 487 + 713 + 95) \times 0,1 + (342 + 160) \times 0,15 = 569$ нормо-часов. В стоимостном выражении эффект составляет: $569 \times 73,43 \times 2,074 \times 1,75 \times 1,3 = 194\,574$, что многократно превышает стоимость предлагаемого к приобретению оборудования (8 900 рублей)

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Система управления качеством в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.
2. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.
3. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
4. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.
5. Проблема тарифного регулирования пригородных пассажирских перевозок / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко, О. А. Лукин [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020) : труды Международной научно-практической конференции, Воронеж, 09–11 ноября 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 104-107. – EDN BQXTPV.
6. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
7. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
8. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
9. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А.

- Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
10. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.

УДК 622.68

Анализ методов повышения эффективности железнодорожного транспорта на открытых горных работах

Пакин И.Д.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Выполнен анализ методов повышения эффективности железнодорожного транспорта. Наиболее перспективными направлениями являются оптимизация маршрутов, использование современных технологий и оборудования, улучшение организации логистики и управления транспортным процессом. Рассмотрены основные аналитические показатели эффективности работы железнодорожного транспорта. Приведена функция повышения эффективности железнодорожного транспорта на открытых горных работах.

Ключевые слова: открытые горные работы, железнодорожный транспорт, масса состава, эффективная мощность, время оборота локомотивов, оптимизация

An analysis of methods for increasing the efficiency of railway transport has been carried out. The most promising areas are optimizing routes, using modern technologies and equipment, improving the organization of logistics and managing the transport process. The main analytical indicators of the efficiency of railway transport are considered. The function of increasing the efficiency of railway transport in open-pit mining is given.

Key words: open pit mining, railway transport, train weight, effective power, locomotive turnaround time, optimization

Открытые горные работы – это способ добычи полезных ископаемых, с поверхности земли с помощью горных выработок. Этот метод применяется для добычи таких полезных ископаемых, как уголь, руды цветных металлов, известняк, глины и другие. Открытые горные работы включают в себя использование различных машин, техники и технологий для разработки и транспортировки полезных ископаемых. Они часто предпочтительнее подземных работ из-за их более низких затрат и увеличенной производительности [1; 2].

Железнодорожный транспорт получил широкое распространение на карьерах России и за рубежом. Он используется как при мощных грузопотоках, так и при незначительных. Железнодорожный транспорт является одним из основных видов транспорта при осуществлении открытых горных работ. Он обеспечивает транспортировку горной массы, оборудования, материалов и персонала на места добычи полезных ископаемых. Повышение эффективности железнодорожного транспорта на открытых горных работах имеет большое значение для сокращения времени выполнения работ, снижения затрат и повышения общей производительности процесса [3; 4].

Достоинствами железнодорожного транспорта являются: высокая надёжность, возможность перевозить практически любые насыпные грузы, малая зависимость его эффективности от климатических условий, возможность достижения высокой производительности за счёт пропуска большого числа поездов и увеличения массы поезда до 1500–2000 тонн, относительно низкие удельные затраты на транспортирование, значительный срок службы оборудования, возможность использования любых типов энергии и локомотивов, незначительное негативное воздействие на окружающую среду [5; 6].

К недостаткам железнодорожного транспорта можно отнести, большую протяжённость фронта работ (не менее 300–500 метров), значительные радиусы кривых пути (не менее 80–100 метров), незначительные подъёмы (не более 40...60 промилле), существенные затраты на перемещение рельсошпальной решётки и контактной сети, малая механизация вспомогательных работ, большие капитальные вложения.

Подвижной состав железнодорожного карьерного транспорта включает в себя локомотивы и вагоны. В качестве локомотивов на карьерах используют электровозы, тепловозы и тяговые агрегаты. Специфические условия работы в карьерах предъявляют ряд требований к характеристикам локомотивов, основными из которых являются: способность локомотива преодолевать затяжные подъемы пути без значительного снижения скорости и проходить кривые участки пути радиусом до 80-100 метров, как можно меньшая зависимость от источника энергии, постоянная готовность к работе в различных климатических условиях и высокая экономичность.

Широкое применение на открытых горных работах получили промышленные электровозы постоянного и переменного тока. Следует отметить, что для повышения эффективности и уменьшения потерь, предпочтительнее использовать переменный ток в контактной сети. Это обусловлено в первую очередь уменьшением потерь в проводниках. Помимо этого, значительно упрощается оборудование тяговых подстанций. За счет снижения величины плотности тока можно значительно уменьшить сечение проводников контактной подвески. Соответственно уменьшается расход дорогостоящей меди. При применении электрической тяги на переменном токе электровозы реализуют большую мощность [7], что существенно сказывается на массе состава, этот фактор играет важную роль при эксплуатации электровозов на открытых горных работах.

Следует отметить недостатки электротяги: в первую очередь это зависимость от источника энергии и значительные затраты на сооружение контактной сети, тяговых подстанций и перемещение контактной сети, особое значение данные недостатки приобретают при незначительной производительности карьеров или при разработке месторождений на отдалённых территориях.

Есть примеры электровозов, оснащенных дизель-генераторным агрегатом (дизель-электровозы).

Промышленные карьерные тепловозы оснащены дизельным двигателем внутреннего сгорания, что обеспечивает их автономность. Большинство тепловозов имеют электрическую передачу. К недостаткам тепловозов следует отнести резкое снижение скорости при движении на подъем, сложность ремонтных работ, соблюдение баланса мощности дизельного двигателя и тягового генератора и незначительные преодолеваемые подъемы. Все тепловозы, как и электровозы характеризуются развиваемой мощностью, касательной силой тяги, сцепной массой, нагрузкой на ось и минимальным радиусом проходимых кривым. Недостатком применения теплотяги на открытых горных работах является существенное влияние на надежность и эффективность функционирования силовой установки тепловоза затяжных подъемов [8].

Вне зависимости от вида тяги на открытых горных работах актуальным является вопрос повышения эффективности железнодорожного транспорта.

Важность данной задачи обусловлена рядом факторов [9; 10]:

1. Увеличение объемов добычи, с ростом добычи полезных ископаемых возрастает и объем перевозимых грузов, что требует увеличения пропускной способности железнодорожного транспорта для обеспечения непрерывности производственного процесса.
2. Экономический фактор, повышение эффективности железнодорожного транспорта может привести к снижению затрат на перевозку грузов, увеличению прибыли предприятия и конкурентоспособности на рынке.
3. Экологический аспект, использование железнодорожного транспорта в сравнении с автомобильным позволяет снизить выбросы вредных веществ в атмосферу, что благоприятно сказывается на экологической обстановке в регионе.

4. Безопасность, повышение эффективности железнодорожного транспорта и его инфраструктуры способствует повышению безопасности движения и уменьшению риска аварий и катастроф.

5. Инновации и технологии, внедрение новых технологий и инноваций в карьерный железнодорожный транспорт может значительно повысить его эффективность и снизить эксплуатационные затраты.

Методы повышения эффективности железнодорожного транспорта могут включать в себя оптимизацию маршрутов, использование современных технологий и оборудования, улучшение организации логистики и управления транспортным процессом, а также обучение персонала и внедрение инновационных решений.

Существует несколько методов, которые могут повысить эффективность железнодорожного транспорта на открытых горных работах:

1. Улучшение инфраструктуры: создание удобных и безопасных железнодорожных путей, чтобы избежать больших подъёмов и спусков необходимо устанавливать путь с наибольшим количеством кривых участков, постройка новых станций ± каждые 100 км для удобства условий погрузки и выгрузки грузов, а также для осмотра вагонов и локомотивов.

2. Использование современных технологий: внедрение автоматизированных систем управления поездов (АСУП) – эти системы позволяют контролировать движение поездов, оптимизировать расписание движения и повышать безопасность на железной дороге. Системы мониторинга и диагностики состояния путей и инфраструктуры – с помощью современных технологий можно быстро обнаруживать дефекты и неисправности на путях, что позволяет предотвращать аварии и сокращать время ремонта.

3. Оптимизация логистики: разработка оптимальных маршрутов и расписаний движения поездов с использованием сетевых графиков, с помощью которых можно найти оптимальный маршрут по времени и лучшему местоположению для движения поезда, тем самым экономить топливо и энергетические ресурсы. Составить маршрут таким образом, чтобы кроме потраченной электроэнергии сохранить долговечность рельсовой колеи, локомотивов, вагонов, при более благоприятном профиле пути. А также улучшить систему управления складскими запасами для минимизации времени простоя.

4. Обучение и подготовка персонала: повышение квалификации работников железнодорожного транспорта для более эффективной работы с грузами и обслуживанием поездов.

5. Соблюдение экологических стандартов: внедрение мер по снижению вредного воздействия на окружающую среду, таких как уменьшение выбросов газов и отходов, и использование более эффективного топлива.

Для осуществления этих методов нужно подробно изучить ландшафт местности на котором будут проходить данные работы с использованием железнодорожного транспорта.

Рассмотрим основные аналитические показатели эффективности железнодорожного транспорта. Учитывая, что для современных карьерных электровозов и тепловозов сцепной вес равняется его массе, то масса поезда из условия трогания на приемлемом уклоне по коэффициенту сцепления может быть представлена в виде:

$$Q = \frac{P_{сц}(1000 \cdot \psi_{тр} \cdot q \cdot \omega'_0 - \psi_{тр} - q \cdot i_{тр} - 1080 \cdot \alpha)}{\omega'_0 + \omega_{тр} + q \cdot i_{п} + 1080 \cdot \alpha}, \text{ т.}$$

где: $\psi_{тр}$ – коэффициент сцепления при трогании;

α – ускорение при трогании, $\alpha = 0,05 \text{ м}^2/\text{с}$;

$\omega_{тр}$ – дополнительное сопротивление при трогании, $\omega_{тр} = 30...40 \text{ н/т}$;

$i_{тр}$ – уклон элемента профиля, на котором происходит трогание состава с места%.

При условии, что для тепловозов сила тяги ограничивается эффективной мощностью дизеля, представим его эффективность через мощность:

$$N_{\text{эф}} = \frac{i \cdot V_h \cdot p_i \cdot n \cdot \eta_m}{30\tau}, \text{ кВт},$$

где: $N_{\text{эф}}$ – эффективная мощность дизеля, кВт;
 i – число цилиндров двигателя;
 V_h – рабочий объем цилиндра, м³;
 p_i – среднеиндикаторное давление, мПа;
 n – частота вращения коленчатого вала, с⁻¹;
 η_m – механический КПД двигателя, $\eta_m = 0,7 \dots 0,9$;
 τ – тактность дизеля.
 Полезная масса состава:

$$Q_c \frac{Q}{1 + k_m} = n \cdot g \cdot \tau.$$

Q_c – сцепная масса локомотива, т (принимается по технической характеристике локомотива);

k_m – коэффициент тары вагона;
 n – число вагонов в составе;
 g – ускорение свободного падения.
 Время оборота локомотивов состава:

$$T_{\text{об}} = t_n + t_{\text{нг}} + t_{\text{ст}} + t_{\text{нн}} + t_{\text{сн}} + t_{\text{пз}} + t_p + t_{\text{ож}}, \text{ ч},$$

где: t_n – время погрузки, ч;
 $t_{\text{нг}}, t_{\text{нн}}$ – время движения по передвижным путям, ч;
 $t_{\text{ст}}, t_{\text{сн}}$ – время движения по стационарным, ч;
 $t_{\text{пз}}$ – время на разгон после остановки на раздельных пунктах, $t_{\text{пз}} = 2$ мин на каждый разгон;
 t_p – время разгрузки состава, ч; $t_p = n \cdot i_{\text{пн}} \cdot b$;
 $t_{\text{ож}}$ – время ожидания на пунктах разгрузки и погрузки, принимается на один оборот поезда 5...10 мин.

Функция повышения эффективности железнодорожного транспорта на открытых горных работах может быть представлена в следующем виде:

$$F(x) = \omega_1 \cdot f_1(x) + \omega_2 \cdot f_2(x) + \omega_3 \cdot f_3(x) + \dots + \omega_n \cdot f_n(x),$$

где: $F(x)$ – значение целевой функции, которую необходимо оптимизировать;
 x – переменные, описывающие параметры движения железнодорожного транспорта (например, время в пути, расстояние, скорость и т.д.);
 $f_1(x), f_2(x), f_3(x), \dots, f_n(x)$ – отдельные функции, описывающие влияние каждого параметра на целевую функцию;
 $\omega_1, \omega_2, \omega_3 \dots \omega_n$ – весовые коэффициенты, отражающие значимость каждой функции.

Цель оптимизации может быть различной в зависимости от конкретных условий горных работ и требований к движению железнодорожного транспорта. Например, целью может быть минимизация времени в пути, минимизация расходов на топливо, максимизация загрузки поездов и т.д. Для конкретных случаев необходимо определить соответствующие функции и их весовые коэффициенты, чтобы оптимизировать движение железнодорожного транспорта на открытых горных работах с учетом всех ограничений и требований.

Вывод. Повышение эффективности железнодорожного транспорта на открытых горных работах является важной и актуальной задачей. Для ее решения необходимо

использовать комплексный подход, включающий в себя технические, технологические, организационные и экономические меры. Основными направлениями повышения эффективности железнодорожного транспорта являются: модернизация и обновление парка подвижного состава, оптимизация маршрутов и графиков движения поездов, внедрение автоматизированных систем управления и контроля, а также развитие инфраструктуры и логистики. Для успешной реализации мер по повышению эффективности железнодорожного транспорта необходимо учитывать особенности горного производства, анализировать опыт других предприятий и разрабатывать индивидуальные стратегии развития. В качестве основного критерия оценки эффективности железнодорожного транспорта на открытых горных работах предложена функция оптимизации, учитывающая отдельные критерии, описывающие влияние каждого параметра на целевую функцию и весовые коэффициенты, отражающие значимость каждой функции.

Библиографический список

1. Бахтурин, Ю. А. Актуальные вопросы железнодорожного транспорта карьеров / Ю. А. Бахтурин // Проблемы недропользования. – 2014. – № 3(3). – С. 145-153. – EDN TAMVGV.
2. Рябко, Е. В. Анализ факторов, влияющих на надежность дизельных силовых установок карьерных и рудничных локомотивов / Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2017. – № 3(9). – С. 44-51. – EDN YMOTYD.
3. К вопросу обоснования шага передвижки перегрузочных пунктов при циклично-поточной технологии на открытых горных работах / А. Г. Рьльников, А. Г. Шадронов, С. И. Головей, А. К. Артюшин // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. – 2023. – № 4. – С. 505-513. – EDN TJTYSH.
4. Исследование процесса транспортирования вскрышных пород и угля на разрезах / Д. М. Дубинкин, В. Ю. Садовец, Г. О. Котиев, А. Б. Карташов // Техника и технология горного дела. – 2019. – № 4(7). – С. 50-66. – DOI 10.26730/2618-7434-2019-4-50-66. – EDN GSXXTQ.
5. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDAF.
6. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
7. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
8. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXTJ.
9. Молдабаев, С. К. Оптимизация границ применения автомобильно-конвейерно-железнодорожных видов транспорта при доработке глубоких железорудных карьеров / С. К. Молдабаев, А. Токтаров, А. Баскетин // Маркшейдерия и недропользование. – 2022. – № 2(118). – С. 37-40. – EDN OUXBVA.
10. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.

Автоматизированная система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учёта дизельного топлива

Панарин И.А.
 Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрены состав и функции автоматизированной система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учёта дизельного топлива, описана схема его работы, произведены расчёты капитальных и текущих затрат её внедрения в ТЧЭ-14 Елец.

Ключевые слова: учёт топлива, автоматизированная система, автоматизированное рабочее место, экономическое обоснование расходов.

Состав и возможности Автоматизированной системы контроля

На новых локомотивах, а также при модернизации старых на них устанавливаются бортовые автоматизированные системы контроля (АСК), имеющие функции управления и диагностики. Они, наряду с выполнением функции оперативной диагностики, имеют возможность осуществлять сбор и хранение данных о многих параметрах работы оборудования. Детальный анализ этой информации даёт возможность точнее установить текущее техническое состояние оборудования подвижного состава и обосновать изменение сроков планово-предупредительных ремонтов локомотивов на основе учёта текущего технического состояния. В целом, информация, имеющаяся на современном локомотиве, может быть использована как службой эксплуатации, так и ремонта (табл. 1).

Таблица 1. Возможности АСК.

Диагностическая информация, получаемая с борта локомотива	Эксплуатационное депо	Ремонтное депо
Архив всех контролируемых параметров, зарегистрированных за время поездки		Обработка и определение технического состояния оборудования с целью корректировки объемов ремонтов и обслуживании
Основные данные о процессе движения (скорость, мощность, количество топлива, координаты местоположения)	Анализ и расследование случаев несанкционированного отбора топлива	
Аварийные и предупредительные сообщения бортовой диагностической системы	Оперативная помощь локомотивной бригаде по устранению неполадок, мешающих дальнейшему движению	Подготовка ремонтной службы к быстрому устранению неисправности
Набор связанных с тревожным сообщением контролируемых параметров, зарегистрированных непосредственно перед определением неисправности	Анализ и расследование случаев задержки поездов	Анализ случаев отказа оборудования, корректировка плановых видов ремонта и обслуживания
Накапливаемые ресурсные показатели работы оборудования (проделанная работа, количество включений/отключений оборудования, время и режимы работы)		Корректировка плановых видов ремонта и обслуживания по наработке оборудования

Передача информации, накопленной бортовой системой локомотива, на стационарное автоматизированное рабочее место (АРМ) для обработки может осуществляться двумя способами: ручным и автоматизированным. При ручном способе передачи диагностическая информация накапливается в бортовом съемном энергонезависимом накопителе (Flash-памяти) и периодически (при проведении ТО или окончании поездки) переносится на стационарное АРМ диагностики депо, где затем считывается и заносится в базу данных.

Процесс считывания и занесения информации в базу данных происходит под управлением оператора. Автоматический способ передачи подразумевает наличие в бортовой системе модема для передачи информации по беспроводным каналам связи. Более предпочтительным является второй способ, так как он полностью исключает человеческий фактор.

Отсутствие в депо лиц, ответственных за перенос и замену энергонезависимых накопителей, или нечеткое исполнение ими своих обязанностей может привести к потере важной оперативной диагностической информации и свести на нет все усилия разработчиков по определению текущего технического состояния контролируемого оборудования локомотива. К тому же, при наличии удаленного беспроводного контроля параметров локомотива возможны выявления неисправностей еще в процессе его поездки, что позволяет обеспечить более оперативный ремонт и эффективное использование всего рабочего времени специалистов в депо по прибытии локомотива.

В ОАО «ВНИКТИ» разработана и в настоящее время внедряется на новых тепловозах автоматизированная система контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива. Данная система предназначена для измерения и регистрации в автоматическом режиме на борту локомотива основных параметров, характеризующих режим и экономичность работы силовой установки, передачи этих данных по беспроводному каналу связи на сервер автоматизированной системы мониторинга работы тепловозов (АС МРТ), который размещается на специальном сервисе выделенных серверов. Кроме того, система АСК осуществляет сбор, регистрацию и передачу всей оперативной диагностической информации, получаемой от бортовых систем управления и диагностики локомотива, по беспроводному каналу связи в соответствующую базу данных АРМ, устанавливаемую в депо эксплуатации или ремонта (рис. 1).

В системе АСК реализованы два независимых беспроводных канала передачи информации стандартов GSM (GPRS) и IEEE 802.11 b/g (Wi-Fi). Передача параметров может осуществляться как в пути следования локомотива с использованием мобильного GPRS-Интернет соединения, так и по прибытии в депо с использованием технологии Wi-Fi или же проводного соединения Ethernet. В целях сокращения объема передаваемых через сеть GSM данных предусмотрена возможность передачи на стационарный АРМ не всех параметров, а только выбранных за определенный промежуток времени, и при определенных условиях путем SQL-запроса. Так, оператор АРМ диагностики может запросить интересующие его данные о мощности тягового генератора и количестве топлива в баке на 15-й позиции контроллера при температуре воды выше 70 °С и масла выше 60 °С за заданный отрезок времени. Это позволяет значительно снизить расходы на оплату GPRS-Internet трафика, уменьшить время ожидания на обмен данными с локомотивом и необходимые объемы памяти для хранения информации, сократить время ее обработки.

При нахождении тепловоза в пути следования система АСК непрерывно фиксирует все диагностические параметры бортовой системы, а также измеряет количество (массу) топлива в баке, скорость движения, географическую координату. АСК осуществляет накопление ресурсных показателей работы основного оборудования тепловоза (выполненная работа дизель-генератором, время работы основного оборудования локомотива, число циклов включения/отключения компрессора, вентиляторов, время работы оборудования на предельных режимах по току и температуре, расход топлива, наработка коммутационной аппаратуры, срабатывание защит).

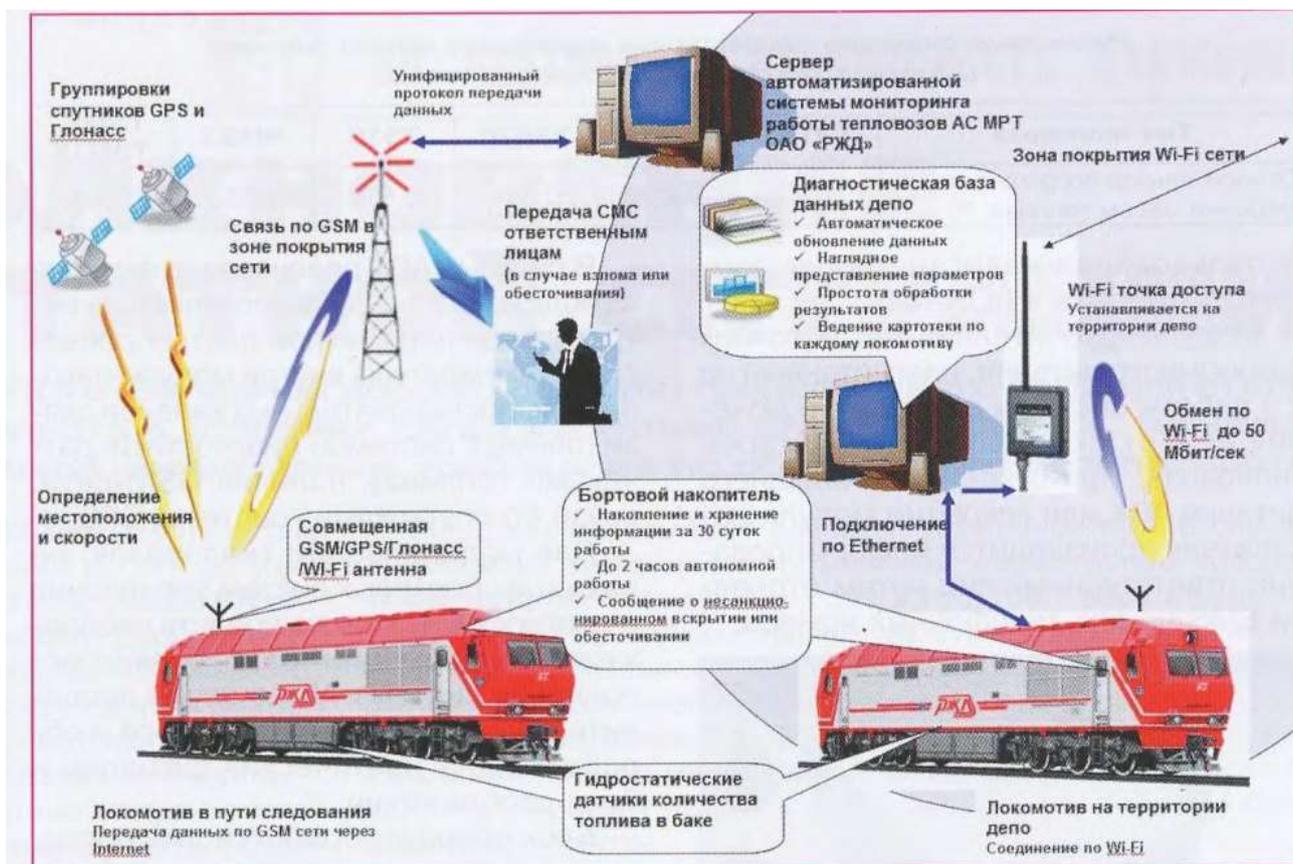


Рисунок 1. Схема взаимодействия элементов АСК

Передача основных параметров работы тепловоза от системы АСК на сервер АС МРТ осуществляется в соответствии с утвержденным протоколом передачи данных и имеет следующий алгоритм. Система АСК, находясь в зоне действия GSM-сети, устанавливает соединение с сервером АС МТР и далее следует его командам. Сервер может запрашивать как текущие данные АСК, так и данные, полученные ранее (если тепловоз находился вне покрытия GSM сети) и находящиеся в энергонезависимой памяти модуля. Информация, передаваемая на сервер АС МРТ, предназначена, прежде всего, для службы эксплуатации и может использоваться для контроля потребления топлива тепловозами. Кроме того, в процессе эксплуатации локомотива осуществляется передача оперативных данных системы диагностики на сервер диагностики. Помимо основных параметров работы контролируемого оборудования, передается информация о зарегистрированных неисправностях (аварийные и предупредительные сообщения и связанные с ними контролируемые параметры), ресурсные показатели работы оборудования. Информация, хранящаяся в сервере диагностики, предназначена для использования службой ремонта, разработчиками и изготовителями оборудования тепловозов. Передача данных по каналам Интернет осуществляется с использованием защищенного VPN соединения.

При заходе тепловоза в депо и обнаружении системой АСК беспроводной сети происходит автоматическая выгрузка всего архива накопленных параметров в диагностическую базу данных. Эта информация предназначена для дальнейшей обработки с целью определения технического состояния контролируемого оборудования. В локомотивном депо должно быть оборудовано АРМ диагностики с базой данных и развернута сеть беспроводной передачи данных IEEE 802.11 b/g (Wi-Fi). Зона покрытия беспроводной сети должна обеспечивать уверенный прием в местах экипировки и горячего отстоя тепловозов.

На АРМ диагностики установлены базы данных системы АСК и программное обеспечение для автоматической загрузки данных с борта тепловоза в базу и обработки данных. Система АСК контролирует количество топлива в баке тепловоза при помощи двух

датчиков давления, устанавливаемых по диагонали или оси бака. В датчиках используется цифровой выходной сигнал с интерфейсом RS-485, обмен с платой процессора АСК осуществляется по протоколу HART. В датчики встроены термопреобразователи для измерения температуры топлива. Установка датчиков в топливные баки может производиться в имеющиеся промывочные лючки (для модернизируемых тепловозов) и через дополнительные отверстия (на новых тепловозах) без доработки бака. Масса топлива в баке измеряется гидростатическим методом согласно методике выполнения измерений, аттестованной ФГУ «Менделеевский ЦСМ» Величина относительной погрешности для диапазона измерения (350 — 7000 кг), составляет 0,5-0,65 %.

В состав системы АСК входят модуль накопителя, два датчика количества топлива, антенна, комплект кабелей (рис. 4). Внешнее питание модуля-накопителя осуществляется от бортовой сети локомотива, к модулю подключается совмещенная GSM/Wi-Fi/ GPS/Глонасс-антенна. Модуль накопителя стыкуется по последовательному каналу связи с системой управления и диагностики тепловоза, получает по этому каналу диагностические данные для хранения и передачи, передает для отображения на дисплее машиниста собственные параметры: массу и температуру топлива в баке, географическую координату и скорость. Встроенный энергонезависимый накопитель рассчитан на хранение объема данных, регистрируемых в течение 30 суток работы тепловоза с последующим кольцевым обновлением информации. В настоящее время определение географической координаты и скорости тепловоза в модуле накопителя осуществляется по данным системы GPS. Однако модуль может быть легко адаптирован для использования навигационных данных от системы ГЛОНАСС. Модуль накопителя имеет источник автономного питания, рассчитанный на 2 ч работы системы в случае отключения АСК от аккумуляторной батареи тепловоза. При отключении внешнего питания АСК или вскрытии модуля-накопителя производится информирование ответственных лиц путем отправки SMS на два телефонных номера. В системе АСК реализована функция самодиагностики. Осуществляется контроль ряда параметров платы процессора, температуры внутри модуля-накопителя, последовательных каналов связи (обмен с системой диагностики, датчиками топлива), наличия GSM-сети, связи со спутниками системы GPS.

Для модернизации тепловозов, не имеющих бортовых систем управления и диагностики, а также средств отображения информации, разработано исполнение системы АСК с двумя дополнительными блоками: блок сбора и обработки диагностических сигналов и блок отображения. Блок сбора и обработки диагностических сигналов устанавливается в дизельном помещении или высоковольтной камере тепловоза, к нему подключается комплект датчиков: тока, напряжения, давления, температуры, частоты вращения. Блок отображения информации имеет четырехстрочный индикатор и кнопочную клавиатуру. Он устанавливается в кабине машиниста или тамбуре, на него осуществляется вывод контролируемых параметров системы АСК. Все блоки системы АСК связываются между собой по последовательному каналу связи RS-485.

Капитальные и текущие затраты внедрения АСК на примере ТЧЭ-14 Елец

По состоянию на март 2024 года в ТЧЭ-14 находились в эксплуатации: 45 ТЭП70, 38 2ТЭ116, 22 ЧМЭЗ, 10 ТЭП70БС, итого 153 секции, которые можно оборудовать системой АСК. Стоимость комплекта бортового оборудования на одну секцию составляет 51 тыс. руб., стоимость монтажных работ по оборудованию одной секции – 12,2 тыс. руб.

Для покрытия зоны экипировки и горячего отстоя локомотивов сигналом WiFi потребуется установка 3 точек доступа (роутеров), например TP-Link Omada EAP225 outdoor, присоединенных через PoE-коммутатор JetStream. Данный коммутатор обеспечивает осуществление подачи питания и передачи сигнала по одной кабельной линии, длиной не более 60м. и имеет 8 портов 10/100/1000BASE-T. В помещении локомотивного депо оборудуется 2 автоматизированных рабочих места (АРМ) для обработки информации АСК. Капитальные затраты по внедрению АСК приведены в таблице 2.

Таблица 2. Капитальные затраты по внедрению АСК.

Оборудование, работы	Цена, тыс. руб.	Количество	Стоимость, тыс. руб.
Комплект бортового оборудования	51,0	153	7 803,0
Монтаж бортового оборудования	12,2	153	1 866,6
Роутер TP-Link Omada EAP225 outdoor	5,2	3	15,6
PoE-коммутатор JetStream	84,4	1	84,4
АРМ АСК	56,0	2	112,0
Монтаж ЛВС, in- и outdoor-оборудования	187,3	1	187,3
ИТОГО			10 068,9

Текущие затраты складываются из технического обслуживания бортового оборудования, проводимого при ТО-3, а также расходов на обслуживание оборудования депо. Обслуживание бортового оборудования заключается в запуске сервисной программы, которая выдает протокол самодиагностики. Трудоемкость операции составляет 3,5 нормо-минут, работа выполняется слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда. Среднее количество ТО-3 в 2023 году составило 10,3 на секцию, таким образом, предполагаемая программа ТО-3 в 2024 году составит: $153 \times 10,3 = 1576$ ТО. Совокупная трудоемкость проверок АСК: $1576 \times 3,5 / 60 = 92$ нормо-часа. Часовая тарифная ставка первого разряда с 01.02.2024 в ОАО РЖД составляет 73,43 руб. Тарифная часть заработной платы составит: $73,43 \times 92 = 6 750,23$ руб.

Рабочим основного производства установлены следующие премии и надбавки: премия при условии отсутствия нарушений трудовой дисциплины – 60%. Сумма премии составит:

$6 750,23 \times 0,6 = 4 050,14$ руб.

Компенсации за работу в выходные и праздничные дни – 2,3%. Сумма компенсации составит: $6 750 \times 0,023 = 155,25$ руб.

Итого расходы на оплату труда основного производственного персонала составят: $6 750,23 + 4 050,14 + 155,25 = 10 955,62$ руб.

Ставка тарифных взносов во внебюджетные фонды составляет 30%. Совокупные расходы на оплату труда с отчислениями во внебюджетные фонды составят: $10 955,62 \times 0,3 = 3 286,68$ руб.

При обнаружении отказов датчиков, бортового блока хранения и передачи информации, антенн предпочтительным вариантом осуществления текущего ремонта является замена неисправного блока, с последующим ремонтом в специализированной организации. Надежность АСК составляет 0,3 отказа на 1 млн. км., эксплуатационная работа в ТЧЭ-14 в 2023 году составила 15,5 млн. локомотиво-км, количество отказов – 4. Совокупные расходы на текущий ремонт бортового оборудования АСК составили 12 206 руб.

Расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт инфраструктурной части АСК (оборудование в депо), в 2023 году составили 12 490 руб., при этом было зафиксировано 5 отказов оборудования, среднее время устранения отказа составило 3,5 часа. Суммарная мощность применяемого инфраструктурного оборудования системы АСК составляет 1,2 кВт, режим работы – круглосуточный: $24 \times 365 = 8760$ часов в год, при цене на электроэнергию 5,3 руб./кВт-ч, годовые расходы составят: $1,2 \times 8760 \times 5,3 = 55 713,6$ руб.

Текущие затраты на эксплуатацию АСК в год составят:

$10 955,62 + 3 286,68 + 12 206 + 12 490 + 55 713,6 = 94 651,9$ руб.

Список литературы:

1. Стоянова, Н. В. Система управления качеством в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта,

- промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.
2. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.
 3. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
 4. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина". – EDN KHANJG.
 5. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.
 6. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM.
 7. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
 8. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNI.
 9. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
 10. Тимофеев, А. И. О регулирующей функции налогов / А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 197-215. – EDN WFWTNX.

УДК 629.4

Техническое перевооружение вагоносборочного цеха вагоноремонтного завода

Панова Е.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: В статье приведено технико-экономическое обоснование перевооружения вагоносборочного цеха вагоноремонтного завода с использованием установки для проверки тормозного оборудования УПТВ-М.

Ключевые слова: техническое перевооружение, Экономическое обоснование, Проверка тормозного оборудования не тягового подвижного состава в депо.



Рис. 1. Установка для проверки тормозного оборудования УПТВ-М

Установка для проверки тормозного оборудования УПТВ-М. Система предназначена для автоматизированного испытания тормоза грузовых вагонов после деповского и капитального ремонтов в соответствии с требованиями «Общего руководства по ремонту тормозного оборудования вагонов № 732-ЦВ-ЦЛ» и «Положения об аттестации контрольных пунктов автотормозов и автоматных отделений от 21-22 октября 2014 г.». Система осуществляет контроль технических характеристик тормозной системы вагона (проверку плотности тормозной магистрали и действия тормоза при заданных режимах торможения и отпуска). Система обеспечивает проверку тормоза вагона с традиционной системой торможения (с одним тормозным цилиндром), а также вагона с раздельным торможением (с двумя тормозными цилиндрами).

Установка обеспечивает:

- подключение к цеховой пневмомагистрали и тормозной магистрали вагона при помощи гибких рукавов с головками Р17Б;
- зарядку системы торможения грузового вагона сжатым воздухом;
- контроль технических характеристик тормозной системы грузового вагона (проверку плотности тормозной магистрали и действия тормоза вагона при заданных режимах торможения и отпуска);
- измерение давления воздуха в тормозной магистрали;
- автоматическое поддержание установленного давления;
- проверку тормоза вагона с симметричным расположением тормозной рычажной передачи, а также вагона с потележечным торможением.

Технические параметры установки приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики УПТВ-М

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА	ЗНАЧЕНИЕ
Питание сжатым воздухом – от цеховой пневмомагистрали давлением, МПа (кгс/см ²), не менее	0,65 (6,5)
Способ визуализации данных	манометры
Время подключения, мин. не более	10
Масса, кг, не более	80
Габаритные размеры, мм, не более	650 x 570 x 1300

Годовая программа ремонта участка составляет 1350 вагонов в год. Продолжительность контроля одного вагона (оперативное время) определена проведением хронометража и составляет 36 минут, с учётом подготовительно-заключительных операций, времени на обслуживание рабочего места, времени на отдых и личные надобности, перемещение между рабочими позициями, которые составляют 120% оперативного времени, годовая трудоёмкость составляет: $1350 \times 36 \times 2,2 / 60 = 1782$ нормо-часов. Работы выполняются слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда. Тарифный коэффициент второго уровня оплаты труда по 5 разряду, согласно Корпоративному положению по оплате труда в РЖД составляет 2,12. Часовая тарифная ставка первого уровня оплаты труда первого разряда установлена с 1 февраля 2024 года в размере 73,43 руб. На предприятии в отношении работников выполняющих операцию по контролю тормозной системы вагонов установлена премия при условии отсутствия нарушений трудовой дисциплины в 60% тарифной части. Установлены компенсационные выплаты за работу в выходные и праздничные дни 4% к тарифной части заработной платы. Учитывая тариф взносов во внебюджетные социальные фонды 30%, совокупные расходы на оплату труда с отчислениями во внебюджетные фонды составят: $73,43 \times (1 + 0,6 + 0,04) \times 1782 \times 1,3 / 1000 = 591,43$ тыс. руб.

Годовая сумма амортизации рассчитывается линейным способом, стоимость оборудования составляет 330 тыс. руб., срок эксплуатации составляет 10 лет: $330 / 10 = 33,0$ тыс. руб.

Таким образом, прямые годовые затраты по проверке тормозов вагонов составят:

$591,43 + 33,0 = 624,43$ тыс. рублей, себестоимость контроля одного вагона составила: $624,43 / 1350 \times 1000 = 462$ руб.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.
2. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
3. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
4. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал

- федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
5. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.
 6. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина". – EDN КНАНЈG.
 7. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.
 8. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM.
 9. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR

УДК 629.4

Техническое перевооружение пункта технического обслуживания вагонного эксплуатационного депо Казника

Пятницких Д.Е.

Филиал РГУПС в г. Воронеж.

Аннотация: в статье рассмотрены состав и назначение Автоматизированного поста приёма и диагностики подвижного состава, обоснован экономический эффект от её внедрения на ПТО вагонов на станции Казинка, рассчитаны инвестиционные показатели проекта.

Ключевые слова: Техническое обслуживание грузовых вагонов, Экономическое обоснование

Состав и назначение Автоматизированного поста приёма и диагностики подвижного состава. Автоматизированный пост приёма и диагностики подвижного состава позволяет автоматизировать процесс осмотра, приёмки и технического обслуживания в парке приёма и тем самым повышает эффективность работы станции. Указанный эффект достигается за счёт сокращения трудозатрат на приёмку и технический осмотр вагонов, минимизирует время нахождения персонала в опасных зонах, повышает безопасность перевозочного процесса. Модульная архитектура поста позволяет осуществить подбор необходимых модулей для контроля нужных параметров и узлов. Система предоставляет актуальные и достоверные

сведения о техническом состоянии оборудования подвижного состава, необходимые для профилактического обслуживания.

Автоматизированный пост приёма и диагностики (рис.1) является единой аппаратно-программной платформой, в которой интегрированы различные диагностические подсистемы. Благодаря использованию технологий технического зрения, лазерного 3D сканирования, тензометрии, тепловой диагностики. Комплекс позволяет автоматизировать до 40 операций технического обслуживания.

В состав системы входят:

- УС АРНВ – универсальная система распознавания номеров вагонов. Считывает и распознаёт номер вагона, предаёт его в информационную систему станции.
- Техновизор К – Система контроля толщины тормозных колодок вагонов на основе компьютерного зрения.
- Техновизор Ф – Система контроля положения фрикционных клиньев на основе компьютерного зрения.
- Система контроля подвагонного пространства, включающая датчики габаритов и видеонаблюдения.
- ЛКПС – система контроля габаритов и отрицательной динамики на основе технологии лазерного сканирования.
- Система контроля веса и вертикальных динамических нагрузок на основе применения тензометрических датчиков (СЖДК).
- СИБУК – система считывания информации с бортовых систем контроля состояния подвижного состава и груза на основе беспроводных технологий, и RFID датчиков
- АСТК – автоматическая система теплового контроля, позволяющая в движении определять нагрев вагонных букс, колесных пар и осей на основе тепловизионного зрения.
- Система контроля износа гребня колесных пар и геометрии колес на основе тепловизионного контроля и лазерного сканирования.
- Пост акустического контроля ПАК – позволяет диагностировать неисправности колесных пар и буксового узла.
- Система автоматического контроля механизма автосцепных устройств грузовых вагонов от саморасцепа (САКМА). Позволяет выявлять полуутопленное состояние замков, износ перемычки между направляющим зубом и сигнальным отростком, состояние предохранителя от саморасцепа (излом, износ, изгиб), излом направляющего зуба, трещины, уширение зева, наличие посторонних предметов.



ПАК



Техновизор



Техновизор Ф

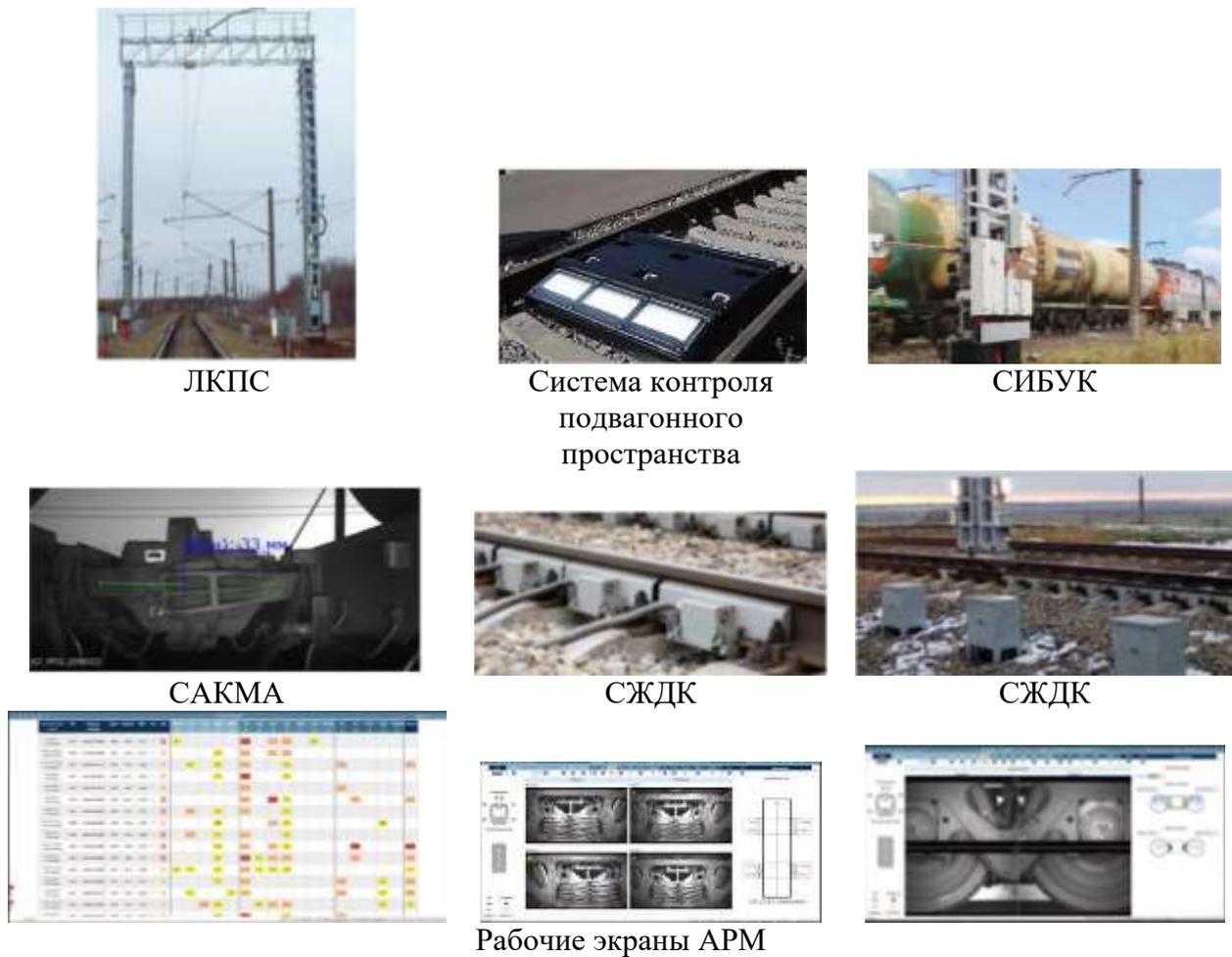


Рисунок 1. Элементы Автоматизированного поста приёма и диагностики

Экономический эффект внедрения Автоматизированного поста приёма и диагностики подвижного состава. Экономический эффект обусловлен сокращением трудоёмкости осмотра вагонов при прибытии. Выполним расчёт необходимой численности осмотрщиков-ремонтников вагонов в соответствии с распоряжением 1425р от 14.07.2016.

Среднее количество вагонов в поезде – 71

Время на техническое обслуживание поезда согласно распоряжения 815р от 24.04.2012г – 30 мин.

Норматив на техническое обслуживание 71 вагона в соответствии с распоряжением 1425р от 14.07.2016 – 270,15 чел.-мин.

Норматив времени на осмотр одного вагона соответствии с распоряжением 1425р от 14.07.2016 – 3,22 чел.-мин.

Норматив времени на осмотр одного вагона соответствии с предлагаемой технологией – 1,95 чел.-мин.

Доля подготовительно-заключительных операций, времени на отдых и личные надобности, обслуживание рабочих мест в процентах от оперативного времени – 18,2%

Коэффициент перевода явочной численности в списочную – 1,19

Коэффициент сменности – 4,43

Расчёт осмотрщиков в соответствии с распоряжением 1425р от 14.07.2016:
 $(3,22 \times 1,182 \times 71) / 30 = 9$ человек

Расчёт осмотрщиков в соответствии с предлагаемой технологией:

$(1,95 \times 1,182 \times 71) / 30 = 6$ человек

Высвобождение составляет 3 человека в смену. С учётом коэффициентов сменности и перевода явочной численности в списочную: $3 \times 4,43 \times 1,19 = 16$ человек.

Средний разряд осмотрщиков-ремонтников вагонов ПТО вагонного эксплуатационного депо Казника – 4,23. Часовая тарифная ставка 1 разряда первого уровня оплаты труда в ОАО «РЖД» с 1 февраля 2024 года в соответствии с Положением ОАО РЖД №154/р от 22.01.24 составляет 73,47 Р. Тарифные коэффициенты в соответствии с Корпоративной системой оплаты труда для 4 и 5 разрядов второго уровня оплаты труда составляют соответственно 1,89 и 2,12. Определим тарифный коэффициент для среднего разряда методом интерполяции:

$$1,89 + 0,23 \times (2,12 - 1,89) = 1,9429.$$

Тарифная часть заработной платы осмотрщика-ремонтника составит: $1,9429 \times 73,47 \times 164,4 = 23\,467,26$ Р в месяц, где 164,4 – среднемесячный фонд рабочего времени в 2024 году.

В отношении осмотрщиков-ремонтников вагонов ПТО Казника установлены следующие стимулирующие и компенсационные выплаты:

Премия при условии отсутствия нарушения трудовой дисциплины и выполнения производственного задания – 60%;

Компенсационные выплаты за работу в ночное время с 22.00 до 6.00 – 40%, надбавка составит 13,3% к тарифной части

Компенсация за работу в выходные и праздничные дни – 2,3%

Компенсация за вредные и тяжелые условия труда: 8%

Итого годовой фонд оплаты труда 16 осмотрщиков-ремонтников составит: $23\,467,26 \times (100\% + 60\% + 13,3\% + 2,3\% + 8\%) \times 16 \times 12 / 1000 = 8\,272,49$ тыс. Р

Отчисления во внебюджетные фонды составляют 30%: $8\,272,49 \times 0,3 = 2\,481,75$ тыс. Р

Итого годовой эффект составляет: $8\,272,49 + 2\,481,75 = 10\,754,24$ тыс. Р.

Инвестиционные показатели внедрения Автоматизированного поста приёма и диагностики подвижного состава. Для оценки инвестиционных показателей будем использовать модель дисконтированного денежного потока (табл.1, рис.2)

Капитальные затраты оборудования станции Казинка комплексом Автоматизированного поста приёма и диагностики подвижного состава оцениваются 36 млн. Р., годовой экономический эффект обоснован в размере 10,75 млн. Р. Ставку дисконтирования принимаем равную 8%.

Таблица 2. Инвестиционные параметры внедрения Автоматизированного поста приёма и диагностики подвижного состава млн. Р.

Год	Коэф-т дисконтирования	Чистый денежный поток	Дисконтир. денежный поток	Дисконтир. денежный поток нарастающим итогом
0	1	-36	-36,00	-36,00
1	0,93	10,75	9,95	-26,05
2	0,86	10,75	9,22	-16,83
3	0,79	10,75	8,53	-8,30
4	0,74	10,75	7,90	-0,39
5	0,68	10,75	7,32	6,92
6	0,63	10,75	6,77	13,70
7	0,58	10,75	6,27	19,97
8	0,54	10,75	5,81	25,78
9	0,50	10,75	5,38	31,15
10	0,46	10,75	4,98	36,13

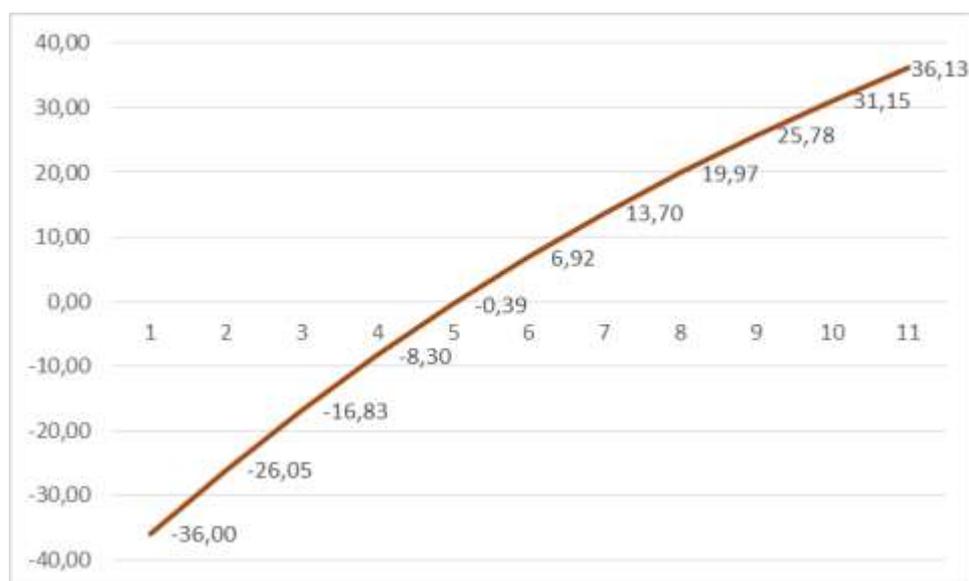


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, млн. Р.

Таким образом, внедрение комплекса Автоматизированного поста приёма и диагностики подвижного на ПТО с. Казинка окупится на 5 год реализации проекта, а совокупный чисты экономический эффект за 10 лет реализации проекта составит 36,13 млн. Р.

Список литературы

1. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
2. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNI.
3. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 2. – С. 109-118. – DOI 10.21440/0536-1028-2020-2-109-118. – EDN YMLFKJ.
4. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
5. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXTJ.
6. Исследование влияния температуры окружающей среды на работоспособность крышек цилиндров тепловозных дизелей / А. Н. Горобченко, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, А. М. Гуцин // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2016. – № 1(61). – С. 34-43. – EDN VTFJMN.
7. Рябко, Е. В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е. В. Рябко, К. А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2020. – № 5(90). – С. 23-31. – DOI 10.30987/1999-8775-2020-5-23-31. – EDN VEMAQL.
8. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и

экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

9. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

УДК 629.4

Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта вагонного эксплуатационного депо Казника

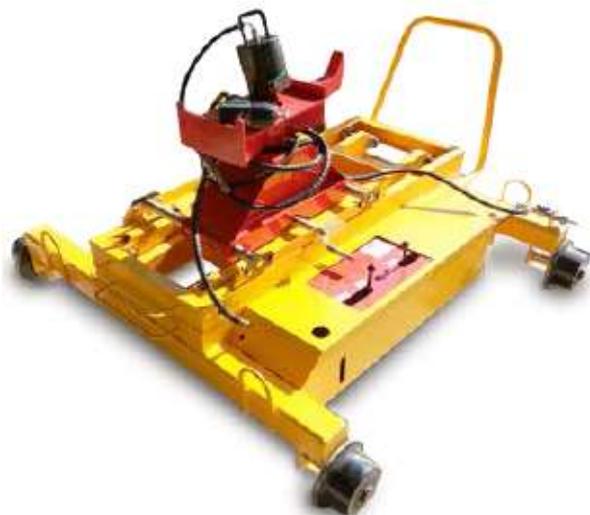
Пятницких А.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье рассмотрена возможность внедрения установки для снятия и установки поглощающего аппарата с подвижного состава. Приведено технико-экономическое обоснование, включающее хронометраж производственной операции, расчёт капитальных и текущих затрат, определение дисконтированного дохода и срока окупаемости.

Ключевые слова: Поглощающий аппарат. Технико-экономическое обоснование. Хронометраж производственной операции.

Установка УСПА-1 (рис.1) предназначена для демонтажа и монтажа пружинно-фрикционных, эластомерных аппаратов классов от ТО до ТЗ с максимальной энергоёмкостью до 200 кДж с целью проведения их технической экспертизы и ремонта.



УСПА – 01



ППА-3А

Рисунок 1. Состав оборудования для снятия и установки поглощающего аппарата
Основные части установки:

- подъемник универсальный;
- приспособление ППА-3А для монтажа и демонтажа поглощающего аппарата;
- гидроцилиндр;
- пневмогидростанция с пневматическим гайковертом.

Установка УСПА-1 комплектуется приспособлением для демонтажа поглощающего аппарата ППА-3А и пневматическим гайковертом. Привод ППА-3А осуществляется от пневмогидроусилителя установки. Гайковерт работает от пневматической сети депо при переключении на пневмогидроусилителе крана подачи сжатого воздуха. Такое конструктивное решение исключает случайное опускание поворотного стола, что повышает безопасность проведения работ.

Установка для смены поглощающего аппарата УСПА-1П отличается от многих аналогов модернизированным механизмом подъема типа пантограф. Использование такого технического решения позволило значительно уменьшить вес установки и снять воздействие поперечных сил на шток гидроцилиндра подъема, в результате ресурс его уплотнений увеличился более чем в 30 раз.

Основным преимуществом установки является большой ход штока 50 мм и толкающее усилие 66 тс приспособления для снятия поглощающего аппарата ППА-3А, что позволяет беспрепятственно снимать аппараты.

До внедрения установки смена поглощающего аппарата производится вручную, что занимает больше времени.

Для технико-экономического обоснования приобретения установки УСПА-01 был проведен анализ операций по съёму и установке поглощающих аппаратов ручным способом и с помощью УСПА-01, проведены хронометражные измерения, определена трудоёмкость выполнения операции и показатели эффективности модернизации.

Операция по съёму поглощающего аппарата с помощью УСПА-01

1. Установка подкатывается под вагон к месту установки поглощающего аппарата и подключается к пневмосети депо с помощью рукава высокого давления;

2. Поворотом рукоятки пневмогидравлического усилителя осуществляется подъем платформы с поворотным столом до поджатия поддерживающей плиты поглощающего аппарата;

3. С помощью ударного пневматического гайковерта откручиваются гайки крепления поддерживающей плиты;

4. Приспособление ППА-3А устанавливается в ударную розетку тягового хомута так, чтобы два упора на корпусе упирались в перемычки тягового хомута;

5. Переключается гидрораспределитель в положение ППА-3А. Нажав педаль пневмогидроусилителя, подается рабочая жидкость под давлением в поршневую полость ППА-3А. Происходит сжатие поглощающего аппарата до того момента, пока поглощающий аппарат вместе с приспособлением не начнет опускаться на поворотный стол;

6. Переключается гидрораспределитель в положение гидроцилиндра. Нажав педаль пневмогидравлический усилитель плавно опустит платформу с поворотным столом и поглощающим аппаратом;

7. Гидрораспределитель переключается в положение ППА-3А. Нажав педаль пневмогидравлического усилителя, сбрасывается давление в поршневой полости приспособления, поршень которой под действием пружины вернется в исходное положение. Извлекается приспособление ППА-3А из поглощающего аппарата;

8. Поглощающий аппарат транспортируется к месту ремонта;

Операция по установке осуществляется в обратном порядке. Все операции по снятию и установке осуществляется одним слесарем. Постановка УСПА-01 на рельсы для подкатки, а также уборка после выполнения операций по монтажу-демонтажу поглощающего аппарата осуществляется с помощью мостового крана вагоносборочного участка.

Операция по съёму поглощающего аппарата вручную

1. Установка стеллажа с подкладками под извлекаемый аппарат

2. Расшплинтование и отворачивание гаек поддерживающей плиты, снятие поддерживающей плиты.

3. Установка приспособления ППА-3 в ударную розетку тягового хомута

4. Сжатие поглощающего аппарата с применением ППА-3 и ручного насоса.

Происходит сжатие поглощающего аппарата до того момента, пока поглощающий аппарат вместе с приспособлением не опустится на стеллаж.

5. Извлекается приспособление ППА-3 из поглощающего аппарата;

6. Извлекается стеллаж

7. Поглощающий аппарат транспортируется к месту ремонта;

Операция по установке осуществляется в обратном порядке. Все работы выполняются двумя слесарями

В таблицах 1-2 приведены результаты хронометражных измерений продолжительности выполнения указанных операций

Таблица 1. Операция по снятию и установке поглощающего аппарата с применением УСПА-1, секунд

Элемент операции	снятие		(установка)	
	Ф	Э	Ф	Э
Тип поглощающего аппарата*				
1. Подкатывание (выкатывание) установки под вагон	100	100	100	100
2 Подъём (опускание) платформы	20	20	20	20
3 Откручивание (закручивание) гаек крепления поддерживающей плиты	200	200	260	260
4 Установка (извлечение) ППА-3А в ударную розетку	20	20	20	20
5 Сжатие (отпуск) поглощающего аппарата в месте установки	30	35	20	20
6 Извлечение (постановка) поглощающего аппарата	10	10	30	30
7 Извлечение (постановка) ППА-3А из поглощающего аппарата	10	10	40	60
8 Транспортировка к месту ремонта	120	120	120	120
ИТОГО (секунд)	510	515	610	630
ИТОГО (минут)	8,5	8,6	10,2	10,5

* Ф- фрикционный, Э - эластомерный

Таблица 2. Операция по снятию и установке поглощающего аппарата вручную, секунд

Элемент операции	снятие		(установка)	
	Ф	Э	Ф	Э
Тип поглощающего аппарата				
1. Установка (извлечение) стеллажа под вагон	240	240	240	240
2 Снятие (установка) поддерживающей плиты	300	300	420	420
3 Установка (извлечение) ППА-3 в ударную розетку	20	20	20	20
4 Сжатие (отпуск) поглощающего аппарата в месте установки	480	600	120	120
5 Извлечение (постановка) ППА-3 из поглощающего аппарата	10	10	300	420
6 Извлечение (установка) стеллажа	240	240	240	240
7 Транспортировка к месту ремонта	150	150	150	150
ИТОГО (секунд)	1440	1560	1490	1610
ИТОГО (минут)	24,0	26,0	24,8	26,8

Годовая программа ремонта вагонов со снятием и установкой автосцепок и поглощающих аппаратов в 2023 году составила 235 вагонов, 118 – фрикционные ПА, 117 –

эластомерные ПА. Сравнительный анализ трудоёмкости снятия и установки поглощающего аппарата вручную и с применением УСПА-01 приведен в таблице 3

Таблица 3 Сравнительный анализ трудоёмкости снятия и установки поглощающего аппарата вручную и с применением УСПА-01

Показатель	измеритель	вручную	УСПА-1	отклонение
количество ремонтов фрикционных ПА	шт	118		
количество ремонтов эластомерных ПА	шт	117		
трудоёмкость снятия и установки фрикционного ПА	чел-мин	49	19	30
трудоёмкость снятия и установки эластомерного ПА	чел-мин	53	19	34
Количество слесарей	чел	2	1	1
общая трудоёмкость снятия и установки ПА в год	чел-часов	400	74	326

Таким образом, как видно из приведенной таблицы, норма численности для выполнения операции по снятию и установке поглощающего аппарата составляет соответственно, 2 человека при ручном выполнении работ, 1 человек при использовании установки УСПА-01. Годовая экономия трудовых ресурсов при использовании УСПА-01 составляет 322 человеко-часов, производительность труда при выполнении этих операций возрастает в $(400/74) = 5,4$ раз.

Распоряжением ОАО «РЖД» 154/р от 22.01.24 часовая тарифная ставка первого разряда первого уровня оплаты труда с 01 марта 2024 года составляет 73,47 Р. В соответствии с "Положением о корпоративной системе оплаты труда работников филиалов и структурных подразделений открытого акционерного общества "Российские железные дороги" (утв. решением правления ОАО "РЖД" (протокол от 18-19 декабря 2006 г. N 40), тарифный коэффициент слесаря по ремонту подвижного состава 5 разряда равен 2,12. Размер надбавки за профессиональное мастерство составляет 20%. Экономический эффект складывается из экономии текущих затрат на оплату труда, премиальных выплат и отчислений на фонд оплаты труда.

Экономия фонда заработной платы:

$326 \text{ чел-час} \times 73,47 \text{ руб.} \times 2,12 = 50776,58 \text{ руб. в год.}$

Экономия премиальных выплат:

$50776,58. \times 0,2 = 10155,32 \text{ руб. в год}$

Экономия отчислений на фонд оплаты труда:

$(57669 + 10155,32) \times 0,3 = 18279,57 \text{ руб. в год}$

Совокупный экономический эффект:

$57669 + 10155,32 + 18279,57 = 79\,211,48 \text{ руб. в год}$

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты (стоимость установки УСПА-01) – 465 тыс. руб.;

Увеличение текущих затрат – 0 (не планируется);

Годовой экономический эффект (экономия) – 79211,48 руб. в год;

Коэффициент дисконтирования – 5% (минимальный риск, изменение существующей технологии)

Срок реализации проекта – 10 лет.

Срок окупаемости проекта и его стоимость определены методом дисконтирования денежного потока. Результаты приведены в таблице 4 и на рис. 2. Дисконтированный

денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 114 тыс. руб., а окупаемость наступает на 8 год реализации проекта.

Таблица 4. Расчет дисконтированного денежного потока, тыс. руб.

год	Коэффициент дисконтирования	чистый денежный поток	дисконтированный денежный поток	дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	-465	-465,0	-465,0
1	0,95	79,2	75,2	-389,8
2	0,91	79,2	72,1	-317,7
3	0,86	79,2	68,1	-249,6
4	0,82	79,2	64,9	-184,6
5	0,78	79,2	61,8	-122,9
6	0,75	79,2	59,4	-63,5
7	0,71	79,2	56,2	-7,2
8	0,68	79,2	53,9	46,6
9	0,64	79,2	50,7	97,3
10	0,61	79,2	48,3	145,6

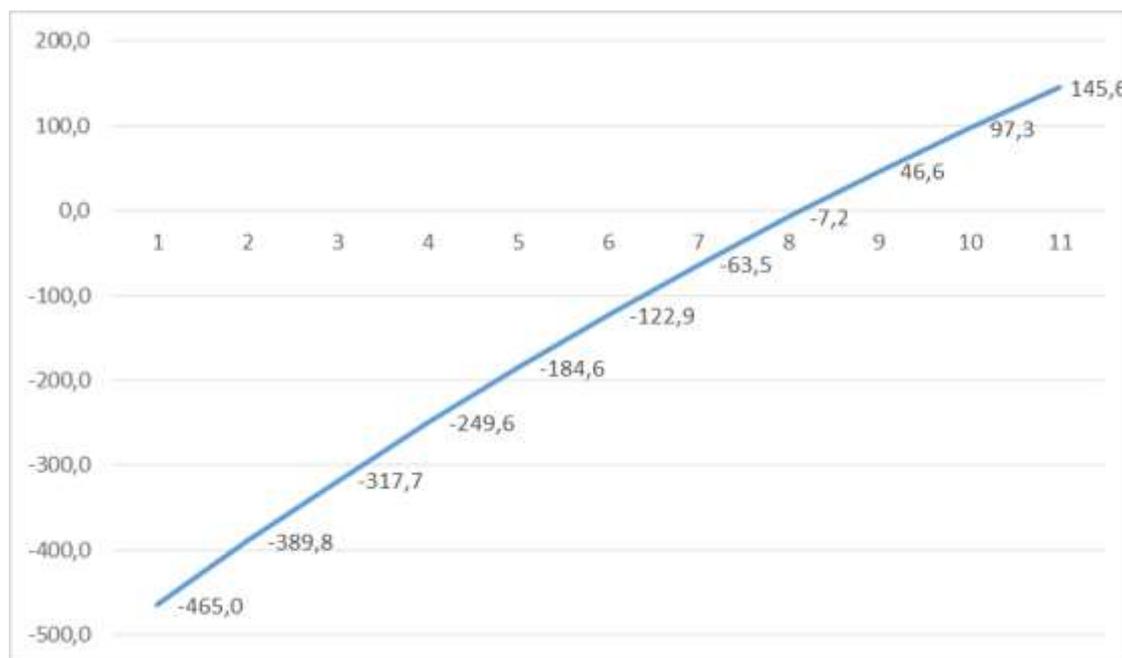


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

Использование установки УСПА-01 позволяет сократить время выполнения операций по съёму и установке поглощающего аппарата на 25-30 минут, а при существующих годовых объёмах ремонта это означает сокращение трудоёмкости выполнения ремонта на 326 человеко-часов в год. При этом норма численности слесарей при выполнении операций по снятию и установке поглощающего аппарата сокращается с 2 до 1 человека, производительность труда повышается на данной операции возрастает более чем в 5 раз, а годовой экономический эффект, вызванный снижением трудоёмкости, оценивается в 79,2 тыс. рублей. Реализация проекта потребует капитальных затрат в размере 465 тыс. руб., при этом дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 146 тыс. руб., а окупаемость наступает на 8 год реализации проекта.

Список литературы

1. Рябко, Е. В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е. В. Рябко, К. А. Рябко, А. В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 59. – С. 73-82. – EDN QCRRZB.
2. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.
3. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования
4. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
5. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
6. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXТJ.
7. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
8. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNJ.
9. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 2. – С. 109-118. – DOI 10.21440/0536-1028-2020-2-109-118. – EDN YMLFKJ.

УДК 622.625.6

Исследование воздействия сил на монорельсовые локомотивы при движении по кривым

Рыбалко А.А.

филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены виды сил, оказывающих влияние на шахтные подвесные монорельсовые локомотивы при перемещении по криволинейным участкам пути. Представлены силы, которые возникают при движении монорельсовых локомотивов в одиночных и чередующихся кривых. Показано, что при перемещении локомотива по чередующимся кривым с постоянной скоростью, на подвешенную к нему вагонетку действует также момент инерционных сил углового ускорения. Инерционные силы тележки после их перевода в центр координационной плоскости определяются главным вектором и моментом инерции.

Ключевые слова: монорельсовый локомотив, монорельс, криволинейный участок пути, экипажная часть, центробежная сила, сила и момент инерции

Abstract. The types of forces that influence mine suspended monorail locomotives when moving along curved sections of the track are considered. The forces that arise when monorail locomotives move in single and alternating curves are presented. It is shown that when the locomotive moves along alternating curves at a constant speed, the moment of inertial forces of angular acceleration also acts on the trolley suspended to it. The inertial forces of the trolley after they are transferred to the center of the coordination plane are determined by the main vector and the moment of inertia.

Keywords: monorail locomotive, monorail, curved track section, carriage part, centrifugal force, force and moment of inertia

Анализ сил, влияющих на движение шахтного монорельсового транспорта, является сложной научной проблемой. Ее решение актуально из-за возрастающего воздействия этих сил на машиниста, пассажиров, груз, горные выработки, монорельсовую дорогу и тяговые устройства. Для обеспечения безопасности необходимо провести углубленный анализ этих сил. Кроме того, большое количество исследований посвящено анализу системы «вагонетка - монорельсовая дорога» и изучению дифференциальных уравнений движения и геометрических и кинематических связей. [1-5]. Многие исследования направлены на изучение системы «подвесной вагонетки и монорельсового пути», в которых отдельные части системы изучаются с использованием систем дифференциальных уравнений с соответствующими геометрическими и кинематическими связями [6-9]. В публикациях, анализирующих эффективность эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторных батареях, также затрагиваются вопросы влияния усилий, создаваемых тяговым электроприводом [10]. Большой интерес к анализу сил при движении монорельсовых транспортных средств возникает при изучении их воздействия на источники питания таких транспортных средств и на условия работы их аккумуляторных батарей, поскольку именно эти батареи подвергаются сильному влиянию продольного и поперечного воздействия [11-12].

При движении шахтного монорельсового локомотива на криволинейном участке пути на него действуют различные силы. Их можно разделить на два основных типа:

Силы, вызванные криволинейным движением:

- центростремительное ускорение – это сила, действующая на локомотив, чтобы поддерживать его движение по радиальной траектории. Ее направление идет от центра кривой к ее периферии, а величина прямо пропорциональна квадрату скорости и обратно пропорциональна радиусу кривизны;

– сила Кориолиса – это сила возникает из-за вращения земли и связана с вращением системы отсчета, связанной с локомотивом, по отношению к инерциальной системе отсчета. Ее влияние минимально при движении с относительно низкими скоростями.

Силы, действующие на локомотив от пути:

– трение – на локомотив действуют силы трения, которые возникают в точке контакта приводных колес с монорельсом и силы трения в направляющих ведомых колесах. Эти силы ориентированы против направления движения и их величина зависит от коэффициента трения, давления на колесо и состояния поверхности контакта монорельса;

– упругие силы – эти силы возникают из-за деформации монорельса под воздействием веса локомотива и других сил.

В соответствии с математической моделью, используемой для определения сил взаимодействия ходовой тележки с монорельсом, необходимо определить следующие величины.

Силы, действующие на тележку со стороны ее подвесной части (то есть груза, вагонетки).

Активные силы и силы инерции, действующие на тележку.

Силы, действующие на тележку со стороны монорельсового пути.

Решение дифференциального уравнения, описывающего движение тележки на криволинейном участке пути.

При вычислении сил, воздействующих на тележку с ее подвесной частью, нужно учесть следующее:

- активные силы;
- центробежные силы инерции;
- момент сил инерции, вызванный угловым ускорением.

К активным силам, действующим на монорельсовый локомотив, относятся сила тяжести P_l и сила тяги приводных тележек F_k .

Сила F_k определяет величины продольных усилий на передние и задние сцепные тяги секций согласно соотношения:

$$F_{k1} = F_k (m - 1); \quad F_{k2} = F_k \cdot m,$$

где m – количество приводных тележек в локомотиве.

Центробежная сила, действующая в одиночной кривой с радиусом монорельса r_i , представлена постоянной величиной, определяющейся по формуле:

$$F_{Цсп} = \frac{P_l \cdot v^2}{g \cdot r_i}.$$

В случае чередующихся кривых величина центробежной силы будет зависеть от радиуса каждой конкретной кривой:

$$F_{Цсп} = \frac{P_l \cdot v^2 \cdot k_r}{g \cdot r_i},$$

где g – ускорение свободного падения;

v – скорость движения локомотива;

k_r – коэффициент, учитывающий изменение радиусов чередующихся кривых.

При движении локомотива с постоянной скоростью по чередующимся кривым на подвесную вагонетку локомотива действует момент сил инерции, возникающий из-за углового ускорения:

$$M_{жк} = \frac{J \cdot v^2 \cdot k_{rx}}{\Sigma r_{ij}},$$

где J – момент инерции массы тележки или подвесной вагонетки;

k_{rx} – коэффициент, учитывающий тип кривой;

$\Sigma r_{ij} = \frac{r_i \cdot s_i + r_j \cdot s_j}{\Sigma s_{ij}}$ – абсолютное значение радиуса чередующихся кривых;

s – длина кривой.

Учитывая, что скорость подвесного монорельсового локомотива в среднем составляет 7 км/ч, можно предположить, что угловое перемещение локомотива при вхождении в кривую незначительно и может считаться постоянным на протяжении всего криволинейного сегмента пути.

В процессе расчета активных сил и инерции тележки монорельсового локомотива стоит уделить особое внимание вычислению центробежной силы тележки, основного вектора и момента сил инерции в отношении перемещений.

Силы, обусловленные относительным движением, определяются с учетом того факта, что тележка монорельсового локомотива – это не жесткий объект, состоящий из как минимум трех тел, характеризующихся малыми поступательными и угловыми перемещениями относительно друг друга, таких как рама тележки, бегунки и ведущие колеса.

Силы инерции рамы тележки после приведения их в центр координатной плоскости характеризуются главным вектором инерции F_j и главным моментом инерции M_j :

$$F_j = \frac{P_{pm}}{g} \frac{l}{2} \ddot{\omega},$$

$$M_j = -J_{pm} (\ddot{\omega} - k_{rx} \frac{v^2}{\sum r_{ij}}),$$

где P_{pm} – масса рамы тележки;
 l – база тележки;
 J_{pm} – момент инерции массы рамы тележки;
 ω – угловое ускорение рамы тележки.

Для детального анализа этих сил необходимо знание массы и момента инерции вагонетки относительно центра поворота. Эта информация может быть получена аналитически или через непосредственное проведение эксперимента. Следует также учесть наличие или отсутствие амортизации опорных колес и тип подвески тележки.

После переноса инерционных сил к поворотной точке их можно разделить на два вида: тангенциальная (касательная к окружности) и радиальная (по направлению к центральному пункту окружности). Тангенциальная составляющая создает центростремительное ускорение, в то время как радиальная составляющая создает силу Кориолиса.

Важно отметить, что инерционные силы не являются внешними и не могут компенсироваться с помощью механических приспособлений. Вместо этого они учитываются при разработке и использовании монорельсовых локомотивов для обеспечения требуемого уровня безопасности движения.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что, когда экипажная часть монорельсового локомотива находится в состоянии покоя, рамная сила равна нулю. Когда монорельсовый локомотив движется по криволинейному участку пути, рамная сила зависит от нескольких факторов, включая радиус кривой, скорость движения и наклон пути (если таковой имеется на кривой).

Результаты анализа сил, воздействующих на монорельсовые локомотивы на криволинейных сегментах пути, могут применяться для решения разнообразных научно-технических вопросов, связанных с взаимодействием компонентов системы «вагонетка-монорельс». Данные сведения могут использоваться для улучшения конструкции монорельсов, создания новых типов локомотивов, а также анализа стабильности и безопасности движения в горных монорельсовых транспортных системах.

Библиографический список

1. Chanda, E. K. A computer simulation model of a monorail based mining system for decline development / E. K. Chanda, B. Besa // International Journal of Mining, Reclamation and Environment, Taylor & Francis Publishers. – 2011. – Vol. 25, Iss. 1. – P. 52–68.
2. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.

3. Lee, C. H. Dynamic Response of a Monorail Steel Bridge under a Moving Train / C. H. Lee [et al.] // *Journal of Sound and Vibration*. – 2006. – № 294(3). – P. 562–579.
4. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства: сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR
5. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // *Горные науки и технологии*. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.
6. Naeimi, M. Dynamic interaction of the monorailbridge system using a combined finite element multibodybased model/ M. Naeimi[et al.] // *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part K : Journal of Multibody Dynamics* – 2015. – Vol. 229. – P. 132–151.
7. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // *Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле*. – 2023. – № 2. – С. 300-313. – EDN FBHDFS.
8. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // *Горные науки и технологии*. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNJ.
9. Szeferda K., Tokarczyk J., Wiczorek A. Impact of increased travel speed of a transportation set on the dynamic parameters of a mine suspended monorail. *Energies*. 2021;14(6):1528. <https://doi.org/10.3390/en14061528>
10. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // *Горная механика и машиностроение*. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM.
11. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н.В. Водолазская, К.А. Рябко, Е.В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». – EDN КНАНЈG.
12. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // *Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта*. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.

УДК 629.4

Использование установка для правки верхней обвязочной рамы полувагонов УП-2М на вагоноремонтном заводе Лиски

Ситдииков Р.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье приведено технико-экономическое обоснование использование установка для правки верхней обвязочной рамы полувагонов УП-2М на вагоноремонтном заводе Лиски

Ключевые слова: текущий ремонт вагонов. Техничко-экономическое обоснование.

Вагоноремонтный завод Лиски осуществляет ремонт полувагонов в объёмах ТР-1 и ТР-2. Вагоноремонтный участок вмещает 20 ремонтных позиций. Режим работы завода –

ежедневный, 340 дней в году. График работы рабочих основного производства – 12-часовые смены 2 дня через 2. Продолжительность ремонта вагона составляет 1 смена. Для перемещения вагонов по предприятию применяется автотриса. Годовая программа ремонта в 2023 году приведена в таблице 1.

Таблица 1. Программа ремонта вагоноремонтного завода Лиски в 2023 году

Полувагоны, ТР-1	3800
Полувагоны, ТР-2	2770
ИТОГО	6570

Установка УП-2М (рис. 1.) предназначена для устранения (правки) основных видов деформации продольных и торцевых балок верхней обвязочной рамы в горизонтальной плоскости во время выполнения текущего ремонта полувагонов.



Рис. 1 Установка УП2М

Установка правки верхней обвязочной рамы применяется в вагонных ремонтных депо, в случае отсутствия вагоноремонтных комплексов. Эксплуатация установки УП-2М на пунктах технического обслуживания и подготовки вагонов возможна при установке на нее привода от двигателя внутреннего сгорания.

Конструктивно, установка правки верхней обвязочной рамы состоит из: опорной рамы, механизма передвижения по верхней раме полувагона, выдвигаемых опор, перемещающейся балки, гидроцилиндров правки, насосной станции и рабочего места оператора с двумя пультами управления. В состав установки входит механизм перемещения подвижной балки. Тип привода - цепная передача. Мотор-редуктор электрический с червячной передачей с полым валом. Управление установкой осуществляется с помощью двух пультов управления. Первый пульт управления осуществляет:

- включение/выключение гидросистемы,
- управление механизмом передвижения установки УП-2,
- управление шестью гидроцилиндрами с одного торца установки

Второй пульт управления осуществляет управление перемещением подвижной балки.

Установка УП-2М позволяет устранять деформации продольных и торцевых элементов верхней обвязочной рамы как протяженные (по всей длине борта), так и локальные. При работе установки УП-2М не требуется предварительного нагрева рамы, поскольку усилия, развиваемые гидроцилиндрами, достаточны для устранения любых деформаций.

Экономическая эффективность применения УП2М обусловлена лучшими техническими и производственными параметрами производства ремонта верхней обвязки полувагонов в сравнении с применяемой технологией и оборудованием. В настоящее время данный вид ремонтных работ осуществляется с применением гидравлических скоб, на всем протяжении работ задействован мостовой кран, а так как для рихтования усилия гидравлических скоб не всегда хватает, то применяется разогрев выправляемых деталей с помощью газосварки.

Ремонт с помощью УП2М предусматривает привлечение мостового крана только в начале и в конце ремонта. Развиваемое усилие позволяет осуществлять выправку без нагревания. Также, УП2М позволяет ремонтировать более сложные повреждения, и выполнять ремонт в более короткие сроки. Таким образом, программа ремонта может быть увеличена. Расчёт экономической эффективности применения УП2М приведен в таблице 2.

Таблица 2. Расчёт экономической эффективности применения УП2М

Показатель, измеритель	УП2М	Гидроскобы
Годовая программа ремонта в объёме ТР-1, полувагонов	3800	3800
Доля вагонов, требующих ремонта верхней обвязки, %	5%	4%
Количество ремонтов верхней обвязки, шт	190	152
Цена одного ремонта верхней обвязки полувагона средняя, Р	12500	9800
Выручка предприятия от оказания услуги по ремонту верхней обвязки полувагона, тыс. Р	2375	1489,6
Персонал, задействованный на ремонте, человек:		
машинист мостового крана, 6 разр		1
слесарь по РПС, 5 разр	1	1
электрогазосварщик, 5 разр	1	1
Продолжительность ремонта, час	1,6	2,8
Трудоёмкость ремонта, нормо-час	2,5	6,6
Средний разряд работ	5,4	5,1
Часовая тарифная ставка среднего разряда работ, Р	155,13	151,1
Премия, 40% тарифного заработка, Р	62,05	60,44
Надбавка за тяжелые условия труда, 12% тарифного заработка, Р	18,62	18,13
Расходы на оплату труда в расчёте на 1 вагон, Р	44,8	34,9
Взносы во внебюджетные фонды в расчёте на 1 вагон, 30%, Р	13,4	10,5
Всего расходы на оплату труда и взносы во внебюджетные фонды по данному виду работ, тыс. Р в год	58,2	45,4
Прочие расходы (техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования, электроэнергия технологическая, расходные материалы), тыс. Р в год	462,1	357,12
Итого расходы, тыс. Р в год	520,3	402,5
Себестоимость 1 ремонта, Р	2738,6	2648,0
Годовой экономический результат, тыс. Р	1854,7	1087,1
Рентабельность ремонта (прибыль к выручке), %	78%	73%
Стоимость оборудования, тыс. Р	5400	2830

Часовая тарифная ставка определена путём умножения часовой тарифной ставки первого разряда первого уровня оплаты труда в ОАО «РЖД» и тарифного коэффициента, рассчитанного методом интерполяции. Часовая тарифная ставка первого разряда первого уровня оплаты труда в ОАО «РЖД» с 01.11.2023 составляет 70,64Р (Распоряжение 2642/р от 23.10.23). Тарифные коэффициенты 5 и 6 разрядов второго уровня оплаты труда, в соответствии с приложением 1 к Корпоративной системе оплаты труда в ОАО «РЖД» составляют 2,12 и 2,31 соответственно. Методом интерполяции получаем тарифный коэффициент для

среднего разряда работ 5,1: $2,12 + 0,1 \times (2,31 - 2,12) = 2,139$

среднего разряда работ 5,4: $2,12 + 0,4 \times (2,31 - 2,12) = 2,196$

Для сравнения инвестиционных параметров технологий был проведен расчёт чистых дисконтированных потоков (Таблица 3, рис. 2.)

Таблица 3, дисконтированный денежный поток по проектам, тыс. Р

год	Кд	Гидроскобы			УП2М		
		ЧДП	ДДП	ДДП ни	ЧДП	ДДП	ДДП ни
0	1,00	-2830	-2830	-2830	-5400	-5400	-5400
1	0,93	1087	1007	-1823	1855	1717	-3683
2	0,86	1087	932	-891	1855	1590	-2093
3	0,79	1087	863	-28	1855	1472	-620
4	0,74	1087	799	771	1855	1363	743
5	0,68	1087	740	1510	1855	1262	2005
6	0,63	1087	685	2196	1855	1169	3174
7	0,58	1087	634	2830	1855	1082	4256
8	0,54	1087	587	3417	1855	1002	5258
9	0,50	1087	544	3961	1855	928	6186
10	0,46	1087	504	4465	1855	859	7045

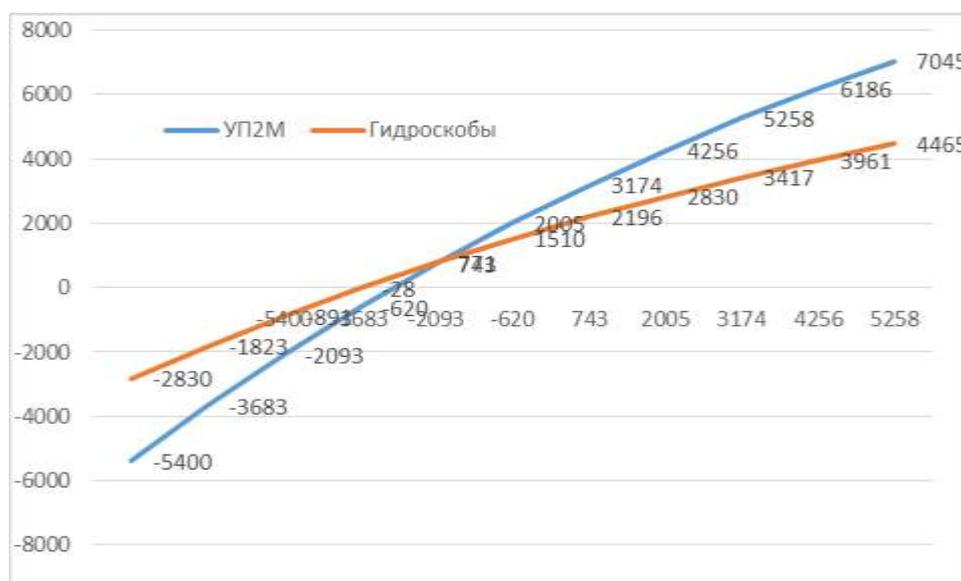


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. Р

По результатам инвестиционного анализа имеем:

1. Окупаемость обеих технологий наступает на 4 год реализации проекта
2. Дисконтированный денежный поток по технологии применения УП2М за 10 лет составит 7,0 млн. Р, а технологии с гидроскобами – 4,5 млн. Р, с этой позиции применение УП2М предпочтительнее.

3. Рентабельность ремонта с применением УП2М составляет 78%, в то время как у технологии с гидроскобами – 73%. Так же, применение УП2М позволяет при меньших трудозатратах обеспечить большую программу ремонта, а, следовательно, повышает производительность труда. Еще УП2М позволяет выполнять более сложные ремонты, что обеспечивает и увеличение программы ремонта, и рост средней цены ремонта.

Список литературы

1. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 2. – С. 109-118. – DOI 10.21440/0536-1028-2020-2-109-118. – EDN YMLFKJ.

2. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.
3. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
4. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXJTJ.
5. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
6. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBDFAF.
7. Тимофеев, А. И. Конкурентное положение АО "ППК "Черноземье" / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 2. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 100-103. – EDN XZKWLJ.
8. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
9. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
10. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.

УДК 629.4

Модернизация участка неразрушающего контроля

Скрябина Л.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье содержится технико-экономическое обоснование модернизации участка неразрушающего контроля Проведен сравнительный анализ использования дефектоскопов МД-12ПШ и Магнитест Д15.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, экономическое обоснование

Проведем сравнение технико-экономических параметров операции неразрушающего контроля с применением различного оборудования: МД-12ПШ (рис.1) и Магнитест Д15 (рис. 2)



Рисунок 1. Дефектоскоп МД-12ПШ



Рисунок 2. Дефектоскоп Магнитест Д15

Они предназначены для контроля шеек оси колесных пар и других деталей диаметром или максимальным размером поперечного сечения не более 150 мм. Намагничивающее Устройство дефектоскопа выполнено в виде круглого соленоида с рабочим отверстием диаметром 200 мм. Магнитное поле по мере удаления от торцов корпуса соленоида симметрично убывает. Помещенные внутрь соленоида протяженные детали постоянного сечения намагничиваются симметрично относительно торцов корпуса соленоида. Возможность выявления дефектов основана на явлении притяжения частиц магнитного порошка в местах выхода на поверхность магнитного потока, связанного с наличием в контролируемой детали нарушений сплошности. Намагничивание контролируемой детали производится намагничивающим устройством. В намагниченных деталях дефекты вызывают перераспределение магнитного потока и выход части его на поверхность. На поверхности детали создаются локальные магнитные полюсы, притягивающие частицы магнитного порошка, в результате чего место дефекта становится видимым. Перечень деталей подвижного состава контролируемых с помощью дефектоскопа:

- Ось колесной пары в сборе
- Шейки и предподступичные части (открытые)
- Стопорная планка - Вся поверхность
- Люлечная (опорная) балка - Поверхность цапф
- Люлечная подвеска - Вся поверхность
- Валики люлечного и рессорного подвешивания - Цилиндрическая поверхность

Сравнительный анализ характеристик дефектоскопов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики МД-12ПШ и Магнитест Д15

Характеристика	МД-12ПШ	Магнитест Д15
Цена, тыс. руб.	210	315
Эффективное значение тока намагничивания без контролируемой детали при ном. напряжении сети, А	45	60
Порог чувствительности:		
ширина раскрытия, от, (мм)	0,02	0,02
протяженность, от, (мм)	5	4,5
Разрешающая способность, не более, (мм)	10	10
Габаритные размеры блока управления, (мм)	275x520x320	430x250x90
Масса блока управления, (кг)	45	9
Габаритные размеры намагничивающего устройства, (мм)	508x76x330	528x60x340
Масса намагничивающего устройства, (кг)	9	4
Мощность потребляемая, кВт	2,2	2,2
Оперативное время диагностики 1 колёсной пары, мин.	38	32
Подготовительно-заключительное время на 1 колёсную пару, мин	16	14
Годовая программа контроля, колёсных пар	2020	2020

Характеристика	МД-12ПШ	Магнитест Д15
Время использования оборудования, часов в год	1279	1077
Совокупная трудоёмкость НК, нормо-часов	1818	1549
Часовая тарифная ставка дефектоскописта 6 разряда, руб	183,58	183,58
Расходы на оплату труда с отчислениями, тыс.руб. ¹	759,3	646,9
Срок службы оборудования, лет, не менее	8	10
Годовая сумма амортизации, тыс. руб. ²	26,3	31,5
Материалы, тыс. руб. в год ³	55,9	55,9
Стоимость электроэнергии технологической, тыс. руб. в год ⁴	14,9	12,6
ИТОГО, расходы на дефектоскопирование, руб. в год	856,4	746,9
Удельные расходы, руб/колёсная пара	423,96	369,75

¹ Учитывается Выплата премии в размере 70% от тарифного заработка, а также суммарные компенсационные выплаты (сверхурочная работа, работа в выходные и праздничные дни, работа с тяжелыми условиями труда) в размере 5% тарифного заработка. Ставка тарифных взносов во внебюджетные фонды – 30%.

² Годовая сумма амортизации рассчитывается линейным способом, исходя из срока службы оборудования

³ При дефектоскопии используется магнитный порошок для приготовления суспензии. Расход порошка составляет 30 кг в год, стоимость 1 кг составляет 1863,2 руб., годовые расходы составят: $30 \times 1863,2 = 55,9$ тыс. руб.

⁴ Расходы определяются как произведение цены 1 кВт-ч электроэнергии (5,3 руб) на установленную мощность оборудования (2,2 кВт) на оперативное время дефектоскопии

Таким образом, годовые затраты по дефектоскопии колёсных пар с применением Магнитест 15Д на 109,5тыс. меньше, чем при применении МД-12ПШ, что примерно равно разнице в стоимости этих дефектоскопов (105,0 тыс.руб). Таким образом, применение Магнитест 15Д вместо МД12ПШ экономически оправдано. В случае, если приобретение Магнитест 15Д будет осуществлено до списания МД 12ПШ, простой не дисконтированный срок окупаемости составит: $315 / 109,5 = 2,8$ лет, а если после того, как МД 12ПШ выработает свой ресурс, и его необходимо будет заменить, то простой не дисконтированный срок окупаемости составит: $105 / 109,5 = 0,96$, или чуть менее 1 года.

Список литературы

1. Тимофеев, А. И. Конкурентное положение АО "ППК "Черноземье" / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 2. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 100-103. – EDN XZKWLJ.
2. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
3. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
4. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж:

Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.

5. Проблема тарифного регулирования пригородных пассажирских перевозок / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко, О. А. Лукин [и др.] // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020) : труды Международной научно-практической конференции, Воронеж, 09–11 ноября 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 104-107. – EDN BQXTPV.
6. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM.
7. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
8. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2020. – № 2. – С. 109-118. – DOI 10.21440/0536-1028-2020-2-109-118. – EDN YMLFKJ.
9. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2020. – № 56. – С. 95-102. – EDN MYHGMT.
10. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXJTJ.
11. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.

УДК 629.4

Техническое перевооружение колёсно-тележечного цеха вагоноремонтного завода

Сучилин А.С.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация: в статье приведено технико-экономическое обоснование технического перевооружения колёсно-тележечного цеха вагоноремонтного завода. Приведены технические характеристика используемого в настоящее время и предлагаемого оборудования, выполнено сопоставление и анализ показателей трудоёмкости и затрат. Сделан вывод о наличии экономической целесообразности замены.

Ключевые слова: ремонт экипажной части грузовых вагонов. Стенд испытания и подбора пружин. Экономический анализ. Инвестиционные показатели

Применяемый в настоящее время стенд испытаний изношен на 90% и морально устарел. Предложено проведение технического перевооружения колёсно-тележечного цеха с заменой стенда испытания пружин СИП-007МК (рисунок 1). Стенд для испытания пружин предназначен для испытания и измерения цилиндрических винтовых пружин сжатия под

нагрузкой и выдачи на электронное табло станда результатов испытания в виде заключения о пригодности испытываемых пружин.



Рисунок 1. Гидравлический станд для испытания пружин СИП-007МК

Технические характеристики станда

Диапазон измерения усилия:

— Позиция испытания пружин от 0 до 10 кгс (0,001-0,1) [0,1-10,0] кН (кгс)

— Позиция испытания пружин от 10 до 100 кгс (0,05-1,0) [5,0-100,0] кН (кгс)

— Позиция испытания пружин от 100 до 500 кгс (0,05-5,0) [5,0-500,0] кН (кгс)

Предел допускаемого значения относительной погрешности измерения усилия стандом $\pm 2,5$ %

Диапазон измерения линейных перемещений:

— Позиция испытания пружин от 0 до 10 кгс; 2,0 — 250,0 мм

— Позиция испытания пружин от 10 до 100 кгс; 2,0 – 250,0 мм

— Позиция испытания пружин от 100 до 500 кгс 90,0 – 780,0 мм

Предел допускаемого значения абсолютной погрешности измерения линейных перемещений $\pm 0,25$ мм

Электропитание Станда от сети переменного тока:

— напряжение 220 \pm 22 В

— частота 50 \pm 1 Гц

Потребляемая мощность, не более 1,0 кВт

Диапазон рабочих температур Станда От +10 до +35 °С

Габаритные размеры, не более:

- Стенд 950 \times 650 \times 1550 мм

- Стеллаж 650 \times 600 \times 1100 мм

Масса, не более:

- Стенд 300 кг

- Стеллаж 30 кг

Стенд обеспечивает:

- проведение проверок и контроль параметров пружин;
- проведение диагностики оборудования станда с выявлением отказов и возможных неисправностей;

- информирование оператора о возможности дальнейшего использования пружины.

При использовании станда исключается возможность установки в приборы негодных пружин, исключая субъективный подход оператора, что повышает качество ремонта и безопасность движения.

Принцип действия станда основан на:

- измерении перемещения упорной поверхности, на которую устанавливается пружина, при помощи измерения угла поворота зубчатого колеса, соединенного с зубчатым ремнем, один конец которого жестко закреплен на упорной поверхности, а на другом конце ремня свободно подвешен груз, обеспечивающий его постоянное натяжение; угол поворота зубчатого колеса при помощи фотоэлементов и электронного устройства преобразуется в расстояние, на которое перемещается упорная поверхность силового блока;

- измерении внешнего и внутреннего диаметров пружины, шага и отклонения ее оси от перпендикуляра, восстановленного в центре ее нижней опорной поверхности, в основу которого положен принцип работы лазерного дальномера с фиксацией с помощью оптической системы пятна лазерного луча, отраженного от внутреннего или внешнего края витка пружины;

- задании силы, сжимающей пружину, создаваемой гидравлическим прессом, оснащенным датчиком давления в гидросистеме пресса, устройством задания давления, обеспечивающим создание номинальных нагрузок.

Управление электроприводом подъема измерительного блока при сканировании лазерным дальномером поверхности пружины осуществляется специализированным электронным процессором. Тип измеряемой пружины определяется с помощью лазерного дальномера.

В состав станда входит, оптическая система, состоящая из четырех лазерных дальномеров, гидравлическая система, гидравлический пресс, специализированный электронный процессор и устройство измерения перемещения, состоящее из бесконтактных концевых датчиков индукционного типа, датчик угловых перемещений, устройство преобразования линейных перемещений в угловые и электронное устройство, преобразующее выходные сигналы датчика в значения изменения линейных размеров пружины.

Обработка измерительной информации и управление стандами производится при помощи специализированного электронного процессора. Результаты измерений отображаются на электронном дисплее и печатающем устройстве. Стенды имеют в своем составе программное обеспечение, разработанное для конкретных измерительных задач и осуществляющее также функции управления процессом измерений. В состав стандов входит источник бесперебойного питания, позволяющий поддерживать работоспособность системы в течение 10 минут при выключенном внешнем электропитании.

Экономический эффект модернизации обеспечивается за счет значительного сокращения времени выполнения одной операции по формированию комплекта пружин, в результате чего достигается экономия электроэнергии, фонда оплаты труда и отчислений на фонд оплаты труда.

Рассчитаем величину прямых расходов на выполнение операции по формированию комплекта пружин на годовую программу ремонта и выполним калькуляцию себестоимости в расчете на 1 вагон. Прямые затраты по операции включают:

1. Амортизацию оборудования
2. Стоимость электроэнергии технологической
3. Заработную плату и отчисления

Амортизация оборудования осуществляется пропорционально сроку службы, по формуле:

$$A = C_{пп} / T_{сл};$$

где: A – годовая сумма амортизации

C_{пп} – полная первоначальная стоимость оборудования

Тсл – срок службы оборудования

Время работы оборудования, часов в год, рассчитывается по формуле:

$$Tr = Gpr \times Top / 60$$

где: Tr – время работы оборудования, часов в год

Gpr – годовая программа ремонта, 960 вагонов

Top – операционное время подбора комплекта пружин для одного вагона. Для старого стенда – 75 минут, для нового стенда – 40 минут

60 – минут в час

Время работы оборудования определяет:

трудоемкость операции, и, следовательно, фонд оплаты труда с отчислениями
количество и стоимость технологической электроэнергии.

Фонд оплаты труда определяется по формуле:

$$Fot = Чтс \times Tr$$

где: Fot - фонд оплаты труда

Чтс – часовая тарифная ставка. Операция выполняется одним слесарем по ремонту подвижного состава 4 разряда, ставка первого разряда на 2024г установлена в размере 73,34 руб., тарифный коэффициент – 1,89, также учитывается премия в размере 16%.

Итого Чтс = 73,34 x 1,89 x 1,16 = 160,79 руб.

Tr – трудоемкость операции (время работы оборудования)

Отчисления на фонд оплаты труда в соответствии со ст. 425 НК РФ составляют 30%

Стоимость технологической электроэнергии определяется по формуле:

$$Cэ = Tr \times Mo \times Цэ$$

где: Cэ – стоимость технологической электроэнергии

Tr – время работы оборудования, часов в год

Mo – мощность оборудования, для старого стенда – 2,4 кВт, для предлагаемого стенда – 1 кВт

Цэ – цена 1 кВт-час электроэнергии - 4,90 руб.

Расчет экономической эффективности модернизации приведен в таблице 1.

Таблица 1. Расчет прямых расходов на программу ремонта и калькуляция себестоимости подбора комплекта пружин на один вагон

Параметр	Старый Стенд	Новый стенд	Отклонение
Годовая программа ремонта, вагонов	1200	1200	
Первоначальная стоимость, тыс.руб.	660	1 560	900
Проектный срок эксплуатации, лет	10	15	5
Годовая сумма амортизации, тыс. руб.	66	104	38
Время на формирование комплекта пружин на 1 вагон, минут	75	40	-35
Время работы оборудования в году, часов	1 500	800	-700
Мощность, кВт	2,4	1	-1,4
Потребляемая электроэнергия в год, кВт-час	3 600	800	-2 800
Цена 1 кВт-ч электроэнергии, рублей	5,3	5,3	
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	19,08	4,24	-15
Часовая тарифная ставка слесаря 4 разряда (с учетом премии 16%), рублей	160,79	160,79	
Фонд оплаты труда, тыс. руб. в год	241,19	128,63	-112,6
Отчисления на фонд оплаты труда, тыс. руб.	72,36	38,59	-33,8
ИТОГО прямые расходы, тыс. руб. в год	398,62	275,46	-123,2
Себестоимость подбора комплекта, рублей	332,18	229,55	-102,6

Таким образом, суммарные прямые расходы на программу ремонта при использовании перспективного станда на 81,8 тыс. рублей меньше, чем при использовании станда проверки пружин, а себестоимость подбора комплекта пружин на один вагон – на 85 рублей. Учитывая разницу в первоначальной стоимости оборудования, определим порог рентабельности и срок окупаемости станда по формуле:

$$\text{Пр} = \frac{\text{Спп (нов)} - \text{Спп (стар)}}{\text{С (стар)} - \text{С (нов)}} \times 1000 = \frac{1560 - 660}{332,18 - 229,55} \times 1000 = 8772 \text{ вагонов}$$

где: Пр – порог рентабельности, вагонов

Спп – стоимость полная первоначальная старого и нового стандов

С – себестоимость подбора комплекта пружин на 1 вагон

Учитывая годовую программу ремонта 1200 вагонов, получим срок окупаемости:
 $8772 / 1200 = 7,3$ года

Список литературы

1. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
2. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXТJ.
3. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNJQN.
4. Рябко, К. А. Воздействие двигателей внутреннего сгорания на окружающую среду / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2016. – № 41. – С. 55-60. – EDN ZKBD AF.
5. Тимофеев, А. И. Конкурентное положение АО "ППК "Черноземье" / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 2. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 100-103. – EDN XZKWLJ.
6. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
7. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJXYV.
8. Тимофеев, А. И. О регулирующей функции налогов / А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 197-215. – EDN WFWTNX.
9. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТранспромЭк 2022): Труды научно-практической

УДК 629.4

Эффективность тележек с радиальной установкой колёсных пар

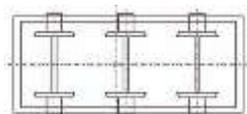
Устинов А.С.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

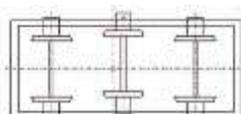
Аннотация: в статье рассмотрены варианты радиальной установки колёсных пар тележек локомотивов. Выполнено сравнение экономических параметров технического обслуживания тележек локомотивов 2ТЭ25А (тележки с РУКП) и 2ТЭ25К (обычные тележки). Сделан вывод, что тележки с радиальной установкой колёсных пар экономически эффективнее за счёт меньшего количества внеплановых обточек.

Ключевые слова: Техническое обслуживание локомотивов. Конструкция локомотивных тележек. Экономическое обоснование.

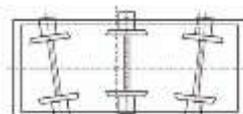
Для плавного вписывания колёсных пар тележки при небольших радиусах кривых в повороте нужно, чтобы колёсная пара занимала радиальное положение к центру поворота. Однако, из-за параллельности осей подвижного состава при жёсткой закреплении их в раме тележки радиальную установку может иметь только одна колёсная пара в тележке. Одним из способов улучшения показателей вписывания железнодорожных экипажей в кривые, снижения угла набегания, работы сил трения, а, следовательно, и сильного износа колёс и рельсов является применение механизмов радиальной установки колёсных пар (РУКП). Существует два основных мероприятия по снижению износа гребней колёс: уменьшение коэффициента трения в контакте гребня с боковой поверхностью рельса (гребне- и рельсосмазывание) и уменьшение угла набегания направляющих колёсных пар на наружный рельс за счёт пассивного или активного их поворота в раме тележки (радиальная установка колёсной пары). Возможные схемы РУКП трехосных тележек приведены на рис. 1.



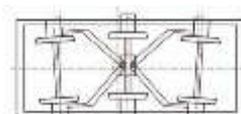
Жесткая рама без РУКП



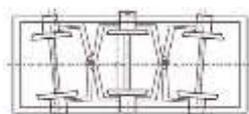
С поперечным смещением средней оси



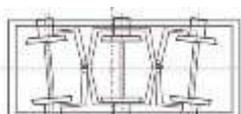
Со свободными осями (для уменьшения рыскания)



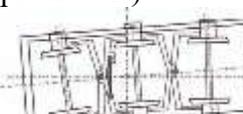
Полусамоуправляемая



Самоуправляемая со смещением средней оси



Самоуправляемая без смещения средней оси



Принудительно управляемая со смещением средней оси

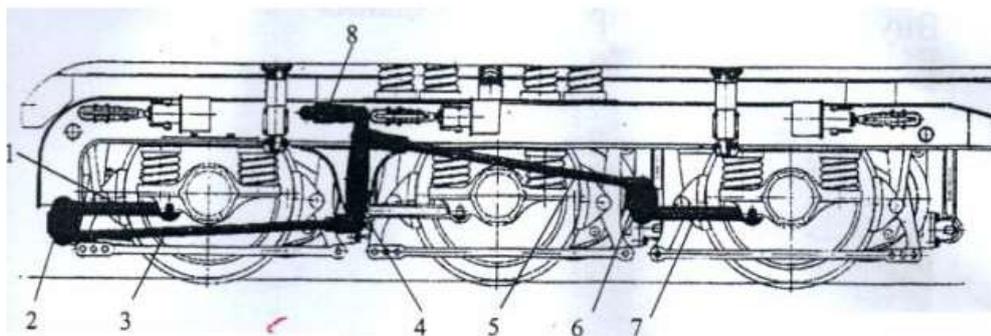


Принудительно управляемая без смещения средней оси

Рисунок 1. Варианты тележек с РУКП

В СССР первая опытная конструкция трёхосной тележки с механизмом РУКП была разработана и испытана Всероссийским научно-исследовательским и конструкторско-технологическим институтом (ВНИКТИ) еще в 80-х гг. прошлого века. В начале 90-х гг. тепловоз 2ТЭ10В с модернизированной конструкцией бесчелюстной тележки и механизмом РУКП конструкции ВНИКТИ проходил эксплуатационные испытания. Испытания показали,

что принцип пассивной радиальной установки колесных пар позволяет существенно снизить износ гребней колес тепловоза с трёхосными тележками. Оригинальные конструкции трехосных тележек на уровне патентов были разработаны на Брянском машиностроительном заводе. Во ВНИКТИ разработана конструкция унифицированной трехосной тележки с механизмом РУКП для грузовых и маневровых тепловозов (рис.2). Эта тележка применена на российском грузовом тепловозе с передачей переменного тока 2ТЭ25А «Витязь», построенном на Брянском машиностроительном заводе.



Поводки 1, 7 крайних букс соединены с поперечными балансирами 2, 6 механизма РУКП. К концам балансиров шарнирно присоединены тяги 3, 5, которые другими концами связаны с вертикальным двуплечим рычагом 4. К удлиненному верхнему концу рычага присоединен гидравлический гаситель колебаний 8 механизма РУКП. Сила тяги от рамы тележки к кузову передается через низкоопущенный шкворень.

Рисунок 2. Тележка с РУКП, установленная на 2ТЭ25А «Витязь»

Экономическая эффективность эксплуатации тележек с РУКП

Для оценки экономической эффективности эксплуатации тележек с РУКП определим капитальные и текущие затраты на 1 локомотив, а также оценим изменение влияния расходов на внеплановые ремонты тележек и обточку колёсных пар (ТО-4). Расчеты экономического эффекта приведены в таблице 1. Так как тележки с РУКП устанавливаются только на локомотивы 2ТЭ25А, то сравнение будем производить с локомотивом 2ТЭ25К, исключительно в отношении расходов на ремонт и техническое обслуживание тележки и колёсных пар. Исходные данные:

Программа ТО на один локомотив принята по данным ТЧЭ 2 Ртищево, где приписаны 10 2ТЭ25КМ, эксплуатируемые на ЮВЖД. Трудоёмкость ТО и ремонтов тележек оценены в соответствии с техническим руководством по ТО и ТР локомотива 2ТЭ25К и 2ТЭ25А. Стоимость нормо-часа (328,45 руб.) рассчитана исходя из ставки первого разряда 73,43 руб., тарифного коэффициента 5 разряда 2,12, включает 60% премии и 2,3% компенсации за работу в выходные и праздничные дни к тарифному заработку, тариф взносов во внебюджетные фонды – 30%.

Таблица 1. Расчёт экономической эффективности эксплуатации тележек с РУКП

	тележка от 2ТЭ25К	тележка от 2ТЭ25А с РУКП	
цена на секцию	850000	1120000	270000
текущие затраты			
Программа технического обслуживания	ТО-2 - 45,3 шт/год, ТО-3 - 10,4 шт/год		
трудоёмкость ТО тележек	14,3 нормо-мин	22,6 нормо-мин	8,3
трудоzатраты на ТО тележек, нормо-ч в год	12,6	19,9	7,3
расходы на оплату труда с отчислениями	4 125	6 520	2 394

по ТО тележек, руб. в год			
Количество ТО-4, в год	1	0	-1
Стоимость ТО-4, одного	158 000	158 000	-
Расходы на ТО-4, руб. в год	110 600	63 200	-47 400
Совокупный экономический эффект, руб. в год			49 794
Простой срок окупаемости			5,4
Стоимость внепланового ремонта тележки	159 633	217 073	57 439
в т.ч. материалы, электроэнергия	43 000	54 000	11 000
Трудоёмкость, нормо-часов	90	136	46
Затраты на оплату труда с отчислениями	29561	44669	
Накладные, 120%	87073	118403	
Надежность тележки, отказов на 10 ⁶ км	0,70	1,10	
Годовой пробег локомотива, км	104390	104390	
Количество отказов тележек (внеплановых ремонтов) в год	0,07	0,11	
Расходы на внеплановый ремонт	11 665	24 926	13 261
Срок окупаемости с учетом внеплановых ремонтов			7,4

Вывод: экономический эффект использования тележек с РУКП достигается за счёт сокращения внеплановой обточки колёсных пар, в силу их меньшего износа. Вместе с тем, тележки с РУКП обходятся дороже как при приобретении подвижного состава, так и в эксплуатации, однако, значительная стоимость ТО-4 обеспечивает окупаемость расходов на более дорогую тележку с РУКП за 7,4 года.

Список литературы

1. Тимофеев, А. И. Оценка зависимости времени нахождения вагонов на промышленной станции от их количества / А. И. Тимофеев, О. В. Рыстаков // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. – С. 8-12. – EDN GOOXPG
2. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. – 2018. – № 51. – С. 85-91. – EDN YUVGWT.
3. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей / К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. – 2016. – № 4(28). – С. 30-37. – EDN VXHXTJ.
4. Гутаревич, В. О. Проблемы и направления совершенствования экологических характеристик горно-транспортных машин с дизельной установкой / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Вестник Донецкого национального технического университета. – 2018. – № 1(11). – С. 12-17. – EDN YVNIQN.
5. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. – 2023. – Т. 8, № 1. – С. 59-67. – DOI 10.17073/2500-0632-2022-11-34. – EDN XBVYLS.
6. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского

УДК 629.4

Техническое перевооружение тележечного участка ремонтного пассажирского депо
Черников Д.А.

Кантователь горизонтальный с подъёмными центрами КС-ПЦ предназначен для синхронного подъема, удержания и кантования на 360° крупногабаритных и тяжеловесных деталей и их узлов при проведении сварочных и прочих технологических работ.

Кантователь КС-ПЦ выполнен в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69 и сохраняет свои основные параметры при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40 °С.

Функции кантователя

Обеспечение требуемого положения изделий на рабочих позициях при сварке.

Поворот свариваемой детали вокруг горизонтальной оси для ее помещения в удобное положение.

Поворот на определенный угол и перемещение изделия для придания благоприятного положения при проведении подготовительных к сварке, сборочных, очистных, отделочных, окрасочных работ.

Кантователь КС-ПЦ состоит из двух подъёмных стоек (приводной и ведомой, закрепленных к бетонному основанию при помощи анкерных болтов, приспособления-спутника с нижними и верхними механизмами фиксации и закрепленного на приводной стойке электрошита управления.

Подъемные стойки представляют собой сварные колонны, на которых размещены механизмы подъема с электромотором, каретки с закрепленным на ней вращателем.

Механизм подъема предназначен для вертикального перемещения каретки с вращателем и представляет собой винтовой домкрат с электромеханическим приводом.

Вращатель предназначен для крепления к нему адаптера для фиксации рамы вагона и обеспечения ее вращения на 360°. Вращатель состоит из опорно-поворотного устройства с червячной передачей, червячного редуктора, трехфазного асинхронного электродвигателя и соединительной муфты.

Прижимы предназначены для фиксации деталей в приспособлении-спутнике. Управление прижимами осуществляется при помощи пневмораспределителей.



Рисунок 1 Кантователь КС-ПЦ.

Система электрооборудования кантователя может работать в следующих режимах управления:

Ручной с местной панели управления;
 Автоматический с местной панели управления;
 Дистанционный автоматический по радиоканалу.
 Система электрооборудования предназначена для обеспечения работы кантователя в заданном режиме и защиты обслуживающего персонала и его составных частей от аварийных ситуаций.

Система электрооборудования выполняет следующие функции:

включение и выключение электрооборудования кантователя;
 управление операцией загрузки и вращением кантователя в ручном или автоматическом режиме;
 дистанционное управление исполнительными устройствами кантователя по радиоканалу с переносного пульта;
 непрерывный контроль положения исполнительных механизмов и световую индикацию их на панели управления;
 аварийное завершение испытания при возникновении нештатных режимов работы.
 Органы управления, визуализации и световой сигнализации размещены на двери шкафа. Светосигнальный маяк закрепляется снаружи в верхней части шкафа или на специальном кронштейне на конструкции кантователя.
 В комплект дистанционного радиоуправления входят радиоприёмник с выходными исполнительными реле и ручной пульт управления (радиопередатчик).

Технические характеристики кантователя приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики

Модель	КС-ПЦ-15000
Макс. грузоподъемность двух подъемных стоек, кг	15000
Макс. частота вращения, об/мин	регулируемая до 2,0
Угол поворота вращения, градус	360
Рабочий вертикальный ход*, мм	1300
Высота оси вращения от уровня пола*, мм	650...1950
Скорость подъема*, м/мин	регулируемая до 3,6
Тип привода механизмов подъема и вращения	электромеханический
Напряжение питания, В	380 (50Гц)

Капитальные затраты на установку кантователя приведены в таблице 2.

Таблица 2. Капитальные затраты

Статья затрат	рублей
Разработка проектной документации и изменения технологического процесса	128 000
Стоимость оборудования	3 260 000
Монтажные и пусконаладочные работы	188 000
ИТОГО	3 576 000

Полная первоначальная стоимость кантователя составляет 3576,0 тыс. рублей. Установленный производителем срок эксплуатации – не менее 15 лет, определим величину годовой суммы амортизационных отчислений простым пропорциональным способом: $3\,576 / 15 = 238,4$ тыс. руб. Экономический эффект замены оборудования обусловлен сокращением трудоёмкости выполняемых операций по разборке, ремонту рабы и сборки тележки пассажирского вагона. Исходные данные для определения экономического эффекта: В настоящее время работы по разборке, ремонту и сборке тележки выполняются бригадой в составе:

Два слесаря по ремонту подвижного состава 5 разряда;

Машинист мостового крана 6 разряда;

Электрогазосварщик 5 разряда.

трудоёмкость операций разборки, ремонта рамы тележки и сборки, в расчете на один вагон составляет 12,3 нормо-часа, средний разряд работ 5,25, эта же операция с использованием кантователя будет осуществляться с меньшим использованием мостового крана, трудоёмкость составит 8,5 нормо-часа, средний разряд работ 5,1. Часовая тарифная ставка 1 разряда первого уровня оплаты труда в ОАО «РЖД» с 1 февраля 2024 года в соответствии с Положением ОАО РЖД №154/р от 22.01.24 составляет 73,47 Р. В соответствии с корпоративной системой оплаты труда тарифный коэффициент 5 и 6 разряда равны 2,12 и 2,31 соответственно. Тарифные

коэффициенты для средних разрядов работ определим методом интерполяции:

$$2,12 + 0,1 \times (2,31 - 2,12) = 2,1390$$

$$2,12 + 0,25 \times (2,31 - 2,12) = 2,1675$$

В целях стимулирования повышения профессионального мастерства рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ устанавливаются надбавки за профессиональное мастерство: для 5 разряда в размере 20%, таким образом, часовые тарифные ставки средних разрядов работ с учётом премии составят:

$$73,47 \times 2,139 \times 1,2 = 188,58 \text{ руб.}$$

$$73,47 \times 2,1675 \times 1,2 = 191,10 \text{ руб.}$$

Взносы во внебюджетные социальные фонды в размере 30% от фонда оплаты труда.

Годовая программа ремонта участка ремонта тележек составляет 250 вагонов. Определим годовой экономический эффект как разницу между текущими затратами (с учетом амортизационных отчислений). Расчет приведен в таблице 3.

Таблица 3. Расчет годового экономического эффекта, тыс. руб.

Показатель расходов	Применяемая технология	Предлагаемая технология	Отклонение
Заработная плата с отчислениями	$(12,3 \times 250 \times 191,1 \times 1,3) / 1000 = 754,9$	$(8,3 \times 250 \times 188,58 \times 1,3) / 1000 = 520,7$	- 243,2
Амортизация	223,3	238,4	15,1
ИТОГО	987,2	759,4	228,1
Справочно: в расчете на 1 вагон	3948,9	3036,5	912,4 (23%)

Таким образом, годовой экономический эффект составит 228 тыс. руб., а прямые расходы на 1 вагон на выполнение операции сокращаются на 912 рублей (43%).

УДК 629.4

Техническое перевооружение тележечного участка ремонтного пассажирского депо

Черников Д.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье предложено использование станда-кантователя в технологическом процессе ремонта тележек в пассажирском вагонном депо

Ключевые слова: Кантователь. Экономическое обоснование.

Кантователь горизонтальный с подъёмными центрами КС-ПЦ предназначен для синхронного подъема, удержания и кантования на 360° крупногабаритных и тяжеловесных деталей и их узлов при проведении сварочных и прочих технологических работ. Кантователь КС-ПЦ выполнен в климатическом исполнении УХЛ категории размещения 4 по ГОСТ 15150-69 и сохраняет свои основные параметры при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 40°C.

Функции кантователя:

- Обеспечение требуемого положения изделий на рабочих позициях при сварке.
- Поворот свариваемой детали вокруг горизонтальной оси для ее помещения в удобное положение.
- Поворот на определенный угол и перемещение изделия для придания благоприятного положения при проведении подготовительных к сварке, сборочных, очистных, отделочных, окрасочных работ.

Кантователь КС-ПЦ состоит из двух подъёмных стоек (приводной и ведомой, закрепленных к бетонному основанию при помощи анкерных болтов, приспособления-спутника с нижними и верхними механизмами фиксации и закрепленного на приводной стойке электрошита управления. Подъёмные стойки представляют собой сварные колонны, на которых размещены механизмы подъема с электромотором, каретки с закрепленным на ней вращателем.

Механизм подъема предназначен для вертикального перемещения каретки с вращателем и представляет собой винтовой домкрат с электромеханическим приводом. Вращатель предназначен для крепления к нему адаптера для фиксации рамы вагона и обеспечения ее вращения на 360°. Вращатель состоит из опорно-поворотного устройства с червячной передачей, червячного редуктора, трехфазного асинхронного электродвигателя и соединительной муфты. Прижимы предназначены для фиксации деталей в приспособлении-спутнике. Управление прижимами осуществляется при помощи пневмораспределителей.



Рисунок 1 Кантователь КС-ПЦ.

Система электрооборудования кантователя может работать в следующих режимах управления:

- Ручной с местной панели управления;
- Автоматический с местной панели управления;
- Дистанционный автоматический по радиоканалу.

Система электрооборудования предназначена для обеспечения работы кантователя в заданном режиме и защиты обслуживающего персонала и его составных частей от аварийных ситуаций.

Система электрооборудования выполняет следующие функции:

- включение и выключение электрооборудования кантователя;
- управление операцией загрузки и вращением кантователя в ручном или автоматическом режиме;
- дистанционное управление исполнительными устройствами кантователя по радиоканалу с переносного пульта;
- непрерывный контроль положения исполнительных механизмов и световую индикацию их на панели управления;
- аварийное завершение испытания при возникновении нештатных режимов работы.

Органы управления, визуализации и световой сигнализации размещены на двери шкафа. Светосигнальный маяк закрепляется снаружи в верхней части шкафа или на специальном кронштейне на конструкции кантователя.

В комплект дистанционного радиоуправления входят радиоприёмник с выходными исполнительными реле и ручной пульт управления (радиопередатчик). Технические характеристики кантователя приведены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики

Модель	КС-ПЦ-15000
Макс. грузоподъемность двух подъемных стоек, кг	15000
Макс. частота вращения, об/мин	регулируемая до 2,0
Угол поворота вращения, градус	360
Рабочий вертикальный ход*, мм	1300
Высота оси вращения от уровня пола*, мм	650...1950
Скорость подъема*, м/мин	регулируемая до 3,6
Тип привода механизмов подъема и вращения	электромеханический
Напряжение питания, В	380 (50Гц)

Капитальные затраты на установку кантователя приведены в таблице 2.

Таблица 2. Капитальные затраты

Статья затрат	рублей
Разработка проектной документации и изменения технологического процесса	128 000
Стоимость оборудования	3 260 000
Монтажные и пусконаладочные работы	188 000
ИТОГО	3 576 000

Полная первоначальная стоимость кантователя составляет 3576,0 тыс. рублей.

Установленный производителем срок эксплуатации – не менее 15 лет, определим величину годовой суммы амортизационных отчислений простым пропорциональным способом: $3\,576 / 15 = 238,4$ тыс. руб. Экономический эффект замены оборудования обусловлен сокращением трудоёмкости выполняемых операций по разборке, ремонту рабы и сборки тележки пассажирского вагона. Исходные данные для определения экономического эффекта: В настоящее время работы по разборке, ремонту и сборке тележки выполняются бригадой в составе:

Два слесаря по ремонту подвижного состава 5 разряда;

Машинист мостового крана 6 разряда;

Электрогазосварщик 5 разряда.

трудоёмкость операций разборки, ремонта рамы тележки и сборки, в расчете на один вагон составляет 12,3 нормо-часа, средний разряд работ 5,25, эта же операция с использованием кантователя будет осуществляться с меньшим использованием мостового крана, трудоёмкость составит 8,5 нормо-часа, средний разряд работ 5,1.

Часовая тарифная ставка 1 разряда первого уровня оплаты труда в ОАО «РЖД» с 1 февраля 2024 года в соответствии с Положением ОАО РЖД №154/р от 22.01.24 составляет 73,47 Р. В соответствии с корпоративной системой оплаты труда тарифный коэффициент 5 и 6 разряда равны 2,12 и 2,31 соответственно. Тарифные коэффициенты для средних разрядов работ определим методом интерполяции:

$$2,12 + 0,1 \times (2,31 - 2,12) = 2,1390$$

$$2,12 + 0,25 \times (2,31 - 2,12) = 2,1675$$

В целях стимулирования повышения профессионального мастерства рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ устанавливаются надбавки за

профессиональное мастерство: для 5 разряда в размере 20%, таким образом, часовые тарифные ставки средних разрядов работ с учётом премии составят:

$$73,47 \times 2,139 \times 1,2 = 188,58 \text{ руб.}$$

$$73,47 \times 2,1675 \times 1,2 = 191,10 \text{ руб.}$$

Взносы во внебюджетные социальные фонды в размере 30% от фонда оплаты труда.

Годовая программа ремонта участка ремонта тележек составляет 250 вагонов.

Определим годовой экономический эффект как разницу между текущими затратами (с учетом амортизационных отчислений). Расчет приведен в таблице 3.

Таблица 3. Расчет годового экономического эффекта, тыс. руб.

Показатель расходов	Применяемая технология	Предлагаемая технология	Отклонение
Заработная плата с отчислениями	$(12,3 \times 250 \times 191,1 \times 1,3) / 1000 = 754,9$	$(8,3 \times 250 \times 188,58 \times 1,3) / 1000 = 520,7$	- 243,2
Амортизация	223,3	238,4	15,1
ИТОГО	987,2	759,4	228,1
Справочно: в расчете на 1 вагон	3948,9	3036,5	912,4 (23%)

Таким образом, годовой экономический эффект составит 228 тыс. руб., а прямые расходы на 1 вагон на выполнение операции сокращаются на 912 рублей (23%).

Список литературы

1. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина". – EDN КНАНЈG.
2. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2022. – № 6. – С. 72-82. – DOI 10.21440/0536-1028-2022-6-72-82. – EDN MCCUFZ.
3. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 2. – С. 30-36. – EDN LFUDNM.
4. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.
5. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. – 2021. – Т. 6, № 2. – С. 136-143. – DOI 10.17073/2500-0632-2021-2-136-143. – EDN SIQVNJ.
6. Тимофеев, А. И. Конкурентное положение АО "ППК "Черноземье" / А. И. Тимофеев, П. И. Гуленко // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России : Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 2. – Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. – С. 100-103. – EDN XZKWLJ.

7. Купрейшвили, Е. Т. Современные тенденции импортозамещения на рынке дорожно-строительной техники / Е. Т. Купрейшвили, Б. А. Соловьев, А. И. Тимофеев // Вестник евразийской науки. – 2023. – Т. 15, № 3. – EDN UBWLJC.
8. Тимофеев, А. И. О перспективах обеспечения тепловозной тягой пассажирского движения в Крыму / А. И. Тимофеев // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 129-132. – EDN QJIXYV.
9. Гуленко, П. И. Методика управления оборотным капиталом предприятия в кризисных условиях / П. И. Гуленко, А. И. Тимофеев // Актуальные вопросы развития экономики России, Воронеж, 01 ноября 2011 года / Воронежский филиал МИИТ. – Воронеж: Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное учреждение высшего профессионального образования Московский государственный университет путей сообщения. Воронежский филиал, 2011. – С. 278-90. – EDN WFWOFB.

УДК 629.45

Технологический процесс ремонта деталей автосцепного устройства в депо

Вишнякова И.Ю.

Руководитель Стоянова Н.В.

В работе проведено технико-экономическое обследование участка по ремонту автосцепного устройства и произведен анализ работы КПА.

Ключевые слова: пассажирский вагон, технологическая схема ремонта, автосцепное устройство, ремонт.

Выбор рационального варианта размещения ремонтно-комплектовочного и других участков и отделений является одним из важнейших условий проектирования вагонного депо, так как от этого зависит своевременное и высококачественное выполнение технологических процессов ремонта вагонов при наименьших затратах труда и средств на транспортировку деталей и запасных частей.

Основной причиной ремонта и замены деталей автосцепного устройства при плановых и текущих ремонтах является износ [1]. В отдельных случаях возможно заклинивание, излом или иное повреждение рабочих элементов. При этом трущиеся поверхности могут получить задиры в локальных областях, значительно увеличивающихся в дальнейшем интенсивность изнашивания сопряжений.

Дефекты и повреждения деталей автосцепного устройства выявляются как визуально, так и с использованием вспомогательных средств контроля, например лупы, дефектоскопа, шаблонов и др.

По характерным внешним признакам, например, таким как развитие местной коррозии, скопление в виде тонкой полоски валика из пыли, грязи, инея, уже до очистки и обмывки деталей можно определить места возможного расположения трещин, которые должны быть впоследствии тщательно осмотрены и всесторонне проверены.

Как показывает обследование корпусов автосцепок с трещинами и изломами хвостовика, у 60% корпусов автосцепок имели место дефекты технологического происхождения (разностенность хвостовика).

Износ поверхности упора головы автосцепки в выступ ударной розетки происходит из-за недостаточной эффективности поглощающих аппаратов.

В последнее время значительно увеличивается количество корпусов автосцепки, имеющих уширение зева головы и деформации хвостовика. Уширение зева определяется соответствующим шаблоном[1].

При капитальном ремонте в депо восстанавливают все узлы, заменяя их детали новыми и отремонтированными, имеющими чертежные размеры.

Деповский ремонт выполняют для поддержания вагонов в исправном состоянии между капитальными ремонтами. При этом ремонте производят работы, связанные с обеспечением безопасности движения поездов, сохранности перевозимых грузов, с созданием необходимых комфортных условий для пассажиров. Капитальный ремонт пассажирского вагона производится 1 раз за 4 года, деповский – 1 раз в год.

Задачей вагонного депо является поддержание пассажирских вагонов в работоспособном состоянии; выполнении установленного плана ремонта вагонов; постоянное повышение производительности труда, качества; улучшение организации путем внедрения прогрессивной технологии; улучшения условий труда и быта рабочих.

В результате проведенного технического перевооружения на участке по ремонту автосцепного устройства добавляется следующее оборудование:

- электропечь нагрева хвостовика автосцепки;
- пресс для выправления изгиба хвостовика автосцепки.

Предусмотрено внедрение на предприятии прогрессивных технологических процессов восстановления деталей и сборочных единиц вагонов, повышение уровня требований к соблюдению технологической дисциплины. Это нужно для повышения качества ремонта и надежности вагонов в эксплуатации.

Список используемой литературы

1. Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижных железных дорог от 28 декабря 2010 г. № 2745р

УДК 629.45/47

Ремонт тормозного оборудования в пассажирском депо

Деревянкин И.А.

Руководитель Стоянова Н.В.

В работе рассмотрен ремонт тормозного оборудования в пассажирском депо и предложено совершенствование испытания тормоза на вагоне.

Ключевые слова: пассажирский вагон, опробование тормозов, автоконтрольный пункт, тормоз, технология ремонта.

В работе предложено совершенствование технологии ремонта пассажирских вагонов в вагонном депо. На вагоноремонтных предприятиях существует система планирования и материального стимулирования с широким внедрением научной организации труда и прогрессивной технологии ремонта на основе широкого использования передовых достижений науки и техники.

В связи с реорганизацией вагоноремонтного хозяйства, переходом на новые рыночные отношения, в каждом вагонном депо остро стоят вопросы о ресурсосбережении производства. Для решения данных вопросов необходимо целесообразно проводить экономически выгодные внедрения по переоборудованию производства и ресурсосбережению.

Ремонт производят по способу замены неисправных деталей и сборочных единиц отремонтированными или новыми соответствующего типа, отвечающими техническим требованиям согласно Общему руководству по ремонту тормозного оборудования вагонов 732-ЦВ-ЦЛ. 2011 [1].

По профилю выполняемой работы в депо автоконтрольный пункт предназначен для ремонта тормозного оборудования пассажирских вагонов.

В состав АКП входят следующие производственные отделения: наружной очистки, разборки и промывки; ремонта электровоздухораспределителей и воздухораспределителей; испытания электровоздухораспределителей, воздухораспределителей; ремонта тормозной арматуры и рукавов; ремонта и испытания авторегуляторов; механический.

Поступившие в ремонт узлы и детали тормозной рычажной передачи вагонов должны быть очищены от грязи и старой смазки.

Горизонтальные рычаги, затяжки, вертикальные рычаги, балансиры, серьги и тяги, имеющие трещины, ремонту и постановке на вагон не подлежат.

В АКП производится ремонт тормозных приборов (воздухораспределителей 292-001, №229М, электровоздухораспределителей №305); тормозной арматуры (рукава соединительные №369А; разобщительные краны; выпускные клапаны; концевые краны №190, 190А; стоп-краны №163); авторегуляторы №№ РТП-675, 574Б. Технологическая схема ремонта тормозного оборудования указана в графической части.

Общее руководство работой АКП осуществляет мастер, непосредственное руководство осуществляет бригадир. Ремонт тормозного оборудования выполняют слесари по ремонту подвижного состава.

Испытательные стенды перед началом работы проверяются мастером или бригадиром, осуществляющими приемку и отвечающими за качество ремонта тормозного оборудования.

При испытании тормоза вагона должны быть проконтролированы:

- плотность тормозной системы;
- действие тормоза при торможении и отпуске;
- действие выпускного клапана воздухораспределителя.

Результаты испытаний тормоза вагона отражаются в книге формы ВУ-68.

Действие тормоза вагона при торможении должно оцениваться по давлению воздуха в тормозном цилиндре вагона, по выходу штока тормозного цилиндра и плотному прижатию всех тормозных колодок к колесам.

Для улучшения качества контроля производства ремонта авторегуляторов предлагается использование на АКП «устройства контроля автоматических регуляторов тормозной рычажной передачи УКРП - 1».

УКРП позволяет в автоматическом режиме производить контрольно-измерительные операции при приемосдаточных испытаниях на заводе-изготовителе авторегуляторов, а также послеремонтные в условиях депо. Результаты испытаний фиксируются устройством автоматической регистрации параметров проверки приборов.

Список литературы

1. Общее руководства по ремонту тормозного оборудования вагонов» 732-ЦВ-ЦЛ, утвержденного 54 Советом по ж.д. транспорту государств-участников Содружества (протокол от 18-19 мая 2011г).

УДК 629.45

Технология работы участка по ремонту буксового узла вагоноремонтного завода

Колбик Е.В.

Руководитель Стоянова Н.В.

В работе рассмотрена организация технологического процесса колесно-роликового участка. Рассмотрены предложения, направленные на улучшение качества и повышение эффективности ремонта колёсных пар.

Ключевые слова: колесно-роликовый участок, вагоноремонтный завод, пассажирский вагон, буксовый узел, колесная пара, стенд, технологический процесс.

Наиболее реальным и быстрым путем повышения производственной мощности вагоноремонтных предприятий является реконструкция, внедрение передовых методов организации производства и механизации, автоматизации и роботизации производственных процессов. Основным условием роста пассажирооборота железных дорог является улучшение использования вагонов в перевозочной работе.

Организация ремонта вагонов на вагоноремонтном заводе должна соответствовать современному и перспективному технологическому уровню вагонного парка и обеспечивать постоянную исправность вагонов, уменьшая их простой в неисправном состоянии.

Современная система технического обслуживания и ремонта вагонов должна обеспечивать исправное техническое состояние вагонов в эксплуатации, предотвращение внеплановых отцепок от поездов в пути следования и минимальное время пребывания в неисправном состоянии.

При изготовлении и ремонте вагонов должны применяться наиболее экономичные материалы, легкие сплавы, прогрессивные методы литья и поковки, принципы унификации и стандартизации узлов и деталей вагонов, их взаимозаменяемости. Рациональная организация ремонта вагонов высокое качество, наряду с хорошим содержанием и обслуживанием вагонов обеспечивает безопасность движения и бесперебойную работу железнодорожного транспорта.

На заводе осуществляется капитальный ремонт вагонов второго объема, капитально-восстановительный ремонт пассажирских вагонов, продление срока службы вагонов за счет использования восстановленных существующих кузовов, тележек и другого оборудования. При ремонте используются прогрессивные материалы и системы электрооборудования, вентиляции, кондиционирования.

Создаются проекты вагонов повышенной комфортности, с применением новых методов создания интерьера, улучшения внутренней отделки вагонов и т.д.

Качество ремонта колесных пар во многом зависит от исполнителей и организаторов производства в колесных участках, от их знаний передовой технологии и прогрессивных методов труда.

Колесно-роликовые участки связаны между собой рельсовыми путями в единую технологическую систему.

Для улучшения общих условий труда на перспективу предлагается техническое перевооружение участка буксового узла.

Техническое перевооружение предполагает внедрение вместо установки холодной напресовки буксовых узлов на шейки оси колесной пары типов РУ1-950 и РУ1Ш-950 ГД 503М Пресса РП-400. Он предназначен для холодной запресовки на шейки осей колесных пар РУ1-950, РУ1Ш-957 и РВ2Ш-957.

Пресс РП-400 имеет автоматизированную систему управления с дисплеем, на котором отображается:

- текущее состояние функциональных узлов станда и стадии технологического процесса;
- график усилия запресовки в реальном времени, составляемый индивидуально на каждую запресовку.

Существует множество современных технологий, способных повысить производительность ремонта колесных пар и вагона в целом. Применение этих технологий поможет улучшить качество ремонта и увеличить количество ремонтируемых буксовых узлов колесных пар, в которых так нуждается железнодорожный транспорт.

Список литературы

1. РД 32.ЦЛД-ВНИИЖТ.01-2005. Руководящий документ по техническому обслуживанию, ремонту и освидетельствованию колесных пар пассажирских вагонов с двухрядными коническими подшипниками кассетного типа

Технология ремонта грузового вагона в ремонтном депо

Матлахов П.А.

Руководитель Герасименко А.В.

В работе проведено технико-экономическое обследование грузового вагонного депо Россошь. Рассмотрена технология ремонта грузового вагона на установке электроконтактного нагрева заклепок.

Ключевые слова: грузовой вагон, установка, комплекс средств малой механизации, грузовое вагонное депо.

Каждое вагоноремонтное депо должно обеспечивать наибольшие результаты работы при наименьших затратах трудовых, материальных и финансовых ресурсов; максимально использовать производственные мощности, внутрихозяйственные резервы, строго соблюдать режим экономии; внедрять новейшие достижения науки, техники и передовой опыт.

Грузовое вагонное ремонтное депо Россошь структурное подразделение Саратовского филиала ОАО «Вагонная ремонтная компания – 3» предназначено для проведения депоовского ремонта крытых вагонов, полувагонов, платформ, цистерн, минераловозов, цементовозов, окатышевозов, думпкаров и капитального ремонта полувагонов и минераловозов.

Плановый ремонт грузовых вагонов производится в крытых помещениях. Помещение вагоносборочного участка должно иметь устройства для отопления и вентиляции, обеспечивающие поддержание необходимой температуры и обмен воздуха в соответствии с требованиями санитарных норм проектирования промышленных предприятий [1,2].

Основной конечной целью любого технического перевооружения считается повышение производительности труда более чем на 3-4%.

Общая технологическая схема ремонта вагонов показывает, в какой последовательности необходимо производить работы по вагону в целом. Эксплуатационные службы подбирают вагоны по сроку и пробегу в депоовской ремонт, для этого на станции Россошь имеется специализированный путь № 13, который предусмотрен для накопления неисправных вагонов, которым требуется депоовской ремонт. Вагоны с 13 пути забираются в вагонное депо по согласованному с начальником станции графику маневровым локомотивом, обслуживающим вагонное депо [3,4].

После того как вагоны отобраны и поданы в вагонное депо производится их сортировка, вагоны предназначенные для депоовского ремонта, подаются на ремонтные пути вагоносборочного участка вагонного депо, где они осматриваются (диагностируются) заместителем начальника вагонного депо по производству и коммерции, старшим мастером или мастером вагоносборочного участка с целью определения необходимого объема ремонта.

Ремонтные позиции сборочного участка оборудованы 24 стационарными ставлюгами. Ремонт ходовых частей производится на участке по ремонту тележек. Тележки, выкаченные из под вагонов вместе с колесными парами, направляют на участок по ремонту тележек, где поочередно каждая тележка снимается кран-балкой с колесных пар и ставится на специальное приспособление, которое поступает вместе с тележкой в моечную машину, где обмывается 2% раствором каустика в течение 10 минут. Также производится наплавка наклонных поверхностей надрессорных балок.

Чистая тележка поступает на позицию разборки. После проведения раздоки литые детали тележки подвергаются обмеру и неразрушающему контролю. Бракованные по результатам дефектации детали заменяются новыми или отремонтированными. Детали, имеющие износы, поступают на позицию наплавки.

Установка электроконтактного нагрева заклепок УЭК-01, предназначенная для нагрева заклепок для последующей клепки фрикционных планок в условиях

вагоноборочных цехов при деповском и заводском ремонтах, позволит получить годовой экономический эффект [5].

Отремонтированная, собранная тележка транспортируется на позицию для подкатки под нее колесных пар и частичной перетяжки тормозной рычажной передачи. Затем тележка направляется в вагоноборочный участок для подкатки под вагон.

Список используемой литературы

1. Стоянова, Н. В. Управление грузовым вагонным хозяйством / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 125-129. – EDN PKFQCY.

2. Стоянова, Н. В. Основные этапы стратегического развития железнодорожного транспорта / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-272. – EDN IBXGSQ.

3. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

4. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.

5. Стоянова, Н. В. Повышение уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-271. – EDN DGQINX.

УДК 629.46/47

Организация работы в эксплуатационном депо на участке ТОР

Меланьина Е.А.

Руководитель Плотников Д.А.

В работе проведено технико-экономическое обследование эксплуатационного вагонного депо станции Лиски с разработкой маршрутной технологии организации работы на участке ТОР.

Ключевые слова: грузовые вагоны, вагонного депо, пункт технического обслуживания, тормоз, тор, технологическая схема ремонта.

Эффективная система техобслуживания и ремонта вагонов обязана обеспечивать исправное состояние вагонов в технической эксплуатации, предупреждение внеплановых отцепок вагонов от поездов при следовании и минимизация времени нахождения вагонов в нерабочем состоянии. При этом, текущий отцепочный ремонт (ТОР) вагонов производится на специальных выделенных путях, которые оснащены необходимым оборудованием и механизмами. На нем осуществляется текущий ремонт у порожних и груженных вагонов, имеющих неисправности, которые не устраняются силами и средствами обычного ПТО. При ремонте вагонов и их узлов производится замена неисправных деталей на новые или на заранее отремонтированные (исключение - детали кузова и рамы, которые требуют ремонта без демонтажа их с вагона). На указанном пункте текущего отцепочного ремонта производится ремонт для грузовых вагонов всех типов.

При выполнении ТОР должны быть выявлены и устранены все неисправности вагона в соответствии с требованиями Руководства по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов и деповского технологического процесса.

Материалы, запасные части, применяемые при ремонте вагонов, должны быть сертифицированы, соответствовать нормативной документации и рабочим чертежам на их изготовление и ремонт.

ТОР грузовых вагонов производится по способу замены неисправных узлов и деталей новыми или заранее отремонтированными.

Замену основных неисправных узлов и деталей: колесные пары, боковые рамы и надрессорные балки производится установленным порядком в соответствии с требованиями [1,2].

Колесные пары должны иметь толщину обода не меньше, чем у заменяемой колесной пары [1,2]. При этом подкатываемые колесные пары других железнодорожных администраций должны иметь под левым болтом буксовой крышки бирку, на которой проставлена дата (месяц, год), номер оси, клеймо ремонтного предприятия и цифровой код ж.д. администрации производившей замену колесной пары.

Контроль за выполнением технологического процесса ремонта и качества ТОР вагонов должны осуществлять бригады, мастера, приемщики вагонов и другие должностные лица, назначенные приказом начальника эксплуатационного депо.

Для организации качественного и своевременного ремонта на вагонах необходимо:

- соблюдение требований технологического процесса, инструкций и технических условий на проведение ремонта отдельных деталей и узлов в вагонах;
- наличие технологического неснижаемого запаса исправных узлов, деталей и материалов вагона;
- организация замены неисправных деталей на новые или заранее отремонтированные;
- выполнение всех трудоемких работ с применением механизированных приспособлений, грузоподъемных и транспортных средств;
- обеспечение ремонтных бригад исправным инструментом как личного, так и общего пользования;
- рационально организовать рабочие места и труд ремонтных бригад с учетом технологического процесса, при соблюдении требований охраны труда и промышленной санитарии.

Происходит совершенствование системы технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов по фактически выполненному объему работ. Учитывая, что при постоянном совершенствовании единого перевозочного процесса предъявляются повышенные требования к качеству ремонта, подготовки вагонов под погрузку и технического обслуживания грузовых вагонов.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Повышение уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-271. – EDN DGQINX.

2. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.

3. Стоянова, Н. В. Инновационное производство по ремонту грузовых вагонов / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN EGCIYT.

4. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

УДК 629.45

Технология работы колесно-роликового участка пассажирского вагонного депо

Муконин Э.Э.

Руководитель Кошкалда Р.О.

В работе представлен ряд предложений, направленных на совершенствование технологического процесса по ремонту колесных пар в колесно-роликового участка пассажирского вагонного депо.

Ключевые слова: пассажирский вагон, технологическая схема ремонта, колесно-роликовый участок, колесная пара.

Современная система технического обслуживания и ремонта вагонов должна обеспечивать исправное техническое состояние вагонов в эксплуатации, предотвращение внеплановых отцепок от поездов в пути следования и минимальное время пребывания в исправном состоянии.

С целью повышения эффективности производства, улучшения качества ремонта вагонов в вагонных депо совершенствуются технологические процессы ремонта вагонов и их узлов, вводятся в эксплуатацию новые высокопроизводительные машины и механизмы, широко внедряется более прогрессивный поточный метод депоовского ремонта вагонов.

Парк подвижного состава железнодорожного транспорта характеризуется многообразием типов и конструкций вагонов, используемых в перевозочном процессе пассажиров. Условия эксплуатации вагонов связаны со значительными статическими и динамическими нагрузками, а в отдельных случаях - с воздействием высоких и низких температур, повышенной влажности, агрессивных сред на конструкцию вагонов[1,2].

В современных экономических условиях, при дефиците денежных средств на покупку новых колесных пар, основным источником их пополнения на железнодорожном транспорте становится ремонт.

Качество ремонта колесных пар во многом зависит от исполнителей и организаторов производства в колесных участках, от их знаний передовой технологии и прогрессивных методов труда.

Существует множество современных технологий, способных повысить производительность ремонта колесных пар. Применение этих технологий поможет улучшить качество ремонта и увеличить количество ремонтируемых колесных пар, в которых так нуждается железнодорожный транспорт.

Колесные пары, воспринимающие статическую и динамическую нагрузку, обеспечивают непосредственный контакт экипажа и пути и направляют подвижной состав в рельсовой колее, через них передается на рельсы нагрузка от вагона, а колесные пары жестко воспринимают все толчки и удары от неровностей пути.

Оборудование, которое предназначено для ремонта колесных пар, должно быть технологичным и высокопроизводительным [3,4]. Станок колесотокарный модель РТ905Ф3 предназначен для одиночной обточки профиля поверхности катания вагонных колесных пар как с буксами, так и без букс.

Колесотокарный станок обслуживает токарь 6 разряда, подача колесной пары производится кран – балкой, управляемой крановщиком.

Портальная компоновка станка позволяет устанавливать его в технологическую линию ремонта колесных пар. Для установки возможно использование фундамента станка UBВ112 фирмы «РАФАМЕТ» с незначительной доработкой. Конструкция гидрокопировальных суппортов станка обеспечивает возможность обработки профиля за один проход при глубине резания до 10 мм.

Автоматизация большинства технологических операций обуславливает высокую производительность станка.

Станок РТ905Ф3 оснащен системой ЧПУ, следящими электроприводами подачи и измерительным устройством, которое позволяет оптимизировать припуск на обработку, что способствует увеличению рабочего ресурса колесных пар и надежности в эксплуатации [5].

Список используемой литературы

1. Стоянова, Н. В. Управление грузовым вагонным хозяйством / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2021) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 15 ноября 2021 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2021. – С. 125-129. – EDN PKFQCY.
2. Стоянова, Н. В. Инновационное производство по ремонту грузовых вагонов хозяйством / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN EGCIYT.
3. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

4. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.

5. Стоянова, Н. В. Повышение уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-271. – EDN DGQINX.

УДК 629.45

Технология работы участков по ремонту вагонов вагоноремонтного завода

Никольская М.Е.

Руководитель Стоянова Н.В.

В данной работе произведено технико-экономическое обследование Воронежского вагоноремонтного завода им. Тельмана. Рассмотрен ремонтно-комплектовочный цех.

Ключевые слова: завод, комплектовочный цех, капитально-восстановительный ремонт, санитарно-гигиеническая безопасность.

На заводе осуществляется капитальный ремонт вагонов второго объемов, капитально-восстановительный ремонт пассажирских вагонов, продление срока службы вагонов за счет использования восстановленных существующих кузовов, тележек и другого оборудования. При ремонте используются прогрессивные материалы и системы электрооборудования, вентиляции, кондиционирования т.д. Создаются проекты вагонов повышенной комфортности, с применением новых методов создания интерьера, улучшения внутренней отделки вагонов, системы ЭЧТК и т.д.

Создаются проекты вагонов повышенной комфортности, с применением новых методов создания интерьера, улучшения внутренней отделки вагонов и т.д. В данной работе произведено технико-экономическое обследование Воронежского вагоноремонтного завода им. Тельмана. Рассмотрен ремонтно-комплектовочный цех.

Ремонтно-комплектовочный цех является самостоятельным структурным подразделением и непосредственно подчиняются заместителю директора по производству.

Взаимосвязь между подразделениями цеха и работниками каждого подразделения распределяются на основании технологических процессов и должностных инструкций.

Согласно Стандарту санитарно-гигиенической и противоэпидемической безопасности при проведении работ по текущему обслуживанию, демонтажу и ремонту экологических чистых туалетных комплексов замкнутого типа пассажирских вагонов различного назначения и вагонов электропоездов на участке РКЦ является обязательным для лиц, обеспечивающих удаление, сбор и транспортировку фекальных масс из баков сливных пассажирских вагонов различного назначения и вагонов электропоездов, оборудованных ЭЧТК, а также осуществляющих ремонтные работы и технический контроль эксплуатации замкнутых систем сбора канализационных стоков.

Опорожнение и дезодорирование баков сливных ЭЧТК пассажирских вагонов и вагонов электропоездов, в случае отсутствия СКО, должны проводиться на путях,

обеспечивающих проезд автомобиля обслуживания. При этом запрещается использовать для этих целей междупутья, где установлены колонки водоснабжения.

Ремонт, демонтаж, дезинфекция и механическая чистка баков сливных экологически чистых туалетных комплексов, должны проводиться на специальной площадке с твердым гладким покрытием, оборудованной горячим и холодным водоснабжением. В летнее время такая специализированная площадка может находиться на открытом воздухе, в холодное время года оборудуются в помещении с температурой не ниже 00 С.

Отведенный под площадку участок (грунт) должен быть сухим, не затапливаемым и иметь возможность подъезда автомобиля обслуживания. Местоположения площадки должно быть согласовано с органами Россанэпиднадзора, с оформлением на него санитарно-эпидемиологического заключения, выданного в установленном порядке.

Планировка участка должна иметь уклон для отвода талых и ливневых вод в сторону, противоположную от станционных путей.

В темное время суток в местах производства работ на открытой площадке, освещенность должна быть в пределах 75-100 лк, а проходы к рабочей площадке освещены не менее чем на 30лк. Производство работ в неосвещенных местах запрещается.

При проведении обслуживания и ремонта ЭЧТК должны соблюдаться требования «Правил техники безопасности и производственной санитарии при техническом обслуживании и ремонте вагонов».

Список используемой литературы

1. РД 32.ЦЛД-ВНИИЖТ.01-2005. Руководящий документ по техническому обслуживанию, ремонту и освидетельствованию колесных пар пассажирских вагонов с двухрядными коническими подшипниками кассетного типа

УДК 629.45

Организация технологии ремонта вагонов на вагоноремонтном заводе

Панова Е.А.

Руководитель Кошкалда Р.О.

В данной работе рассмотрена технология ремонта вагонов на вагоноремонтном заводе. Рассмотрены цеха и участки по ремонту пассажирских вагонов.

Ключевые слова: вагоноремонтный завод, пассажирский вагон, вагоносборочный цех, технология ремонта, капитально-восстановительный ремонт.

Воронежский вагоноремонтный завод - одно из старейших Российских предприятий железнодорожного транспорта. Начав свою работу в 1912 году как Отрожские вагоноремонтные мастерские, они были переименованы в Вагоноремонтный завод в 1927 году. А с 2008 года открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (ОАО "РЖД") объявило об организации дочернего ОАО «ВРМ» на базе Воронежского, Тамбовского и Новороссийского вагоноремонтных заводов. Июль 2008 года – начало хозяйственной деятельности ОАО «ВРМ». В 2014 году изменено наименование компании на Акционерное общество "Вагонремаш" (АО "ВРМ").

Завод является единственным предприятием России, где уже с 1994 года серийно налажен капитально-восстановительный ремонт пассажирских вагонов. Конкурентоспособность вагонов нового поколения, производимых на заводе, по отношению к конкурентам будет определяться высоким качеством при относительно невысоком уровне цен. Эти условия будут обеспечиваться передовой технологией изготовления продукции и привлечением опытных высококвалифицированных специалистов, которыми располагает предприятие [1].

Подача вагонов в деповской и капитальный ремонт производится с периодичностью и в сроки установленные приказом «О введении новой системы технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов». Пассажирские вагоны, прибывшие в ремонт по графику, принимаются в двухсуточный срок.

Приемка в ремонт пассажирских вагонов производится на территории завода комиссией в составе: главный инженер, начальник ОПВООР, технологи ОПВООР, начальник ПДО, начальник ОТК и представитель АО «ФПК» на заводе.

При поступлении в ремонт пассажирского вагона с неуккомплектованным, подмененным или не подлежащим восстановлению оборудованием, в состав комиссии включаются руководитель завода и старший заводской инспектор-приемщик ЦТА ОАО «РЖД».

Комиссия в течение трех суток принимает решение о возможности ремонта вагона, его укомплектовании или отправке к месту приписки без ремонта.

Приемка вагона в ремонт оформляется Актом приемки вагона в ремонт формы ЗРУ-25, в котором отмечается наличие сопроводительной документации, указываются неотмеченные в акте ф.ВУ-25а поврежденные, и в акте ф.ВУ-26 недостающие узлы, детали и агрегаты.

Акт приемки дополняется перечнем принимаемого на ответственное хранение инструмента и инвентаря с указанием его состояния.

На основании акта приемки вагона в ремонт ЗРУ-25, комплектовочных ведомостей (вагонокомплектов), оформляемых технологами, актов осмотра вагона в процессе разборки и актов на списание узлов (деталей) на ремонтных участках ОПВООР направляет заявки в ОМТО на приобретение необходимого материала, не предусмотренного нормами расхода, для пополнения недостающих деталей и узлов с повышенной степенью износа.

Для определения взаимосвязанных заданий на каждые сутки цехам, обеспечивающим ритмичный выпуск продукции в соответствии с договорными обязательствами, разрабатываются планы-графики производства.

Расчет заводских планов-графиков производится инженерным аппаратом ПДО на основе разработанных технологических графиков ремонта пассажирских вагонов с учетом норм простоя, установленных для каждого вида ремонта.

Все несоответствия, обнаруженные при изготовлении или ремонте, контроле исполнителем и производственным мастером, испытаниях продукции, устраняются и оформляются документами до предъявления продукции ОТК[2,3].

Список используемой литературы

1. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGVW.

2. Стоянова, Н. В. Повышение уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-271. – EDN DGQINX.

3. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции,

Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.

УДК 629.46/47

Технология ремонта на ПТО грузовых вагонов депо Казинка

Пятницких А.И.

Руководитель Герасименко А.В.

В данной работе рассмотрены вопросы организации технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов в сетевом пункте технического обслуживания вагонов грузового вагонного депо.

Ключевые слова: ремонт, техническое перевооружение, депо, грузовой вагон, технология, контроль, безопасность движения.

С повышением скорости движения растут требования к качеству пути и подвижного состава.

Основным направлением совершенствования организации вагонного хозяйства на дорогах является разработка мер по выполнению установленных норм технического обслуживания вагонов и обеспечение безотказной работы вагонов на гарантийных участках с целью недопущения опозданий поездов и нарушений безопасности движения [1].

Размещение и техническое оснащение вагонных депо (ВЧД), контрольных постов (КП), пунктов подготовки вагонов к перевозкам (ППВ), пунктов технического обслуживания (ПТО) и ремонта вагонов и других подразделений вагонного хозяйства должны обеспечивать высокое качество и высокую производительность технического обслуживания. Работники пунктов технического обслуживания и подготовки вагонов к перевозкам должны своевременно и в точном соответствии с технологическим процессом и графиком движения поездов производить техническое обслуживание и ремонт вагонов.

Основной задачей пунктов технического обслуживания является обеспечение высокого уровня работоспособности вагонов в условиях непрерывно-возрастающей интенсивности эксплуатации вагонного парка. Задача состоит в том, чтобы с одной стороны возможно полнее использовать обслуживающие средства пунктов технического обслуживания, с другой свести к минимуму задержки в обслуживании поездов и повысить пропускную способность станций.

Работа смен ПТО организована с учетом обеспечения безопасности движения и обеспечения графика движения поездов за счет применения передовых средств механизации трудоемких процессов, информационного обеспечения, своевременной подготовки инструмента, приспособлений, запасных частей, правильной расстановки людей в бригадах и группах, применения передовых методов технического обслуживания и осуществления тщательного контроля за качеством работы.

Ситуация на рынке транспортных услуг не позволяет увеличивать расходы на техническое обслуживание подвижного состава. В связи с этим необходимо обеспечить его оптимальное использование без снижения уровня безопасности движения.

Использование комплексов диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар позволит производить замер геометрических параметров колесных пар вагонов не только в поездах следующих на ПТО вагонных депо, но и колесных пар вагонов транзитных поездов [2].

Измерительная система ARGUS обмеряет и обследует колеса рельсового подвижного состава в движении [3].

При проследовании поезда через установку все колеса проверяются по ряду параметров. Результаты измерений поступают в цех ремонта по системе передачи данных. Блок информации для каждого колеса может быть выделен с помощью системы идентификации. Все результаты измерений, дающие полную информацию о состоянии каждого колеса и колесных пар, помещаются в запоминающее устройство.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

2. Стоянова, Н. В. Повышение уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-271. – EDN DGQINX.

3. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022): Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.

УДК 629.46/47

Организация текущего отцепочного ремонта вагонов в депо

Пятницких Д.Е.

Руководитель Герасименко А.В.

В работе рассмотрено совершенствование технологии ремонта грузовых вагонов в депо Казинка. Рассмотрены основные вопросы организации ремонта, которые направлены на обеспечение безопасности движения поездов.

Ключевые слова: грузовой вагон, опробование тормозов, тормоз, текущий ремонт, безопасность движения.

Основная цель вагонного хозяйства обеспечение сети железных дорог надежным, отвечающим современным стандартам и требованиям подвижным составом.

Организация ремонта грузовых вагонов должна соответствовать современному и прогрессивному уровню развития вагонного парка, обеспечивать постоянную исправность вагонов, уменьшая их простой в неисправном состоянии, повышение производительности труда и снижение себестоимости ремонта [1].

В настоящее время большое внимание уделяется развитию технической базы для текущего ремонта вагонов. Открываются большие механизированные пункты подготовки вагонов к перевозкам, улучшается работа пунктов технического обслуживания, находящихся

на сортировочных и участковых станциях. Обширно внедряются средства механизации сложных процессов.

При текущем отцепочном ремонте вагона, вне зависимости от причин его отцепки, осмотр всего тормозного оборудования, деталей его крепления и предохранительных устройств, размещенных на раме вагона и тележках производится в соответствии с требованиями «Общего руководства по ремонту тормозного оборудования вагонов» 732-ЦВ-ЦЛ[2].

Ремонтирование вагонов выполняется согласно методу смены поврежденных элементов и элементов предварительно налаженными или новыми соответствующего типа, отвечающими техническим требованиям и характеристикам данной серии вагонов.

В основу ремонта принят стационарный метод, который производится комплексными (слесари, сварщики) бригадами и отдельными специализированными бригадами (слесари-автоматчики).

Участок текущего отцепочного ремонта имеет участок несквозного типа, предназначенный для выполнения разборных, ремонтно-сборочных, монтажных и малярных работ непосредственно на вагоне, при этом вагоны перемещаются на стационарные позиции ремонта, а затем после сборки вытягиваются через ворота на пути вагонного парка.

При этом у вагона проверяется наличие и исправность крепежных деталей и предохранительных (поддерживающих) устройств тормозного оборудования. На вагонах, оборудованных авторежимом, проверяется исправность упора авторежима, опорной балки, контактной планки.

Все выявленные при осмотре неисправности устраняются, неисправное тормозное оборудование, предохранительные устройства и детали крепления меняются на исправные, отсутствующие ставятся.

Текущий отцепочный ремонт вагонов производится на специально выделенных путях, оснащенных необходимым оборудованием и приспособлениями.

В целях уменьшения времени на смену поглощающих аппаратов и улучшения качества текущего отцепочного ремонта предлагается техническое перевооружение участка ТОР путем внедрения новых установок универсальной смены поглощающих аппаратов подвижного. До внедрения установок смена поглощающего аппарата производилась вручную, что занимало больших затрат времени съёмки и постановки, ремонта аппарата и соответственно на ремонта вагона в целом.

Установка УСПА-1 предназначена для демонтажа поглощающих аппаратов железнодорожных вагонов с целью проведения их технической экспертизы и ремонта. Установка позволяет выполнять демонтаж и

монтаж как пружинно-фрикционных, так и эластомерных поглощающих аппаратов с максимальной энергоемкостью до 200 кДж. Внедрение данной установки позволяет сократить время ремонта ударно-тяговой части вагона.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

2. Стоянова, Н. В. Инновационное производство по ремонту грузовых вагонов хозяйством / Н. В. Стоянова // Транспорт: наука, образование, производство («транспорт-2022») : ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ, Воронеж, 25–27 апреля 2022 года. – Воронеж: филиал федерального государственного

бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN EGGIYT.

3. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

УДК 629.46/47

Общая технологическая схема ремонта вагонов на вагоноремонтном заводе Лиски

Сучилин А.С.

Руководитель Герасименко А.В.

В работе проведено технико-экономическое обследование вагонного депо. Рассмотрена общая технологическая схема ремонта вагонов, с учетом увеличения годовой программы ремонта.

Ключевые слова: грузовой вагон. рефрижераторное вагонное депо, колесно-роликовый участок.

Рефрижераторному вагонному депо «Лиски» в 2021 году был присвоен новый статус Вагоноремонтный завод Лиски - филиал ООО "Новая вагоноремонтная компания". На сегодняшний день производственные мощности позволяют ремонтировать свыше 3 тыс. вагонов и свыше 10 тыс. колесных пар в год [1]. Завод имеет 8 стационарных позиций для проведения планового ремонта грузовых вагонов и 6 позиций для проведения текущего отцепочного ремонта вагонов.

Он выполняет следующие виды ремонта:

1. Вагоны грузовые с осевой нагрузкой 23,5 тс, отремонтированные деповским и капитальным ремонтом;

2. Вагоны грузовые с осевой нагрузкой 23,5 тс, отремонтированные деповским ремонтом;

3. Вагоны грузовые с осевой нагрузкой 25,0 тс, отремонтированные деповским ремонтом;

4. Вагоны грузовые отремонтированные текущим отцепочным ремонтом в объеме ТР-1, ТР-2.

5. Колесная пара типа РУ1-957-Г, РУ1Ш-957-Г, РВ2Ш-957-Г отремонтированные текущим и средним ремонтом. Изготовление и ремонт колесных пар:

□ Вновь формирование колесных пар 23,5 т/ось с кассетными подшипниками типа Brenco, SKF;

□ Вновь формирование колесных пар 25 т/ось, в т.ч. с кассетными подшипниками типа Brenco, SKF;

□ Монтаж и демонтаж сдвоенных цилиндрических подшипников HARP;

□ Капитальный ремонт колесных пар, в том числе с кассетными подшипниками типа Brenco, SKF;

□ Средний и текущий ремонт колесных пар, в т.ч. с кассетными подшипниками.

Вся деятельность вагоноремонтного завода (рефрижераторного вагонного депо) Лиски подчинена технологическому процессу, который определяет последовательность и параллельность выполнения различных операций. Выполнение технологического процесса гарантирует ритмичную, высокопроизводительную работу всех подразделений и

предприятия в целом. В основу организации ремонта вагонов на предприятии заложены прогрессивные методы ремонта, которые позволяют внедрить современное, высокопроизводительное оборудование, обеспечивающее требуемую производительность труда, высокое качество ремонта и снижение себестоимости.

В депо основной формой организации ремонта вагонов является поточный метод. Он характеризуется тем, что все процессы разделяются на операции, которые выполняются на специально оборудованных местах (позициях).

Производственные участки и подразделения максимально приближены к вагоносборочному производственному участку и располагаются в последовательности технологического процесса ремонта.

Использование комплексов диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар позволит производить замер геометрических параметров колесных пар вагонов [2].

В колесно-роликовом участке планируется измерительная система ARGUS, которая обмеряет и обследует колеса рельсового подвижного состава [3].

Площади, оборудование, штат работников подобран и рассчитан так, чтобы с учетом трудоемкости и цикличности ремонта участков по ремонту автосцепного оборудования, кузова и ходовых частей вагона соответствовали цикличности работ и времени нахождения вагона на ремонтных позициях вагоносборочного участка.

Список используемой литературы

1. Стоянова, Н. В. Проблемы и перспективы развития вагонного хозяйства / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 261-265. – EDN GHTVGW.

2. Стоянова, Н. В. Повышение уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-271. – EDN DGQINX.

3. Стоянова, Н. В. Измерительная система диагностики колесных пар Argus / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 265-268. – EDN NIKITS.

УДК 629.41

Применение бортовой микропроцессорной системы управления МСУ-ТП на тепловозах

Игнатенко С.А.

Руководитель Стоянова Н.В.

В работе рассмотрены вопросы эксплуатации микропроцессорной системы управления, регулирования и диагностики МСУ-ТП, которая применяется на тепловозах.

Ключевые слова: микропроцессорная система, блок регулирования, тепловоз, преобразователь напряжения, МСУ-ТП.

Микропроцессорная система управления МСУ-ТП применяется для управления электрической схемой тепловоза в режимах запуска и остановки дизеля, холостого хода, тяги и электрического торможения (ЭТ); управления электрической передачей в режимах холостого хода, тяги и ЭТ.

Широкое применение микроЭВМ в качестве бортовых управляющих систем, расширяет их функциональные возможности, снижает массо-габаритные показатели, а за счёт реализации более эффективных алгоритмов снижается расход топлива, электроэнергии и улучшаются тяговые свойства локомотивов.

Микропроцессорная техника меняет подход к построению системы регулирования электропередачи тепловозов, позволяя реализовывать все необходимые функции тепловоза на программном уровне. Коренным отличием программной реализации алгоритмов управления и регулирования от применяющейся до сих пор аппаратной реализации является то, что все логические связи между состоянием входов и выходов системы управления организуются на уровне управляющей программы. При этом любое изменение или дополнение в выполняемых функциях не требует никаких изменений в схеме управления тепловозом.

Для управления электрической передачей мощности, а также для поддержания требуемых режимов работы тепловоза на современных локомотивах используются микропроцессорные системы управления. Ранее функции автоматического управления и регулирования чаще всего выполняли унифицированные блоки автоматики. Однако в силу того, что они являлись аналоговыми регуляторами и не обеспечивали таких функциональных и диагностических возможностей, как современные цифровые системы, рассматривать в расчетно-графической работе такие устройства нецелесообразно.

При выборе микропроцессорной системы управления надо руководствоваться типом передачи мощности и типом тепловоза.

Микропроцессорная система управления, регулирования и диагностики МСУ-ТП применяется на тепловозах и предназначена для:

- управления электрической схемой тепловоза в режимах запуска и остановки дизеля, холостого хода, тяги и электрического торможения (ЭТ);
- управления электрической передачей в режимах холостого хода, тяги;
- объединенного регулирования мощности дизель-генератора;
- контроля и автоматических защит оборудования тепловоза;
- диагностики основного и вспомогательного оборудования тепловоза с архивированием диагностической информации в дисплейном модуле;
- вывода на дисплей информационных, предупредительных и аварийных сообщений, содержащих данные, позволяющие обслуживающему персоналу производить техническое обслуживание тепловоза и его ремонт;
- осуществления связи с автоматизированной системой контроля параметров тепловоза и учета дизельного топлива (АСК) с передачей данных по беспроводному каналу связи на сервер единой автоматизированной системы учета дизельного топлива (ЕАСУ ДТ) ОАО "РЖД"[1].

Имеется возможность использования диагностических данных МСУ локомотива. Эффективность диагностирования предотказных состояний заключается в том, что работа с данными МСУ тепловозов позволяет не только своевременно выявлять отказы оборудования, но и обнаруживать опасные процессы до момента наступления отказа, что при своевременной постановке на ремонт позволяет избежать дорогостоящего отказа оборудования. Так же накапливая статистику проявления предотказных состояний с регистрацией последовавшего отказа, можно составлять алгоритмы диагностирования

предотказов с последующим предотвращением отказа на этапе планово-предупредительных работ технического обслуживания и ремонта.

Список используемой литературы

1. Микропроцессорные системы автоматического регулирования электропередачи тепловозов: Учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / А.В. Грищенко, В.В. Грачев, С.И. Ким, Ю.И. Клименко и др.; Под редакцией А.В. Грищенко.

УДК 629.41

Организация ремонта ТО-2 тепловозов в локомотивном депо

Клейменов В.А.

Руководитель Поляков А.В.

В работе рассмотрены методы и способы организации технического обслуживания в объеме ТО-2 локомотивном депо.

Ключевые слова: ТО-2, тепловоз, локомотивное депо, техническое обслуживание, экипировка.

Для выполнения одной из важнейших задач локомотивного хозяйства – обеспечения перевозок исправными и надежными локомотивами – создана и действует система планово-предупредительных ремонтов подвижного состава и система технического обслуживания.

В ремонтных локомотивных депо за своевременный и качественный ремонт отвечает заместитель начальника по качественному ремонту. Также проводится день качества, на котором присутствуют все работники депо, так же проводится опрос работников, которые допустили брак.

Система устанавливается в соответствии с указанием Департамента локомотивного хозяйства ОАО «РЖД» и предусматривает проведение следующих видов ТО и ремонтов в условиях депо:

- Технические обслуживания: ТО-1, ТО-2, ТО-4, ТО-5;
- Ремонты: ТР-1, ТР-2 и ТР-3.

ТО-1 и ТО-2 предназначены для предупреждения появления неисправностей и поддержания электровозов в работоспособном и надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, обеспечения пожарной безопасности и безаварийной работы.

ТО-4 предназначено для обточки бандажей колесных пар без выкатки их из-под электровозов с целью поддержания оптимальной величины проката и толщины гребня в соответствии с требованиями инструкции по содержанию колесных пар.

ТО-5 выполняется:

- в процессе подготовки электровоза для постановки в запас МПС России (с консервацией для длительного хранения) и длительного содержания в резерве железной дороги (далее - РД) - ТО-5а;
- в процессе подготовки электровоза к отправке в недействующем состоянии в капитальный ремонт на заводы или в другие депо, СР и ТР в другие депо, передачи на баланс другим депо или передислокации □ТО-5б;
- в процессе подготовки электровоза к эксплуатации после постройки, ремонта на заводах или в других депо, после передислокации □ ТО-5в;
- в процессе подготовки электровоза к эксплуатации перед выдачей из запаса МПС России или РД □ТО-5г;

Объемы обязательных работ, необходимость замены, ремонта или восстановления деталей, отдельных сборочных единиц при ТО-2, ТР-1, ТР-2 и ТР-3 устанавливаются Руководством по техническому обслуживанию и текущему ремонту.

Локомотивное депо Елец-Северный обеспечивает работу выполнения государственного плана по перевозкам грузов и пассажиров. Эту работу стараются проводить с минимальными затратами и высокими технико-экономическими показателями. Важное значение отводится соблюдению безопасности движения.

Цель работы заключается в систематизировании и объединении в единую задачу большинство практических работ, при этом максимально приблизить эти работы к производственным условиям локомотивного депо, в совмещении технического обслуживания (ТО-2) и экипировки депо в новых условиях. Состояние локомотивов имеет большое значение для работы в депо. Оно обеспечивается качественным уходом и безаварийной работой. Особое значение имеют и условия эксплуатации тепловозов, которые гарантируют использование на полные мощности и работу всех тяговых свойств между плановыми ремонтами. Это позволяет экономить материальные средства при ремонте и сокращает время простоя локомотивов [1].

Локомотивное депо обеспечивает постоянно растущие перевозки грузов и пассажиров тяговыми средствами и содержание их в исправном состоянии, гарантирующем полную безопасность, точное выполнение расписания и графика движения поездов.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Система управления качеством в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.

УДК 629.41

Организация эксплуатации тепловоза 2ТЭ25КМ

Кочергин М.А.

Руководитель Поляков А.В.

В работе рассмотрена организация эксплуатации тепловоза 2ТЭ25КМ и приведены его характеристики.

Ключевые слова: тепловоз серии 2ТЭ25КМ, эксплуатация, система прогрева, техническое обслуживание, локомотив.

Одним из приоритетов повышения эффективности перевозочного процесса стало применение магистральных двухсекционных грузовых тепловозов нового поколения 2ТЭ25К и его модификации — первый российский грузовой магистральный двухсекционный тепловоз с шестиосными секциями и электрической передачей переменного тока и коллекторными тяговыми электродвигателями.

Эксплуатационные испытания тепловоза показали, что по тяговым характеристикам он обеспечивает перевозку составов массой 6400 тонн. Переход на массовое применение тепловозов 2ТЭ25КМ позволит увеличить средний вес поездов, повысить эффективность эксплуатации инфраструктуры и сократить сроки доставки грузов. Данный тепловоз эксплуатируется на участке Елец-Кочетовка.

Основными преимуществами тепловоза 2ТЭ25КМ являются: высокая сила тяги при трогании с места и расчетного режима; уменьшение количества силовых и вспомогательных электроаппаратов; применение встроенных средств диагностики с контролем основных параметров; снижение расхода топлива на частичных режимах и выброса вредных веществ;

снижение расхода топлива на частичных режимах и выброса вредных веществ; оптимизация затрат мощности на привод собственных нужд.

Секция тепловоза оборудована дизель-генератором 18-9ДГ в составе дизеля 16ЧН26/26 и тягового генератора ГС-501АУ2 или ГСТ-2800-1000У2, смонтированных на общей поддизельной раме и соединенных между собой пластинчатой муфтой. На тяговом генераторе устанавливается стартер-генератор и возбудитель. Вентиляция тягового генератора выполняется осевым вентилятором с механическим приводом от дизеля с очисткой охлаждающего воздуха в мультициклонном фильтре с отсосом уловленной пыли мотор-вентилятором. На дизеле установлены два водомасляных теплообменника, самоочищающийся полнопоточный фильтр масла, фильтры тонкой очистки топлива, терморегулятор масла, комплект датчиков, электронный регулятор частоты вращения.

Повышение тяговых свойств тепловоза обеспечиваются электрической передачей переменного тока с поосным регулированием силы тяги с синхронным тяговым генератором, управляемым тяговым выпрямителем и тяговыми двигателями постоянного тока.

Тепловоз оборудован многофункциональной микропроцессорной системой управления, контроля и диагностики с отображением информации на дисплее пульта машиниста, которая позволяет контролировать техническое состояние оборудования, обеспечивать оптимизацию тяговой и тормозной характеристик тепловоза; комплексным локомотивным устройством безопасности КЛУБ-У-120; телемеханической системой контроля бодрствования машиниста ТСКБМ; системой автоматизированного контроля параметров работы дизельного подвижного состава и учета дизельного топлива «АСК»; основным пневматическим автоматическим и вспомогательным прямодействующим тормозом; стояночным ручным тормозом, удерживающим тепловоз на уклоне 30%.

Охлаждение тягового электрооборудования осуществляется радиальными мотор-вентиляторами с асинхронными электродвигателями.

Имеет двухступенчатую систему очистки воздуха, поступающего в дизель с принудительным выбросом уловленной пыли, обеспечивающей очистку воздуха до 99,5%, вследствие чего увеличивается срок службы цилиндропоршневой группы дизеля, снижаются эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт дизеля.

Для увеличения безремонтных пробегов локомотива в депо проводятся корректирующие мероприятия, направленные на повышение надежности локомотивов серии 2ТЭ25км [1].

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Система управления качеством в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.

УДК 629.41

Применение средств диагностики дизелей при сервисном обслуживании тепловозов

Панарин И.А.

Руководитель Стоянова Н.В.

Рассмотрен вопрос разработки новых методов и средств систем мониторинга и диагностирования дизелей при сервисном обслуживании, который позволяет выявить причину неисправности.

Ключевые слова: диагностика, сервисное обслуживание, тепловоз, локомотивное депо, механотестер, мониторинг, тепловоз.

Система технического обслуживания и ремонта – это совокупность взаимосвязанных между собой средств, документации технического обслуживания и ремонта и исполнителей, которые необходимы для процесса поддержания и восстановления качества изделий, входящих в эту систему.

В настоящее время способы контроля технического состояния подвижного состава отличаются по комплексному составу обнаруженных признаков, определяющих нюансы структуры и перекрытия трех основных объектов рассматриваемой системы: предмет диагностирования, комплекс сбора, обработки и передачи имеющейся информации и комплекс анализа с последующим её анализом и отображением информации диагностирования.

К числу мер, повышающих эффективность эксплуатации тягового подвижного состава, следует отнести внедрение бортовых, переносных и стационарных средств технического диагностирования узлов и агрегатов, систем с формированием банка данных о состоянии тепловозов и их узлов с целью дальнейшего перехода на систему ремонта и технического обслуживания по фактическому состоянию.

На текущий момент, можно отметить выделение в направлении ремонта тепловозов обязанности и роль сервисных компаний как основной ключевой показатель.

Определение и использование определенного метода диагностики зачастую определяется целым рядом данных, из которых основными выглядят: мощность дизелей, их тип, условия эксплуатации и ремонта, квалификация ремонтного персонала.

Максимальную распространенность получили две основные схемы контроля рабочего цикла дизеля– стационарная и переносная системы.

Стационарные, созданные в виде программно-аппаратного узла, разработаны на основе промышленного компьютера. Программные продукты в подобных системах эксплуатируются в режимах текущего времени, что желательно для эксплуатации испытателями высокой квалификации.

Основным смыслом разделённого по времени мониторинга для тепловозных дизелей сводится к использованию двух рабочих модулей — модуля реального измерения и модуль расчёта.

По мере того, как депо оснащаются средствами диагностирования, позволяющими в полной мере и достоверно оценивать состояние узлов ТПС и меры их совершенствования, их учёта и анализа, их наработки, а также при автоматизированной оценке возможных изменений контрольных параметров таких узлов. Фактически, происходит преобразование действующей системы в новую систему, условно названную «системой технического сервиса тягового подвижного состава». Обработка отчетов по каждому из локомотивов, прошедших диагностику, образуют информационную базу, обработка которой позволяет определять перечень работ для очередного текущего ремонта или технического осмотра. Выполнение непрерывного контроля параметров локомотива в эксплуатации делает возможность отслеживания целого ряда нарушений режимов управления, которые обычно не поддаются учёту, в отличие от их последствий, приводящим к отказам работы основного оборудования.

Анализ особенностей организации технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава Российских железных дорог свидетельствует о том, что существующие методы определения периодичности и объемов планово-предупредительных ремонтов нуждаются в дальнейшем совершенствовании в направлении более тщательного учета фактического технического состояния оборудования локомотивов.

Способы улучшения надежности колесных пар локомотивов в условиях депо

Устинов А.С.

Руководитель Стоянова Н.В.

В работе рассмотрены способы улучшения надежности колесных пар локомотивов в условиях депо, для уменьшения износа и увеличения безопасности движения.

Ключевые слова: тепловоз, колесная пара, депо, локомотив, тяговый редуктор, тэд, безопасность движения, гребень.

Безопасность движения на железнодорожном транспорте в большой степени определяется качеством изготовления и ремонта подвижного состава и условиями его эксплуатации.

Движение подвижного состава в кривых и в прямолинейных участках пути сопровождается трением гребней бандажей колесных пар в точке контакта с боковыми гранями наружных рельсов. Это трение вызывает интенсивный износ гребней и рельсов, что создаёт угрозу безопасности движения, увеличивает сопротивление движению и энергозатраты на тягу, вследствие чего растут эксплуатационные расходы.

Воздействие колеса на рельс определяется как сумма усилий от воздействия различных видов колебаний, происходящих в данный момент в исследуемой кинематической колебательной системе – «колесо-рельс» [1].

Проблема износа гребней колес и бокового износа рельсов в последние годы является одной из наиболее острых на железных дорогах России. Анализ статистических данных показал, что основными причинами отбраковки колесных пар тягового подвижного состава являются износ и подрез гребня, а также возникновение остроконечного наката.

Известно, что проблема износа гребней бандажей заключается не только в нахождении оптимального разбега колесных пар в рельсовом пути. Есть множество факторов, влияющих на износ гребней. Задача состоит в том, чтобы колесная пара имела наилучшие условия движения в колее колеи, как на кривых, так и на прямых участках колеи.

Объем работ при всех видах ремонтов определяется Правилами ремонта, отраслевой нормативной документацией, а также ремонтной документацией. При производстве работ необходимо соблюдение требований ПТЭ, государственных и отраслевых стандартов, а также специальных отраслевых инструкций.

Существуют следующие способы закалки гребней колес, которые классифицируются по способу нагрева и охлаждения.

Можно выделить шесть основных способов нагрева:

объемный нагрев в печах;

индукционный нагрев токами высокой частоты;

нагрев низкотемпературной плазмой (3000 °С), получаемой с помощью химических реакций;

нагрев высокотемпературной плазмой (15000°С), получаемой с помощью электротока;

электроконтактный нагрев;

нагрев лазерным лучом.

Одним из способов для магнитоплазменного упрочнения гребней локомотивных колесных пар является применение Установки УМПУ-2. Она предназначена для поверхностной термообработки рабочих зон гребней для снижения износа и без раскатки колесных пар.

Плазменное упрочнение осуществляется с помощью электромагнитного сканирования дугового разряда на обрабатываемой поверхности.

В инструкции по эксплуатации установки учитывается качество упрочненного слоя. Оно обеспечивается соблюдением режимов плазменного упрочнения.

Контроль качества ар мир ован н ого слоя осуществляется визуально. Твердость не измеряется на гребне.

Визуальный контроль процесса обработки осуществляется по следующим критериям:

– сканирование анодного пятна должно быть стабильным, не резким, исключается наличие видимых, единичных анодных пятен, приводящих к локальному плавлению металла в этих областях;

– шунтирование дугового разряда к полюсам магнитопровода ЭМС не допускается.

Список используемой литературы

1 Стоянова, Н. В. Процессы при контакте колеса подвижного состава с рельсом / Н. В. Стоянова, Д. Е. Минаков, Е. Ю. Минаков // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019") : труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января – 23 2019 года. – Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2019. – С. 134-137. – EDN GIKMQV.

УДК 629.42

Ремонт вспомогательных машин электровоза ЭПМ в локомотивном депо

Бурулько А.А.

Руководитель Стоянова Н.В.

В работе рассмотрен электровоз ЭПМ и вопросы ремонта его вспомогательных машин в локомотивном депо.

Ключевые слова: пассажирский электровоз, частота вращения, тяговый электродвигатель, вспомогательные машины, экономическая эффективность.

В компании ОАО "РЖД" в разработаны программы создания и освоения производства нового подвижного состава на перспективу. В основу этих программ положен многофакторный подход, учитывающий не только обеспечение потребности в новом подвижном составе, но и повышение требований к качеству транспортных услуг.

Поэтому на Новочеркасском электровозо-строительном заводе создан пассажирский электровоз переменного тока ЭП1 и его модификации. Данный локомотив призван заменить электровозы ЧС4, ЧС4Т всех модификаций. Коллекторные тяговые двигатели позволяют развивать скорость до 140 км/ч на электровозах ЭП1 и ЭП1М, и до 120км/ч на электровозах серии ЭП1П.

Снизить эксплуатационные неисправности вспомогательных машин и тягового оборудования в следствии не правильных действий локомотивных бригад обслуживающих локомотив за счет:

Установки на электровоз ЭП1М(П) два мотор вентилятора постоянного тока вместо трех переменного тока.

Возможности регулирования частоты вращения мотор вентиляторов при различных режимах эксплуатации.

Исключения возможности отключения мотор вентиляторов, машинистом, при следовании поезда в режиме выбега.

Реализация работы локомотива при выходе из работы одного мотор вентилятора с сохранением охлаждения тягового оборудования.

Внедрение электродвигателей постоянного тока для работы вентиляторов охлаждения тягового оборудования на электровозах ЭП1м позволит обеспечить охлаждение оборудования на стоянках после следования поезда по затяжным подъемам или спускам. Тем

самым обеспечивается работа тягового оборудования локомотива в допустимых температурных режимах без перегрева изоляции и масла тягового трансформатора, что позволит сократить внеплановые отцепки электровозов на проведение ремонтных работ.

Вспомогательные электрические машины, как и всё другое оборудование электровозов, работают в сложных условиях, которые определяются значительными динамическими нагрузками, вибрациями, широким диапазоном изменения напряжения питания со значительной его несимметрией по фазам, колебаниям температуры окружающей среды от минус 500 С до плюс 600 С при одновременном воздействии высокой влажности, инея. При этом вспомогательные машины в значительной степени определяют работоспособность и эксплуатационную надежность электровоза в целом.

Отказы вспомогательных машин приводят, в конечном счете, к экономическим потерям, поэтому задача повышения их надёжности является актуальной и значимой.

Перед началом ремонтных работ необходимо определить дефекты и повреждения, которые будут определять объём ремонта, т.е. провести диагностику. При дефектировании очищенный остов, ротор и их детали тщательно осматриваются и выявляются механические повреждения и износы, используя средства магнитной дефектоскопии или ультразвука, а также специальные шаблоны и калибры. Базовые размеры проверяются универсальным и специальным мерительным инструментом. При проверке полюсных катушек вымеряют активное сопротивление меди и электрическую прочность изоляции.

Экономическая ценность организации ремонта определяется расширением масштабов производства, повышением качества, использованием современных материалов и технологий, снижением себестоимости ремонта, ростом прибыли.

УДК 629.42

Методы по повышению надежности работы тяговых двигателей электровозов

Кожевников П.А.

Руководитель Поляков А.В.

В работе рассмотрены различные методы повышения надежности работы тяговых двигателей электровозов серии ЭП1м, а также предложены мероприятия по повышению надежности ТЭД.

Ключевые слова: мероприятия, электровоз серии ЭП1М, тяговый электродвигатель, текущий ремонт, надежность ТЭД.

Важнейшими задачами железнодорожного транспорта и, соответственно, локомотивного хозяйства являются обеспечение устойчивой работы парка тягового подвижного состава и безопасности движения. А также повышение надежности работы ответственных узлов локомотивов, снижение трудоемкости ремонта и как результат всего этого снижение эксплуатационных расходов.

Эксплуатация электровоза во многом зависит от работы его электродвигателей. Условия их работы обуславливаются профилем пути, весом и режимом ведения поезда. Статистика показывает, что значительное число повреждений тяговых двигателей вызвано нарушением их изоляции, вследствие недопустимого перегрева. Из общего числа отказов электрооборудования, других неисправностей электроподвижного состава, около 20 % приходится на долю тяговых двигателей. При этом более 50% от общего числа отказов тяговых двигателей приходится на пробой и межвитковое замыкание в обмотках якоря и главных полюсов.

Соответственно наиболее проблемным элементом обмоток является их изоляция. В процессе эксплуатации, особенно в зимнее время, изоляция тяговых двигателей увлажняется, что приводит к резкому снижению ее сопротивления и электрической прочности.

При контроле степени износа устройства легко предотвращать наступление постепенных отказов. Основное внимание при определении надежности устройств, следует уделять внезапным отказам и изучению физических причин их возникновения.

Первичным документом позволяющим количественно оценить надежность устройства является информация об отказах.

До сих пор случайные отказы секций электровозов в целом или отдельных их узлов рассматривались без учета природы их возникновения.

Интенсивность отказов элементов меняет значения в течении всего времени работы. Интенсивность внезапных отказов можно разбить по времени на три характерных участка:

1) первый характерен длительности от начала отсчета времени до того момента, когда интенсивность отказов становится почти постоянной;

2) второй соответствует интервалу времени, в течение которого интенсивность отказов сохраняется примерно постоянной;

3) третий начинается в тот момент, когда интенсивность отказов резко возрастает.

Значительная часть отказов до 80% является следствием внезапных кратковременных понижений уровня свойств изоляции вследствие ее увлажнения по различным причинам, особенно в зимнее время.

Для повышения надёжности ТЭД существует несколько способов сушки изоляции обмоток тяговых двигателей:

- электрокалориферный;

- токами низкого напряжения;

- подогрев тяговых двигателей перед постановкой в цех от контактной сети на первых позициях контроллера машиниста.

Наиболее широкое распространение получил подогрев обмоток тяговых двигателей горячим воздухом от стационарных электрокалориферных установок с питанием от сети напряжением 380В. Если не уделять серьезного внимания качеству ремонта, потребуются значительные средства на исправление дефектов. Гораздо больший эффект будет достигнут путем разработки долгосрочных программ по предотвращению их[1]. На основании многочисленных исследований были сформулированы классические положения по энергосберегающим методам и режимам сушки увлажненной изоляции тяговых электрических машин и аппаратов.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Система управлением качества в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.

УДК 629.41

Методы неразрушающего контроля при диагностировании механической части тепловоза

Скрябина Л.В.

Руководитель Стоянова Н.В.

В работе рассмотрены методы неразрушающего контроля при диагностировании технического состояния механической части тепловоза.

Ключевые слова: диагностирование, методы неразрушающего контроля, магнитный вид НК, дефектоскопия, акустический вид НК.

Организация безопасности движения поездов является одной из главных задач на железнодорожном транспорте. Решением вопросов, связанных с определением состояния технических объектов и характера его изменения с течением времени, занимается диагностика. Широкое применение находят бортовые средства диагностирования, позволяющие получить диагностическую информацию непосредственно в процессе эксплуатации.

В этой связи расширяется использование средств неразрушающего контроля в локомотивном хозяйстве. Благодаря этому снижается количество случаев изломов осей и колесных пар, и других узлов подвижного состава.

Непрерывное усложнение технических объектов и рост степени автоматизации процессов управления выдвигают на передний план проблему оптимальной организации эксплуатации сложных технических объектов, к которым относится современный локомотив. При этом одной из важнейших является задача определения технического состояния, которое изменяется с течением времени под воздействием множества внутренних и внешних факторов. Знание характера и момента изменений, происходящих в объекте, позволяет оперативно корректировать управляющие воздействия (межремонтные сроки и объемы ремонта) и тем самым повысить надежность работы объекта.

Неразрушающий контроль заключается в регулярной проверке прочности деталей и оборудования, которые требуют особой надежности. В процедуру неразрушающего контроля входит описание всех основных параметров и мероприятий, которые следует соблюдать при использовании техники неразрушающего контроля для решения конкретной задачи в соответствии с установленными стандартом, нормами или техническими условиями.

Неразрушающий контроль (НК) объектов с целью выявления дефектов называется дефектоскопией. Методы неразрушающего контроля не требуют изготовления контрольных образцов, разрушения или разборки изделия и дают возможность организовать проверку каждой единицы выпускаемой продукции. Методы неразрушающего контроля в зависимости от физического явления делятся на виды: магнитный, акустический, радиационный, вихретоковый и визуальный. Рассмотрим два основных вида акустический и магнитопорошковый.

Акустический вид НК основан на регистрации параметров упругих волн, возникающих или возбуждаемых в объекте. Использование упругих волн ультразвукового диапазона (частота колебаний выше 20КГц) называют ультразвуковым методом. Магнитный вид НК основан на анализе взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом.

Магнитопорошковый метод применяется для дефектоскопии поверхностных и подповерхностных слоев ферромагнитных материалов. Используется магнитный порошок или суспензия, их частицы располагаются вдоль линий магнитной индукции поля рассеивания. Этим методом можно обнаружить дефекты длиной около 0,5мм, шириной 2,5мм и более. При намагничивании постоянным магнитным полем выявляются дефекты, расположенные на глубине не более 2-3мм от поверхности. При намагничивании переменным магнитным полем, максимальная глубина выявляемых дефектов уменьшается.

Методы неразрушающего контроля позволяют оценивать внутреннее или внешнее состояние материалов, деталей или конструкций без их повреждения или нарушения режима работы.

В современных условиях неразрушающий контроль одно из необходимых условий безопасности.

Организация текущего ремонта электровозов в локомотивном депо

Смагин А.С.

Руководитель Поляков А.В.

В данной работе рассмотрена организация текущего ремонта ТР-3 электровозов ВЛ80С в депо Лиски и проведен анализ ее работы.

Ключевые слова: текущий ремонт, электровоз, компрессор, тяговый электродвигатель, управление качеством, техническая диагностика.

Основной целью обеспечения безопасности движения поездов является кардинальное сокращение случаев браков и аварий. При повышении скоростей движения поездов, пропускных способностей участков направлений и снижении непроизводительных расходов за счет создания многофункциональной системы управления и обеспечения безопасности движения поездов с использованием новых технических средств и технологий управления, цифровых систем связи и новых методов технической диагностики [1].

Система содержания ЭПС строится по планово-предупредительному принципу. ЭПС поступает в ремонт по плану после заранее установленного пробега или промежутка времени, даже если его оборудование еще работоспособно. Основная цель ремонта - выполнение профилактических мероприятий на базе показаний технической диагностики, устранение обнаруженных неисправностей с целью предупреждения отказов в эксплуатации, которые могут привести к недопустимому снижению надежности и нарушению безопасности движения поездов. Достоинства планово-предупредительной системы - возможность составлять планы ремонта ЭПС, определять потребность в ремонтной базе и технологическом оборудовании, материально-техническом обеспечении, рабочей силе, энергии; Но есть конечно и недостатки — сравнительно слабые предупредительные функции: необнаружение скрытых отказов, что проявляется в начальный после ремонта период эксплуатации; недостаточно полный учет износа деталей локомотива, что приводит к потерям из-за недоиспользования их ресурса.

Ко всем видам ремонта предъявляются следующие требования: они должны предусматривать своевременное устранение износа оборудования и снижение доступными диагностическими средствами вероятности появления внезапных отказов; обеспечивать поддержание на заданном уровне характеристик надежности оборудования, а также снижение расходов на содержание ЭПС; предусматривать такой объем регламентных работ на плановых видах технического обслуживания и ремонта, который наиболее полно обеспечит использование технического ресурса деталей. По данным исследователей, около 80% всех дефектов, которые выявляются в процессе послеремонтной эксплуатации, обусловлены недостаточным качеством ремонта, а также, в отдельных случаях, конструктивными недостатками.

На текущем ремонте ТР-3 выполняется ремонт ТР-2 в полном объеме, а именно производят обточку бандажей колесных пар без выкатки из-под локомотива, замену смазки в компрессорах, моторно-осевых подшипниках, заправку смазкой буксовых, якорных подшипников тяговых электродвигателей и вспомогательных машин, ревизию выпрямительной установки, тягового трансформатора с отбором пробы масла, блока силовых аппаратов, блока пуско-тормозных резисторов, полный осмотр автосцепного устройства.

Кроме того производят восстановление, осмотр, освидетельствование и регулировку узлов и агрегатов. Объем работы по электрическим машинам, экипажу, автотормозному оборудованию, в объеме ремонта ТР-3, с полной разборкой дефектовкой и восстановлением работоспособности.

Ведется серьезная работа по повышению деловой культуры, которая необходима для общего подъема качества во всех звеньях, во многом касается технологий ремонта оборудования электровозов.

Сегодня в управлении качеством важное значение имеет наличие на фирмах сертифицированной системы менеджмента качества, что является гарантией высокой стабильности и устойчивости качества продукции.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Повышение уровня использования комплекса диагностики и мониторинга геометрических параметров колесных пар / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 268-271. – EDN DGQINX.

УДК 629.42

Энергосберегающее регулирование мощности локомотива

Угрик А.А.

Руководитель Завьялов А.А.

В работе проведено рассмотрение вариантов экономии электроэнергии на тягу поездов за счёт применения энергосберегающего регулирования мощности электровозов.

Ключевые слова: электровоз. мощность. коэффициент полезного действия. энергосбережение, режим ведения.

Основной задачей является выбор режимов ведения поездов с целью выявления способов наилучшего использования мощности и коэффициента полезного действия электровоза, оптимальных с экономической точки зрения. Применение энергосберегающего регулирования мощности электровоза путем отключения части тяговых электродвигателей и оборудования или одной секции электровоза. Важна также деятельность по обеспечению качества, которая предшествует процессу производства [1].

Быстрый рост цен на электроэнергию приводит к тому, что основной составляющей эксплуатационных расходов становится плата за электроэнергию, затрачиваемую на движение поездов, из этого видно, как важно уменьшить по мере возможности расход электроэнергии.

Основной задачей является выбор режимов ведения поездов с целью выявления способов наилучшего использования мощности и коэффициента полезного действия электровоза, оптимальных с экономической точки зрения.

Так же возможно применение энергосберегающего регулирования мощности электровоза путем отключения части тяговых электродвигателей и оборудования или одной секции электровоза. При этом сохранение нужной скорости движения и силы тяги достигается переходом на более высокую зону регулирования. У оставшихся в работе ТЭД увеличивается ток, а электровоз при той же скорости движения и силе тяги, то есть при той же мощности переходит в режим более высокого КПД. Несмотря на то, что в отключенных ТЭД и их передачах происходят некоторые потери энергии, общие потери во всех ТЭД уменьшаются, уменьшаются потери и в силовых трансформаторах, одновременно получается экономия электроэнергии вследствие отключения МВ и СР примерно на 30 кВт на пару отключенных ТЭД.

Весовую норму поездов для перегонов устанавливают по условиям реализации мощности часового режима электровоза на руководящем подъёме. В реальных условиях

даже при ведении поездов установленной весовой нормы средняя мощность электровоза оказывается примерно в 2-4 раза меньше номинальной и основную часть времени следования в режиме тяги на лёгких участках пути происходит на токах тяговых электродвигателей (ТЭД) менее номинальных, отсюда и недоиспользование мощности электровоза, пониженный коэффициент полезного действия (КПД) и перерасход электроэнергии.

Возможно применение энергосберегающего регулирования мощности электровоза путём отключения части электродвигателей и оборудования или одной секции электровоза. При этом сохранение нужной скорости движения и силы тяги достигается переходом на более высокую зону регулирования. У оставшихся в работе ТЭД увеличивается ток, а электровоз при той же скорости движения и силы тяги, т.е. при той же мощности переходит в режим более высокого КПД. Несмотря на то, что в отключённых ТЭД и их передачах происходят некоторые потери электроэнергии, общие потери во всех ТЭД уменьшаются, уменьшаются потери и в силовых трансформаторах, одновременно получается экономия электроэнергии вследствие отключения МВ, ВУ и СР примерно на 30 кВт на каждую пару отключённых ТЭД.

Поезд, для обеспечения тормозным нажатием, достаточным для безопасного вывода с перегона, может выводиться при помощи нескольких локомотивов с прицепкой их к поезду, либо по частям, с обеспечением каждой выводимой с перегона части поезда тормозным нажатием, обеспечивающим безопасность движения.

Список литературы

1. Стоянова, Н. В. Система управления качеством в локомотивных ремонтных депо / Н. В. Стоянова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022) : Труды научно-практической конференции, Воронеж, 25 ноября 2022 года. – г. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. – С. 271-276. – EDN LVHFLH.