

**Ростовский государственный  
университет путей сообщения**

**филиал РГУПС в г. Воронеж**

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА  
ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ**

**ТРУДЫ III СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**(Воронеж, 24 июня 2022г.)**



**Воронеж – 2022**

Редакционная коллегия:

Гуленко П.И.

Лукин А.А. – к.ф.-м.н., доцент

Смоляницкий Л.А. – к.т.н., доцент

Тимофеев А.И. – к.э.н., доцент

Труды III студенческой научно-практической конференции «Организация производства, экономика и менеджмент» (Воронеж, 24 июня 2022г.) – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. – 168с.

Сборник содержит материалы, представленные студентами филиала РГУПС в г. Воронеж на III студенческой научно-практической конференции «Организация производства, экономика и менеджмент», организованной филиалом РГУПС в городе Воронеж. Конференция проводится на регулярной основе. В статьях нашли отражения результаты самостоятельных научных изысканий студентов в областях экономики, управления и обеспечения безопасности на предприятиях железнодорожного транспорта

Материалы сборника будут интересны студентам и преподавателям организаций высшего и среднего профессионального образования, а также работникам железнодорожного транспорта.

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

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

## СОДЕРЖАНИЕ

Определение прямых расходов на выполнение ремонта токоприёмника ТЛ 13У электровоза ВЛ80 Антохин Д.А. ....	6
ТЭО применения комплекса по наплавке бандажей колёсных пар LHQ-1515 Балькин В.В. ....	9
Разработка средств контроля технического состояния механической части ВЛ80 в условиях депо Бирюков В.И. ....	13
Оборудование переезда 1071км перегона Кондратьевка-Константиновка системой безопасности Гольдберг В.В. ....	15
Организация работы локомотивов на удлинённом плече Лиски-Лихая Григоров М.Ю. ....	17
Техническое перевооружение колёсно-роликового отделения вагонного участка Воронеж Демченко А.М. ....	19
Методы снижения потребления электроэнергии электровозами переменного тока Дрютов А.В. ....	23
Система осмотра железнодорожных транспортных средств «ТСЖД» Евсюков М.С. ....	25
Виброакустическая диагностика КМБ электровоза в СЛД Жабров Н.Н. ....	29
Ремонт вспомогательных машин электровоза ЭП1М в СЛД Россошь Железнов М.А. ....	32
Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта вагонного эксплуатационного депо Лиски Жиглова А.С. ....	35
Выбор оптимального профиля колес для высокоскоростного движения Иванов Д.В. ....	37
Техническое перевооружение монтажного участка электрокомпрессорного цеха по ремонту электрооборудования вагоноремонтного завода Катцин В.Е. ....	41
Применение стенда для обкати КТ-6 при проведении ТР-3 электровоза ВЛ80 в депо Лиски Коровин С.Ю. ....	44
Техническое перевооружение отделения ремонта электрических машин Кох А.О. ....	48
Разработка бортовой сети контроля состояния силовой цепи ВЛ80 на линии. Кузько К.А. ....	52
Внедрение системы мониторинга тяговых двигателей постоянного тока Лебедев ДА. ....	56
Техническое перевооружение ПТО грузовых вагонов эксплуатационного депо Лиски Лешков Г.А. ....	59

Разработка мероприятий по техническому обслуживанию системы САУТ ЦМ/485 в СЛД Россошь Линник Д.А. ....	63
Комплексная система контроля параметров электроаппаратного цеха (КСК-АЦ) Лихущин С.А. ....	67
Составление локальной сметы на устройства АСДК при техническом перевооружении электрической централизации станции Избердей ЮВЖД Лыков В.В. ....	70
Техническое перевооружение отделения по ремонту буксового узла колёсно-роликового участка вагоноремонтного завода Малинников Р.В. ....	74
Автоматизированный стенд для испытаний и измерения параметров пружин пассажирских вагонов Стрела-М1 Машкова Д.В. ....	77
Техническое перевооружение ТОР вагонного участка Тамбов Овсянников Е.М. ....	83
Определение расходов на экипировку электроподвижного состава песком и техническое обслуживание системы пескоподачи электровозов Пахомов А.А. ....	86
Применение дискового тормоза на электроподвижном составе Полозков А.В. ....	89
Комплекс диагностики и настройки дизелей КДН «Магистраль» Попов А.С. ....	91
Техническое перевооружение ПТО грузовых вагонов станции Придача ВЧДЭ Лиски Пушкарев А.М. ....	95
ТЭО использования стенда входного и выходного контроля на колёсно-роликовом участке ремонтного вагонного депо Валуйки Сысоев В.Б. ....	98
Техническое перевооружение тележечного участка вагоноремонтного завода Теплова Е.А. ....	102
Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта эксплуатационного вагонного депо Казинка Тинькова С.Д. ....	104
Техническое перевооружение вагоноборочного участка пассажирского Вагонного участка Воронеж Труфанов К.В. ....	110
Техническое перевооружение пункта опробования тормозов вагонов станции Мичуринск – Воронежский Фомин Д.В. ....	112
Определение прямых расходов на ремонт выпрямительной установки ВЛ80с Хандюк М.В. ....	116
Модернизация системы телеуправления электроснабжения участка Грязи-Воронежские – 654 км Челноков А.В. ....	118

Автоматическая диагностическая система ARGUS Червинский Я.С.....	121
Расходы на проведение ремонта тяговых двигателей ЭП1М в объеме ТР-3 Черноухов И.А. ....	125
Система мониторинга земляного полотна Ковалёв Н.Н. ....	129
Инженерно-геодезические исследования при проектировании земляного полотна Поздеева Ю.А. ....	132
Инженерно-метеорологические изыскания при проектировании земляного полотна Семенов К.С.....	135
Инженерно-экологические изыскания при проектировании земляного полотна Алехин Р.Ю. ....	137
Меры по предупреждению эрозионной защиты склонов и откосов Мохов А.С.....	141
Деформации земляного полотна, вызываемые уплотнением грунта Нестеров В.А. ....	143
Классификация отказов в практике мониторинга состояния земляного полотна Калашников О.А. ....	144
Термообработка поковок из стали 34ХН3МА Андреев М.В. ....	146
Механические свойства стали 20 (категории 1) при различных скоростях нагружения Буркут А.А.....	149
Микро- и макронапряжения в сплаве ХН56ВМТКЮ после деформации Волковой А.С. ....	150
Фазовый состав сплава ХН56ВМТКЮ после термообработки и пластической деформации Елесеев Е.А.....	152
Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ Жерноклеев А.С. ....	153
Влияние режимов электролиза на качество покрытий Карасёв В.А. ....	155
Структура и свойства кобальтовых покрытий Маркина А.В.....	158
Структура алюминия при ультразвуковой обработке Меньших В.А.....	160
Фазовый анализ борированной и бороцирконированной среднеуглеродистой стали Ширяев М.А.....	162

## **Определение прямых расходов на выполнение ремонта токоприёмника ТЛ 13У электровоза ВЛ80**

Антохин Д.А.

Научный руководитель – Рязанцев Е.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

### **1. Организация технического обслуживания и ремонта тягового подвижного состава.**

Система технического обслуживания и тягового подвижного состава предназначена для обеспечения устойчивой работы локомотивов, эксплуатируемых ОАО «РЖД», поддержания их технического состояния и повышения эксплуатационной надёжности. Система ТО и ремонта является основой обеспечения безопасной и надёжной эксплуатации. Экономическая эффективность системы ТО и ремонта локомотивов обеспечивается выбором оптимальных организационных процедур и технологических процессов, используемых на любом этапе эксплуатации.

Системой технического обслуживания и ремонта ТПС предусмотрено проведение следующих видов технического обслуживания (далее ТО) и текущих ремонтов (далее ТР) в условиях локомотивных депо: технические обслуживания ТО-2, ТО-3, текущие ремонты ТР-1, ТР-2, ТР-3. Устранение последствий внезапно возникших отказов деталей, сборочных единиц разрешается производить на одном из плановых видов ТО или ТР (если по пробегу или сроку требуется его производство) или на неплановом ремонте.

Техническое обслуживание представляет собой комплекс операций по подержанию работоспособности или исправности локомотивов. ТО 2, ТО 3 служат для предупреждения появления неисправностей и поддержания в работоспособном состоянии узлов и агрегатов локомотива, обеспечивающем их бесперебойную работу в межремонтный период. Текущий ремонт представляет собой комплекс операций по обеспечению или восстановлению работоспособности узлов и агрегатов локомотива. ТР-1, ТР-2 предназначены для обеспечения или восстановления работоспособности токоприёмников в соответствующих межремонтных периодах путём ревизии, ремонта или замены отдельных деталей, восстановления изоляционных свойств составляющих элементов и узлов. ТР-3 предназначен для восстановления эксплуатационных характеристик, исправности и ресурса (срока службы) токоприёмника путём ремонта или замены изношенных или повреждённых деталей и узлов.

### **2. Содержание работ по техническому обслуживанию и текущему ремонту токоприёмника ТЛ 13У**

Работы при ТО-2, ТО-3. Работы выполняются на пунктах технического осмотра локомотивов (ПТОЛ). В зимнее время с полозов удаляется снег и лед. Осматривается полоз. Допускается не более двух трещин на одну угольную вставку и сколы не более 50% ее ширины и 20% высоты, если при этом не ослабляется крепление вставки. Следы выработок угольных вставок устраняются припиловкой до плавного сопряжения с остальной контактной поверхностью, либо заменой полосы. Шарнирные соединения смазываются. При выявлении прочих неисправностей, для устранения которых требуется снятие токоприёмника, его снимают и передают на участок ремонта токоприёмников для выполнения ТР-3.

Работы при ТР-1, ТР-2. Работы выполняются в стойловой части депо, без снятия токоприёмника. Выполняется осмотр и смазка по схеме ТО. Осуществляется измерение статического нажатия на контактный провод. Выполняется регулировка клапана токоприёмника КП-41, определяющего скорость подъёма токоприёмника. При выявлении прочих неисправностей, для устранения которых требуется снятие токоприёмника, его снимают и передают на участок ремонта токоприёмников для выполнения ТР-3.

Работы при ТР-3. Токоприёмники снимаются с электровоза и направляются на участок ремонта токоприёмников. Токоприёмник устанавливается на опорные тумбы,

выверенные по уровню, разбираются его узлы и детали, и производится их осмотр. Сварные швы, имеющие трещины, срубаются и накладываются вновь. Обнаруженные вогнутости основания токоприемника выправляются. Проверяется крепление соединительных труб угольников основания. Поврежденные места присоединения наконечников проводов зачищаются и подвергаются лужению. Главный вал токоприемников осматривается. Производится ревизия шариковых подшипников. Негодные подшипники заменяются. Проверяется состояние деталей рычажно-пружинного механизма. Неисправные пружины и шарнирные подшипники в узле соединения их с главным валом заменяются. Погнутые синхронизирующие тяги выправляются. Пневматический привод токоприемника разбирается, ему производится ревизия. Разбираются каретки, проверяется состояние их деталей, поврежденные детали ремонтируются или заменяются. Трубы верхних рам при наличии трещин, прожогов, вмятин глубиной более 3 мм заменяются. Полоз разбирается и ремонтируется. Каркас полоза проверяется по шаблону, погнутый каркас выправляется на специальной оправке. Каркас полоза, имеющий толщину стенок менее 1,3 мм, заменяется новым. Проверяется состояние амортизаторов токоприемника, негодные резиновые и другие детали заменяются. Воздушные полиэтиленовые рукава снимаются для ревизии, промываются теплой водой с мылом. Удаляется влага из рукава путем продувки сжатым воздухом. После ремонта рукав испытывается давлением сжатого воздуха 700 кПа (7кгс/кв.см) и на электрическую прочность изоляции напряжением 60 кВ переменного тока, частотой 50 Гц в течение 1 мин. На испытанный рукав наносится дата, место и параметры испытаний. Токоприемник собирается, предварительно смазываются все шарнирные и трущиеся соединения. По окончании сборки токоприемника он проверяется и окрашивается.

### **3. Требования к техническому оснащению производственных подразделений депо для технического обслуживания и ремонта токоприёмника и определение стоимости оборудования**

Требования к технической оснащённости пунктов технического осмотра локомотивов и ремонтных подразделений депо устанавливаются техническими регламентами ПКБ ЦТ серии РД 32, в которых установлен перечень конкретного оборудования с указанием производителей в зависимости от серии локомотивов и вида выполняемого ТО и ТР. Для электровозов ВЛ-80 эти требования установлены следующими регламентами:

- РД-32ЦТ 524-2001 Техническое обслуживание ТО-2 электровозов ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 всех индексов (в/и)
- РД-32ЦТ 528-2001 Средний ремонт электровозов ВЛ10, ВЛ11, ВЛ80 в/и

ПТОЛ, стойловая часть депо для выполнения работ по ТО-2, ТО-3, ТР-1, ТР-2 токоприёмника, т.е. работ не предусматривающих снятие токоприёмника, должны быть оборудованы эстакадами для выхода на крышу локомотива. Для измерения статического нажатия на контактный провод применяется динамометр, блок и ворот.

Участок ремонта токоприёмников для выполнения ТР-3 (со снятием токоприёмника) комплектуется оборудованием из таблицы 1.

Таблица 1. Стоимость специального оборудования участка ремонта токоприёмников.

№	Наименование оборудования	Шифр оборудования	Цена
1	Рабочее место для ремонта пневмопривода токоприёмников ТЛ-13У, ТЛ-14М в составе:	А3115	536 000
1.1	Стенд для разборки и сборки пневмопривода токоприёмников ТЛ-13У, ТЛ-14М	А3115.110	
1.2	Стенд для испытаний пневмопривода токоприёмников	А3115.300	

2	Подставка для установки токоприёмников (3шт)	A3115.400	12 500
3	Шаблон для правки полоза	ПР2600.00.00	42 000
4	Стеллаж для полозов токоприёмников	ПР2601	25 000

Участок оборудуется электропитанием от сети 220В / 50Гц, мощностью не более 200Вт, подачей сжатого воздуха 0,4 МПа. Площадь участка с учётом площадей для временного хранения ремонтируемых токоприёмников – 25-30 кв.м. Стоимость оборудования участка ремонта токоприёмников составляет 640,5 тыс.руб.

#### 4. Трудоёмкость ремонта ТР-3 токоприёмника ТЛ-13У, определение расходов на оплату труда.

Трудоёмкость работ по ремонту ТР-3 токоприёмника ТЛ-13У приведена в табл. 2.

Таблица 2. Трудоёмкость работ по ремонту ТР-3 токоприёмника ТЛ-13У

№	Наименование работ	Разряд работ	Трудоёмкость, чел-час
1	Слесарные работы	4	3,6
2	Слесарные работы	5	3,6

Определим сдельный заработок слесарей по ремонту подвижного состава при выполнении ремонта ТР-3 токоприёмника ТЛ-13У. Часовая тарифная ставка слесаря 4 разряда составляет 181 руб., слесаря 5 разряда – 194 руб. Расходы на оплату труда в расчёте на один токоприёмник составят:

$$181 \times 3,6 + 194 \times 3,6 = 1350 \text{ руб.}$$

С учетом отчислений во внебюджетные социальные фонды в соответствии с разделом XI НК РФ, которые составляют 30% фонда оплаты труда, расходы на оплату труда с отчислениями составляют  $1350 \times 1,3 = 1755$  рублей.

#### 5. Определение прямых затрат на выполнение ремонта токоприёмников

Прямые затраты на ремонт токоприёмников включают:

1. Расходы на оплату труда (с отчислениями), 1755 рублей
2. Материальные затраты на расходные материалы, запасные части, электроэнергию.

При ремонте используются: обмывочные и протирочные материалы, краска, графитовые вставки для токоприёмников, смазочные материалы, резиновые амортизаторы, полиэтиленовые рукава, метизы. При необходимости механическим участком изготавливаются детали каркаса и верхней рамы. Стоимость материалов и электроэнергии составляет 15 200 рублей в расчете на 1 токоприёмник.

3. Амортизацию оборудования. Величина расходов на амортизацию основного производственного оборудования участка ремонта токоприёмников определена по формуле:

$$A = \frac{C_{пп}}{N \times T} = \frac{640\,500}{52 \times 20} = 616 \text{ рублей}$$

где С<sub>пп</sub> – полная первоначальная стоимость оборудования, 640,5 тыс. руб.,

N – годовая программа ремонта токоприёмников, 52 шт.

T – срок службы основного оборудования, 20 лет

Таким образом, величина прямых затрат на ремонт токоприёмников составляет:  
 $1755 + 15\,200 + 616 = 17\,570$  рублей



Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
10. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.

**ТЭО применения комплекса по наплавке бандажей колёсных пар ЛНҚ-1515**

Балыкин В.В.

Научный руководитель – Рязанцев Е.В.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Одним из наиболее эффективных методов повышения ресурса бандажей колёсных пар локомотивов, является технология восстановления гребней колёс путём наплавки металла на изношенные поверхности катания. Данный метод в сравнении с методом восстановления рабочей поверхности железнодорожных колёс обточкой и получения необходимого геометрического профиля за счёт уменьшения их толщины, обеспечивает восстановление профиля поверхности катания колёс до стандартных альбомных размеров, что обеспечивает сокращение экономических, временных и ресурсных затрат на проведение ремонтов локомотивов. Для освоения процесса наплавки бандажей колёсных пар локомотива без

выкатки рекомендовано приобретение Комплекса оборудования для наплавки бандажей колёсных пар LHQ-1515 (рисунок 1) производства ООО «Сварзавод»



Рисунок 1. Внешний вид комплекса LHQ-1515

Комплекс состоит из отдельных составных частей, которые устанавливаются при необходимости вокруг станка для обточки колесной пары. Непосредственно на стенки ямы станка закрепляются на осях по обеим сторонам от восстанавливаемых колес два трапа. В яме на стенке приваривается плита привода вращения колесной пары. При отсутствии восстановительных работ трапы поднимаются и фиксируются на ограждении ямы. Привод вращения состоит из асинхронного двигателя, двухступенчатого червячно-цилиндрического редуктора и цепной передачи на приводной ролик. Натяжение цепной передачи осуществляется перемещением опоры со стороны ролика.

Перемещение и поджатие приводного ролика осуществляется от пневмоцилиндра. Регулировка режимов работы установки осуществляется от пульта управления. Устройство для закрепления и перемещения сварочной горелки располагается на трапах в специальных местах, также присутствуют специальные узлы для поворота горелки в удобное положение. Конструкция устройства позволяет устанавливать горелку в удобное для наплавки положение для каждой колесной пары локомотива. Блок индукционного нагрева состоит из двух основных блоков. Конечными элементами являются гибкие силовые кабели, на конце которых припаян индуктор. Сам индуктор закрепляется на специальном приспособлении из полиамида. Опорная пластина приспособления устанавливается в резцедержателе станка. Комплекс оборудования для наплавки колесных пар включает:

Сварочный полуавтомат - 1 шт.

Механизм подачи проволоки - 1 шт.

Сварочная горелка с принудительным охлаждением - 1 шт.

Блок принудительного охлаждения - 1 шт.

Блок индукционного нагрева - 1 шт.

Привода вращения колесной пары - 1 шт

Устройство для закрепления и перемещения сварочной горелки - 1 шт.

Устройство для закрепления и перемещения индуктора - 1 шт.

Бак на 2 куб. м воды с насосом и фитингами - 1 шт.

Трап для размещения оборудования - 2 шт.

Данный наплавочный комплекс устанавливается на рельсовый путь, колесная пара соединяется с мотор-редуктором и приводится в действие с помощью карданного вала.

Наплавка колесной пары осуществляется с помощью программируемых параметров.

Комплекс осуществляет:

1. Вращение восстанавливаемой колесной пары от двух фрикционных приводов.
2. Осуществление предварительного подогрева (ТВЧ) восстанавливаемой поверхности.
3. Проведение восстановительной наплавки изношенного гребня бандажа колесной пары.
4. Охлаждение наплавленного колеса с медленной скоростью (исключение трещин).

При наплавке применяется проволока 30ХГСА и керамический легирующий флюс АНК-18. Средняя толщина наплаваемого слоя составляет 5,5 мм, включая припуск на последующую механическую обработку. При механической обработке наплавки формируется наклёп с самоупрочением металла. Подрезы шва, впадины между соседними валиками и прочие дефекты исправляются расчисткой и подваркой проволокой 30ХГСА. После механической обработки наплавленный металл на гребне бандажа при необходимости можно подвергнуть наклёпу пневматическим молотком или на дробеструйной установке.

Экономический эффект внедрения установки достигается за счёт:

Сокращения расходов на приобретение новых бандажей за счёт восстанавливаемых

Сокращение непроизводительных простоев локомотивов в ремонте

Сокращения затрат на ремонт за счет сокращения внеплановых обточек колесных пар (ТО-4)

Выполним сравнение экономических показателей (стоимости, времени выполнения и трудоёмкости) восстановления бандажей колесных пар локомотивов методом замены на новые и методом наплавки с последующей обточкой без выкатки.

Таблица 1. Сравнение технико-экономических показателей операций по замене бандажа и наплавке, в расчёте на одну колёсную пару

Замена бандажа	Наплавка бандажа
В цехе ТР локомотив устанавливается на домкраты, с помощью крана осуществляется выкатка тележки, тележка передаётся на позицию разборки тележек, осуществляется извлечение колёсно-моторного блока. Колёсная пара перемещается с помощью крана в отделение ремонта колёсных пар, с помощью индукционной печи осуществляется нагрев и снятие изношенного бандажа, осуществляется замена установка нового бандажа, на колёсно-токарном станке осуществляется обточка. Колёсная пара транспортируется на позицию сбора колёсно-моторных блоков, собирается колёсно-моторный блок, устанавливается в тележку. Тележка устанавливается на локомотив.	На позиции наплавки и обточки колёсных пар устанавливается локомотив, наплаваемая колёсная пара поднимается домкратом, осуществляется наплавка бандажа на установке ЛНҚ-1515 с последующей механической обработкой (обточкой) на подрельсовом станке
Время простоя локомотива: Агрегатный метод ремонта – 16 часов* Индивидуальный метод ремонта – 48 часов	Время простоя локомотива – 4 часа
Трудоёмкость – 56 нормо-часов, задействованы 4 слесаря РПС 4 разряда. Оплата труда 9 576 руб., отчисления – 2 872 руб.	Трудоёмкость – 6 нормо-часов задействовано 2 слесаря 4 разряда Оплата труда 1 026 руб., отчисления – 308 руб.
Материалы: комплект бандажей, резцы для	Материалы: проволока 30ХГСА,

обточка – 36 000 руб.	керамический легирующий флюс АНК-18, резцы для обточки –8 000 руб.
Электроэнергия: подъёмно-транспортное оборудование – 50 кВт-ч, индукционный нагреватель – 230 кВт-ч, колёсно-токарный станок – 52 кВт-ч, итого 332 кВт-ч, 1 427 руб.	Электроэнергия: установке ЛНҚ-1515 – 225 кВт-ч, колёсно-токарный станок – 52 кВт-ч, итого 277 кВт-ч, 1 191 руб.
ИТОГО прямые затраты 39 875 руб.	ИТОГО прямые затраты 10 525 руб.

\* при замене колёсно-моторного блока на подменный

При стоимости установки ЛНҚ-1515 2 060 тыс. руб., окупаемость установки будет достигнута:

$$\frac{2\,060\,000}{(39\,875 - 10\,525)} = 70$$

после ремонта 70 колёсных пар, при этом обеспечивается значительное сокращение простоя локомотива в ремонте.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.

11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Разработка средств контроля технического состояния механической части ВЛ80 в условиях депо**

Бирюков В.И.

Научный руководитель – к.т.н. Тищук Л.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж



Рисунок 1. Дефектоскоп Магнитек Д15

Магнитопорошковые дефектоскопы МАГНИТЕК Д15 предназначены для обнаружения поверхностных поперечных дефектов на железнодорожной оси и выпускаются в трех базовых модификациях: в комплект входит намагничивающее устройство шеечного типа, эксцентричного типа или седлообразное намагничивающее устройство. Стоимость прибора составляет 260 тыс. руб. Дефектоскоп МАГНИТЕК Д15 используется для проведения магнитопорошкового контроля железнодорожных осей колёсных пар и других деталей подвижного состава.

Определим прямые расходы на проведение дефектоскопии. Прямые расходы включают: расходы на материалы, электроэнергию, заработную плату дефектоскописта 6 разряда с отчислениями и амортизационные отчисления.

Годовая программа контроля в 2021 году составила 3664 колёсных пар. Продолжительность контроля одной колёсной пары определена проведением хронометража и составляет 46 минут, с учётом подготовительно-заключительных операций, готовая трудоёмкость составляет:  $3664 \times 46 / 60 = 2809$  нормо-часа. Работы выполняются

дефектоскопистом 6 разряда. Часовая тарифная первого разряда с 01.01.2022 года составляет 84,48руб., тарифный коэффициент 6 разряда по второму уровню оплаты труда равен 2,31, надбавка за профессиональное мастерство 24%, Определим часовую тарифную ставку дефектоскописта 6 разряда:  $84,48 \times 2,31 \times 1,24 = 242$  руб., сдельная заработная плата на программу ремонта составит:  $2809 \times 242 / 1000 = 679,8$  тыс. руб., отчисления во внебюджетные социальные фонды в размере 30% - 203,9 тыс.руб.

Годовая сумма амортизации рассчитывается линейным способом, стоимость оборудования составляет 260 тыс. руб., срок эксплуатации составляет 10 лет:  $260 / 10 = 26,0$  тыс. руб.

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.

Мощность дефектоскопа составляет 0,8 кВт, годовая потребляемая электроэнергия:  $0,8 \times 2890 = 2247$  кВт-ч, при цене 4,6 руб. за кВт-ч стоимость электроэнергии составит:  $2247 \times 4,6 / 1000 = 10,3$  тыс. руб.

Таким образом, годовые затраты по дефектоскопии колёсных пар составили:  $203,9 + 26,0 + 55,9 + 10,3 = 296,1$  тыс. рублей, себестоимость дефектоскопии одной колёсной пары составила:  $296100 / 3664 = 80$  руб., а в расчёте на 4-осный локомотив:  $80 \times 4 = 320$  руб.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития

национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.

11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрьльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Оборудование переезда 1071км перегона Кондратьевка-Константиновка системой безопасности**

Гольдберг В.В.

Научный руководитель – к.г.н. Кустова Н.Р.  
Филиал РГУПС в г. Воронеж

#### Определение капитальных затрат

Затраты на оборудование переезда включают:

1. Расходы на оборудование
2. Стоимость монтажных работ

Стоимость оборудования приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Расчет стоимости оборудования

Наименование оборудования	Ед. изм.	Кол-во	Цена (тыс. руб)	Сумма (тыс. руб)
Светофор	компл.	2	238,0	476,0
ПАШ-1	компл.	2	180,0	360,0
УЗП	компл.	4	1300,0	5200,0
Итого				6036,0

Стоимость монтажных работ включает:

1. Заработную плату с отчислениями
2. Стоимость работ машин
3. Материальные затраты
4. Накладные расходы

Расчёт заработной платы на выполнение монтажных работ приведен в таблице 2.

Таблица 2. Расчёт заработной платы

Исполнитель	Трудоёмкость	Часовая тарифная ставка/ должностной оклад, руб.	Расходы на оплату труда
Инженер 1 категории	5 чел-дней	42500	9 659
Бригадир (8 разряд)	40 нормо-часов	281,8	11 272
Электромеханик (6 разряд)	240 норм-часов	242,0	58 076
Электромонтер (4 разряд)	280 нормо-часов	185,2	51 860



ИТОГО			130 867
-------	--	--	---------

Тариф взносов во внебюджетные фонды в соответствии с гл.34 НК РФ составляет 30%. Сумма отчислений составит:  $130\ 867 \times 0,3 = 39\ 260$  руб.

Стоимость работ машин определяется путем умножения стоимости машино-часа на объём использования машин в машино-часах. Расчёт приведен в табл. 3.

Таблица 3. Стоимость работ машин

Машина	время работы	Стоимость машино-часа	Расходы на оплату машин
Грунторез ЭТЦ-2086	8	2050	16400
Экскаватор-погрузчик ЭО-2626	24	1800	43200
Манипулятор 6т x 17м	8	2200	17600
ИТОГО			77200

Материальные затраты включают стоимость монтажных и строительных материалов и услуг сторонних организаций по восстановлению дорожного покрытия в зоне установки оборудования. Они составляют 230 000 рублей.

Накладные расходы включают в себя расходы на содержание аппарата управления, общехозяйственные расходы и т. п. Накладные расходы определяют по темам пропорционально основной и дополнительной заработным платам и составляют от 50% до 100% от основной заработной платы (принимаются в размере 60%). Калькуляция себестоимости приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Расчёт стоимости оборудования переезда

Наименование затрат	рублей
Оборудование	6 036 000
Заработная плата	130 867
Отчисления во внебюджетные фонды	39 260
Стоимость работ машин	77 200
Материальные затраты	230 000
Накладные расходы	78 520
ИТОГО	6 591 847

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и



- перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
  6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
  7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
  8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
  9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
  10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
  11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
  12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Организация работы локомотивов на удлинённом плече Лиски-Лихая**

Григоров М.Ю.

Научный руководитель – к.т.н. Краснов А.И.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Участок Лиски - Миллерово– Лихая имеет протяженность 405 км, из них участок Лиски – Миллерово – 237км, Миллерово – Лихая – 168 км. Организация движения на удлинённом плече позволяет сократить операцию смены локомотива в Миллерово, а экономический эффект обусловлен сокращением времени простоя поезда при движении по маршруту Лиски – Лихая. Средняя длина поезда – 61 вагон, среднее время смены локомотива – 19 минут (0,32 ч)

Стоимость простоя грузового поезда складывается из:

1. Стоимости простоя вагонов
  2. Стоимости занятия станционных путей
  3. Расходы на смену локомотива
1. Стоимость простоя вагонов определяется по формуле:  
$$ПВ = Спв \times Кв \times Вп = 4,89 \times 61 \times 0,32 = 95,5 \text{ руб, где}$$

Спв – расходная ставка 1 вагоно-часа простоя, 4,89руб.  
Кв – количество вагонов в поезде, 61 вагон  
Вп – время простоя, 0,32 часа.
  2. Стоимость занятия станционных путей определяется по формуле:  
$$ЗСП = Сзсп \times Вп = 269,3 \times 0,32 = 86,2 \text{ руб, где}$$

Сзсп – расходная ставка занятия станционных путей, 269,3 руб.

3. Расходы на смену локомотива определяется по формуле:

$$РСЛ = 2 \times Сл \times Вп = 2307 \times 0,23 = 738,2 \text{ руб, где}$$

Сл – расходная ставка работы электровоза, 2307 руб/час.

Расходы на смену локомотива с учётом потерь от простоя вагонов и занятия станционных путей составят:  $95,5 + 86,2 + 738,2 = 919,9$  руб. на один поезд.

Объёмы движения по участку Лиски – Лихая составляет 53 пары грузовых поездов в сутки.

Таким образом, годовой экономический эффект составит:  $53 \times 2 \times 365 \times 919,9 / 1000 = 35\,591$  тыс. руб. в год.

#### Список литературы

1. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
2. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
3. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.

12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Техническое перевооружение колёсно-роликового отделения вагонного участка Воронеж**

Демченко А.М.

Научный руководитель – Рязанцев Е.В.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Используемая в настоящее время машина для мойки колёсных пар изношена на 90%, срок её эксплуатации подходит к концу. Рассмотрим вариант её замены на МКП88 (рис. 1)



Рисунок 1. Внешний вид моечной машины МКП88

Установка МКП88 предназначена для мойки и механической очистки оси и дисков колёсных пар РУ950 грузовых, рефрижераторных и пассажирских вагонов со снятыми буксами. Установка состоит из: камеры мойки колёсных пар, устройств подачи колёсной пары и системы подготовки и регенерации моющего раствора. Технические характеристики установки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики МКП88

Показатель	Единица измерения	Значение
Время мойки колёсной пары	минут	3-7
Температура моющего раствора	°С	40-90
Ёмкость бака моющего средства	м <sup>3</sup>	5,5
Высоконапорный электронансосный агрегат	Тип	ЦНСГА38-176
Подача воды	м <sup>3</sup> в час	38
Давление воды	кПа	1725
Мощность водонагревательных элементов	кВт	126
Установленная мощность	кВт	173
Частота вращения щёток	об/мин	300
Габариты (ДШВ)	мм	3850 x 3900 x 4350
Масса	кг	8300

Определим экономический эффект от замены существующей машины на МКП88 и рассчитаем показатели инвестиционного проекта. Сопоставление технико-экономических характеристик существующей моечной машины и МКП88 приведены в таблице 2. Годовая программа ремонта колёсных пар принята на уровне 1800 шт.

Таблица 2 - Сопоставление технико-экономических показателей моечных машин

Существующая моечная машина	Перспективная моечная машина (МКП88)
Восстановительная стоимость (приобретение аналогичной машины) – 4 850 тыс. руб.	Полная первоначальная стоимость – 6 320 тыс. руб.
Моющее средство – каустическая сода (50% раствор NaOH), расход – 38л на колесную пару, на годовую программу: $38 \times 1800 / 1000 = 68,4$ тонн. Цена 1 т. каустической соды 36,7 тыс. руб., расходы на моющее средство: $36,7 \times 68,4 = 2 510$ тыс. руб. в год	Моющее средство – О-БИСМ, расход – 34л на колесную пару, на годовую программу: $34 \times 1800 / 1000 = 61,2$ тонн. Цена 1 т. О-БИСМ 38,3 тыс. руб., расходы на моющее средство: $38,3 \times 61,2 = 2 344$ тыс. руб. в год
Время обмывки одной колесной пары – 13 минут. Время работы оборудования: $1800 \times 13 / 60 = 390$ часов в год	Среднее время обмывки одной колесной пары – 5 минут. Время работы оборудования: $1800 \times 5 / 60 = 150$ часов в год
Расход воды – 0,95 м <sup>3</sup> в час, совокупный расход воды: $0,95 \times 390 = 370,5$ м <sup>3</sup> Тариф на водоснабжение и водоотведение 38 руб. / м <sup>3</sup> , расходы на водоснабжение и водоотведение составят: $370,5 \times 38 / 1000 = 14$ тыс. руб.	Расход воды – 0,7 м <sup>3</sup> в час, совокупный расход воды: $0,7 \times 150 = 105$ м <sup>3</sup> Тариф на водоснабжение и водоотведение 38 руб. / м <sup>3</sup> , расходы на водоснабжение и водоотведение составят: $105 \times 38 / 1000 = 4$ тыс. руб.
Установленная мощность – 132 кВт, расход электроэнергии: $132 \times 390 = 51 480$ кВт-час, при тарифе 5,3 руб/кВт-час, расходы на электроэнергию составят: $51 480 \times 5,3 / 1000 = 273$ тыс. руб. в год	Установленная мощность – 173 кВт, расход электроэнергии: $173 \times 150 = 25 950$ кВт-час, при тарифе 5,3 руб/кВт-час, расходы на электроэнергию составят: $25 500950 \times 5,3 / 1000 = 138$ тыс. руб. в год
Трудоёмкость производственной операции составляет 390 нормо-часов в год, работы выполняются слесарем 4 разряда, часовая тарифная ставка 4 разряда составляет 159,66 руб., расходы на оплату труда с учетом премии 16% и отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют: $159,66 \times 390 \times 1,16 \times 1,3 / 1000 = 94$ тыс. руб. в год	Трудоёмкость производственной операции составляет 150 нормо-часов в год, работы выполняются слесарем 4 разряда, часовая тарифная ставка 4 разряда составляет 159,66 руб., расходы на оплату труда с учетом премии 16% и отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют: $159,66 \times 150 \times 1,16 \times 1,3 / 1000 = 36$ тыс. руб. в год
ИТОГО прямые затраты по операции	ИТОГО прямые затраты по операции

Труды III студенческой научно-практической конференции, филиал РГУПС в г. Воронеж

составляют: 2 510 + 14 + 273 + 94 = 2 891 тыс. руб. в год	составляют: 2344 + 4 + 138 + 36 = 2 522 тыс. руб. в год
Штучно-калькуляционные расходы: 2 891 / 1 800 = 1,61 тыс. руб. на колёсную пару	Штучно-калькуляционные расходы: 2 522 / 1 800 = 1,40 тыс. руб. на колёсную пару

Таким образом, годовая сумма экономии текущих затрат составляет: 2 891 - 2 522 = 369 тыс. руб. в год, а штучно калькуляционные расходы в расчёте на одну колёсную пару на 14,6% ниже.

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты: разница между восстановительной стоимостью старой машины и полной первоначальной стоимостью перспективной мочной машины МКП88 составляют: (6320-4850) = 1470 тыс. руб.;

Годовой экономический эффект – 369 тыс. руб. в год;

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

Срок реализации проекта – 15 лет.

Срок окупаемости проекта и его стоимость определены методом дисконтирования денежного потока. Результаты приведены в таблице 3. и на рис. 2. Дисконтированный денежный поток за 15 лет реализации проекта составит 2 360 тыс. руб., а окупаемость наступает на 5 год реализации проекта.

Таблица 3 - Расчет дисконтированного денежного потока, тыс. руб.

год	Коэффициент дисконтирования	чистый денежный поток	дисконтированный денежный поток	дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	-1470	-1470	-1470
1	0,95	369	351	-1119
2	0,91	369	335	-784
3	0,86	369	319	-465
4	0,82	369	304	-162
5	0,78	369	289	128
6	0,75	369	275	403
7	0,71	369	262	665
8	0,68	369	250	915
9	0,64	369	238	1153
10	0,61	369	227	1379
11	0,58	369	216	1595
12	0,56	369	205	1801
13	0,53	369	196	1996
14	0,51	369	186	2183
15	0,48	369	177	2360

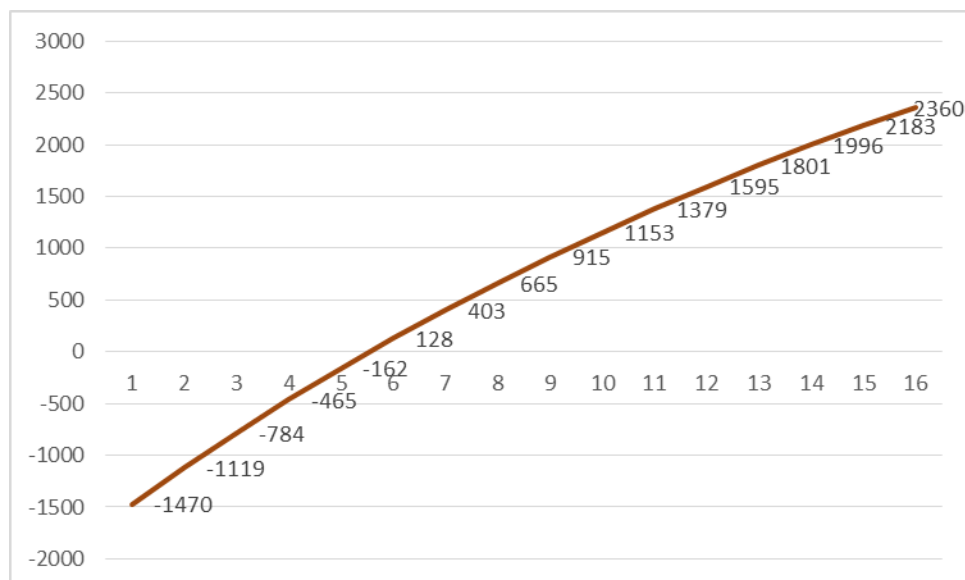


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития

национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.

11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрьльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Методы снижения потребления электроэнергии электровозами переменного тока**

Дрютов А.В.

Научный руководитель – к.г.н. Кустова Н.Р.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Внедрение устройств и технологии энергосберегающего регулирования мощности электровозов обеспечивает работу электровозов на более высоких зонах регулирования и с большими токами нагрузки, чем при штатной системе управления и соответственно с меньшими затратами электроэнергии на выполнение одной и той же механической работы. Экономия электроэнергии от применения режимов ЭРМЭ по результатам проведённых расчетов и опытных поездок составляет 2,5% от потребляемой на тягу поездов.

Расчет стоимости оборудования одного электровоза устройство регулирования мощности электровоза ВЛ80с

Расходы на оборудования одной секции системой ЭРМЭ включают:

1. Стоимость оборудования и материалов
  2. Расходы на монтаж оборудования (материалы, заработная плата с отчислениями).
- Состав оборудования ЭРМЭ и расчёт его стоимости приведен в табл. 1.

Таблица 1. Стоимость оборудования ЭРМЭ на 1 секцию

Наименование	Количество	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Тумблер ПТ 26 – 1	8	95	760
Реле промежуточное РП – 280	6	1 950	11 700
Электропневматический контактор ПК – 356	12	17 000	204 000
Провода ПС – 300 2,5 мм <sup>2</sup>	300	12	3 600
Микроамперметр	2	600	1 200
Система температурного контроля	1	23 000	23 000
Контактор электромагнитный МК – 64	2	12 330	24 660
<b>ИТОГО</b>			<b>268 920</b>

Работы по монтажу ЭРМЭ выполняются при проведении текущего ремонта электровоза. Трудоёмкость работ составляет 5,6 нормо-часа, работы выполняются электромехаником 5 разряда. Часовая тарифная ставка 5 разряда составляет 215 рублей, расходы на оплату труда с учётом отчислений во внебюджетные социальные фонды составляют:  $215 \times 5,6 \times 1,3 = 1\,565$  руб. Стоимость материалов, применяемых при монтаже составляет 3 520 рублей. Таким образом, капитальные затраты на оборудование одной секции ВЛ80 системой ЭРМЭ составляют:  $268\,920 + 1\,565 + 3\,520 = 274\,005$  рублей.

Оценка годового экономического эффекта от внедрения устройств и технологии оперативного регулирования мощности электровоза ВЛ80с

Удельная энергоёмкость на электротягу в 2021 году составила 124 кВт-ч на 10<sup>4</sup> тонно-километров брутто. Средний пробег секции локомотива ВЛ80 составил 110 тыс. км., а средний вес поезда в расчёте на секцию – 2400 тонн. Грузовая работа в расчёте на одну секцию: 110 000 х 2 400 = 26 400 х 10<sup>4</sup> тонно-км. брутто. Потребление электроэнергии на одну секцию: 26 400 х 124 = 3 271 000 кВт-ч в год. При цене 4,9 руб. за один кВт-час стоимость электроэнергии на тягу в расчёте на одну секцию составляет:  
4,9 х 3 271 000 / 1000 = 16 028 тыс. руб.

Применение ЭРМЭ позволит снизить энергоёмкость, и, следовательно, количество и стоимость потребляемой электроэнергии на тягу, на 2,5%. В абсолютных цифрах это означает экономию 81 775 кВт-часов в год и 401 тыс. руб. на секцию. Таким образом, сумма годовой экономии превышает размер капитальных вложений на оборудование секции ВЛ80 аппаратурой ЭРМЭ, которые составляют 269 тыс. руб., и, следовательно, срок окупаемости составляет менее года.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития



национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.

11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрьльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

## **Система осмотра железнодорожных транспортных средств «ТСЖД»**

Евсюков М.С.

Научный руководитель – к.г.н. Кустова Н.Р.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

### 1. Техническое описание и функции

Телевизионная система досмотра «ТСЖД» предназначена для круглосуточного использования в системах охраны с целью дистанционного телевизионного досмотра днищ железнодорожных вагонов и локомотивов, с целью обнаружения на них нештатных предметов, а также нарушителей, пытающихся нелегально пересечь зону КПП. «ТСЖД» позволяет вести наблюдение с плоскости железнодорожного полотна, справа, слева и сверху, обеспечивая полный контроль досматриваемого железнодорожного транспорта.

Основные функции базовой системы:

- обнаружение приближающегося вагона или локомотива;
- дистанционный видеоконтроль днища и общего вида вагонов и локомотивов подвижного состава (слева, справа, сверху);
- отображение в реальном времени полученной информации на АРМе оператора;
- видеозапись днища вагона и локомотива в формате высокой четкости;
- внесение полученной информации в базу данных;
- оперативный поиск в базе данных по номеру вагона, дате и времени.

Дополнительные функции расширенной системы:

- функция распознавания номеров на бортах подвижного состава;
- запись в базу данных изображений вагонов в привязке к их бортовому ж/д номеру;
- функция разделения состава на вагоны и подсчета вагонов;
- функция сравнения изображения днища вагона с изображениями проезда этого же вагона в предыдущих случаях (с эталонным образцом) для обнаружения изменений.

Система устанавливается на железнодорожных контрольно-пропускных пунктах въезда на охраняемые территории. Один комплект ТСЖД позволяет визуальнo контролировать вагоны и локомотивы железнодорожного транспорта:

- днище: снизу, со стороны полотна железной дороги
- левый и правый борта: из точек слева и справа от полотна железной дороги
- вид сверху: из одной высокой точки слева или справа, рядом или над полотном железной дороги.

Для наблюдения вагонов и локомотивов снизу, на шпалы между рельсами устанавливается и закрепляется ТВ модуль ТМКПП с встроенной высокоскоростной камерой и осветителями. Для установки камер бокового, верхнего обзора и осветителей, слева и справа от железнодорожного полотна, устанавливаются два разновысотных столба (рис 1). Система «ТСЖД» используется в качестве автономной телевизионной системы

осмотра рельсового подвижного состава, но также может работать на удаленных рабочих местах – компьютерах в локальной сети, в режиме просмотра текущих изображений и поиска записей.

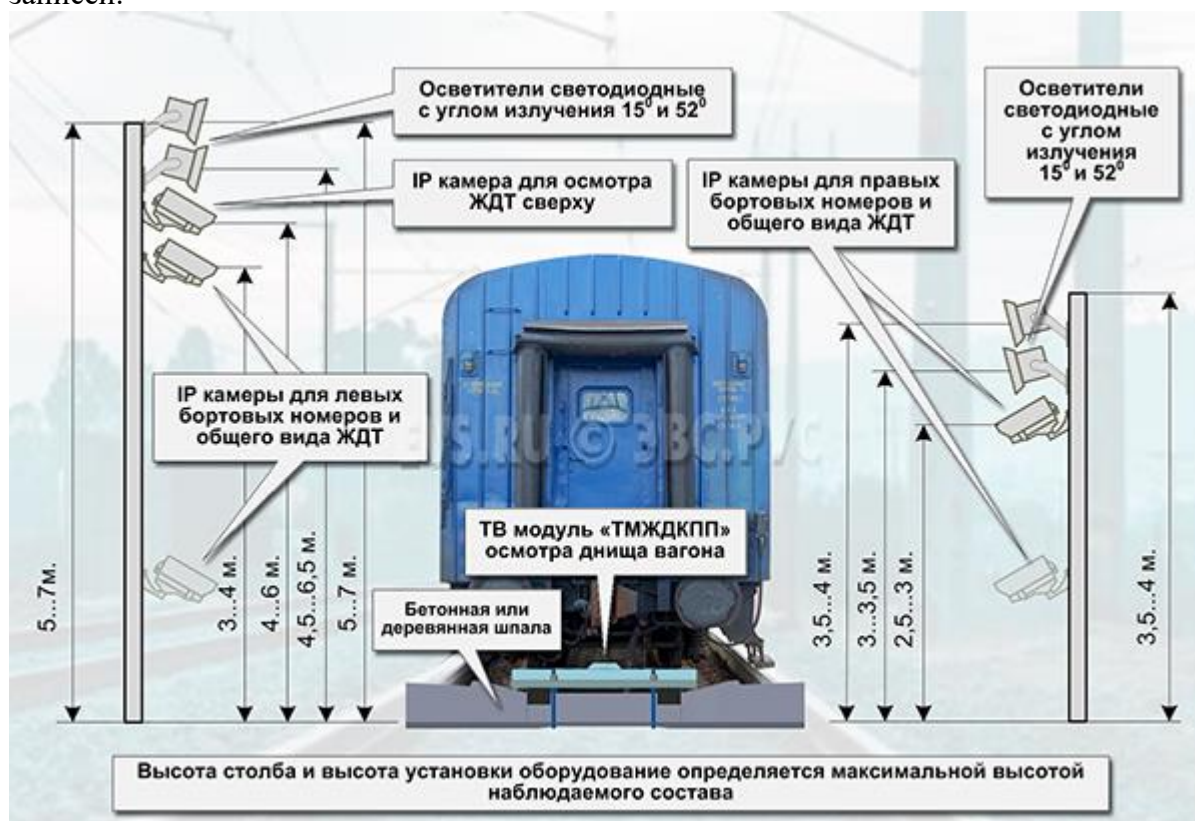


Рисунок 1. Вариант размещения оборудования ТСЖД

Процесс съемки запускается автоматически при приближении вагона или локомотива. Также возможен ручной запуск процесса съемки. В процессе съемки оператору предъявляются текущие кадры с камер, снимающих днище вагона, а также с камер бокового вида и сверху. Остановка процесса съемки также происходит автоматически. Также возможна ручная остановка процесса съемки. По завершении процесса съемки оператору будет предъявлен весь отснятый материал (изображение днища, изображения справа, слева и сверху, обеспечивая тем самым полный контроль досматриваемого ЖДТ. История съемок хранится в базе данных, оператор имеет возможность поиска по дате/времени, номеру вагона. По изображению общего вида днища оператор может визуально проверить отсутствие посторонних предметов. Имеется возможность более детального осмотра какого-либо участка изображения общего вида днища.

## 2. Стоимость проекта

Стоимость проекта включает капитальные и текущие затраты. Капитальные затраты складывается из расходов на закупку и монтаж оборудования. Так как для размещения оператора системы будет использоваться существующее помещение контрольно-пропускного пункта, расходы на строительные работы не предусмотрены. Состав закупаемого оборудования и стоимость монтажных работ приведена в таблице 1. Капитальные затраты по проекту составят 1 440 тыс. руб.

Таблица 1 - Состав капитальных затрат проекта

Статья затрат	Стоимость, тыс. руб.
Оборудование	
Телевизионный модуль для досмотра днища железнодорожных	236

транспортных средств «ТМКПП»	
IP видеокамеры высокого разрешения наружного исполнения – 3шт	180
светодиодные осветители – 4 шт	20
компьютер (ОС Windows) с монитором и периферийным оборудованием	50
ПО «Тайфун ТСД»	350
навесной щит питания и коммутации ЩПК (сетевой коммутатор с RoE, вторичные источники электропитания 24 В, устройства защиты слаботочных линий от наведенных электромагнитных импульсов, пакетные выключатели силовой сети, автоматы защиты) в наружном (термобоксе) исполнении	55
комплект кабелей и крепежных элементов	23
ЗИП и вспомогательный инструмент	76
ИТОГО оборудование	990
Монтажные работы	
Монтаж портала	350
Монтаж наружного оборудования	50
Монтаж внутреннего оборудования и ремонт помещения КПП	50
ИТОГО монтажные работы	450
ИТОГО	1 440

Текущие затраты включают расходы на оплату труда операторов и расходы на техническое обслуживание и ремонт системы ТСЖД. Система ТСЖД обслуживается одним оператором 4 разряда. График работы – круглосуточный. Количество создаваемых рабочих мест – 4,5. Минимальный размер оплаты труда – ставка первого тарифного разряда в РЖД составляет 13 890 рублей, тарифный коэффициент второго уровня оплаты труда 4 разряда – 1,89, годовая сумма расходов на оплату труда с учетом премии 16% и отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют:  
 $13\ 890 \times 1,89 \times 1,16 \times 1,3 \times 4,5 \times 12 = 2\ 137\ 761$  руб.

Техническое обслуживание и ремонт системы ТСЖД осуществляются бригадой по текущему ремонту и техническому обслуживанию устройств СЦБ дистанции. Величина ежегодных расходов на техническое обслуживание и ремонт аналогичных комплексов оценивается в 76 000 рублей в год.

Потребление электроэнергии. Суммарная мощность энергопотребителей в составе системы ТСЖД составляет 3 кВт. Система будет включена полностью только на время прохода поездов через КПП, или до 2,5 часов сутки. Таким образом, годовое потребление электроэнергии составит:

$3 \times 2,5 \times 365 = 2737$  кВт-час., при цене электроэнергии 4,6 руб /кВт-час годовые расходы на электроэнергию составят:  $4,6 \times 2737 = 12\ 592$  руб.

Итого полные ежегодные текущие расходы составляют:  
 $2\ 137\ 761 + 76\ 000 + 12\ 592 = 2\ 226\ 353$  рублей.

Альтернативный вариант, без системы ТСЖД предусматривает осуществление осмотра проходящего через КПП состава двумя дежурными по КПП 3 разряда. При этом расходы на оплату труда с учётом отчислений во внебюджетные фонды (тарифный коэффициент 3 разряда – 1,63, премия 12%) составят:  
 $2 \times 13\ 890 \times 1,63 \times 1,12 \times 1,3 \times 4,5 \times 12 = 3\ 560\ 205$  руб.

Определим показатели инвестиционной привлекательности проекта по следующим параметрам: капитальные затраты – 1 440 тыс. руб., ежегодные текущие затраты – 2 226 тыс. руб., альтернативные текущие затраты: - 3 560 тыс. руб. в год, коэффициент дисконтирования – 5% (минимальный риск). Результаты расчёта чистой дисконтированной стоимости проекта приведены в таблице 2 и на рис. 2.

Таблица 2. Расчёт ЧДП проекта, тыс. руб.

год	Коэффициент дисконтирования	капитальные затраты	текущие затраты	доходы	чистый денежный поток	Дисконтированный денежный поток	Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	1440	0	0	-1440	-1440	-1440
1	0,95	0	2138	3560	1422	1354	-86
2	0,91	0	2138	3560	1422	1290	1204
3	0,86	0	2138	3560	1422	1228	2432
4	0,82	0	2138	3560	1422	1170	3602
5	0,78	0	2138	3560	1422	1114	4717
6	0,75	0	2138	3560	1422	1061	5778
7	0,71	0	2138	3560	1422	1011	6788
8	0,68	0	2138	3560	1422	962	7751
9	0,64	0	2138	3560	1422	917	8667
10	0,61	0	2138	3560	1422	873	9540

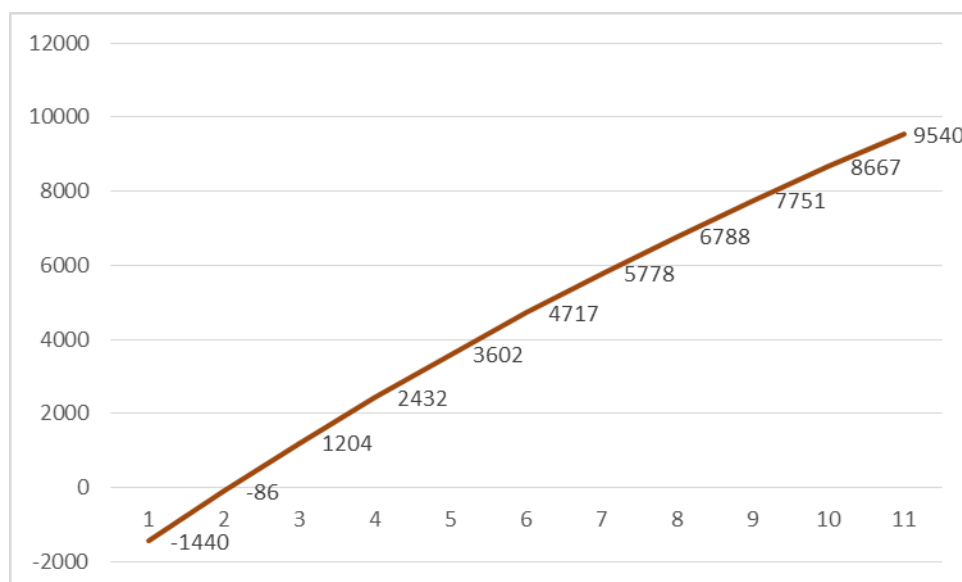


Рисунок 2. График ЧДП нарастающим итогом

Чистая дисконтированная стоимость проекта за 10 лет составит 9 540 тыс. руб., а окупаемость наступает на 2 год реализации проекта

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.

3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Виброакустическая диагностика КМБ электровоза в СЛД**

Жабров Н.Н.

Научный руководитель – Сычёв Е.В.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Метод виброакустического контроля востребован во многих отраслях, в том числе и железнодорожной – там, где требуется мониторинг технического состояния ответственных узлов с подшипниками качения и редукторов, что позволяет своевременно выявлять предотказные состояния объектов и сократить количество отказов в эксплуатации. Измерения проводятся диагностическим оборудованием «ПРОГНОЗ», разработанным в ОАО «НИИТКД». Техподдержка и контроль качества работ осуществляется в информационно-аналитическом центре, расположенном в городе Омск. Основные задачи при вибродиагностике:

- осуществление входного и выходного контроля состояния подшипниковых узлов диагностируемых объектов при заходе на плановые виды обслуживания;
- снижение отказов диагностируемых объектов при эксплуатации;
- мониторинг технического состояния узлов с подшипниками качения диагностируемых объектов на всем жизненном цикле;
- выявление неисправных подшипниковых узлов по признакам дефектов и прогнозирование гарантийного срока эксплуатации диагностируемого узла.



Рисунок 1 Проведение вибродиагностики в стойловой части



Рисунок 2. Оборудование для вибродиагностики Прогноз 1М

Функциональные возможности:

Диагностирование производится по параметрам вибрации, частоты вращения.

Достоверность диагноза до 95-98%.

Быстрая настройка на любые типы подшипников.

Среднее время съема и диагностирования не более 5 минут.

До 12 каналов измерения вибрации, 2 канала измерения частоты вращения, каналы регистрации температуры и давления.

Рабочий диапазон температур от -20 до +50 °С.

Вес блока обработки сигналов не более 12 кг (для переносного варианта).

Прослушивание шумов с помощью наушников.

Возможность создания библиотеки характерных шумов неисправностей.

Комплекс оперативного диагностирования «Прогноз» предназначен для измерения выходных электрических сигналов датчиков вибрации, измерения частоты вращения узлов и механизмов и обработки результатов измерений с целью определения технического состояния подшипников и редукторных передач. Комплекс используется для выявления дефектов буксовых и моторно-якорных подшипников колёсно-моторных блоков методом снятия вибросигналов при их прокручивании и анализе полученных спектров. Прогноз -1М применяется при текущих ремонтах, а также при приёмо-сдаточных испытаниях электрических машин в электромашинном цехе.

В СЛД Лиски приписано 437 секций электровозов ВЛ80 в/и, В 2021 году в депо было выполнено: 482 ТР-1, 260 ТР-2, 223 ТР-3. Вибродиагностика узлов одного локомотива занимает в среднем 45 минут (0,75 часа), Совокупная трудоёмкость вибродиагностики на всю программу ремонта составляет:  $(482 + 260 + 223) \times 0,75 = 723,7$  часа. Работа выполняется слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда. Часовая тарифная первого разряда с 01.01.2022 года составляет 84,48руб., тарифный коэффициент 5 разряда по второму уровню оплаты труда равен 2,12 надбавка за профессиональное мастерство 20%, Определим часовую тарифную ставку слесаря 5 разряда:  $84,48 \times 2,12 \times 1,2 = 215$  руб. Учитывая трудоёмкость вибродиагностики всей программы текущего ремонта и тариф взносов во внебюджетные фонды 30%, определим расходы связанные с оплатой труда:  $215 \times 723,7 \times 1,3 = 202\ 196$  руб.



Амортизационные отчисления. Стоимость комплекса Прогноз-1М составляет 344 тыс. руб., нормативный срок эксплуатации – 8 лет, годовая сумма амортизации, рассчитанная простым пропорциональным способом составит:  $344000 / 8 = 43000$  руб. в год.

Затраты на электроэнергию. Электроэнергия при вибродиагностике необходима для: 1) вращения колёсных пар локомотива; 2) работы диагностического комплекса. Мощность, потребляемая тяговым двигателем локомотива при проведении вибродиагностики составляет 120 кВт, комплексом – 0,5 кВт. Количество потребляемой электроэнергии:  $(120 + 0,5) \times 0,75 = 90$  кВт-ч на одну секцию, или  $90 \times (482 + 260 + 223) = 86\ 850$  кВт-ч на всю программу ремонта. При цене электроэнергии 4,9 руб/кВт-ч расходы на электроэнергию составляют:  $86850 \times 4,9 = 425\ 565$  руб.

Совокупные расходы на проведение вибродиагностики составят:  $202\ 196 + 43\ 000 + 425\ 565 = 670\ 761$  рублей.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

## Ремонт вспомогательных машин электровоза ЭП1М в СЛД Россошь

Железнов М.А.

Научный руководитель – Сычёв Е.В.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Программа ремонта, содержание и оборудование для ремонта вспомогательных машин

Ремонт вспомогательных машин локомотивов в депо осуществляется при выходе их из строя, а также при выполнении текущих ремонтов в объёме ТР-2 и ТР-3. Периодичность проведения ТР-2 составляет не реже одного раза в 2 года, ТР-3 – раз в 4 года. В депо Россошь обслуживаются все локомотивы ЭП1М Юго-Восточной железной дороги. Количество приписанных локомотивов – 152. Годовая программа в 2021 году составила 81 ремонт, из них ТР-2 – 49, ТР-3 – 32. Содержание работ при проведении ремонта вспомогательных машин при ТР-2 и ТР-3 не отличается.

Вспомогательное оборудование ЭП1М состоит из вентиляторов, компрессоров и масляного насоса трансформатора. Для привода вспомогательных машин используются трёхфазные асинхронные электродвигатели НВА-22 с короткозамкнутым ротором.

Ремонт компрессоров осуществляется на участке ремонта компрессоров, где выполняется разборка, промывка, ремонт, сборка и обкатка компрессора после ремонта. Перечень оборудования участка ремонта компрессоров приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Оборудование участка ремонта компрессоров

Операция	Оборудование
Снятие и установка узлов и деталей компрессора	Стенд для ремонта компрессоров
Снятие поршневых колец	Съёмник
	Съёмник
Выемка и постановка коленвала в корпус	Съёмник
Расточка вкладышей	Станок для расточки вкладышей компрессора
Мойка мелких деталей	Машина для мойки мелких деталей
Дефектоскопия деталей	Типовой стенд для магнитопорошкового контроля мелких деталей ТПС в локомотивных депо
	Дефектоскоп
	Дефектоскоп ультразвуковой
Распрессовка соединений, выполненных с натягом	Пресс гидравлический
Установка поршневых колец	Приспособление для обжатия поршневых колец
Проверка плотности собранных нагнетательных и всасывающих клапанов	Приспособление для опрессовки всасывающих и нагнетательных клапанов компрессора
Проверка масляных насосов на производительность	Стенд для испытания масляных насосов компрессоров
Сушка и нагрев деталей перед сборкой в узлах с гарантированным натягом	Шкаф для сушки, нагрева и прожировки
Обкатка компрессора после ремонта	Стенд для обкатки компрессоров

В отделения ремонта вспомогательных электрических машин и аппаратов ремонтируют вентиляторы и электронасос трансформатора. Электронасос трансформатора типа 1ТТ-63/10 осматривается, замеряется сопротивление изоляции, проверяется состояние подшипников. Ремонт электронасоса производится в соответствии с требованиями Руководства по среднему и капитальному ремонту электрических машин электровозов и действующих инструкций.



Все электрические аппараты после ремонта должны быть отрегулированы, подвергнуты испытаниям и проверке соответствия их параметров техническим и паспортным данным. Для этого в отделении имеются стенды для испытания электрической прочности изоляции аппаратов, регулировки и испытания электрических аппаратов и тахогенераторов системы регулирования, для испытания регулятора напряжения. Перечень оборудования отделения приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Оборудование отделения ремонта вспомогательных электрических машин и аппаратов

Операция	Оборудование
Сушка и нагрев деталей	Шкаф для сушки, нагрева и прожировки
Определение нажатия контактов и характеристик пружин	Динамометр
	Динамометр
	Динамометр
Проверка нагрузочных характеристик пружин сжатия и растяжения	Граммометр часового типа
	Граммометр часового типа
Испытание электрических аппаратов	Стенд для испытания электрических аппаратов
Испытание изоляции на электрическую прочность	Установка передвижная пробивная на 10 кВ

## 2. Определение прямых расходов на проведение плановых ремонтов вспомогательного оборудования локомотива ЭПМ

Прямые расходы на ремонт вспомогательного оборудования складываются из расходов по оплате труда основного производственного персонала, отчислений во внебюджетные социальные фонды, расходов на материалы и технологическую электроэнергию.

Часовая тарифная 1 разряда на 2022 год составляет 84,48 рубля. В соответствии с Положением о корпоративной системе оплаты труда, тарифные коэффициенты 4 и 5 разрядов второго уровня оплаты труда составляют соответственно 1,89 и 2,12. Стимулирующая надбавка за профессиональное мастерство рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ для 4 разряда составляет 16%, а 5 разряда - 20%. Таким образом, часовые тарифные ставки составляют:

$84,48 \times 1,89 \times 1,16 = 185,2$  рублей (4 разряд) – для станочника

$84,48 \times 2,12 \times 1,2 = 214,9$  рублей (5 разряд) – для слесарей, электромехаников и дефектоскописта

Расчёт трудоёмкости и расходов на оплату труда основного производственного персонала при ремонте вспомогательных машин приведен в таблице 3.

Совокупная трудоёмкость ремонта вспомогательного оборудования электровоза ЭПМ составляет 12,5 нормо-часов, при выполнении работ задействованы 4 человека, оплата труда составляет 2686,3 руб.

В соответствии со ст. 425 НК РФ тариф страхового взноса на фонд оплаты труда составляет 30%. Величина страховых взносов составит  $2686,3 \times 0,3 = 805,9$  руб.

При выполнении ремонта вспомогательных машин используются следующие материалы: обтирочные, смазочные материалы, моющие средства, материалы для электромеханических работ (провода, клеммы, паяльные материалы, метизы), абразивные материалы. Совокупные расходы на приобретение указанных материалов для нужд отделения по ремонту вспомогательных машин и участка по ремонту компрессоров составили 1022 тыс. руб., или в расчёте на один ремонт локомотива –  $1022 / 81 = 12,6$  тыс. руб.

Таблица 3. Трудоёмкость и сдельная заработная плата при ремонте вспомогательных машин

Вид работ	Трудоёмкость, нормо-часов	Часовая тарифная ставка, рублей	Фонд оплаты труда, рублей
-----------	---------------------------	---------------------------------	---------------------------

Ремонт компрессора:			
слесарные работы	2,6	214,9	558,74
электромеханические работы	2	214,9	429,8
станочные работы	0,5	214,9	107,45
неразрушающий контроль	0,7	214,9	150,43
Ремонт вентиляторов:			0
слесарные работы	1,5	214,9	322,35
электромеханические работы	2,5	214,9	537,25
Ремонт электронасоса трансформатора:			
слесарные работы	1,5	214,9	322,35
электромеханические работы	1,2	214,9	257,88
ИТОГО	12,5		2686,25

Установленная мощность оборудования участка ремонта компрессоров составляет 16кВт, отделения ремонта вспомогательных электрических машин и аппаратов – 10,8 кВт. Определим количество потреблённой технологической электроэнергии по формуле:

$$Эт = W \times T \times N \times k = 26,8 \times 3 \times 81 \times 0,3 = 1954 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где: W - установленная суммарная мощность оборудования: 10,8+16 = 26,8 кВт  
 T – продолжительность ремонта, 3 часа  
 N – количество ремонтов, 81  
 K – коэффициент использования мощности, 0,3

При цене электроэнергии 4,9 руб. за кВт-час расходы на технологическую электроэнергию составляют: 1954 x 4,9 = 9573 руб., или в расчёте на 1 локомотив 9573 / 81 = 118 руб.

Совокупные затраты на ремонт 1 локомотива составляют:  
 12600 + 2686 + 806 + 118 = 16210 руб., а в расчёте на годовую программу ремонта:  
 16210 x 81 = 1 313 010 рублей.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.

6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
10. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта вагонного эксплуатационного депо Лиски**

Жиглова А.С.

Филиал РГУПС в г. Воронеж



Рис. 1. Система испытания тормоза СМ ИТВ

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 отдельным торможением (с двумя тормозными цилиндрами).

Годовая программа ремонта участка составляет 850 вагонов в год. Продолжительность контроля одного вагона определена проведением хронометража и составляет 36 минут, с учётом подготовительно-заключительных операций, готовая трудоёмкость составляет:  $850 \times 36 / 60 = 510$  нормо-часов. Работы выполняются слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда. Часовая тарифная первого разряда с 01.01.2022 года составляет 84,48руб., тарифный коэффициент 6 разряда по второму уровню оплаты труда равен 2,12, надбавка за профессиональное мастерство 20%. Определим часовую тарифную ставку слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда:  $84,48 \times 2,12 \times 1,2 = 215$  руб., сдельная заработная плата на программу ремонта составит:  $850 \times 215 / 1000 = 182,8$  тыс. руб., отчисления во внебюджетные социальные фонды в размере 30% - 54,8 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:  $182,8 + 54,8 + 33,0 = 270,6$  тыс. рублей, себестоимость контроля одного вагона составила:  $270,6 / 850 = 0,318$  тыс. руб.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
3. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.

10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Выбор оптимального профиля колес для высокоскоростного движения**

Иванов Д.В.

Научный руководитель – Ворошилина М.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

1. Технология и оборудование для обточки колёсных пар высокоскоростного подвижного состава.

Особенностью технологического процесса восстановления колесных пар при текущем ремонте тягового подвижного состава является целесообразность проведения операции восстановления без выкатки колесных пар из-под подвижного состава. Использование этой прогрессивной технологии исключает необходимость проведения трудоемких вспомогательных работ, таких как отсоединение тягового двигателя, подъем кузова, выкатка тележек, разборка буксовых узлов, выкатка и демонтаж колесно-моторного блока, транспортирование колесных пар на обрабатывающий станок, что дает значительный экономический эффект по сравнению с традиционными методами восстановления. Обработка колесных пар без выкатки в целом существенно сокращает время простоя подвижного состава в ремонте и значительно снижает затраты труда.

В настоящее время из всего станочного парка локомотивных депо две трети (69 %) составляют станки по обработке профиля катания колес без выкатки. Наибольшая часть таких станков приходится на модели КЖ -20 КЗТС и станки производства Rafamet S. F., UGB-150 и UGE-150N. Однако станочный парк для восстановления поверхности катания колесных пар тягового подвижного состава без выкатки, имеющийся в распоряжении ремонтных предприятий отечественных железных дорог, в частности Октябрьской железной дороги – филиала ОАО РЖД, характеризуется значительной долей станков с высоким физическим и моральным износом, эксплуатируемых более 20 лет. Данный факт в перспективе может создать затруднения при ремонте подвижного состава, оснащенного колесными парами с новыми бандажами из марки стали 4 по ГОСТ 398–2010, имеющими повышенную твердость 320–360 НВ.

Одним из широко распространенных станков для восстановления колесных пар без выкатки является станок А -41 производства Ивано - Франковского завода. Станки данного типа относятся к станкам, простым по конструкции и эксплуатации, обточка производится поочередно для каждого бандажа с ручной подгонкой. Для восстановления зоны катания колеса применяется механическая подача инструмента с призматическими твердосплавными пластинами, для восстановления гребня колеса используется ручная подача чашечного твердосплавного резца. Подъем и вывешивание колесных пар на станке осуществляется с помощью пневмогидравлических домкратов. Привод вращения ведущих колесных пар осуществляется от тягового электродвигателя. Точность и производительность восстановления профиля поверхности катания колесных пар для данных станков определяются в основном квалификацией персонала, работающего на станке; на обработку одной колесной пары отводится три часа. За смену рабочий может обточить две - три

колесные пары, на станке независимо друг от друга могут работать два токаря. К главным преимуществам данных станков относят низкую стоимость и дешевизну эксплуатации. К недостаткам станка следует относить: ручную подачу, требующую высокого уровня квалификации персонала и снижающую производительность станка; значительный вылет резца, приводящий к снижению его стойкости и ухудшению качества обработанной поверхности; невысокие мощность главного привода и прочность механизмов станка, ограничивающие применяемые подачи.

Колесотокарные станки, оснащенные системой копирования. Значительное распространение на сети дорог получили станки, оснащенные системами автоматизированного копирования профиля, фирмы Rafamet S. F. ( Польша ) моделей UGB-150 и UGE-150N. Профиль колеса обрабатывается одновременно двумя суппортами по принципу электрокопирования. Станок оснащен системой измерения диаметра колес по кругу катания, что позволяет измерять каждое колесо после предварительной зачистки, а также после его обтачивания. Основные технические характеристики подрельсовых колесо-обрабатывающих станков, имеющих в распоряжении ремонтных предприятий отечественных железных дорог, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели точности и производительности станков без выкатки колесных пар

Модель станка, производитель	Макс. сечение стружки, мм <sup>2</sup>	Время обработки одной КП, час	Радиальное биение круга катания, мм	Шероховатость Ra, мкм	Точность профиля, мм
НПО Техстрой, ТК-941Ф3 (Россия)	6	1,3	менее 0,2	5-20	менее 0,3
Rafamet SF, UGE-150N (Польша)	10	0,85	менее 0,1	5-20	менее 0,15

Достаточно простым по сути, но весьма трудоемким при выполнении является способ копирования фасонного профиля обточкой с ручной подгонкой, реализованный в станках модели А 41. Восстановление профиля выполняется за счет разворачивания направляющих станка под углом, равным углу наклона конусной поверхности катания, и обработки при механической подаче наружной части контура. Восстановление остальных поверхностей производится при ручном управлении перемещениями инструмента по двум координатам. Процесс ручной подгонки при периодическом контроле с помощью контурного шаблона является весьма трудоемкой операцией, при этом точность обработки определяется в основном квалификацией оператора.

Наиболее перспективным способом копирования, реализованным в большинстве современных колесо-обрабатывающих станков, в том числе в станках UGE-150N и ТК-941Ф3, является способ копирования с применением ЧПУ, созданного на базе современных программируемых контроллеров. Данный способ копирования обеспечивает перемещение режущего инструмента по двум координатам, задаваемым согласно записанному в программе ЧПУ профилю поверхности. Точность получаемого профиля определяется уровнем точности систем позиционирования и перемещения режущего инструмента. Применение современных технических решений для этих систем обеспечивает наиболее высокую точность воспроизводства профиля по сравнению с другими методами копирования.

Преимуществами данного способа также является отсутствие копира, заменяемого эталонным профилем, записанным в программе, что позволяет гибко подходить к выбору геометрии поверхности катания и исключает из общей погрешности воспроизводства профиля погрешность копира. Главным недостатком данного способа копирования является

необходимость в сложном и высококвалифицированном техническом обслуживании оборудования, не всегда выполнимом в условиях ремонтных предприятий.

## 2. Определение себестоимости ТО-4.

Прямые расходы на проведение ТО-4 включают:

- расходы на оплату труда с отчислениями
- материальные затраты (резцы и электроэнергия технологическая)
- расходы на техническое обслуживание и ремонт оборудования цеха ТО-4
- амортизацию оборудования

Расчёт себестоимости ТО-4 на станках ТК-941Ф3 и UGE-150N для 5 вагонного поезда ЭС1 приведен в таблице 2.

Таблица 2. Расчёт себестоимости ТО-4

Показатель	ТК-941Ф3	UGE-150N
Трудоёмкость ТО-4, нормо-часов	9,6	7,4
Часовая тарифная ставка слесаря 6 разряда, руб.	242,0	242,0
Расходы на оплату труда и отчисления во внебюджетные фонды, руб.	3020	2328
Мощность оборудования, кВт	820	910
Время ТО-4, час	2,1	1,8
Потребление электроэнергии, кВт-час	1 722	1 638
Цена электроэнергии, руб. / кВт-час	4,9	4,9
Стоимость электроэнергии, руб.	8 438	8 026
Стоимость резцов, руб.	2 055	2 800
Годовые расходы на ТО и ремонт оборудования, руб.	326 000	527 000
Годовая программа ТО-4, шт.	300	300
Расходы на ТО оборудования в расчете на одно ТО-4, руб.	1 087	1 757
Стоимость оборудования, руб.	28 000 000	36 000 000
Срок эксплуатации, лет	12	10
Амортизационные отчисления в расчёта на одно ТО-4, руб.	7 778	12 000
ИТОГО прямые расходы на ТО-4	22 377	26 911

Таким образом, прямые затраты на проведение ТО-4 с использованием ТК-941Ф3 составляют 22 377 руб., а с использованием UGE-150N – 26 911 руб. То есть прямые затраты при использовании ТК-941Ф3 на 17% меньше, чем у UGE-150N.

## 3. Программа ремонта и экономический эффект

В 2021 году программа ремонта ТО-4 составила 300 шт. Предполагается, что использование перспективных профилей для обточки колес позволит сократить количество ТО-4 на 1-3%, или на 3-9 ТО-4 в год. Таким образом, минимальный экономический эффект составит:  $22\,377 \times 3 = 67\,131$  руб., а максимальный –  $26\,911 \times 9 = 242\,199$  руб.

### Список литературы

1. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
2. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.

3. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьев Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.



**Техническое перевооружение монтажного участка электрокомпрессорного цеха по ремонту электрооборудования вагоноремонтного завода**

Катцин В.Е.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

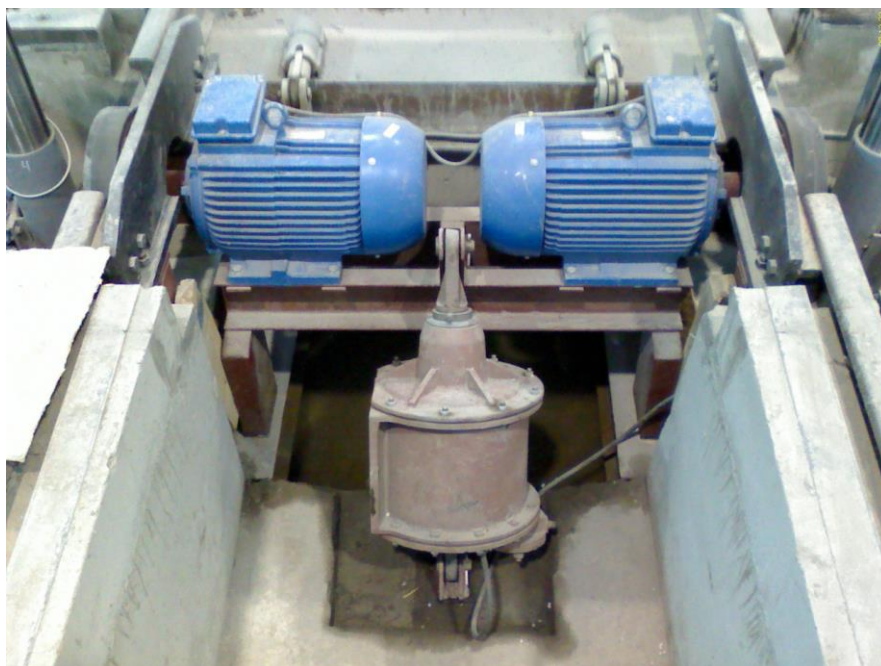


Рис.1 Внешний вид СДПВ

Станция диагностирования пассажирских вагонов (далее СДПВ) предназначена для использования при деповском ремонте пассажирских вагонов, при капитальных заводских ремонтах вида КР-1 и КР-2, а также может быть использована при производстве технического обслуживания ТО-3 и текущем отцепочном ремонте.

Технические характеристики

В состав СДПВ входят следующие взаимосвязанные устройства:

- модуль вращения колёсной пары;
- модуль испытания электропневматического тормоза;
- измерительно-коммутационные устройства;
- источники тестовых воздействий;
- информационно-управляющее вычислительное устройство;
- линии связи для передачи измерительной и управляющей информации.

Станция предусматривает диагностирование следующих типов и систем электроснабжения вагонов, а также оборудованных диагностическими разъемами:

1. ЭВ10.02 с регулятором напряжения генератора (РНГ) типа 2ПА.144, блоком реле фильтра (РФ), блоком защиты от перенапряжений (РМН), блоками тиристорной защиты (БТЗ) и электромагнитной защиты от обрыва фаз генератора (ЗОФ);
2. ЭВ10.02 с РНГ типа 2Б.231, РФ, РМН, БТЗ и ЗОФ;
3. ЭВ10.02 с РНГ типа 2Б.231, блоком реле частоты (БРЧ), РМН, БТЗ, ЗОФ;
4. ЭВ10.02 с РНГ типа 2Б.231, БРЧ и объединенным блоком защит (БЗ) с каналом тиристорной защиты;
5. ЭВ10.02 с РНГ типа 2Б.231, БРЧ, БЗ без канала тиристорной защиты;
6. ЭВ10.02.12;
7. ЭВ10.02.24;
8. ЭВ10.02.31;
9. СЭС вагонов с генератором ДУГГ-28;

10. СЭС вагонов с полупроводниковым РНГ и генератором переменного тока мощностью 32 кВт (постройки до 1992г);
11. СЭС вагонов с генератором переменного тока мощностью 32 кВт с устройством регулирования и управления системы автономного электроснабжения RGA-5-32 типа 2470 за исключением проверки защит;
12. СЭС вагонов с комплексом электрооборудования «ЗАРЯ» Э-12.02.00.00.000.

Станция обеспечивает диагностирование автономных систем вагона:

**функционирование систем защит и регулирования** СЭС вагона (блоки БРНГ, БЗ (защиты от обрыва фаз, от перегорания предохранителя F1, защита от понижения напряжения, защита от повышения напряжения) ;

**системы электропневматического тормоза (ЭПТ)** как обычного, так и дискового в соответствии с требованиями Общего Руководства по ремонту тормозного оборудования вагонов 732-ЦВ-ЦЛ, в частности производит:

- зарядку тормозной сети установленной продолжительности.
- при испытании автоматического тормоза установка выполнять ступень торможения после полной зарядки и проверку действия тормоза при ступени торможения;
- определять соответствие герметичности тормозной магистрали вагона ус-тановленным нормам;
- определять максимальную величину давления в тормозном цилиндре при экстренном торможении;
- определять продолжительность сохранения тормозного эффекта по темпу понижения давления в тормозном цилиндре после экстренного торможения;
- проверять действие выпускного клапана;
- контролировать отпуск тормоза при восстановлении давления в тормозной магистрали в соответствии с требованиями Общего Руководства по ремонту тормозного оборудования вагонов 732-ЦВ-ЦЛ.
- плотность тормозной сети вагона;
- сопротивление рабочего и контрольного провода;
- сопротивление изоляции рабочего и контрольного провода;
- состояние элементов электровоздухораспределителя;
- выполнение электрических команд управления ЭПТ (торможение, отпуск, перекрыша);
- динамические параметры при проверке электрической части тормоза;

**основных потребителей электрической энергии на вагоне:**

- преобразователя люминесцентного освещения;
- вентиляционного агрегата;
- циркуляционного насоса отопления;
- прочих потребителей с током потребления больше 10 А;

**штатных контрольно-измерительных приборов;**

**изоляции электрических цепей** низковольтных и высоковольтных СЭС одним из испытательных напряжений 500, 1000 или 2500 Вольт;

**аккумуляторной батареи (АБ);**

Определяются:

- ЭДС АБ;
- напряжение АБ;
- сопротивление изоляции АБ;
- номер элемента, имеющего утечку;
- сопротивление изоляции низковольтных цепей СЭС вагона;
- количество короткозамкнутых элементов АБ.

**подвагонного генератора.**

Управление процессом диагностирования осуществляется оператором с пульта управляющего вычислительного устройства в диалоговом режиме. Суммарная трудоемкость диагностирования одного пассажирского вагона при входном (выходном) контроле не превышает 4 чел/час для слесаря-электрика 5 разряда (из них не более 0.5 чел/час при вращающейся колёсной паре). Стоимость СДПВ приведена в таблице 1.

Таблица 1 Стоимость СДПВ, тыс. руб

Статья расходов	Стоимость
Оборудование	830
Монтажные работы	120
ИТОГО	950

Выполним расчёт текущих расходов, которые складываются из стоимости электроэнергии, заработной платы операторов (с отчислениями), расходов на ремонт и техническое обслуживание, амортизации. Программа ремонта участка принимается на уровне 2021 года – 400 вагонов. При этом на СДПВ вагон проходит диагностику дважды: входной и выходной контроль

Расходы на электроэнергию.

Суммарная мощность энергопотребителей СДПВ – 14кВт. Время диагностирования одного вагона – 2 часа. Годовое электропотребление составит:  $14 \times 400 \times 2 \times 2 = 22400$  кВт-ч. При стоимости электроэнергии 4,3 руб / кВт-ч., годовые расходы на электроэнергию составят:  $22400 \times 4,3 = 96\ 320$  руб.

Диагностика проводится двумя слесарями-электриками 5 разряда, Суммарная трудоемкость диагностирования одного пассажирского вагона при входном (выходном) контроле не превышает 4 чел/час. Совокупная трудоёмкость на всю программу ремонта составит:  $400 \times 2 \times 4 = 3200$  человеко-часов. В 2022 г. минимальный размер оплаты труда в ОАО «РЖД» составляет 13 890 руб., годовой фонд рабочего времени по таблице-календарю на 2022 год – 1973 часа, следовательно, часовая тарифная ставка 1 разряда (ЧТС1) составит:  $ЧТС1 = 13\ 890 \times 12 / 1\ 973 = 84,48$  руб. Тарифный коэффициент 2 уровня оплаты труда 5 тарифного разряда в соответствии с корпоративной системой оплаты труда – 2,12. В целях стимулирования повышения профессионального мастерства рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ (выпускаемой продукции), освоившим выполнение работ по смежным операциям и профессиям, устанавливаются надбавки за профессиональное мастерство, дифференцированные по разрядам квалификации, для V разряда - до 20%. Размер тарифа взносов во внебюджетные социальные фонды в соответствии с главой 34 Налогового Кодекса составляют 30%. Таким образом, расходы на оплату труда с учётом отчислений во внебюджетные фонды составят:  $3200 \times 84,48 \times 2,12 \times 1,2 \times 1,3 = 894\ 055$  рублей

Расходы на ремонт и техническое обслуживание принимаются в размере 5% первоначальной стоимости СДПВ ежегодно, или  $950\ 000 \times 0,05 = 47\ 500$  руб.

Амортизация начисляется по простой пропорциональной формуле. Срок службы СДПВ установлен производителем не менее 10 лет, годовая сумма амортизации составит:  $950\ 000 / 10 = 95\ 000$  рублей.

Совокупные текущие расходы на эксплуатацию СДПВ составят:

$96\ 320 + 894\ 055 + 47\ 500 + 95\ 000 = 1\ 132\ 875$  рублей в год. Учитывая, что программа ремонта принимается в размере 400 вагонов, штучная калькуляция расходов на комплекс диагностики одного вагона (входная и выходная проверка) составит:  $1\ 132\ 875 / 400 = 2\ 832$  рублей

Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
4. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
5. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
6. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
7. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
8. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
9. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
10. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

**Применение стенда для обкатки КТ-6 при проведении ТР-3 электровоза ВЛ80 в депо Лиски**

Коровин С.Ю.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Используемый в настоящее время стенд для обкатки КТ-6 изношен и срок его эксплуатации подходит к концу. Рассмотрим вариант его замены на установку А25.100М производства ПКБ ЦТ Стенд предназначен для обкатки компрессоров без клапанных коробок, холодильника и вентилятора после их ремонта в локомотивном депо. Привод стенда обеспечивает все режимы обкатки компрессоров КТ-6, КТ-6Эл, КТ-7, ПК-5.25, предусмотренные правилами ремонта и испытанию тормозного оборудования локомотивов и моторвагонного подвижного состава ЦТ/3549. Одновременно в процессе обкатки

компрессора проверяется работа масляного насоса. Технические характеристики установки приведены в таблице 1.



Рисунок 1. Внешний вид Стенда для обкатки КТ-6

Таблица 1 – Технические характеристики Стенда

Показатель	Значение
Питающая сеть	380В 50Гц
Тип привода	Электрический с регулируемой частотой вращения и реверсом
Мощность	22 кВт
Диапазон частот вращения	0 – 1600 об/мин
Габаритные размеры (Д x Ш x В)	2150 x 1460 x 1670
Масса	1200 кг

Обкатку компрессоров КТ-6 производят с целью приработки деталей компрессора без клапанных коробок и холодильника непрерывно при частотах вращения коленчатого вала 270, 400, 600 и 850 об/мин соответственно в течение 30, 20, 10 и 30 мин. Дефекты, обнаруженные при обкатке, устраняют, масло заменяют новым, компрессор полностью собирают и подсоединяют к клапанной коробке цилиндра высокого давления напорную трубу испытательного стенда.

Проверку на нагрев производят при частоте вращения коленчатого вала 270 об/мин в течение 2 ч в следующем режиме: 20 мин без противодействия, 40 мин с включенным регулятором и 60 мин с противодействием 784 кПа. Температура масла при этом должна быть не более 65°C, нагнетаемого воздуха от выходного патрубка на расстоянии 500 мм — не более 150 — 180°C. Затем доводят частоту вращения вала до 850 об/мин и производят испытание в течение 1 ч. Температура масла должна быть не более 90°C, нагнетаемого воздуха — не более 180°C. Снижают частоту вращения коленчатого вала до 270 об/мин и проверяют давление масла, которое должно быть не менее 174 кПа. Далее испытание ведут при противодействии 980 кПа и частоте вращения коленчатого вала 850 об/мин в течение 5 мин. Компрессор останавливают и после остывания производят частичную разборку, проверяют состояние рабочих поверхностей деталей. Затем компрессор собирают, масло заменяют.

Испытание на подачу производят на стенде при частоте вращения коленчатого вала 270 об/мин. После 15 мин прогрева компрессора повышают частоту вращения до 850 об/мин. При этом подача компрессора КТ-6 должна быть 5,5 м<sup>3</sup>/мин. Производят проверку плотности нагнетаемого клапана цилиндра высокого давления. При этом падение давления с 784 до 686 кПа должно происходить не быстрее чем за 10 мин

Программа ремонта в 2021 году в депо составила 320 компрессоров.

Таблица 2 - Сопоставление технико-экономических показателей моечных машин

Существующая установка	Перспективная установка
Восстановительная стоимость (приобретение и монтаж новой аналогичной машины) – 2315 тыс. руб.	Полная первоначальная стоимость – 2522 тыс. руб.
Время обкатки – 150 минут. Время работы оборудования: $320 \times 150 / 60 = 800$ часов в год	Время обкатки – 120 минут. Время работы оборудования: $320 \times 120 / 60 = 640$ часов в год
Установленная мощность – 28 кВт, расход электроэнергии: $28 \times 800 = 22400$ кВт-час, при тарифе 5,3 руб/кВт-час, расходы на электроэнергию составят: $22400 \times 5,3 / 1000 = 118,7$ тыс. руб. в год	Установленная мощность – 22 кВт, расход электроэнергии: $22 \times 640 = 14080$ кВт-час, при тарифе 5,3 руб/кВт-час, расходы на электроэнергию составят: $14080 \times 5,3 / 1000 = 74,6$ тыс. руб. в год
Трудоёмкость производственной операции составляет 800 нормо-часов в год, работы выполняются слесарем 4 разряда, часовая тарифная ставка 4 разряда с учетом премии 16% составляет 185 руб., расходы на оплату труда и отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют: $185 \times 800 \times 1,3 / 1000 = 192,4$ тыс. руб. в год	Трудоёмкость производственной операции составляет 640 нормо-часов в год, работы выполняются слесарем 4 разряда, часовая тарифная ставка 4 разряда с учетом премии 16% составляет 185 руб., расходы на оплату труда и отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют: $185 \times 640 \times 1,3 / 1000 = 153,9$ тыс. руб. в год
ИТОГО прямые затраты по операции составляют: $118,7 + 192,4 = 311,1$ тыс. руб. в год	ИТОГО прямые затраты по операции составляют: $74,6 + 153,9 = 228,5$ тыс. руб. в год
Штучно-калькуляционные расходы: $311,1 / 320 = 972$ руб. на компрессор	Штучно-калькуляционные расходы: $228,5 / 320 = 714$ руб. на компрессор

Таким образом, годовая сумма экономии текущих затрат составляет:  $311,1 - 228,5 = 82,6$  тыс. руб. в год, а штучно калькуляционные расходы в расчёте на одну колёсную пару на 27% ниже.

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты: разница между восстановительной стоимостью старой машины и полной первоначальной стоимостью перспективной установки составляют:  $(2522-2315) = 207$  тыс. руб.;

Годовой экономический эффект – 82,6 тыс. 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 3. и на рис. 2. Дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 431 тыс. руб., а окупаемость наступает на 3 год реализации проекта.

Таблица 3 - Расчет дисконтированного денежного потока, тыс. руб.

год	Коэффициент дисконтирования	чистый денежный поток	дисконтированный денежный поток	дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	-207	-207	-207
1	0,95	82,6	79	-128
2	0,91	82,6	75	-53
3	0,86	82,6	71	18
4	0,82	82,6	68	86
5	0,78	82,6	65	151
6	0,75	82,6	62	212
7	0,71	82,6	59	271
8	0,68	82,6	56	327
9	0,64	82,6	53	380
10	0,61	82,6	51	431

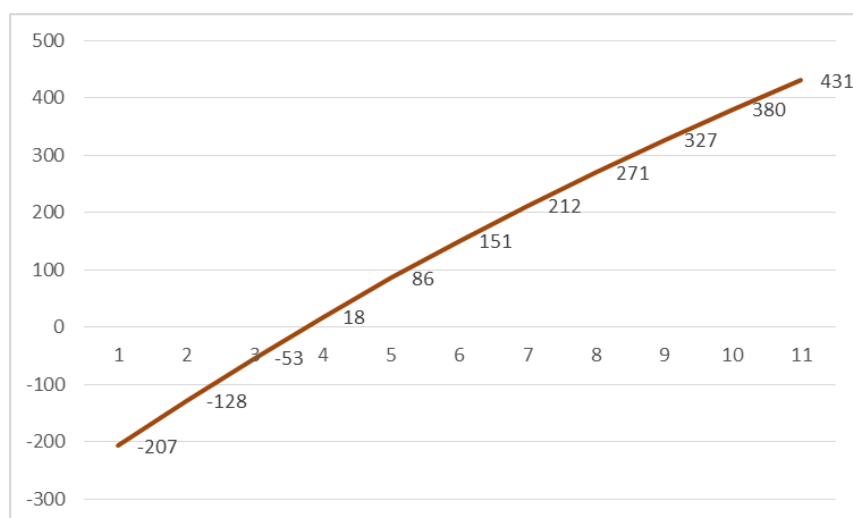


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.

6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
10. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Техническое перевооружение отделения ремонта электрических машин**

Кох А.О.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Установка ультразвуковая мойки и пропитки остовов ТЭД (10ДК.318550.06) предназначена для мойки и пропитки остовов ТЭД без демонтажа обмоток катушек полюсов в пропиточном лаке с применением ультразвука (УЗ). При мойке происходит удаление с обрабатываемых поверхностей, из каверн и трещин в старой изоляции влаги, механических и масляных загрязнений. При пропитке происходит заполнение пропиточным лаком каверн и трещин в старой изоляции, заполнение пропиточным лаком внутренних полостей и каналов обмоток и сердечников, равномерное и качественное покрытие наружных поверхностей обмоток и сердечников. Функциональные возможности установки:

- Очистка и пропитка полостей и поверхностей, имеющих труднодоступные полости и каналы, очистить которые традиционными способами невозможно.
- Снижение трудозатрат за счёт исключения из существующего технологического процесса основных и вспомогательных операций, связанных с разборкой остова, перемоткой изоляции снятых с остова катушек полюсов, монтажом на остов после пропитки катушек полюсов, юстировкой магнитной системы остова.
- Автоматизированный контроль над технологическим процессом позволяет формировать и вести электронный паспорт с записью основных параметров технологического процесса в энергонезависимую электронную карту памяти (флеш-карту) или, при наличии в депо компьютерной сети, полученную информацию передавать по сети на главный сервер. Электронный паспорт также можно просматривать и распечатывать с любого офисного компьютера депо при подключении к нему указанной флеш-карты.





Рисунок 1. Установка ультразвуковая мойки и пропитки  
остовов ТЭД

Применение установки позволяет повысить производительность и безопасность труда, улучшить условия труда, повысить культуру производства. Длительность пропитки одного ТЭД составляет 16 минут, потребляемая мощность установки – 4кВт., расход сжатого воздуха до 100 л/мин при давлении 0,4 – 1,0 МПа, требуемая мощность вентиляции – 4800м<sup>3</sup>/час.

#### Порядок работы установки

Подготовленный для пропитки остов при помощи кран-балки транспортируют к установке ультразвуковой пропитки. Остов устанавливают в рабочую емкость вертикально переходным кольцом вниз с визуальным контролем горизонтальности верхней кромки остова. Далее выполняют следующие операции:

1. На силовом шкафу включают автоматический выключатель «Сеть» в положение ВКЛ.
2. Открывают вводный вентиль подачи сжатого воздуха.
3. На пульте управления устанавливают переключатель «РЕЖИМ РАБОТЫ» в положение «Наладка» и нажимают кнопку «Питание ВКЛ.», при этом включится индикатор «Питание».
4. Включают кнопку «Подача раствора в остов» наладочного пульта, это приводит к включению насоса подачи раствора (Лак ФЛ-98) в остов и установленный остов начинает наполняться раствором.
5. После того, как остов заполнится лаком, включают на наладочном пульте кнопку «Ультразвук», это приводит к включению ультразвукового генератора и появлению звука высокого тона в установке. Включение кнопки «Ультразвук» при незаполненном лаком остове может привести к выходу ультразвуковых излучателей из строя в результате их перегрева. Допустимое время включения ультразвука в таком режиме – не более 5 секунд.
6. После обработки выключают ультразвук и включают кнопку «Слив раствора из остова» на наладочном пульте, при этом включится насос откачивания раствора из остова.
7. Включают на наладочном пульте кнопку «Сбор утечек» для откачки раствора из емкости мойки-пропитки остовов. Температура пропиточного лака должна иметь температуру окружающей среды (от 20 до 40 °С).

После окончания слива пропиточного раствора из остова необходимо выдержать остов над емкостью не менее 15 минут для обеспечения стекания раствора с поверхностей остова перед его извлечением.

Затем остов поднимают из пропиточной емкости и устанавливают на технологическую площадку для снятия переходного кольца и герметизирующих приспособлений. После

удаляют остатки лака с обработанных поверхностей остова обтирочными концами, увлажненными в бензине или растворителе.

Далее пропитанный остов помещают в сушильную печь.

Для технико-экономического обоснования модернизации рассчитаем величину прямых расходов по операции пропитки остовов ТЭД на всю программу ремонта и определим показатели инвестиционной эффективности.

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

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

1. Амортизацию оборудования
2. Материальные затраты (Лак ФЛ-98)
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  
 $T_{сл}$  – срок службы оборудования

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

$$T_r = G_{пр} \times T_{оп} / 60$$

где:  $T_r$  – время работы оборудования, часов в год  
 $G_{пр}$  – годовая программа ремонта, 81 локомотив, 486 ТЭД.  
 $T_{оп}$  – операционное время пропитки одного ТЭД. Для ранее применяемой технологии – 96 минут, для предлагаемой установки – 16 минут  
60 – минут в час

Время работы оборудования определяет:

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

Фонд оплаты труда определяется по формуле:

$$F_{от} = Ч_{тс} \times T_r$$

где:  $F_{от}$  – фонд оплаты труда  
 $Ч_{тс}$  – часовая тарифная ставка. Операция выполняется одним слесарем по ремонту подвижного состава 4 разряда, ставка первого разряда на 2022г установлена в размере 84,48 руб., тарифный коэффициент – 1,89, также учитывается премия в размере 16%.  
Итого  $Ч_{тс} = 84,48 \times 1,89 \times 1,16 = 185$  руб.  
 $T_r$  – трудоёмкость операции (время работы оборудования)

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

Стоимость технологической электроэнергии определяется по формуле:

$$C_э = T_r \times M_о \times Ц_э$$

где:  $C_э$  – стоимость технологической электроэнергии  
 $T_r$  – время работы оборудования, часов в год  
 $M_о$  – мощность оборудования, для ранее используемого оборудования – 6,8 кВт, для предлагаемого оборудования – 4,0 кВт  
 $Ц_э$  – цена 1 кВт-час электроэнергии - 4,9 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	Применяемая технология	Новая технология	Отклонение
Годовая программа ремонта, ТЭД	486	486	
Первоначальная стоимость, тыс.руб.	2 950	3 750	-800
Проектный срок эксплуатации, лет	10	10	-
Годовая сумма амортизации, тыс. руб.	295	375	-80
Время на пропитку 1 ТЭД, минут	96	16	80
Время работы оборудования в году, часов	778	130	648
Мощность, кВт	7	4	3
Потребляемая электроэнергия в год, кВт-час	5 288	518	4 769
Цена 1 кВт-ч электроэнергии, рублей	4,9	4,9	
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	25,9	2,5	23,4
Часовая тарифная ставка слесаря 4 разряда (с учетом премии 16%), рублей	185	185	
Фонд оплаты труда, тыс. руб. в год	143,9	24,0	119,9
Отчисления на фонд оплаты труда, тыс. руб.	43,2	7,2	36,0
ИТОГО прямые расходы, тыс. руб. в год	507,9	408,7	99,2
Себестоимость пропитки 1 ТЭД, рублей	1 045	841	204

Таким образом, суммарные прямые расходы на программу ремонта при использовании предлагаемой установки на 99,2 тыс. рублей меньше, а себестоимость пропитки на один ТЭД – на 204 рубля. Учитывая разницу в первоначальной стоимости оборудования, определим порог рентабельности и срок окупаемости ЛИСП по формуле:

$$Pr = \frac{C_{пп} (уст) - C_{пп} (ст)}{C (ст) - C (уст)} \times 1000 = \frac{3\,750 - 2\,950}{1\,045 - 841} \times 1\,000 = 3\,918 \text{ ТЭД}$$

где: Пр – порог рентабельности, ТЭД

С<sub>пп</sub> – стоимость полная первоначальная установки и ранее применяемого оборудования

С – себестоимость подбора пропитки остова на 1 ТЭД

Учитывая годовую программу ремонта 486 ТЭД, получим срок окупаемости:

$$3918 / 486 = 8,0 \text{ лет}$$

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.

3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
7. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Разработка бортовой сети контроля состояния силовой цепи ВЛ80 на линии.**

Кузько К.А.

Научный руководитель – Сычёв Е.В.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Аппаратура микропроцессорной системы управления и диагностики (МСУД) выполняет автоматическое управление электроприводом и электрическими аппаратами магистрального серийного пассажирского электровоза ЭП1 и модернизированного грузового электровоза ВЛ80тк в режиме тяги и торможения. Применение современной элементной базы, такой как высокопроизводительные IBM PC-совместимые микропроцессорные контроллеры для тяжёлых условий эксплуатации, высоконадёжные преобразователи напряжения крупнейших в мире поставщиков, электролюминесцентные и ЖК дисплеи для низких температур, позволило создать систему управления и контроля, практически не требующую обслуживания.

Качество аппаратуры МСУД, выпускаемой АО "ПКП" ИРИС", подтверждается сертификатом соответствия Системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте Российской Федерации и контролируется Регистром сертификации на федеральном железнодорожном транспорте.

Аппаратура МСУД состоит из шкафа с тремя контроллерами: центрального и двух технологических с разделёнными функциями управления электрооборудованием, диагностики и возможностью передачи управления друг другу при реконфигурации в случае повреждения одного из контроллеров, а также блока индикации.

Центральный контроллер обеспечивает обмен информацией между всеми контроллерами управления и пультом машиниста по дублированному интерфейсу RS-485, диагностику состояния электрооборудования и связь с приборами АСУ безопасности по интерфейсу RS-232.

Технологический контроллер управления последовательно опрашивает различные датчики, сельсины задатчиков тока и скорости, принимает дискретные сигналы состояния оборудования электровоза. Он же вычисляет значения выходных управляющих воздействий и выдаёт фазовые импульсы управления выпрямительно - инверторными преобразователями, фазовые импульсы управления выпрямительными установками возбуждения и дискретные сигналы управления силовыми реле и пневмовентильями.

В аппаратуре МСУД реализовано резервирование технологических контроллеров с так называемым "холодным" резервом. При возникновении неисправности в рабочем комплекте он отключается от объекта управления и в работу включается другой комплект

Аппаратура МСУД обеспечивает:

- Разгон электровоза до заданной скорости с заданной и автоматически поддерживаемой величиной тока якоря тяговых электродвигателей;
- Автоматическое поддержание заданной скорости;
- Рекуперативное торможение до заданной скорости с последующим автоматическим поддержанием заданной скорости на спусках;
- Автоматическое плавное торможение с учётом тормозных характеристик до полной остановки электровоза;
- Защиту от буксования и юза колёсных пар;
- Автоматическую непрерывную диагностику состояния оборудования электровоза;
- Стыковку микропроцессорных контроллеров с аппаратурой АСУ безопасности;
- Подключение микропроцессорных контроллеров к IBM PC-совместимым персональным компьютерам для отладки рабочих программ и моделирования процесса управления;
- Режим автоведения.

Для обеспечения надежности работы МСУД устанавливаются следующие виды и периодичность планово-предупредительного обслуживания и ремонта: - техническое обслуживание ТО-1 при приёмке-сдаче электровоза локомотивными бригадами; - техническое обслуживание ТО-2 через каждые 72 часа; - текущий ремонт ТР через каждые 30000км пробега; - средний ремонт СР через каждые 600000км пробега. При обнаружении неполадок в работе аппаратуры причину неисправности необходимо обнаружить и устранить. Неисправная ячейка заменяется из состава ЗИП; - работоспособность неисправной ячейки восстанавливается в условиях депо приписки или отправляется для ремонта на завод - изготовитель электровоза.

При техническом обслуживании ТО-2:

- проводится проверка аппаратуры БУ-193 в соответствии с методикой, приведенной в Руководстве по эксплуатации соответствующего электровоза. Проверку выполняется для каждого микроконтроллера ЦМК, МПК1 и МПК2. При обнаружении неполадок в работе аппаратуры причину неисправности необходимо обнаружить и устранить. Неисправную ячейку заменяется из состава ЗИП;

- работоспособность неисправной ячейки может быть восстановлена в условиях депо приписки или передана для ремонта на завод – изготовитель;
- при отказе одного микроконтроллеров МПК1 или МПК2, а также ЦМК во время движения электровоза допускается следование электровоза до основного депо.

При текущем ремонте:

- контролируется затяжка всех разъемов и при необходимости подтяните крепеж;
- проводится проверка аппаратуры в соответствии с инструкцией. Проверку выполняется для каждого микроконтроллера ЦМК, МПК1 и МПК2. При наличии бросков тока якоря двигателей в тяге или рекуперации ячейка БВС-991 заменяется из состава ЗИП. Неисправная ячейка проверяется и восстанавливается или отправляется для ремонта на завод – изготовитель.

При среднем ремонте

- отсоединяются соединительные кабели от разъемов шкафа БУ-193 и блоков БИ. Двери шкафа БУ-193 и крышки блоков БИ снимают;
- из шкафа БУ-193 извлекаются все ячейки, очищаются от пыли и загрязнений, контакты разъемов ячеек промываются спиртом, проверяется состояние печатных плат, надежность пайки и крепления деталей;
- проверяется на функционирование и контроль параметров ячеек на контрольном стенде в соответствии с его инструкцией и при необходимости выполните ремонт;
- сжатым воздухом продуваются ниши, монтаж и разъемы шкафа БУ-193, проверяется визуально состояние монтажа шкафа;
- проверяется сопротивление изоляции токоведущих цепей относительно корпуса и между цепями. Сопротивление изоляции должно быть не менее 10МОм. Контроль сопротивления осуществляется мегомметром на напряжение 500В;
- сжатым воздухом продуваются ниши и монтаж блоков БИ, визуально проверяется состояние монтажа блоков БИ и крепления плат; при сборке блока БИ после ремонта все крепежные детали должны быть установлены с применением краски;
- в соответствии с маркировкой ячейки устанавливаются в шкаф БУ-193 и крепятся винтами, блоки БИ закрываются крышками и пломбируются;

В среднем за год каждая секция ВЛ80 находящаяся в эксплуатации в депо, проходит 72 ТО-2. Средний пробег секции за год составляет 99,6 тыс. км., и, в соответствии с регламентом, количество ТР составляет:  $99,6 / 30 = 3,3$  шт., количество СР:  $99,6 / 600 = 0,16$  в год.

Определим расходы на проведение технического обслуживания и ремонта МСУД. В эксплуатации находится 66 секций ВЛ80 в/и. Программа ремонта в 2021 году включала 218 текущих ремонтов и 11 средних ремонтов. Прямые расходы включают расходы на оплату труда с отчислениями, расходы на материалы. Работы по обслуживанию и ремонту МСУД выполняет электромеханик 5 разряда, часовая тарифная ставка 5 разряда составляет 215 руб. При среднем ремонте применяются лакокрасочные, промывочные и протирочные материалы, расходы на которые в 2021 году составили 11000 руб., или 1000 рублей на один ремонт. При обнаружении неисправности ячеек БВС-991 стоимость замены составляет 23 600 руб., в 2021 году было заменено 5 ячеек на общую сумму 118 тыс. руб. Расчёт прямых расходов приведен в таблице 1.

Таблица 1. Расходы на выполнение ТО, ТР и СР МСУД

Показатель	ТО	ТР	СР	ИТОГО
Количество секций ВЛ80	66			
Количество на одну секцию, шт.	72	3,3	0,16	
Количество ТО и ТР	4752	218	11	
Трудоёмкость одного ТО (ТР, СР) на секцию, норма-часов	0,05	0,35	4,1	

Трудоёмкость программы, нормо-часов	238	76	43	357
Расходы на оплату труда с отчислениями, на программу, тыс. руб.	66	21	12	100
Материальные затраты, тыс. руб.			129	
Итого расходы на программу, тыс. руб.	66	21	141	100
Расходы в расчете на одно ТО (ТР, СР), руб.	14	98	13362	

Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

## **Внедрение системы мониторинга тяговых двигателей постоянного тока**

Лебедев ДА

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Одним из путей повышения эксплуатационной надёжности тепловозов является применение бортовых диагностических устройств. Диагностические бортовые системы устанавливаются при модернизации тепловозов типа ЧМЭЗ, ТЭМ2, 2ТЭ116.

Локомотивная бригада в пути следования может столкнуться с неисправностями оборудования тепловоза, угрожающими безопасности движения. В таких обстоятельствах ей важно оперативно знать о начале приближения угрозы, чтобы не дать по возможности неисправности быстро развиться и заблаговременно обоснованно остановить движение поезда. Диагностирование узлов трения колёсно-моторных блоков, техническое состояние которых определяет безопасность движения, целесообразнее проводить специальными средствами в депо, нежели при движении локомотива.

Бортовая диагностика улучшает условия труда локомотивной бригады при контроле основных показателей работы локомотивного оборудования во время движения локомотива благодаря оценке устройствами возможных аварийных ситуаций в тепловозе, контролю так называемых основных «дежурных» показаний работы его оборудования, контролю значений «расширенных» данных, обычно оцениваемых по штатным приборам вне кабины машиниста.

Оценим экономическую целесообразность модернизации локомотива 2ТЭ116 путём установки бортовой системы контроля тягового двигателя, разработанная в АО «НПП ЭПРО». Для выполнения поставленной задачи:

1. выполнен анализ причин отказов ТЭД с определением доли отказов, которые приводят к внеплановому ремонту и могут быть предотвращены применением бортовой системы диагностики ТЭД;
2. определена величина потерь, вызванных предотвратимой поломкой ТЭД, которая приводит к внеплановому ремонту, состоящая из дополнительных расходов и потерь, вызванных поломкой, а также расходы по выполнению внепланового ремонта.
3. выполнена инвестиционная оценка проекта по модернизации одного локомотива

Система диагностики состоит из дисплейного модуля машиниста, устройства сбора и обработки информации (УОИ), температурного измерителя (ИТ), набора преобразователей измерительных напряжения и тока, комплекта датчиков давления, термопреобразователей сопротивления, датчиков частоты вращения, датчика линейных перемещений и обеспечивает выполнение функций: сбор и обработка дискретных сигналов от электрической схемы локомотива, сбор и обработка аналоговых входных сигналов от датчиков и первичных преобразователей, сбор и обработка частотных входных сигналов от датчиков, приём и обработка диагностической информации от датчиков температур, выполнение алгоритмов диагностирования, выдача результатов диагностирования на дисплей пультa машиниста.

Экономический эффект достигается за счёт предотвращения внеплановых ремонтов локомотивов из-за выхода из строя тягового двигателя по причинам, которые могут быть диагностированы бортовой системой контроля ТЭД.

В 2021 году в по данным Юго-Восточной дирекции тяги:

Количество магистральных локомотивов в эксплуатации составило 622, из них 452 электровозов ВЛ-80 в/и, 88 секций 2ТЭ116 в/и и 82 ТЭП70 в/и.

Объём эксплуатации составил 58,1 млн. км.

Среднегодовой пробег локомотива 93 408 км.

Общее количество внеплановых ремонтов магистральных локомотивов составило 661 шт., из них по причине поломок ТЭД – 138 (21%). Таким образом, по причине поломки ТЭД один внеплановый ремонт приходится на:



$58\ 100 / 138 = 421$  тыс. км пробега, а вероятность поломки ТЭД, приводящей к внеплановому ремонту:  $93\ 408 / 421\ 000 = 22\%$ , или примерно 1 внеплановый ремонт ТЭД в 4,5 года. На рис.1 приведен анализ характера причин повреждений, приводящих к внеплановому ремонту

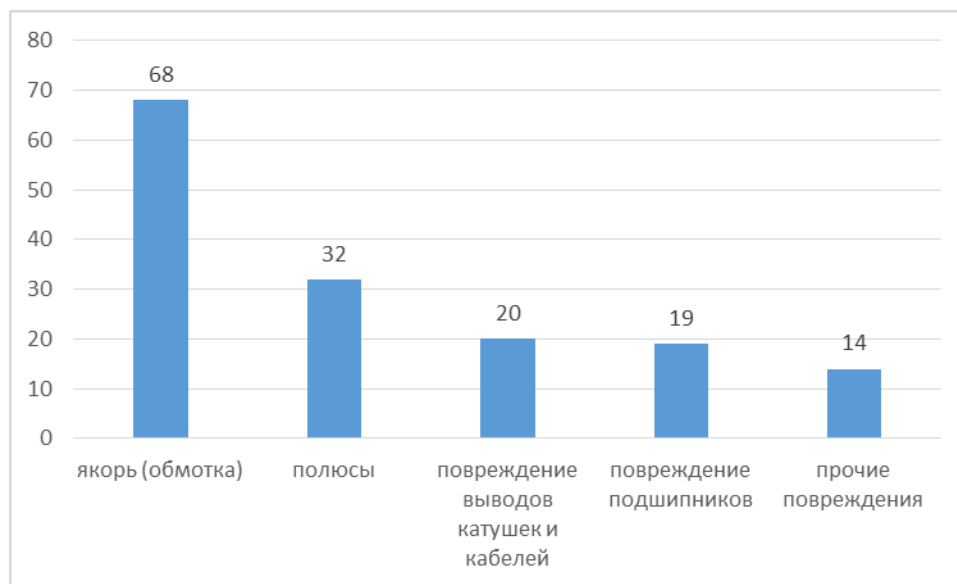


Рисунок 1. Причины повреждений ТЭД, приводящих к внеплановому ремонту, шт.

Применение бортовой системы, по утверждению производителя, позволяет полностью исключить поломку по причинам поломки ТЭД сопровождаемых перегревом и изменением вольт-амперной характеристики, на которые приходится 90% поломок. Таким образом, можно предположить, что весь срок эксплуатации локомотива (40 лет) будет предотвращено не менее 9 внеплановых ремонтов ТЭД.

Потери ОАО «РЖД» от поломки ТЭД локомотива, приводящей к внеплановому ремонту, складываются из:

Стоимости простоя поезда в ожидании замены локомотива

Стоимости простоя локомотива во время нахождения на внеплановом ремонте

Стоимости внепланового ремонта ТЭД

Среднее время внеплановой замены локомотива составляет 1,2 часа. Расчёт потерь по внеплановой замене локомотива приведен в таблице 1.

Таблица 1. Потери при внеплановой замене локомотива

Виды потерь	Измеритель	Ставка, рублей	Величина потерь
Простой поезда на станции,	1,2 часа	2932	3518,4
Простой локомотива с бригадой	1,2 часа	1116	1339,2
Следование локомотива резервом к месту ремонта	60 км	255	15300
<b>ИТОГО</b>			<b>20157,6</b>

Ремонт ТЭД локомотива может быть выполнен в депо с электромашинным отделением, выполняющим ремонт локомотивов в объёме ТР-2. Локомотив ставится на ремонтную позицию в цехе текущего ремонта (ТР) на домкраты, с помощью крана осуществляется выкатка тележки, тележка передаётся на позицию разборки тележек, осуществляется извлечение колёсно-моторного блока, извлекается тяговый электродвигатель и передаётся в электромашинное отделение для ремонта.

Ремонт ТЭД в электромашинном отделении обычно включает пропитку и сушку обмоток якорей и полюсных катушек, при необходимости замену бандажей и клиньев, делают осадку обмоток якорей, наплавку подшипниковых щитов и их крышек, наплавку конусов валов, ремонт или замену полюсных катушек, обточку и продорожку коллекторов, ремонт щеткодержателей и замену щеток, ремонт моторно-осевых подшипников.

После разборки колесно-моторных блоков тяговые электродвигатели поступают в моечную машину для наружной обмывки, после чего определяется объем ремонта электродвигателя и далее он подается на линию разборки. Затем якорь, подшипниковые щиты и остов передают на соответствующие линии ремонта. Отремонтированные якоря и полюсные катушки транспортируются в пропиточно-сушильное отделение. После пропитки и сушки изоляцию катушек полюсов и якорей испытывают на электрическую прочность. На испытательной станции после ремонта производятся стендовые испытания тяговых электродвигателей. Отремонтированные ТЭД передаются на позицию сборки колесно-моторных блоков, те в свою очередь, монтируются на тележку и устанавливаются на локомотив.

Полная трудоёмкость внепланового ремонта ТЭД составляет – 56 нормо-часов, задействованы 4 слесаря РПС 4 разряда. Оплата труда 10457 руб., отчисления – 3137 руб. Затраты на материалы составляют порядка 8 300 рублей и включают расходы на смазочные материалы, пропитку для обмотки якоря и статора, абразивные расходные материалы, технологическую электроэнергию.

Таким образом, расходы на внеплановый ремонт составляют:  
 $10457 + 3137 + 8\ 300 = 21894$  руб.

Продолжительность ремонта индивидуальным методом, при котором все снятые с локомотива неисправные узлы и агрегаты должны быть на него же и установлены, может достигать 6 суток.

При возможности организации внепланового ремонта агрегатным методом, неисправный ТЭД или колёсно-моторный блок заменяют на новый или отремонтированный из подменного фонда, при этом время простоя локомотива значительно сокращается и может составить менее 12 часов с момента поступления локомотива. Учитывая ставку стоимости простоя локомотива без бригады 689 рублей в час, минимальные потери от простоя во внеплановом ремонте составляют:  $12 \times 689 = 8268$  рублей, максимальные:  $6 \times 24 \times 689 = 99216$  рублей.

Таким образом, максимальный совокупный объём потерь, которые могут быть предотвращены путём установки бортовой системы контроля ТЭД составляют:  
 $(20158 + 21894 + 99216) \times 9 = 1\ 271\ 412$  рубля.

Стоимость оборудования одного локомотива бортовой системой контроля ТЭД, включающая стоимость оборудования и его монтаж, составляет 310 000 рублей. Таким образом, установку бортовой системы контроля ТЭД следует признать экономически целесообразной.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
3. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Парин Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.

5. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
6. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
7. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Техническое перевооружение ПТО грузовых вагонов эксплуатационного депо Лиски**

Лешков Г.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Детектор силы удара колеса Tamtron Scalex Wild используется для обнаружения выщербин и ползунов на колесах, образующихся при блокировке тормозов, и повреждений колес, вызванных дефектами материала или усталостью стали, которые могут снизить уровень безопасности железнодорожного сообщения. Scalex Wild также может использоваться в качестве исключительно точных железнодорожных весов, позволяющих взвешивать ось, тележку или вагон и определять неравномерность загрузки.

Эта железнодорожная система взвешивания одобрена для коммерческого использования в соответствии с Европейской директивой. Она позволяет осуществлять обнаружение выщербин КП и выполнять коммерческое взвешивание вагонов на ходовой скорости состава - 10–120 км/ч)



Рис. 1 Внешний вид измерительного компонента системы Scale Wild

Система Scalex Wild проводит измерения с очень высокой частотой. Измерения выполняются по каждому колесу в течение двух полных оборотов, что гарантирует надежность конечного результата. Это необходимо, так как при движении вагона невозможно избежать поперечного смещения, влияющего на точность измерений. Сигналы тревоги генерируются на основе наивысшего измеренного значения. Система измерения силы удара колес Tamtron Scalex Wild интегрируется с информационной системой мониторинга подвижного состава для оперативной передачи информации или использоваться в режиме реального времени посредством веб-сервиса.

Детектор Scalex Wild выявляет дефекты колес, представляющие опасность для железнодорожного оборудования или рельсов, посредством измерения силы удара, передающегося от колеса на рельс. Измерительная система повышает уровень безопасности, позволяя предотвратить повреждение оборудования из-за ползунов, выщербин или отсутствующих частей за счет заблаговременной остановки вагонов с дефектными колесами. Дефектные колеса своевременно обнаруживаются и изымаются из эксплуатации.

Дефекты колес, выявленные системой Scalex Wild, приводят к автоматическому срабатыванию сигнализации при превышении предварительно заданных пределов. Измерительная система указывает, на каком именно вагоне установлены колеса, вызвавшие срабатывание сигнализации.

После сигнала тревоги диспетчер принимает необходимые меры для остановки состава или уменьшения его скорости с целью минимизации рисков и повреждений.

Экономический эффект использования системы Scalex Wild объясняется тем, что она позволяет осуществлять обнаружение ползунов и навара колёсной пары, также, как это осуществляется при осмотре вагонов осмотрщиком-ремонтником вагонов «сходу», при этом использование системы Scalex Wild имеет как преимущества, так и недостатки. Недостаток заключается в том, что система Scalex Wild не позволяет обнаружить другие дефекты подвижного состава – заклинивание колеса, нагрев буксы, неисправности автосцепок и кузова и т.д. Однако, обнаружение дефектов колёсных пар, выявляемых преимущественно в движении, для которых и необходим осмотр «сходу», - а именно ползунов, навара, заклинивания колёсной пары, нагрев или дефекты букс, - могут быть обнаружены применением системой Scalex Wild в комплексе с другими средствами мониторинга подвижного состава в движении. Вторым недостатком – стационарность системы, однако, то, что её можно разместить на главных путях за горловиной станции компенсирует этот недостаток. Достоинством системы Scalex Wild является, во-первых, точность измерений, а во-вторых, отсутствие необходимости снижения скорости поезда для проведения контроля.

Осуществим расчёт экономического эффекта внедрения системы Scalex Wild. Альтернативным вариантом будет выступать создание (сохранение) одного рабочего места осмотрщика – ремонтника вагонов, осуществляющего осмотр поезда «сходу». Капитальные затраты на внедрение системы Scalex Wild приведены в таблице 1.

Таблица 1. Стоимость системы Scalex Wild, тыс. руб.

Статья расходов	Стоимость
Оборудование	2320
Монтажные работы	860
ИТОГО	3180

Выполним расчёт текущих расходов, которые складываются из стоимости электроэнергии, расходов на ремонт и техническое обслуживание. Так как дополнительных рабочих мест при внедрении системы Scalex Wild не создаётся, то расход на оплату труда не рассчитываются.

Суммарная мощность энергопотребителей системы Scalex Wild – 3кВт, режим работы – постоянный. Годовое потребление электроэнергии составит:  $24 \times 365 \times 3 = 26\,280$  кВт-ч, при цене электроэнергии 4,3 руб за кВт-ч годовые расходы составят:  $4,3 \times 26\,280 = 113\,004$  руб.

Стоимость технического обслуживания и ремонта оценивается в 85 000 руб. ежегодно. Итого ежегодные текущие расходы составят:  $113\,004 + 85\,000 = 198\,004$  рублей.

Текущие расходы альтернативного варианта складываются из расходов на оплату труда осмотрщиков-ремонтников вагонов 4 разряда. Их режим работы – круглосуточный, коэффициент сменности принимаем равный 4,5. В 2022 г. минимальный размер оплаты труда в ОАО «РЖД» составляет 13 890 руб., Тарифный коэффициент 2 уровня оплаты труда 4 тарифного разряда в соответствии с корпоративной системой оплаты труда – 1,89. В целях стимулирования повышения профессионального мастерства рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ (выпускаемой продукции), освоившим выполнение работ по смежным операциям и профессиям, устанавливаются надбавки за профессиональное мастерство, дифференцированные по разрядам квалификации, для IV разряда - до 16%. За работу в ночное время устанавливается надбавка в размере 40%, что учитывается коэффициентом 1,13. Размер тарифа взносов во внебюджетные социальные фонды в соответствии с главой 34 Налогового Кодекса составляют 30%. Таким образом, расходы на оплату труда с учётом отчислений во внебюджетные фонды составят:  $4,5 \times 13890 \times 12 \times 1,89 \times 1,16 \times 1,13 \times 1,3 = 2\,415\,670$  рублей

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты: 3 180 тыс. руб.;

Текущие затраты – 198 тыс. руб. в год

Альтернативные затраты - 2 416 тыс. 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 2. и на рис. 2. Дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 13947 тыс. руб., а окупаемость наступает на 2 год реализации проекта.

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

год	Коэффициент дисконтирования	капитальные затраты	текущие затраты	доходы	чистый денежный поток	Дисконтированный денежный поток	Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	3180	0	0	-3180	-3180	-3180
1	0,95	0	198	2416	2218	2112	-1068
2	0,91	0	198	2416	2218	2012	944
3	0,86	0	198	2416	2218	1916	2860
4	0,82	0	198	2416	2218	1825	4685
5	0,78	0	198	2416	2218	1738	6423
6	0,75	0	198	2416	2218	1655	8078
7	0,71	0	198	2416	2218	1576	9654
8	0,68	0	198	2416	2218	1501	11155
9	0,64	0	198	2416	2218	1430	12585
10	0,61	0	198	2416	2218	1362	13947

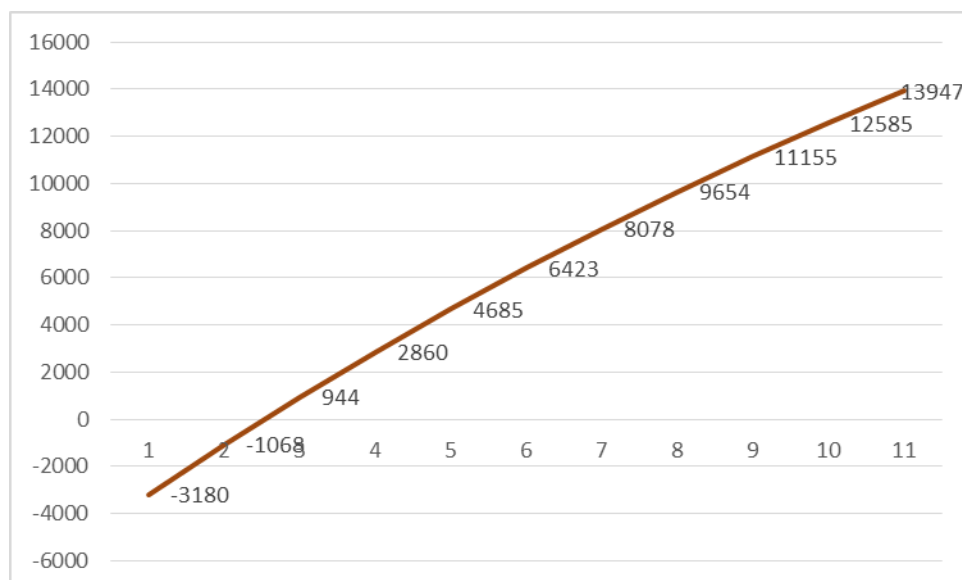


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк

- 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
  6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
  7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
  8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
  9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
  10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
  11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрьльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
  12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
  13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Разработка мероприятий по техническому обслуживанию системы САУТ ЦМ/485 в СЛД Россошь**

Линник Д.А.  
Филиал РГУПС в г.Воронеж

В данном разделе выполнен расчет капитальных и текущих (ежегодных) затрат сервисного локомотивного депо Россошь по организации технического обслуживания приборов САУТ-ЦМ/485.

В соответствии с Руководство по эксплуатации 97Ц.06.00.00-01 РЭ техническое обслуживание аппаратуры САУТ-ЦМ/485 включает следующие виды работ: технический осмотр на ТО-2 и техническое обслуживание на ТО-3. Технический осмотр проводится:

- а) при приемке локомотивов или МВПС, вновь оборудованных САУТ-ЦМ;
- б) после всех видов технического обслуживания в соответствии с п. 4.1 настоящего руководства по эксплуатации;
- в) после отстоя в локомотивном депо более 48 часов;
- г) независимо от установленных сроков в случае нарушения нормального действия САУТ-ЦМ при наличии записи об этом в Журнале технического состояния локомотива формы ТУ-152.

Техническое обслуживание проводится при проведении ТО-3, ТР-1, ТР-2, ТР-3

Технический осмотр и техническое обслуживание осуществляется электромеханиками, которые прошли обучение, сдали экзамен и получили свидетельство на право проведения этих работ.

Определение размера капитальных затрат

Технический осмотр организуется на контрольном пункте САУТ при ПТО депо Россошь. Техническое обслуживание – в цехе САУТ, находящемся в основном производственном здании депо. Перечень необходимого оборудования для осуществления ТО САУТ приведен в таблице 1.

Таблица 1. Оборудование для ТО САУТ

№	наименование	Цена, тыс.р.	Кол- во	Стоимость , тыс. р.
<b>Оборудование для КП САУТ при ПТО</b>				
1	Блок проверки универсальный БПрУ-САУТ 98Г.08.00.00	89,5	1	89,5
2	Мегаомметр М4100/2 ТУ25-04.2131-78	1,0	1	1,0
3	Мультиметр М890D, G	2,0	1	2,0
4	Секундомер (погрешность измерения 0,5 с)	1,0	1	1,0
5	Пломбировочные тиски	0,5	1	0,5
<b>Оборудование для цеха САУТ</b>				
6	Комплекс проверочной аппаратуры КПА-САУТ-ЦМ/485 99Г.04.00.00	160,0	1	160,0
7	Блок проверки универсальный БПрУ-САУТ 98Г.08.00.00	89,0	2	178,0
8	Стенд проверки источников питания ИП-ЛЭ 01Г.04.00.00	18,0	1	18,0
9	Блок отключения тяги электронный БОТ-Э. Прибор контроля ПК-БОТ-Э 02Г.01.00.00	58,0	1	58,0
10	Мегаомметр М4100/2 ТУ25-04.2131-78	1,0	1	1,0
11	Секундомер (погрешность измерения 0,5 с)	1,0	1	1,0
12	Пломбировочные тиски	0,5	1	0,5
13	Пломбир для оттиска в чашечку	0,7	1	0,7
14	Стеновый комплект блоков САУТ-ЦМ а составе: <ul style="list-style-type: none"> <li>• блок электроники и коммутации БЭК2-САУТ-ЦМ 98Ц.03.00.00-06;</li> <li>• антенна Ан-САУТ-УМГУ5.099.008</li> <li>• пульт машиниста ПМ6-САУТ-ЦМ/485 02Б.14.00.00-06;</li> <li>• пульт управления ПУ2-САУТ-ЦМ/485 98Ц.05.00.00-04;</li> <li>• блок связи БС-ДПС 01Б.01.00.00 или БС-ДПС-5 02Б.18.00.00; или БС-ДПС-БЗС04Б.09.00.00</li> <li>• блок согласования с АЛС БС-АЛС98Ц.07.00.00 или блок согласования с КЛУББС- КЛУБ-04 100Ц.01.00.00-04;</li> <li>• блок согласования с ЦКРБС-ЦКР 98Ц.06.00.00;</li> </ul>	685,2	1	685,2
	<b>ИТОГО</b>		<b>15</b>	<b>1196,4</b>

Дополнительных капитальных затрат для выделения помещения под цех ремонта САУТ не требуется. Объема капитальных затрат составляет 1196,4 тыс. рублей

Определение текущих затрат

Текущие затраты по организации технического обслуживания САУТ состоят из прямых расходов на проведение ТО-2 и ТО-3 приборов и включают заработную плату электромеханика и отчисления на фонд оплаты труда. Для определения размеров оплаты труда, приходящейся на операции по техническому осмотру и обслуживанию приборов САУТ был выполнен анализ операций и хронометраж выполнения работ. С учетом годовой программы ТО и ТР локомотивов определена трудоёмкость проведения ТО приборов САУТ,



на основе трудоёмкости определены прямые расходы на оплату труда электромехаников в части технического осмотра и обслуживания приборов САУТ.

Анализ операции и хронометраж технического осмотра САУТ при проведении ТО-2  
При техническом осмотре САУТ при ТО-2 выполняются следующие операции:

1. проверка наличия и сохранности навесных пломб блоков САУТ-ЦМ;
2. проверка внешнего состояния блоков и кабелей;
3. проверка надежности крепления блоков;
4. проверка целостности, надежности крепления и подсоединения кабелей к блокам;
5. проверка состояния кабелей к ДПС и антенне в местах провиса между кузовом и тележкой локомотива или МВПС. Состояние кабеля на участке выхода из антенны до первого закрепления на кузове (тележке);
6. проверка взаимодействия САУТ-ЦМ с АЛСН (КЛУБ) и другими устройствами безопасности;
7. сверка номера версий программного обеспечения блоков на соответствие указаниям НПО САУТ по установке программного обеспечения.
8. проверка функционирования САУТ-ЦМ в соответствии с пунктом 8.2 настоящего руководства по эксплуатации;
9. снятие показаний РПС с помощью БПр-У, перенос на ПК для анализа работы локомотивных и напольных устройств технологом по приборам безопасности.

Продолжительность выполнения работ – 13 минут. Работы выполняются одним электромехаником.

При наличии замечаний, выявленных в ходе осмотра и проверки функционирования САУТ-ЦМ, дополнительно проводятся:

10. замер напряжения на выходе источника питания, к которому подключена САУТ-ЦМ и другие потребители;
11. проверка работы источника питания по схеме резервирования на двухсекционных локомотивах;
12. контроль исправности диодов, шунтирующих катушки исполнительных реле, катушки электромагнита Э САУТ в скоростемере ЗСЛ-2М и катушки ЭПК;
13. замер электрического сопротивления изоляции кабелей

Дополнительные проверки и измерения требуются в 30% случаев, их продолжительность колеблется в границах от 2 до 15 минут. Среднее время на выполнение технического осмотра САУТ с учётом дополнительных работ при ТО-2 локомотива принимается 16 минут.

Анализ операции и хронометраж технического обслуживания САУТ при проведении ТО-3:

При техническом обслуживании САУТ при ТО-3, ТР-1, ТР-2, ТР-3 локомотива выполняются следующие операции:

1. проверки и измерения в объёме технического осмотра при ТО-2
2. контроль состояния кабелей в узлах стыковки кабелей ДПС-У;
3. контроль состояния узла стыковки кабеля к антенне внешним осмотром;
4. контроль состояния и функционирования разобщительного крана между уравнительным резервуаром и ПЭКМ;
5. проверка надежности подключения кабелей к клеммам;
6. проверка состояния и работоспособности ПЭКМ;
7. проверка функционирования САУТ-ЦМ в соответствии с пунктом 8.3 руководства по эксплуатации.
8. После окончания ТО-3 опломбируется шкаф (ящик или кожух) с блоками САУТ-ЦМ и разобщительный кран

Продолжительность выполнения работ – 22 минуты. Работы выполняются одним электромехаником. При наличии замечаний, выявленных в ходе осмотра и проверки функционирования САУТ-ЦМ, дополнительно проводятся:

9. анализируются записи РПС и причины выключения, отключения САУТ

10. обновляются версии ПО и база данных САУТ

11. заменяются неисправные блоки

Дополнительные проверки и измерения требуются в 10% случаев, их продолжительность колеблется в границах от 8 до 32 минут. Среднее время на выполнение технического осмотра САУТ с учётом дополнительных работ при ТО-2 локомотива принимается 25 минут.

В настоящее время в депо Россошь в эксплуатации находятся 141 локомотив ЭП1М и 9 ЧС4Т, оборудованных аппаратурой САУТ. В среднем каждый локомотив проходит 50 ТО-2 в год и 12 ТО-3, ТР-2, ТР-2, ТР3. Расчёт трудоёмкости технического осмотра и технического обслуживания приборов САУТ исходя из программы ТО и ТР депо Россошь приведен в таблице 2.

Таблица 2 Расчёт трудоёмкости технического осмотра и технического обслуживания приборов САУТ.

Операция	Количество ТО и ТР, шт.	Трудоёмкость одной операции, чел-мин.	Общая трудоёмкость, чел-часов
Технический осмотр при ТО-2	7500	16	1500
Техническое обслуживание при ТО-3, ТР-1, ТР-2, ТР-3	1800	25	750
ИТОГО			2250

Общая трудоёмкость технических осмотров и технического обслуживания приборов САУТ в депо Россошь составляет 2250 человеко-часов в год.

Минимальный размер заработной платы с 01.01.2022 составляет 13890 рубля, годовая норма рабочего времени в 2022г – 1973 часа, часовая тарифная ставка первого разряда в соответствии с этими данными на 2021г составляет:

$13890 \text{руб} \times 12 \text{мес} / 1973 \text{час} = 84,48 \text{руб.}$

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 электромеханика по ремонту подвижного состава 5 разряда равен 2,12. Размер надбавки за профессиональное мастерство составляет 20% для электромеханика 5 разряда часовая тарифная ставка электромеханика 5 разряда (с учетом премии 20%)  $84,48 \times 2,12 \times 1,20 = 215 \text{руб.}$  Размер прямых расходов по техническому осмотру и обслуживанию САУТ на оплату труда электромехаников составит:  $2250 \times 215 / 1000 = 483,8 \text{ тыс. руб.}$

В соответствии со ст. 425 НК РФ тариф страхового взноса на фонд оплаты труда составляет 30%. Величина страховых взносов составит:  $483,8 \times 0,3 = 145,1 \text{ тыс. руб.}$

Совокупный размер текущих затрат по техническому осмотру и обслуживанию САУТ составит  $483,8 + 145,1 = 628,9 \text{ тыс. руб.}$

Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
11. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

**Комплексная система контроля параметров электроаппаратного цеха (КСК-АЦ)**

Лихушин С.А.

Научный руководитель – к.т.н. Минаков Д.Е.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

1. Технология ремонта ЭКГ 8Ж

При ТР-3 электровозов переменного тока главный контроллер ЭКГ-8Ж после предварительной обдувки и дефектуют с помощью прибора диагностики - Поста контроля главного контролера 55ДК.421457.006-08, входящего в Комплексную систему контроля параметров электроаппаратного цеха. После дефектации контроллер разбирают. Снятые детали промывают в осветительном керосине. Обнаруженные трещины в корпусе редуктора засверливают по концам, разделявают и заваривают электрогазовой сваркой. После остывания корпус проверяют на герметичность. Изношенные места валов под посадку

подшипников и шестерен с небольшой выработкой (до 1 мм) восстанавливают гальваническим методом или наплавляют с последующей механической обработкой до чертежного размера. Червяки и мальтийские кресты со сколами и трещинами заменяют, а с небольшой выработкой (менее 0,3 мм) подлежат ремонту методом шлифовки. Новые мальтийские кресты, шестерни, диски или червячные колеса перед установкой предварительно нагревают до температуры 120 °С, а прилегающие поверхности проверяют калибрами. После сборки в редукторе замеряют осевые люфты валов и боковые зазоры в зубчатых зацеплениях, которые должны находиться соответственно в пределах 0,2 - 0,5 мм и 0,17 - 0,36 мм. Кроме того, в приводе главных контроллеров ЭКГ проверяют момент срабатывания предельной муфты, который регулируют изменением затяжки пружины на величину 1000 - 1200 Н (рис. 4). С этой целью редуктор устанавливают посередине позиции так, чтобы палец поводка находился в пазу первого мальтийского креста 2, и стопорят его приводную шестерню 3 на валу. Вместо рукоятки ручного привода вала устанавливают рычаг 4 длиной 200 мм. При вращении вала рукояткой 6, связанной с динамометром 5, приложенное к ней усилие Р должно находиться в пределах 125 - 150 Н.

Сегменты блокировочных контактов, имеющие толщину менее 2 мм, заменяют. Износ кулачковых шайб допускается в пределах, при которых сохраняются правильность развертки тормозного переключателя и реверсора и соответствующие техническим данным давление и разрыв контактов. После проверки надежности крепления всех деталей определяют состояние контактных поверхностей, нажатие и износ блокировочных контактов. При наличии трещин в блокировочных пальцах или износа их до толщины 0,54 мм пальцы заменяют. Нажатие блокировочных пальцев выставляют равным 1,0 - 2,5 кгс. В фиксированном положении блокировок пальцы должны заходить на сегмент или иметь с ним разрыв не менее 2 мм. Затем проводится сборка контроллера и осуществляются послеремонтные испытания.

## 2. Комплексная система контроля параметров электроаппаратного цеха (КСК-АЦ)



Рисунок 1. Внешний вид Поста контроля в составе КСК-АЦ

Комплексная система контроля параметров электроаппаратного цеха КСК-АЦ предназначена для диагностирования состояния и контроля технических характеристик различных электрических аппаратов посредством электронного сбора информации о технических параметрах ремонтируемых объектов, согласно регламенту ремонта.

Функциональные возможности

- КСК-АЦ позволяет снизить эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт электрооборудования подвижного состава, повысить коэффициент технического использования и эксплуатационной надежности узлов и агрегатов, определить их

ресурс, составить перечень типовых отказов и их причин, оптимизировать объем технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов.

- Ведение протокола измерений с идентификацией номера электрооборудования (создание электронного паспорта), а также фиксация данных о слесаре, проводившем его ремонт, позволяет объективно оценивать качество ремонта и закрепить персональную ответственность за исполнителем.
- КСК-АЦ предназначена для использования в цехах по ремонту и испытаниям электрооборудования подвижного состава. Система не имеет прямых аналогов и является законченным изделием, применяющимся при ремонте, сборе, обработке и хранении информации при неуклонном повышении производительности труда, качества ремонта и культуры производства. КСК-АЦ удовлетворяет ряду требований, в частности: обеспечение измерений, возможность производить сравнение результатов измерения с нормированными значениями, контроль и накопление информативных параметров, позволяющих сделать достоверный вывод о состоянии различных электрических аппаратов.

Стоимость КСК-АЦ составляет 1 254 тыс. рублей, потребляемая мощность – 130 Вт, время дефектации главного контроллера – 18 минут, при ремонте выполняется 2 проверки: одна до, вторая после ремонта.

### 3. Программа ремонта и прямые расходы на ремонт контроллеров.

Годовая программа ремонтов в 2021 году в депо составляла 260 ТР-3 локомотивов ВЛ80 в/и., кроме того, вне плана было отремонтировано 3 главных контактора, общее количество ремонтов – 263. В состав прямых затрат на ремонт ЭКГ 8Ж включаются: расходы на оплату труда с отчислениями, материальные затраты и амортизация технологического оборудования.

Работы по ремонту главного контактора выполняются слесарем 4 разряда, трудоёмкость ремонта составляет 4,6 нормо-часа. Общая трудоёмкость программы ремонта:  $263 \times 4,6 = 1210$  норм-часов. Часовая тарифная первого разряда с 01.01.2022 года составляет 84,48руб., тарифный коэффициент 4 разряда по второму уровню оплаты труда равен 1,89, надбавка за профессиональное мастерство 16 %, Определим часовую тарифную ставку:  $84,48 \times 1,89 \times 1,16 = 185,2$  руб., расходы на оплату труда в год составят:  $1210 \times 185,2 = 224\,055$  руб., отчисления во внебюджетные социальные фонды в размере 30% - 67 216 руб.

При ремонте ЭКГ 8Ж используются следующие расходные материалы: мальтийские кресты, шестерни, диски, червячные колеса, осветительный керосин для промывки деталей и ветошь хлопчатобумажная для протирки, метизы, абразивные материалы. Стоимость расходных материалов в 2021 году составила 163 400 руб.

Годовую сумму амортизации технологического оборудования определим по простой пропорциональной формуле, исходя из предполагаемого срока эксплуатации в 9 лет:  $1254000 / 9 = 139\,333$  руб.

Итого прямые затраты на всю программу ремонта составляют:

$224\,055 + 67\,216 + 163\,400 + 139\,333 = 594\,004$  руб. в год, или в расчёте на 1 контроллер:  $594\,004/263 = 2\,259$  рублей.

### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.

3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
10. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
11. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
12. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.

### **Составление локальной сметы на устройства АСДК при техническом перевооружении электрической централизации станции Избердей ЮВЖД**

Лыков В.В.

Научный руководитель – Ворошилина М.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Представлен расчёт сметной стоимости технического перевооружения электрической централизации станции Избердей ЮВЖД в составе локальной сметы на установку устройства АСДК.

Сметная стоимость строительства предприятий, зданий и сооружений - сумма денежных средств, необходимых для его осуществления в соответствии с проектными материалами. Сметная стоимость является основой для определения размера капитальных вложений, финансирования строительства, формирования договорных цен на строительную

продукцию, расчетов за выполненные подрядные (строительно-монтажные, ремонтно-строительные) работы, оплаты расходов по приобретению оборудования и доставке его на стройки, а также возмещения других затрат за счет средств, предусмотренных сводным сметным расчетом. На основе сметной документации осуществляются также учет и отчетность, хозяйственный расчет и оценка деятельности строительно-монтажных (ремонтно-строительных) организаций и заказчиков. Исходя из сметной стоимости определяется в установленном порядке балансовая стоимость вводимых в действие основных фондов по построенным предприятиям, зданиям и сооружениям.

Для определения сметной стоимости строительства проектируемых предприятий, зданий, сооружений или их очередей составляется сметная документация, состоящая из:

- локальных смет, локальных сметных расчетов;
- объектных смет, объектных сметных расчетов;
- сметных расчетов на отдельные виды затрат;
- сводных сметных расчетов стоимости строительства;
- сводок затрат.

Рекомендуемые формы сметной документации приводятся в МДС81-35.2004 «Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации». Их состав позволяет составлять сметную документацию в определенной последовательности, постепенно переходя от мелких к более крупным элементам строительства: вид работ (затрат) - разделы работ (затрат) - группы затрат - объект - пусковой комплекс - очередь строительства - строительство в целом.

Локальные сметы являются первичными сметными документами и составляются на отдельные виды работ и затрат по зданиям и сооружениям и по общеплощадочным работам на основе объемов, определившихся при разработке рабочей документации (РД), рабочих чертежей.

Локальные сметные расчеты составляются в случаях, когда объемы работ и размеры затрат окончательно не определены и подлежат уточнению на основании РД, или в случаях, когда объемы работ, характер и методы их выполнения не могут быть достаточно точно определены при проектировании и уточняются в процессе строительства.

Локальные сметы разрабатываются на отдельные виды строительно-монтажных работ, а также на стоимость оборудования и его монтаж. Исходные данные для составления локальных смет:

- принятые в проектных решениях параметры зданий, сооружений, их частей и конструктивных элементов;
- определяемые по проектным материалам объемы работ, включаемых в ведомости строительных и монтажных работ;
- включаемые в заказные спецификации ведомости и другие проектные материалы, номенклатуры и количество оборудования, мебели, инвентаря;
- сметные нормативы и показатели на виды работ, конструктивные элементы, действующие на момент составления расчетов (смет);
- свободные и регулируемые цены и тарифы на продукцию производственно-технического назначения и услуги.

Применительно к особенностям отдельных видов строительства, специализации подрядных строительных и монтажных организаций, структуре проектной документации локальные сметы составляются:

- по зданиям и сооружениям: на строительные работы, специальные строительные работы, внутренние санитарно-технические работы, внутреннее электроосвещение, электросиловые установки, технологическое и другие виды оборудования, КИП и автоматику, слаботочные устройства (связь, сигнализация и т. п.), приобретение приспособлений, мебели, инвентаря и на другие работы;
- по общеплощадочным работам, на вертикальную планировку, устройство инженерных сетей, путей и дорог, благоустройство территории, малые архитектурные формы и др.

В локальных сметах производится группировка данных в разделы по отдельным конструктивным элементам здания (сооружения), видам работ и устройств. Порядок группировки должен соответствовать технологической последовательности работ и учитывать специфические особенности отдельных видов строительства.

При составлении локальных смет используются расценки из соответствующих сборников территориальных единичных расценок (ТЕР), при этом в каждой позиции сметы указывается шифр расценки, состоящий из номера сборника (два знака), номера раздела (два знака), порядкового номера таблицы в данном разделе (три знака) и порядкового номера расценки в данной таблице (один, два знака). Например, 07-01-001-1.

Нумерация локальных смет производится при формировании объектной сметы (сметного расчета) с учетом номера и наименования главы сводного сметного расчета стоимости строительства, в которую она включается.

При составлении локальных сметных расчетов (смет) учитываются условия производства работ и усложняющие факторы, предусмотренных проектами. Коэффициенты, учитывающие условия производства работ применяются к нормам затрат труда, оплате труда рабочих (с учетом коэффициентов к расценкам из технической части сборников), нормам времени и затратам на эксплуатацию машин (включая затраты труда и оплату труда рабочих, обслуживающих машины).

Результаты вычислений и итоговые данные в сметной документации рекомендуется приводить следующим образом в:

- локальных сметах построчные и итоговые цифры округляются до целых рублей;
- объектных сметных расчетов (сметах) итоговые цифры из локальных сметных расчетов (смет) показываются в тысячах рублей с округлением до двух знаков после запятой;
- сводных сметных расчетов стоимости строительства или ремонта итоговые суммы из объектных сметных расчетов (смет) показываются в тысячах рублей с округлением до двух знаков после запятой.

Поскольку сметная стоимость строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ определена в ценах 2001 года, следует произвести пересчет цен в текущий уровень с использованием показателей изменения стоимости строительства. Индексы изменения сметной стоимости ежеквартально публикуются письмами Минстроя России. Так, Письмом №8139-ИФ/09 от 22.03.2022г. по объектам строительства «железные дороги» индекс изменения сметной стоимости на I квартал 2022 года для Тамбовской области установлен в размере 8,76 к ФЕР-2001.

Сметную стоимость оборудования рекомендуется определять по ценам франко-приобъектный склад строительства или франко-место, определенное договором подряда, для передачи оборудования в монтаж.

Сметная стоимость оборудования складывается из:

- цены приобретения оборудования;
- стоимости запасных частей (может приниматься в размере 2 % от отпускной цены на оборудование);
- стоимости тары, упаковки и реквизита (может приниматься в размере 1,5% от стоимости оборудования);
- расходов на комплектацию оборудования (принимается в размере 0,5 - 1% от стоимости оборудования);
- транспортных расходов (в размере 3-6 % от отпускной цены оборудования) и услуги посредников или снабженческо-сбытовых организаций (может приниматься в размере до 5 % от отпускной цены предприятия-изготовителя);
- заготовительно-складских расходов (1,2 % от сметной стоимости оборудования франко-приобъектный склад).

В состав монтажных работ и затрат, учтенных в цене монтажа входят:

- оплата труда рабочих-монтажников;



- стоимость эксплуатации монтажных машин, в том числе оплата труда рабочих, управляющих машинами;
- стоимость материальных ресурсов, за исключением неучтенных, перечень которых приведен в расценках.

В сметных нормах учтен расход ресурсов на выполнение комплекса работ по монтажу оборудования, установленного нормативными и техническими документами на поставку и монтаж оборудования.

Сметными расценками предусмотрено выполнение работ в нормальных условиях, не осложненных внешними факторами, при положительной температуре окружающей среды.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
3. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
4. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
5. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
6. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
7. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

**Техническое перевооружение отделения по ремонту буксового узла колёсно-роликового участка вагоноремонтного завода**  
Малинников Р.В.  
Филиал РГУПС в г.Воронеж



Рисунок 1. Внешний вид комплекса Эксперт Д

#### НАЗНАЧЕНИЕ

Комплекс диагностики буксовых узлов колёсных пар грузовых вагонов «Эксперт Д» предназначен для выявления дефектов и повреждений буксовых узлов колёсных пар, путём измерения выходных электрических сигналов датчиков вибрации и последующей обработки результатов измерений.

#### ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- разгон и вращение колёсной пары с рекомендуемой частотой, как в прямом, так и в обратном направлении;
- отображение текущего значения частоты вращения;
- определение технического состояния буксовых узлов и выдачу результатов в виде Годен/Брак;
- отображение спектров сигналов с датчиков вибрации;
- прослушивание сигналов с датчиков вибрации;
- автоматическое сохранение результатов диагностирования в базу данных комплекса с возможностью их дальнейшей обработки и передачи;
- формирование отчёта о техническом состоянии буксовых узлов;
- получение отчётов за установленный период;
- тестирование систем измерения и управления при запуске программного обеспечения, а также по запросу оператора.

#### ОСОБЕННОСТИ

- время диагностирования не более 2 минут;
- прокрутка для разогрева букс в автоматическом и ручном режиме;
- одновременный съём информации по всем каналам;
- глубокий анализ трех разных видов спектра сигнала;
- возможность прослушивания и записи вибросигналов;
- удобный интерфейс и индикация состояния станда и колёсной пары;
- самотестирование аппаратной части и программного обеспечения;

Труды III студенческой научно-практической конференции, филиал РГУПС в г. Воронеж

- идентификация колёсной пары (исключается возможность записи одной и той же пары в базу данных под разными номерами);
- возможность создания библиотеки звуковых образов типичных дефектов для последующего обучения персонала;
- компактное хранение и быстрый поиск информации (накопленной за несколько лет эксплуатации) за счет особенностей структуры базы данных;
- проводной или беспроводной доступ к ЛВС и железнодорожной сети Intranet;
- механизированное выталкивание колесной пары с позиции диагностирования(при оснащении доп. оборудованием).

#### КОМПЛЕКТНОСТЬ

1. Стенд контроля технического состояния буксовых узлов колесных пар — 1 шт.
2. Шкаф управления стендом — 1 шт.
3. Блок управления пневматикой стенда — 1 шт.
4. Измерительная часть комплекса — 1 к-т.
5. Промышленный компьютер — 1 шт.
6. Сенсорный монитор — 1 шт.
7. Принтер — 1 шт.
8. Источник бесперебойного питания — 1 шт.
9. Первичные преобразователи сигналов вибрации — 2 шт.
10. Датчик частоты вращения — 1 шт.
11. Программное обеспечение — 1 к-т.
12. Наушники — 1 шт.
13. Комплект адаптеров — 1 к-т.
14. Баллон компенсатор — 1 шт.
15. Паспорт и руководство по эксплуатации — 1 шт.
16. Методика калибровки — 1 шт.
17. Свидетельство об утверждении типа средств измерений (копия) — 1 шт.
18. Свидетельство о внесении в отраслевой Реестр средств измерений (копия) — 1 шт.
19. Требования по подготовке места внедрения — 1 шт.

Стоимость комплекса приведена в таблице 1.

Таблица 1 Стоимость комплекса Эксперт Д, тыс. руб

Статья расходов	Стоимость
Оборудование	1120
Монтажные работы	260
ИТОГО	1380

Выполним расчёт текущих расходов, которые складываются из стоимости электроэнергии, заработной платы операторов (с отчислениями), расходов на ремонт и техническое обслуживание, амортизации. Годовая программа диагностики принимается в размере 3000 колёсных пар.

Расходы на электроэнергию.

Время диагностирования одной колёсной пары с учётом времени на установку, разогрева и стабилизации вращения - – 12 минут, продолжительность работы оборудования составляет:  $3000 \times 12 / 60 = 600$  часов. Общая потребляемая мощность комплекса – 11 кВт. Годовое электропотребление составит:  $11 \times 600 = 6600$  кВт-ч. При стоимости электроэнергии 4,3 руб / кВт-ч., годовые расходы на электроэнергию составят:  $6600 \times 4,3 = 28\,380$  руб.

Диагностика проводится слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда, трудоемкость программы диагностирования составляет 600 человеко-часов. В 2022 г. минимальный размер оплаты труда в ОАО «РЖД» составляет 13 890 руб., годовой фонд рабочего времени по табель-календарю на 2022 год – 1973 часа, следовательно, часовая тарифная ставка 1 разряда

(ЧТС1) составит:  $ЧТС1=13\ 890 \times 12/1\ 973=84,48$ руб. Тарифный коэффициент 2 уровня оплаты труда 5 тарифного разряда в соответствии с корпоративной системой оплаты труда – 2,12. В целях стимулирования повышения профессионального мастерства рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ (выпускаемой продукции), освоившим выполнение работ по смежным операциям и профессиям, устанавливаются надбавки за профессиональное мастерство, дифференцированные по разрядам квалификации, для V разряда - до 20%. Размер тарифа взносов во внебюджетные социальные фонды в соответствии с главой 34 Налогового Кодекса составляют 30%. Таким образом, расходы на оплату труда с учётом отчислений во внебюджетные фонды составят:  $600 \times 84,48 \times 2,12 \times 1,2 \times 1,3 = 167\ 635$  рублей

Расходы на ремонт и техническое обслуживание принимаются в размере 5% первоначальной стоимости комплекса ежегодно, или  $1\ 380\ 000 \times 0,05 = 69\ 000$  руб.

Амортизация начисляется по простой пропорциональной формуле. Срок службы комплекса установлен производителем не менее 10 лет, годовая сумма амортизации составит:  $1\ 380\ 000 / 10 = 138\ 000$  рублей.

Совокупные текущие расходы на эксплуатацию комплекса Эксперт Д составят:  $28\ 380 + 167\ 635 + 69\ 000 + 138\ 000 = 403\ 015$ рублей в год. Учитывая, что программа ремонта принимается в размере 3000 КП, штучная калькуляция расходов на комплекс диагностики одной колёсной пары составит:  $403\ 015 / 3000 = 134$  рубля

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.

9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Автоматизированный стенд для испытаний и измерения параметров пружин пассажирских вагонов Стрела-М1**

Машкова Д.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Применяемый в настоящее время стенд испытаний изношен на 90% и морально устарел. Предложено проведение технического перевооружения тележечного участка с заменой стенда испытания пружин (рисунок 1) на автоматизированный стенд для испытаний и измерения параметров пружин пассажирских вагонов Стрела-М1 (рисунок 2). Стенд предназначен для измерений геометрических параметров рессорных пружин пассажирских вагонов, подбора пружин по группам, бесконтактным способом.

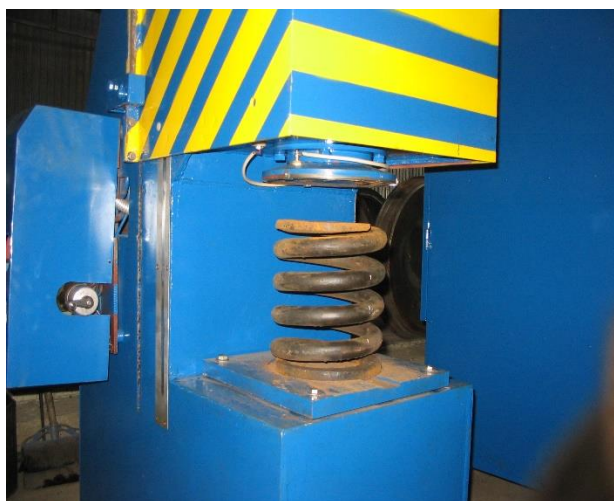


Рисунок 1. Стенд испытаний пружин



Рисунок 2 Автоматизированный стенд Стрела-М1

Принцип действия стенда 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;

- измерения 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 прессы, 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 Strela M1, 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<sub>пп</sub> – полная первоначальная стоимость оборудования

T<sub>сл</sub> – срок службы оборудования

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

$$T_r = G_{пр} \times T_{оп} / 60$$

где: T<sub>r</sub> – время работы оборудования, часов в год

G<sub>пр</sub> – годовая программа ремонта, 960 вагонов

T<sub>оп</sub> – операционное время подбора комплекта пружин для одного вагона. Для старого станда – 75 минут, для автоматизированного станда – 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:

$$\text{Фот} = \text{Чтс} \times \text{Тр}$$

где: Фот - фонд оплаты труда

Чтс – часовая тарифная ставка. Операция выполняется одним слесарем по ремонту подвижного состава 4 разряда, ставка первого разряда на 2022г установлена в размере 84,48 руб., тарифный коэффициент – 1,89, также учитывается премия в размере 16%.  
Итого  $\text{Чтс} = 84,48 \times 1,89 \times 1,16 = 185$  руб.

Тр – трудоёмкость операции (время работы оборудования)

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

Стоимость технологической электроэнергии определяется по формуле:

$$\text{Сэ} = \text{Тр} \times \text{Мо} \times \text{Цэ}$$

где: Сэ – стоимость технологической электроэнергии

Тр – время работы оборудования, часов в год

Мо – мощность оборудования, для старого стенда – 2,4 кВт, для предлагаемого стенда – 3,2 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	Существующий Стенд	Предлагаемый стенд	Отклонение
Годовая программа ремонта, вагонов	960	960	
Первоначальная стоимость, тыс.руб.	660	1 230	1 170
Проектный срок эксплуатации, лет	10	10	-
Годовая сумма амортизации, тыс. руб.	66,0	123,0	117,0
Время на формирование комплекта пружин на 1 вагон, минут	75	40	-35
Время работы оборудования в году, часов	1 200	640	-560
Мощность, кВт	2,4	3,2	0,8
Потребляемая электроэнергия в год, кВт-час	2 880	2 048	-832
Цена 1 кВт-ч электроэнергии, рублей	4,9	4,9	
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	14,1	10,0	-4,1
Часовая тарифная ставка слесаря 4 разряда (с учетом премии 16%), рублей	185,0	185,0	
Фонд оплаты труда, тыс. руб. в год	222,0	118,4	-103,6
Отчисления на фонд оплаты труда, тыс. руб.	66,6	35,5	-31,1
ИТОГО прямые расходы, тыс. руб. в год	368,7	287,0	-81,8
Себестоимость подбора комплекта, рублей	384,1	298,9	-85,2

Таким образом, суммарные прямые расходы на программу ремонта при использовании перспективного стенда на 81,8 тыс. рублей меньше, чем при использовании стенда 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 ЛИСП по формуле:

$$\text{Пр} = \frac{\text{Спп (нов)} - \text{Спп (стар)}}{\text{С (стар)} - \text{С (нов)}} \times 1000 = \frac{1230 - 660}{384,1 - 298,9} \times 1000 = 6\,693 \text{ вагонов}$$

где: Пр – порог рентабельности, вагонов

Спп – стоимость полная первоначальная старого и нового стендов

С – себестоимость подбора комплекта пружин на 1 вагон



Учитывая годовую программу ремонта 1500 вагонов, получим срок окупаемости:  
 $6693 / 960 = 7$  лет

Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьев Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.



**Применение вихретокового дефектоскопа ВД 3-71 в колёсно-роликовом участке вагонного ремонтного депо Кочетовка**

Надежкин Д.М.

Филиал РГУПС в г.Воронеж



Рисунок 1. Вихретоковый дефектоскоп ВД 3-71

Дефектоскоп вихретоковый ВД 3-71 относится к средствам контроля и оценки дефектов и предназначен для ручного контроля вихретоковым методом на наличие поверхностных и подповерхностных дефектов типа нарушения сплошности материала (трещины, закаты, раковины, волосовины и др.),

Порог чувствительности дефектоскопа на искусственных дефектах типа "пропил" в стандартном образце: протяженность - 2 мм; глубина - 0,1 мм; ширина - 0,1 мм.

Дефектоскоп ВД3-71 при обработке результатов контроля имеет следующие возможности:

- вращение сигнала (диапазон поворота сигнала от 0° до 360° с шагом 1°, 10°, 100°);
- фильтрация сигнала (существует 5 видов фильтров: низкочастотный, высокочастотный, полосовой, дифференциальный, усредняющий);
- создание смесей двух каналов (для смешивания оператор может выбрать один из 5-ти алгоритмов: суммирование, вычитание, суммирование с инверсией по горизонтали, суммирование с инверсией по вертикали и произведение).

Вихретоковый дефектоскоп ВД 3-71 отображает вихретоковый сигнал в следующих представлениях:

- векторное изображение: при этом в зоне отображается прямая линия (вектор), один её конец - центр, второй указывает на текущее значение сигнала;
- в комплексной плоскости: позволяет выделять дефекты на фоне помех путем анализа формы годографа сигнала.

Дефектоскоп ВД3-71 может применяться для контроля продукции при ее производстве и в процессе эксплуатации службами неразрушающего контроля и лабораториями предприятий, обеспечивающими контроль качества продукции.

Вихретоковый дефектоскоп ВД 3-71 обеспечивает возможность обнаружения поверхностных и подповерхностных дефектов протяженностью не менее 2 мм в деталях из металлов и сплавов, в том числе ферромагнитных. Время установления рабочего режима составляет 30 с., скорость сканирования составляет 0,5 м/с. Питание осуществляется от аккумуляторной батареи ёмкостью 2500мА-ч, полной зарядки хватает на 8 часов работы. Сохранение и документирование результатов, связь с ЭВМ осуществляется через порт USB. Совместно с ВД 3-71 применяются 10 типов вихретоковых преобразователей (ВТП) для выполнения отдельных задач. Вместе с оборудованием также поставляется специализированное программное обеспечение.

На колёсно-роликовом участке вагонного ремонтного депо Кочетовка дефектоскоп с ВД 3-71 будет применяться для контроля деталей колёсной пары и буксового узла при выполнении текущих и капитальных ремонтов вагонов в соответствии с Правилами

неразрушающего контроля деталей и составных частей колёсных пар вагонов при ремонте (ПР НК В.2). Определим прямые расходы участка на проведение вихретоковой дефектоскопии колёсных пар. Прямые расходы включают заработную плату дефектоскописта 6 разряда с отчислениями и амортизационные отчисления.

Годовая программа ремонта колёсно-роликового участка составляет 3000 колёсных пар в год. Продолжительность контроля одной колёсной пары определена проведением хронометража и составляет 28 минут, с учётом подготовительно-заключительных операций, готовая трудоёмкость составляет:  $3000 \times 28 / 60 = 1400$  нормо-часа. Работы выполняются дефектоскопистом 6 разряда. Часовая тарифная первого разряда с 01.01.2022 года составляет 84,48руб., тарифный коэффициент 6 разряда по второму уровню оплаты труда равен 2,31, надбавка за профессиональное мастерство 24%, Определим часовую тарифную ставку дефектоскописта 6 разряда:  $84,48 \times 2,31 \times 1,24 = 242$  руб., сдельная заработная плата на программу ремонта составит:  $1400 \times 242 / 1000 = 338,8$  тыс. руб., отчисления во внебюджетные социальные фонды в размере 30% - 101,6 тыс.руб.

Годовая сумма амортизации рассчитывается линейным способом, стоимость оборудования составляет 1500 тыс. руб., срок эксплуатации составляет 10 лет:  $1500 / 10 = 150,0$  тыс. руб.

Таким образом, годовые затраты по дефектоскопии колёсных пар составили:

$338,8 + 101,6 + 150,0 = 590,4$  тыс. рублей, себестоимость дефектоскопии одной колёсной пары составила:  $590,4 / 3000 = 0,197$  тыс. руб., а в расчёте на 4-осный вагон:  $0,197 \times 4 = 0,787$  тыс. руб.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.

9. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
10. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Техническое перевооружение ТОР вагонного участка Тамбов**

Овсянников Е.М.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

УЗОТ-П предназначено для зарядки и опробования пневматических автотормозов и опробования электропневматических тормозов пассажирских вагонов на станциях формирования и оборота поездов перед отправлением поезда с регистрацией параметров тормозов. Устройство позволяет автоматизировать процессы подготовки тормозов подвижного состава в парках отправления, осуществлять контроль над качеством подготовки тормозов и соблюдением технологической дисциплины в парке отправления.

Устройство обеспечивает:

- обработку тормозов при подключении тормозной сети поезда к стационарным напольным питательным колонкам, располагаемым в междупутье парка отправления (до 5 колонок);
- одновременную обработку автотормозов у пяти составов и электропневматических тормозов у одного из составов;
- возможность продувки тормозной магистрали сжатым воздухом при соединении тормозных рукавов;
- поддержание поездного давления и возможность регулирования его значения;
- выполнение автоматической ступени торможения;
- непрерывный контроль давления воздуха в напорной магистрали;
- непрерывный контроль утечки и давления воздуха в тормозной магистрали;
- измерение неплотности тормозной магистрали;
- контроль числа срабатывания автотормозов;
- управление электропневматическими тормозами в режимах торможения, перекрыша и отпуска;
- опробования действия электропневматических тормозов при напряжении питания + 40 В;
- тока короткого замыкания в цепях электропневматических тормозов;
- измерение тока потребления электропневматических тормозов в режимах торможение и перекрыша;
- выполнение автоматической ступени торможения электропневматических тормозов с поддержанием заданной величины;
- непрерывный контроль на мониторе управляющего ПК за изменением утечки и давления воздуха в тормозной магистрали и давления в напорной магистрали обрабатываемого состава;
- регистрацию процессов подготовки тормозов в реальном времени;
- создание пакета документов о работе ПТО (ВУ-45 и др.).

Устройство УЗОТ-П обеспечивает одновременную обработку до пяти поездов с одного устройства УЗОТ; контроль пневматической части тормозов локомотива, в том числе (от любой колонки); продувку ТМ сжатым воздухом под давлением 1,6-1,9 кгс/см<sup>2</sup> при соединении тормозных рукавов; ускоренную (за 8-20 минут) зарядку ТМ завышенным

давлением с последующей автоматической ликвидацией его темпом, не приводящим к срабатыванию тормозов; проверкой тормозов на мягкость с контролем срабатывания при ликвидации сверхзарядного давления темпом мягкости (0.2 кгс/см<sup>2</sup> за 80 - 120 сек); выявление самопроизвольного срабатывания; проверку плотности тормозной сети состава длиной до 100 осей в автоматическом и ручном режимах; при зарядном давлении и при ступени торможения; проверку целостности тормозной магистрали состава при продувке тормозной магистрали открыванием концевого крана хвостового вагона; проверку автоматических тормозов на торможение ступенями; проверку автоматических тормозов на отпуск зарядным давлением; непрерывный контроль плотности и давления воздуха в ТМ; непрерывный контроль давления воздуха в напорной магистрали парка с сигнализацией снижения давления; регистрацию хода опробования и параметров тормозных процессов в составе; формирование и сохранение в электронном виде отчетов по обработке тормозов поезда, справок ВУ-45, суточных отчетов; печать форм отчетности на бумажном носителе; передачу форм отчетности в АСУ ПТО

В основном, экономический эффект применения УЗОТ-П обусловлен сокращением времени опробования тормозов в сравнении с применением для этой цели локомотива и снижением расходов на выполнение этой операции. Также применение УЗОТ-П позволяет снизить использование локомотива, и, как следствие, снижается количество выходов из строя компрессоров локомотивов. Также, применение УЗОТ-П позволяет лучше производить подготовку (фильтрацию и осушивание) воздуха для зарядки магистрали, что снижает количество поломок тормозного оборудования как локомотивов, так и вагонов. Однако, сложность учёта последних двух факторов не даёт нам возможность оценить их вклад в формирование экономического эффекта. Далее будет выполнен расчёт годового экономического эффекта применения УЗОТ-П.

На участке выполняется 10-14 опробований тормозов ежедневно. Сравнительное сопоставление параметров операции с применением УЗОТ-П и локомотива приведены в таблице 1.

Таблица 1. Сравнение экономических параметров двух вариантов опробования тормозов.

УЗОТ-П	Локомотив
затраты на опробование включают расходы на электроэнергию и расходы на техническое обслуживание и ремонт УЗОТ-П	Расходы на опробование включают затраты, связанные с использованием локомотива. (топливо, заработная плата с отчислениями локомотивной бригады, отчисления на сервисное обслуживание)
Среднее время опробования тормозов – 25 мин.	Среднее опробования тормозов – 40 мин.
Время работы установки – 1825 часов в год	Время работы локомотива на опробовании тормозов – 2920 часов в год (55% годового фонда рабочего времени локомотива)
Мощность энергопотребления УЗОТ-П составляет 12кВт, потребление электроэнергии – 24000 кВт-час, при цене 4,6 руб/кВт-ч расходы на электроэнергию – 110,4 тыс. руб. в год Расходы на техническое обслуживание и ремонт – 70 тыс. руб. в год. Итого текущие расходы – 180,4 тыс. руб. в год.	Часовая тарифная ставка машиниста 8 разряда – 343 руб., помощника машиниста 5 разряда – 244 руб., бригадо-час (с учётом отчислений во внебюджетные фонды) – 763 руб. Потребление топлива локомотивом на холостом ходу – 17кг/ч. Стоимость ДТ – 46,3 руб/кг, расходы на топливо – 787 руб/ч. Расходы на сервисное обслуживание – 814 руб/ч. Совокупные расходы – 2364 руб/лок-час Итого текущие расходы – 6902,9 тыс. руб. в год.

Учитывая стоимость оборудования участка УЗОТ-II в размере 2 200 тысяч рублей, очевидно, что текущие расходы на опробование тормозов с применением локомотива превышают сумму капитальных и текущих затрат на опробование тормозов с применением УЗОТ-II.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
6. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
7. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

## **Определение расходов на экипировку электроподвижного состава песком и техническое обслуживание системы пескоподачи электровозов**

Пахомов А.А.

Научный руководитель – Ворошилина М.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Экипировка электровозов песком осуществляется, как правило, при выполнении ТО-2. Для экипировки песком необходим сухой кварцевый песок, влажностью менее 0,5%. Определим расходы по экипировке электровозов песком с использованием привозного прокалённого песка, без применения пескосушилки. Сухой песок к раздаточным устройствам транспортируется пневматическим способом. Применяют установки выжимного типа и вентиляторные, действующие по принципу эжекции. Наибольшее распространение получили пескоподающие устройства выжимного типа. К числу их достоинств относится возможность транспортирования песка на значительные расстояния – до 200м по трубам сравнительно малого диаметра - 51-76мм. Вентиляторная система обеспечивает подачу песка на расстояние всего лишь 50-70м по пескопроводу диаметром 125-150мм.

Определим технико-экономические характеристики варианта пескоснабжения для локомотивного депо со следующими характеристиками:

Количество электровозов в ежедневной эксплуатации: 56 секций ВЛ-80 в/и. Среднее количество экипировок – 36 раз в год, общее количество экипировок – 2016. Если применять привозной прокалённый песок, с интервалом поставки не реже 1 раза в неделю и обеспечением страхового запаса еще на 7 суток, то для обеспечения эксплуатации вышеозначенного парка в течении года потребуется:  $2016 \times 0,07 = 141$  тонна сухого песка. Цена прокаленного песка в биг-бэгах по 500-1000кг с доставкой составляет 5300 руб / тонна. Стоимость песка составит  $141 \times 5,3 = 747,3$  тыс. руб. в год, или в расчёте на одну экипировку:  $747,3 / 2016 = 370$  руб. Экипировочные устройства – мобильный выжимной бак, устанавливаемый на грузовое шасси, с возможностью перевозки до 2т сухого песка. Размер капитальных затрат приведен в таблице 1.

Таблица 1. Капитальные затраты

№	Объект капитальных вложений	количество	Общая стоимость, тыс. руб.
1	Здание хранилища 50кв м., высотой 4,2м	1	350
2	Экипировочное устройство в составе выжимного бака и грузовой платформы	1	2650
	<b>ИТОГО</b>		<b>3000</b>

Годовая сумма амортизации, исходя из срока службы оборудования, равного 15 лет, составит:  $3000 / 15 = 200$  тыс. руб., а в расчете на одну экипировку:  $200 \text{ 000} / 2016 = 99$ руб.

Персонал и фонд оплаты труда. Для пескоснабжения по второму варианту необходим следующий персонал:

Рабочий по экипировке локомотива песком – 2 человека

В среднем экипировка песком с применением мобильного экипировочного устройства занимает 90 минут. Затраты труда на экипировку составят  $2016 \times 90 / 60 = 3024$  человеко-часов в год. Для сушки песка и экипировки локомотивов будет принято два работника с оплатой труда по 3 тарификационному разряду. Месячная заработная плата с учетом премии по 3 разряду составляет 36 000 рублей на ставку. Годовые расходы, связанные с оплатой труда определим по формуле:

$$P_{от} = M_{от} \times K_{ст} \times 12 \times 1,3 = 1\,123\,200 \text{ рублей}$$

где:  $M_{от}$  - Месячная заработная плата с учетом премии, 36 000 рублей

$K_{ст}$  – коэффициент учитывающий условия приёма на работу, 2 ставки

12 – количество месяцев в году

1,3 – коэффициент, учитывающий 30% отчисления во внебюджетные социальные фонды.

В расчёте на 1 экипировку затраты на оплату труда составят:  $1\,123\,200 / 2016 = 557$  рубль

Суммарные материальные затраты связанные с эксплуатацией склада и экипировочного устройства составляют 185тыс. рублей в год, или в расчете на одну экипировку:  $185\,000/2016 = 92$  рубля.

Затраты на экипировку складываются из стоимости песка, заработной платы и отчислений на фонд заработной платы рабочего по экипировке, амортизации оборудования и материальных затрат на эксплуатацию склада

Таким образом, в расчёте на экипировку одного ВЛ80 материальные затраты составят:

$370 + 99 + 557 + 92 = 1118$  рублей, суммарные расходы на экипировку:  $1118 \times 2016 / 1000 = 2\,254$  тыс. руб.

Техническое обслуживание пескоподающей системы осуществляется при проведении ТО-3. При этом применяется Автоматизированное устройство контроля производительности песочной системы 10ДК.421425.001 (рисунок 1)



Рисунок 1. Автоматизированное устройство контроля производительности песочной системы

Устройство предназначено для контроля количества подаваемого песка под колесные пары форсунками песочниц локомотивов при постановке локомотива на любых видах обслуживания и ремонта.

Выполняемые операции:

- контроль производительности подачи песка песочной системой локомотива под каждое колесо с помощью взвешивающих устройств;
- контроль одновременности начала подачи песка;
- подзарядка аккумуляторных батарей платформ весовых во время ожидания работы для устройства с мобильным исполнением;
- передача по радиоканалу или проводной сети результатов контроля от взвешивающих устройств на пульт управления устройства замера подаваемого песка.

Создание и ведение электронного паспорта по каждому локомотиву с электронным документированием параметров контроля: производительность подачи песка под каждое колесо, разница по времени (сек.) начала подачи песка по всем колёсам, табельный номер работника, длительность выполнения работ, текущие дата и время, наименование ремонтного предприятия.

Сохранение результатов проверки на флэш-карту в формате, позволяющем просматривать и распечатывать эту информацию на любом офисном компьютере заказчика с установленной на нём операционной системой Windows и офисным пакетом Microsoft Office при подключении флэш-карточки к указанному компьютеру.

Устройство в стационарном исполнении оснащено стационарно размещаемыми у мест измерения платформами весовыми, что позволяет исключить время на доставку платформ весовых к местам измерения. При этом монитор стационарно размещается на ближайшей к ремонтной канаве колонне цеха. Тележка используется для сбора песка после взвешивания и транспортировки его на склад песка. Рекомендуется применять устройства в стационарном исполнении на ПТОЛах, где требуется сокращение длительности обслуживания.

Расходы на техническое обслуживание пескоподающей системы включают амортизационные отчисления, расходы на электроэнергию и оплату труда.

Стоимость Автоматизированного устройства контроля составляет 233 тыс. руб. Годовая сумма амортизации, исходя из срока службы оборудования, равного 15 лет, составит:  $233000 / 15 = 15\ 500$  руб.

Трудоёмкость работ по техническому обслуживанию пескоподающей системы одного ВЛ80 при проведении ТО-3 составляет 0,3 нормо-часа. Годовая программа технического обслуживания включает 538 ТО-3, совокупная трудоёмкость:  $538 \times 0,3 = 161$  нормо-час. Работы выполняются слесарем по ремонту подвижного состава 4 разряда. Часовая тарифная ставка 4 разряда составляет 185 рублей, расходы на оплату труда с учётом отчислений во внебюджетные фонды в размере 30% составляют:  $185 \times 161 \times 1,3 = 38\ 720$  рублей.

Мощность Автоматизированного устройства контроля составляет 50Вт, время работы устройства – 161 час, количество потребляемой электроэнергии –  $50 \times 161 / 1000 = 8$  кВт –ч, при цене электроэнергии 4,9 руб за кВт-час стоимость потребленной электроэнергии составит:  $8 \times 4,9 = 39$  руб.

Совокупные годовые расходы на техническое обслуживание пескоподающей системы составят:  $15500 + 38720 + 39 = 54\ 259$  рублей.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.



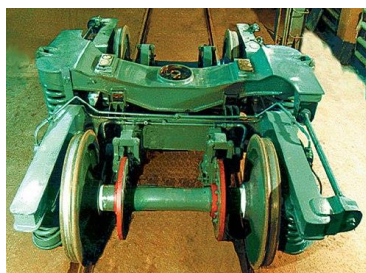
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Применение дискового тормоза на электроподвижном составе**

Полозков А.В.

Научный руководитель – к.т.н. Минаков Д.Е.

Филиал РГУПС в г.Воронеж



на тележке 68-4071 (68-4072) пассажирского вагона



на оси на безмоторной тележки МВПС



на колесе

Рис 1. Дисковые тормоза подвижного состава

Дисковые тормоза вследствие отсутствия воздействия на поверхности катания колес устраняют термическую нагрузку на колеса, особенно при торможениях с высоких скоростей, а также при длительных торможениях, что позволяет значительно увеличить пробег вагонов между обточками колесных пар. Другим преимуществом дисковых тормозов является то, что их тормозная рычажная передача отличается небольшой массой, простотой конструкции и обслуживания, высоким к.п.д., меньшими вибрациями по сравнению с рычажной передачей колодочного тормоза. Все это обуславливает использование дисковых тормозов на скоростном подвижном составе.

По расположению различают осевые дисковые тормоза, если диски закреплены на осях, и колесные, если диски закреплены на колесных центрах или ступицах колес. Дисковые тормоза применяются на моторвагонном подвижном составе и пассажирских вагонах для скоростей движения свыше 160 км/ч. Дисковые тормоза обеспечивают высокую тормозную эффективность, особенно при высоких скоростях. Кроме того, по сравнению с колодочным тормозом устраняются перегревы колес, ненормальные выработки на их поверхности катания.

Средний ресурс колодок дисковых тормозов пассажирского подвижного состава – до 100 тыс. км. Применение новых композитных материалов позволит при незначительном увеличении стоимости колодок увеличить их ресурс на 20%. Также, дополнительный экономический эффект обусловлен сокращением расходов на замену колодок. Замена колодок дисковых тормозов осуществляется при достижении предельных размеров, проверяемых при проведении ТО-2. Работа по замене тормозных колодок на одном клещевом механизме выполняется одним слесарем по ремонту подвижного состава, время выполнения замены – 18 минут. Определим величину экономического эффекта. Расчёт приведен в таблице 1.

Таблица 1. Расходы на смену колодок

Показатель, единица измерения	Материал колодок	
	ТИИР-300	БАТИ-700
Срок эксплуатации подвижного состава, лет	40	
Среднегодовой пробег подвижного состава, км.	120 000	
Пробег подвижного состава за весь срок эксплуатации, км.	4 800 000	
Количество колодок на 1 вагоне	16	
Ресурс колодок, км.	100 000	120 000
количество смен колодок за весь срок эксплуатации, шт.	768	640
цена одной колодки, руб.	790	910
Стоимость колодок за весь срок эксплуатации, руб.	606 720	582 400
Трудоёмкость смены колодок, нормо-часов	0,30	0,30
Часовая тарифная ставка слесаря по ремонту подвижного состава 4 разряда, с учётом премии, руб.	185	185
Расходы на оплату труда с отчислениями, руб.	55475	46229
Итого расходы на замену колодок на 1 вагон (весь срок эксплуатации), руб.	662 195	628 629
Итого расходы на замену колодок на 1 вагон (в год), руб.	16 555	15 716

Таким образом, годовой экономический эффект в расчёте на один вагон составит:  $16555 - 15716 = 839$  рублей, или 5%.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.

4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьев Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
6. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
7. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
8. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
9. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
10. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
11. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Комплекс диагностики и настройки дизелей КДН «Магистраль»**

Попов А.С.

Научный руководитель – к.т.н. Краснов А.И.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Комплекс «Магистраль» (ЗАО «Техтранс-Д», г. Санкт-Петербург) предназначен для автоматического диагностирования и прогнозирования технического состояния магистральных тепловозов при проведении их реостатных испытаний. Автоматическое диагностирование технического состояния узлов цилиндропоршневой группы, топливной аппаратуры и органов газообмена цилиндров любых типов дизелей (при наличии индикаторных кранов) по параметрам рабочего процесса.

КДН «Магистраль» состоит из комплекта датчиков (до 50-ти штук), двух измерительно-вычислительных подстанций для реализации измерений в реальном времени – быстротекущих параметров (ИВП-Б) и медленно меняющихся статических параметров (ИВП-М). В настоящее время разработана модификация одной объединенной станции ИВП статических и динамических параметров с возможностью быстрого сбора информации, осреднения и сглаживания динамических помех.

Технические средства комплекса «Магистраль» организованы таким образом, чтобы максимально облегчить и упростить технологический процесс обследования дизеля, в том числе сократить длительность этого процесса.

На рис. 4.1 представлена структурная схема комплекса.

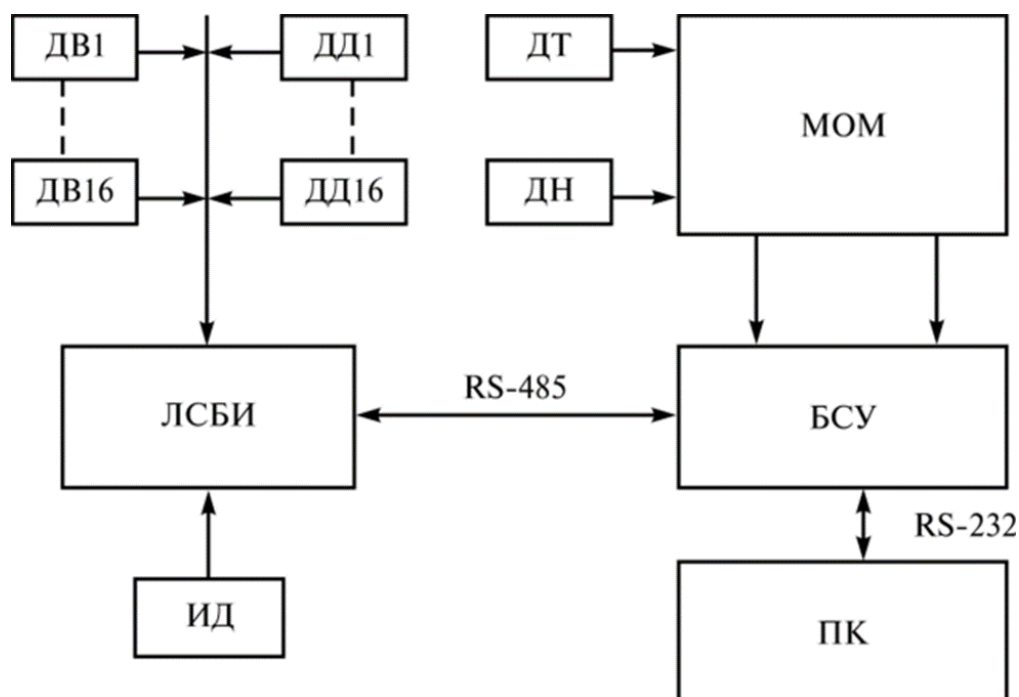


Рис. 4.1. Структурная схема аппаратной части комплекса «Магистраль»:

ЛСБИ – локальная станция быстротекущих измерений;

ДД1-ДД16 – датчики давления в цилиндре;

ДВ1-ДВ16 – датчики вибрации (акселерометры);

ДТ – датчик тока; ДН – датчик напряжения;

МОМ – модуль определения мощности;

БСУ – блок сопряжения и управления; ИД – индикаторная диаграмма.

#### Определение экономического эффекта

По данным производителя [1][АТ1], в результате использования комплекса в течении года было продиагностировано 588 секций тепловозов. В результате были выявлены следующие неисправности (таблица 1)

Таблица 1 – Выявленные неисправности ДГУ.

Неисправность	выявлено	доля
плохая продувка цилиндров	392	66,7%
увеличение угла опережения впрыска топлива дизеля	278	47,3%
уменьшение угла опережения впрыска топлива дизеля	273	46,4%
потеря плотности плунжерной пары	249	42,3%
дросселирование индикаторного крана	223	37,9%
ухудшение качества распыла форсунки	220	37,4%
зависание иглы форсунки	53	9,0%
установка форсунки на дизель с перекосом	53	9,0%
недогрузка/перегрузка по цикловой подаче топлива	34	5,8%
неисправность нагнетательного клапана	31	5,3%
неисправность РЧО	15	2,6%
нарушение регулировки мощности промежуточных позиций	14	2,4%
подтекание форсунки	13	2,2%
загрязненность фильтров забора воздуха	11	1,9%
нарушение настройки электрической схемы	10	1,7%
неисправность толкателей ТНВД	2	0,3%
нарушение регулировки индуктивного датчика	1	0,2%

нарушение в работе шунтировок ослабления поля	1	0,2%
Продиагностировано секций	588	318,5%

Таким образом, исходя из данных таблицы 1, общее количество выявленных неисправностей составляет 1873, или в среднем 3,2 неисправности на одну диагностику. Также, анализ расхода топлива диагностируемых и не диагностируемых секций показал, что у отдельных секций удельный расход топлива возрастает до 8%, а в среднем – на 1,1%.

В ТЧ Поворино в 2022 году в эксплуатации находятся 28 секций 2ТЭ116 и 6 ТЭП70. При проведении реостатных испытаний в настоящее время применяется комплекс «Кипарис», введенный в эксплуатацию в 2004 году, и на сегодняшний момент значительно устаревший и изношенный. Объём грузовой работы в 2021 году составил  $524\ 198 \times 10^4$  т-км брутто, что при удельном расходе дизельного топлива в 21,41 кг /  $10^4$  т-км брутто и цене дизельного топлива в 46,3 тыс. руб. за тонну даёт возможность оценить сумму годового экономического эффекта, обусловленного снижением удельного расхода топлива на 1,1%:  $524\ 198 \times 21,41 \times 46,3 / 1\ 000 \times 0,011 = 5\ 715,9$  тыс. руб.

Стоимость одного комплекса «Магистраль» составляет 2 500 тыс. руб., следовательно, срок окупаемости использования комплекса составляет:  $2500 / 5715,9 = 0,4$  года, или 5 месяцев.

Текущие расходы на проведение реостатных испытаний включают:

1. Расходы на оплату труда с отчислениями во внебюджетные фонды
2. Стоимость топлива
3. Расходы на периодическое техническое обслуживание и ремонт оборудования.

Процедура реостатных испытаний включает следующие операции:

1. Постановка локомотива на позицию реостатных испытаний
2. Установка датчиков системы и вывод ДГУ на заданный режим работы
3. Проведение цикла испытаний
4. Устранение выявленных неисправностей (настройка) ДГУ и повтором цикла испытаний
5. Снятие датчиков системы

Работы выполняются двумя слесарями по ремонту подвижного состава 6 разряда, трудоёмкость испытания одной секции составляет 4,4 часа, продолжительность выполнения операции – 2,2 часа.

Часовая тарифная ставка 1 разряда в 2022 году составляет 84,48 руб., тарифный коэффициент по 2 уровню оплаты труда 6 разряд – 2,31, Премияльные выплаты составляют 24%. Таким образом расходы на оплату труда составят:  $84,48 \times 2,31 \times 1,24 \times 4,4 = 1065$  руб. на один локомотив (секцию) в год. Тариф взносов во внебюджетные социальные фонды составляет 30%, взносы во внебюджетные фонды составляют:  $1065 \times 0,3 = 319$  руб. на один локомотив. Расходы депо на весь парк депо Поворино, 34 секции, составляют:

$1065 \times 34 = 36\ 201$  руб. - оплата труда

$319 \times 34 = 10\ 860$  руб. – отчисления во внебюджетные фонды.

При проведении реостатных испытаний средний расход топлива составляет 26 кг, при цене ДТ 46,3 руб./кг, расходы на одну секцию составляют:  $26 \times 46,3 = 1\ 204$  руб., на 34 секции:  $1\ 204 \times 34 = 40\ 929$  руб.

Годовая сумма расходов на проведение технического обслуживания и ремонта комплекса «Магистраль» оценивается в 1% его стоимости, или  $2\ 500 \times 0,01 = 25$  тыс. руб.

Суммарные годовые текущие расходы на использование комплекса составляют (рис.1):

36 201 руб. - оплата труда

10 860 руб. – отчисления во внебюджетные фонды

40 929 руб. – топливо

25 000 руб. – техническое обслуживание и ремонт

ИТОГО – 112990 руб.

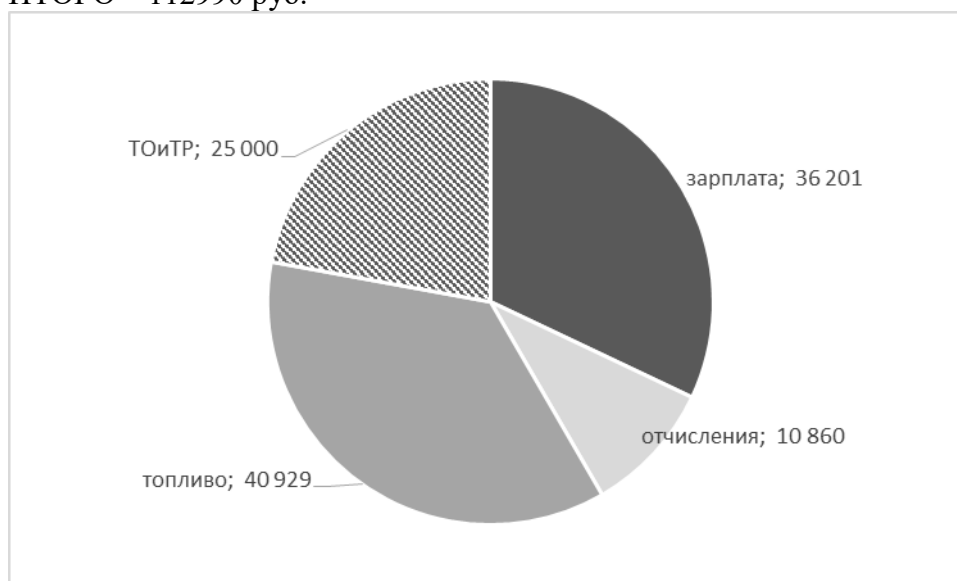


Рисунок 1. Годовые текущие затраты на использование комплекса «Магистраль»

Выводы. В экономической части работы проведена оценка текущих затрат и экономического эффекта использования комплекса «Магистраль» для проведения реостатных испытаний и настройки ДГУ магистральных локомотивов. Текущие затраты составляют 113 тыс. руб. в год. Экономический эффект применения комплекса обусловлен сокращением удельного расхода топлива на 1,1% и оценивается 5 716 тыс. руб., при цене комплекса 2 500 тыс. руб. это определяет срок окупаемости в 4 месяца.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики

- России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
  10. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
  11. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
  12. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.

### **Техническое перевооружение ПТО грузовых вагонов станции Придача ВЧДЭ Лиски**

Пушкарев А.М.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

#### **Состав и функциональные возможности аппаратуры ДДК**

Аппаратура детектор дефектных колёс (ДДК) относится к средствам автоматической диагностики технического состояния вагонов на ходу поезда и предназначена для выявления колёсных пар с дефектами на поверхности катания колёс, вызывающих недопустимые динамические перегрузки неподрессоренных элементов вагонов и пути.

Принцип действия аппаратуры ДДК основан на измерении специальными тензометрическими схемами вертикальных сил, действующих между колесом и рельсом при их динамическом взаимодействии, и сравнении измеренных значений с допустимыми нормируемыми уровнями сил. Превышение нормируемого уровня означает, что на поверхности катания колеса имеется неровность (или несколько неровностей), вызывающая недопустимые динамические перегрузки колёс и рельсов.

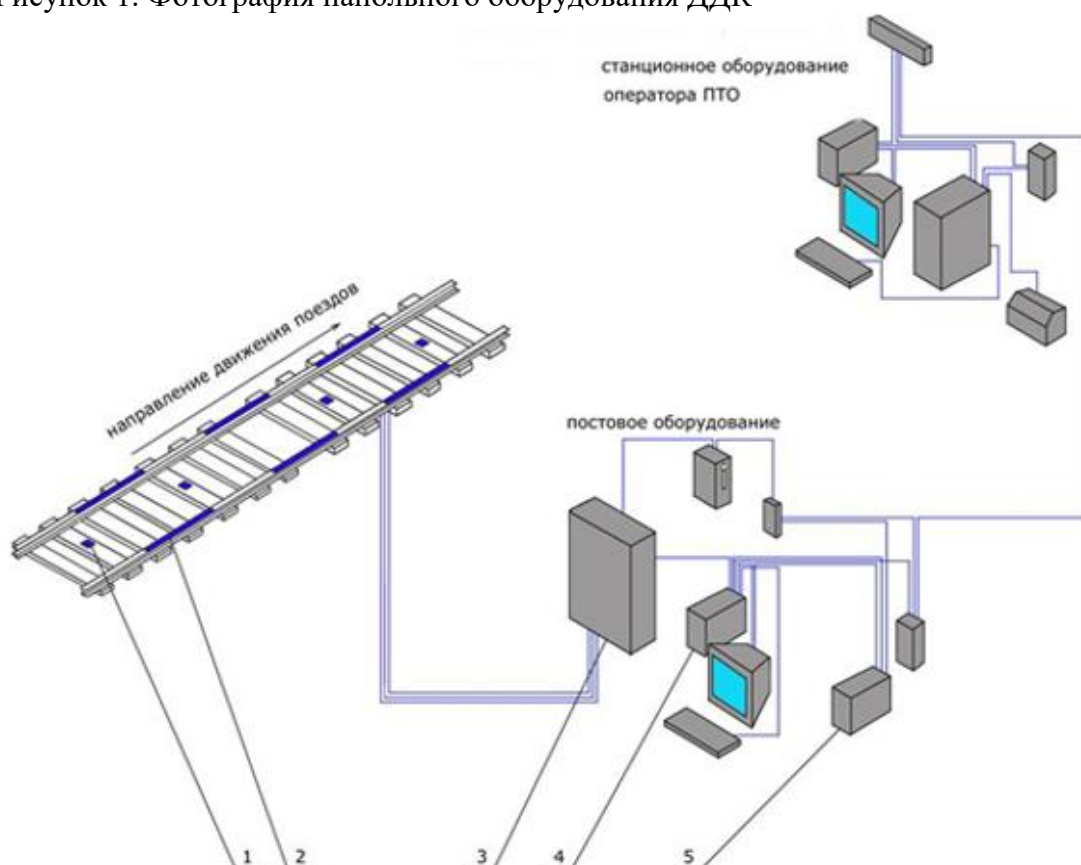
Сведения о наличии в составе поезда вагонов с колёсными парами, подлежащими осмотру и браковке, передаются по линии связи на ПТО, перед которым установлена аппаратура ДДК, в виде текстового файла с выходов специализированного компьютера, установленного на посту диагностики.

Аппаратура ДДК (рис 1,2) включает перегонное и станционное оборудование, связанные между собой линией связи. Напольное оборудование аппаратуры ДДК размещается в непосредственной близости от помещения постового оборудования. При этом сигналы от напольного оборудования по кабелю передаются к постовому оборудованию. Постовое оборудование аппаратуры ДДК состоит из двух электронных блоков: тензометрического усилителя типа «Spider-8» и контроллера (специализированного компьютера). Станционное (приёмное) оборудование аппаратуры ДДК устанавливается непосредственно на ПТО станции прибытия. При этом возможны два варианта станционного оборудования. Первый вариант предусматривает конечный компьютер ДДК на ПТО с устройством печати результатов контроля и звуковыми сигналами тревоги при обнаружении колёсных пар с дефектами. По второму варианту вывод результатов контроля с аппаратуры ДДК производится через локальную связь в систему централизации информации от различных устройств диагностики с выдачей оператору ПТО единого документа - смотрового листа.





Рисунок 1. Фотография напольного оборудования ДДК



1 – датчики приближения; 2 – тензометрические датчики; 3- система усиления и коммутации SPIDER; 4 – приёмный контроллер постового оборудования; 5 – система передачи данных  
Рисунок 2. Схема оборудования ДДК

#### Капитальные затраты

Оборудование станции системой ДДК предполагает осуществление затрат на закупку и монтаж оборудования. Состав и стоимость оборудования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Состав и стоимость оборудования ДДК

Наименование	Количество	Стоимость
Датчики приближения	4 шт	25 200
Тензометрические датчики	6 шт	37 200
система усиления и коммутации SPIDER	1 шт	355 000
приёмный контроллер постового оборудования	1 шт	29 500
АРМ ПТО*	1 шт	63 000
система передачи данных	1 шт	16 600
ИТОГО		463 500



\* предполагается интеграция и использование уже существующего АРМ ПТО.

Расчёт расходов на монтаж оборудования приведен в таблице 2.

Таблица 2. Расходы на монтаж ДДК

Показатель, единица измерения	Значение
Трудоёмкость монтажных работ, 4 разряд (нормо-ч)	32
Трудоёмкость монтажных работ, 5 разряд (нормо-ч)	32
Трудоёмкость пусконаладочных работ, 8 разряд (нормо-ч)	16
Часовая тарифная ставка 1 разряда, рублей	84,48
Тарифный коэффициент 4 разряда	1,89
Тарифный коэффициент 5 разряда	2,12
Тарифный коэффициент 8 разряда	2,69
Расходы на оплату труда, тарифная часть, рублей	14476
Премияльные выплаты, % от тарифа	40
Компенсационные выплаты, % от тарифа	16
Итого расходы на оплату труда	22583
Тариф взносов во внебюджетные социальные фонды, %	30
Взносы во внебюджетные социальные фонды, рублей	6775
Стоимость материалов для монтажа, рублей	58500
Расходы на оплату работы машин, рублей	12800
Итого прямые расходы, рублей	100658
Накладные расходы, % от прямых расходов	40
Накладные расходы, рублей	40263
Итого расходы на монтаж ДДК, рублей	140922

Таким образом, капитальные затраты на создание системы ДДК составят:  $463\,500 + 140\,922 = 604\,422$  рублей.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.

7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **ТЭО использования стенда входного и выходного контроля на колёсно-роликовом участке ремонтного вагонного депо Валуйки**

Сысоев В.Б.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

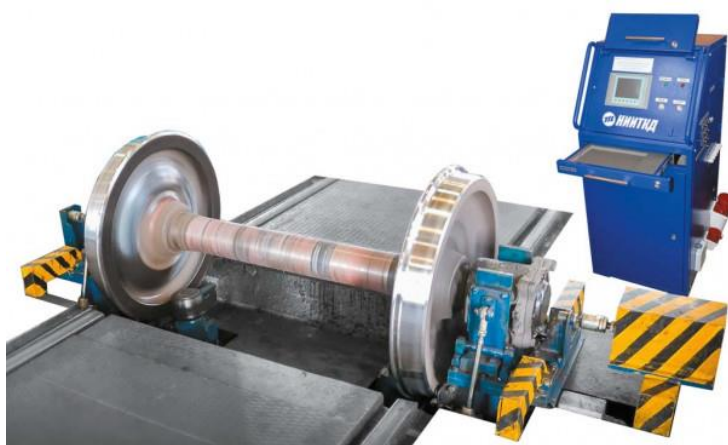


Рис. 1 Стенд входного и выходного контроля БУКП 55ДК.441463.00

Для технико-экономического обоснования приобретения Стенда входного и выходного контроля буксового узла колесной пары 55ДК.441463.001 был проведен анализ операций по диагностике буксового узла колесной пары, проведены хронометражные измерения, определена трудоёмкость выполнения операции и показатели эффективности модернизации.

Стенд входного и выходного контроля буксового узла колесной пары 55ДК.441463.00 (рисунок 1) производства ОАО «Научно-исследовательский институт технологии, контроля

и диагностики железнодорожного транспорта», является специализированным оборудованием, предназначенным для вибродиагностики подшипников буксового узла колесной пары без его разборки с применением системы «Прогноз» стационарного типа. Технические характеристики приведены в табл 1.

Таблица 1. Технические характеристики установки

НАИМЕНОВАНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ
Производительность, кол.пар/ч	2-3
Скорость вращения колесной пары, км/ч (об/мин), не более	60 (300)
Установленная мощность, кВт	10,2
Напряжение питающей сети, В	380
Частота питающей сети, Гц	50
Масса, кг	1500
Габаритные размеры, мм	3700 x 1000 x 2400

Стенд оснащён гидроцилиндром, обеспечивающим подъём и опускание колёсной пары для установки в исходное положение. Вращение колёсной пары от электропривода осуществляется обремененными роликами, которые установлены на гидравлическом механизме фиксации колёсной пары.

Стенд может работать в технологической линии ремонта колесных пар:

- диагностика подшипников буксового узла без разборки;
- определение объёма ремонта при диагностировании колёсной пары;
- выдача результата в электронном виде.

Установка обслуживается одним слесарем 5 разряда. Время диагностики одной колесной пары составляет 20-30 минут. Стоимость установки с учетом доставки и монтажа составляет 960 тыс. рублей. Годовая программа ремонта колёсно-роликового участка в 2021 году составила 2040 колесных пар. Сравнительный анализ трудоёмкости диагностирования колёсной пары на существующем и перспективном оборудовании приведен в таблице 2

Таблица 2. Сравнительный анализ трудоёмкости вибродиагностики колёсной пары

Показатель	измеритель			отклонение
		старое	новое	
Годовая программа ремонта колесных пар	Шт	2040		
Трудоёмкость диагностики одной КП	Чел-мин	48	30	18
Количество слесарей	Чел	1	1	1
общая трудоёмкость операции вибродиагностики	Чел-часов	1632	1020	612

Таким образом, как видно из приведенной таблицы, трудоёмкость выполнения операции по вибродиагностике подшипников колёсной пары составляет соответственно, 1632 нормо-часа при использовании старого оборудования, 1020 нормо-часов при использовании нового оборудования. Годовая экономия трудовых ресурсов при использовании нового оборудования составляет 612 человеко-часов, производительность труда при выполнении этих операций возрастает в  $(1632/1020) = 1,6$  раз.

Так как старое и новое оборудование имеет сопоставимые характеристики по мощности подключения и энергоёмкости, при выполнении операции не используются расходные материалы, то основной экономический эффект модернизации содержится в повышении производительности труда и относительной экономии фонда оплаты труда и связанных с нею выплат.

Организация производства, экономика и менеджмент. Воронеж, 24 июня 2022г.

Минимальный размер заработной платы в 2022 году составляет 13 890 рублей, годовая норма рабочего времени в 2022г – 1973 часа, часовая тарифная ставка первого разряда в соответствии с этими данными на 2021 год составляет:

$$13\,890 \text{ руб} \times 12 \text{ мес} / 1973 \text{ час} = 84,48 \text{ руб.}$$

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. № 40), тарифный коэффициент слесаря по ремонту подвижного состава 5 разряда - 2,12. Размер надбавки за профессиональное мастерство составляет 20% для 5 разряда. Таким образом, часовая тарифная ставка слесаря 5 разряда, с учетом премии 20% равна:  $84,48 \times 2,12 \times 1,20 = 215$  руб. В соответствии со ст. 425 НК РФ тариф страхового взноса на фонд оплаты труда составляет 30%.

Расчет экономии фонда заработной платы и отчислений приведен в таблице 3.

Таблица 3. Расчет экономии фонда заработной платы

Показатель	Старое оборудование	Новое оборудование	Отклонение
Трудоёмкость операций 5 разряда, человеко-часов в год	1632	1020	612
Часовая тарифная ставка слесаря 5 разряда, рублей	215		
Фонд оплаты труда, рублей в год	350880	219300	-131580
Взносы, рублей в год	105264	65790	-39474
ИТОГО	456144	285090	-171054

Таким образом, обоснован совокупный экономический эффект в форме экономии затрат в размере 171 тыс. руб. в год.

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты (стоимость установки) – 960 тыс. руб.;

Увеличение текущих затрат – 0 (не планируется);

Годовой экономический эффект (экономия) – 171 тыс. 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 3 и на рис. 2. Дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 360 тыс. руб., а окупаемость наступает на 7 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	-960	-960	-960
1	0,95	171	163	-797
2	0,91	171	155	-642
3	0,86	171	148	-494
4	0,82	171	141	-354
5	0,78	171	134	-220
6	0,75	171	128	-92
7	0,71	171	122	29
8	0,68	171	116	145
9	0,64	171	110	255
10	0,61	171	105	360

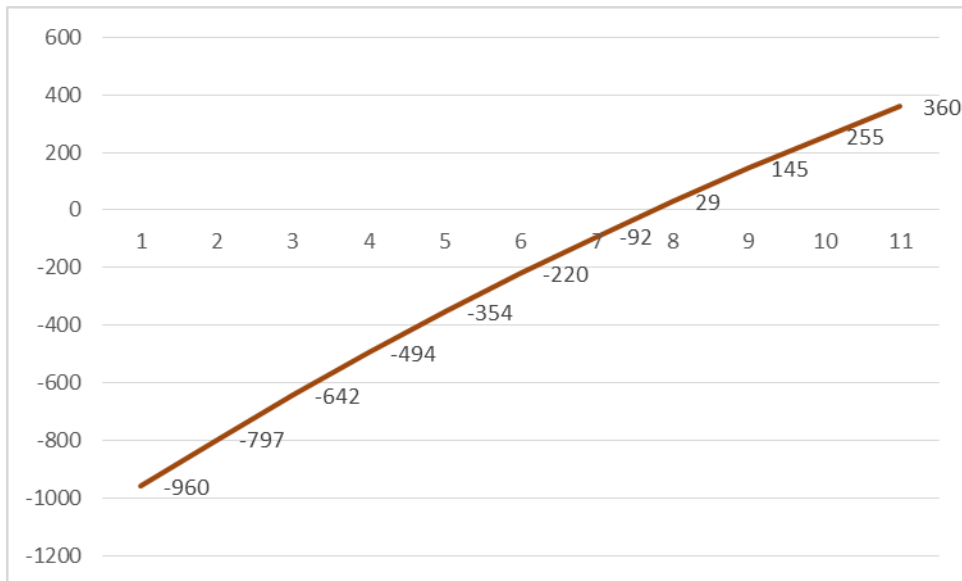


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

#### Выводы:

Использование для диагностирования подшипников на колёсно-роликовом участке вагонного депо Валуйки позволяет сократить время выполнения операций по вибродиагностике подшипников колесных пар на 18 минут, а при существующих годовых объёмах ремонта колёсных пар в колесно-роликовом участке это означает сокращение трудоёмкости выполнения ремонта на 613 человеко-часов в год, производительность труда повышается на данной операции возрастает в 1,6, раза, а годовой экономический эффект, вызванный снижением трудоёмкости, оценивается в 171 тыс. рублей. Реализация проекта потребует капитальных затрат в размере 960 тыс. руб., при этом дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 360 тыс. руб., а окупаемость наступает на 7 год реализации проекта.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.

7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
10. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Техническое перевооружение тележечного участка вагоноремонтного завода**

Теплова Е.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Автоматизированная линия измерения сортировки пружин рессорного комплекта грузовых вагонов "Лазер-М" (рис.1) предназначена для автоматизированного контроля линейных замеров и динамического испытания рессорных пружин тележек грузовых вагонов.



Рисунок 1. Лазер М

Вид измерения - лазерное сканирование. Система позволяет контролировать:

- высоту пружин в свободном состоянии;
- внешний и внутренний диаметр пружины;

Труды III студенческой научно-практической конференции, филиал РГУПС в г. Воронеж

- шаг пружины; разность между максимальными и минимальными размерами шагов пружины;
- перпендикулярность опорных поверхностей пружины по отношению к оси;
- остаточную деформацию пружины под действием пробной нагрузки;
- величину стрелы прогиба пружины под действием нагрузки.

Время контроля одной пружины – 60 сек., потребляемая мощность – 4 кВт.

Рассчитаем величину прямых расходов на выполнение операции по формированию комплектов пружин на годовую программу ремонта 1200 четырёхосных вагонов грузоподъемностью более 60т. В таких вагонах на каждой тележке устанавливается по 14 комплектов двойных пружин, т.е. общее их количество – 56 шт на 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:

$$A = C_{пп} / T_{сл} = 870\,000 / 10 = 87\,000 \text{ руб.}$$

где: А – годовая сумма амортизации

С<sub>пп</sub> – полная первоначальная стоимость оборудования, 870 тыс. руб

Т<sub>сл</sub> – срок службы оборудования, 10 лет

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

$$T_r = ПР \times T_{оп} / 60 = 1200 \times 60 / 60 = 1200 \text{ часов}$$

где: Т<sub>р</sub> – время работы оборудования, часов в год

ПР – годовая программа ремонта, 1200 вагонов

Т<sub>оп</sub> – операционное время подбора комплекта пружин для одного вагона . – 60 минут

60 – минут в час

Время работы оборудования определяет:

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

Фонд оплаты труда определяется по формуле:

$$F_{от} = Ч_{тс} \times T_r = 185 \times 1200 = 222\,000 \text{ руб.}$$

где: F<sub>от</sub> - фонд оплаты труда

Ч<sub>тс</sub> – часовая тарифная ставка. Операция выполняется одним слесарем по ремонту подвижного состава 4 разряда, ставка первого разряда на 2022г установлена в размере 84,48 руб., тарифный коэффициент – 1,89, также учитывается премия в размере 16%. Итого Ч<sub>тс</sub> = 84,48 x 1,89 x 1,16 = 185 руб.

Т<sub>р</sub> – трудоёмкость операции (время работы оборудования)

Отчисления на фонд оплаты труда в соответствии со ст. 425 НК РФ составляют 30%: 222 000 x 0,3 = 66 600 руб.

Стоимость технологической электроэнергии определяется по формуле:

$$C_э = T_r \times M_о \times Ц_э = 1200 \times 4 \times 4,6 = 22\,080 \text{ рублей}$$

где: С<sub>э</sub> – стоимость технологической электроэнергии

Т<sub>р</sub> – время работы оборудования, часов в год

М<sub>о</sub> – мощность оборудования– 4 кВт

Ц<sub>э</sub> – цена 1 кВт-час электроэнергии - 4,60 руб.

Таким образом, суммарные прямые расходы на программу ремонта составят:

$87\ 000 + 222\ 000 + 66\ 600 + 22\ 080 = 397\ 680$  рублей в год, или в пересчёте на 1 вагон:  
 $397\ 680 / 1200 = 331,4$  руб.

#### Список литературы

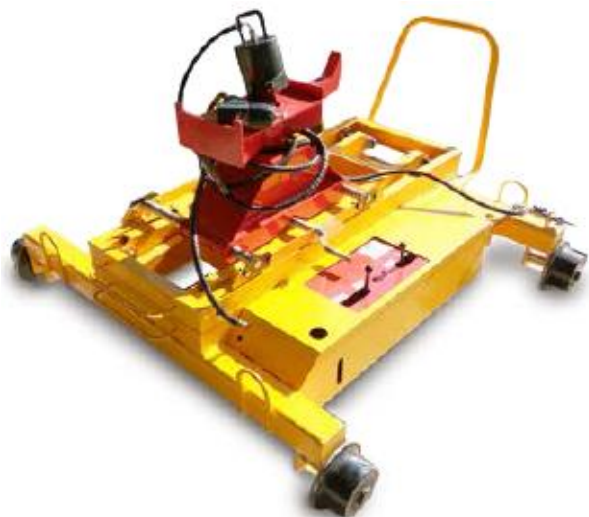
1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьев Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
10. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
11. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

#### **Техническое перевооружение участка текущего отцепочного ремонта эксплуатационного вагонного депо Казинка**

Тинькова С.Д.  
Филиал РГУПС в г.Воронеж

Установка УСПА-1 (рис.1) предназначена для демонтажа и монтажа пружинно-фрикционных, эластомерных аппаратов классов от Т0 до Т3 с максимальной энергоемкостью 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-01, секунд

Элемент операции	снятие		(установка)	
	Ф	Э	Ф	Э
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
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 2020 году составила 117 вагонов, 126 – фрикционные ПА, 108 – 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	ГПА-02	отклонение
количество ремонтов фрикционных ПА	шт	126		
количество ремонтов эластомерных ПА	шт	108		
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	395	74	322

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  $(395/74) = 5,3$  раз.

Минимальный размер заработной платы с 01.01.2022 составляет 13 890 рублей, годовая норма рабочего времени в 2022г – 1973 часа, часовая тарифная ставка первого разряда в соответствии с этими данными на 2021 год составляет:  
 $13890 \text{руб} \times 12 \text{мес} / 1973 \text{час} = 84,48 \text{руб}.$

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:  
 $322 \text{ чел-час} \times 84,48 \text{ руб.} \times 2,12 = 57669 \text{ руб. в год.}$   
 Экономия премиальных выплат:

$57669 \text{ руб.} \times 0,2 = 11534 \text{ руб.}$  в год

Экономия отчислений на фонд оплаты труда:

$(57669 + 11534) \times 0,3 = 20761 \text{ руб.}$  в год

Совокупный экономический эффект:

$57669 + 11534 + 20761 = 89964 \text{ руб.}$  в год

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты (стоимость установки ГПА-02) – 580 тыс. руб.;

Увеличение текущих затрат – 0 (не планируется);

Годовой экономический эффект (экономия) - 89964 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	-580	-580	-580
1	0,95	89,9	86	-494
2	0,91	89,9	82	-413
3	0,86	89,9	78	-335
4	0,82	89,9	74	-261
5	0,78	89,9	70	-191
6	0,75	89,9	67	-124
7	0,71	89,9	64	-60
8	0,68	89,9	61	1
9	0,64	89,9	58	59
10	0,61	89,9	55	114

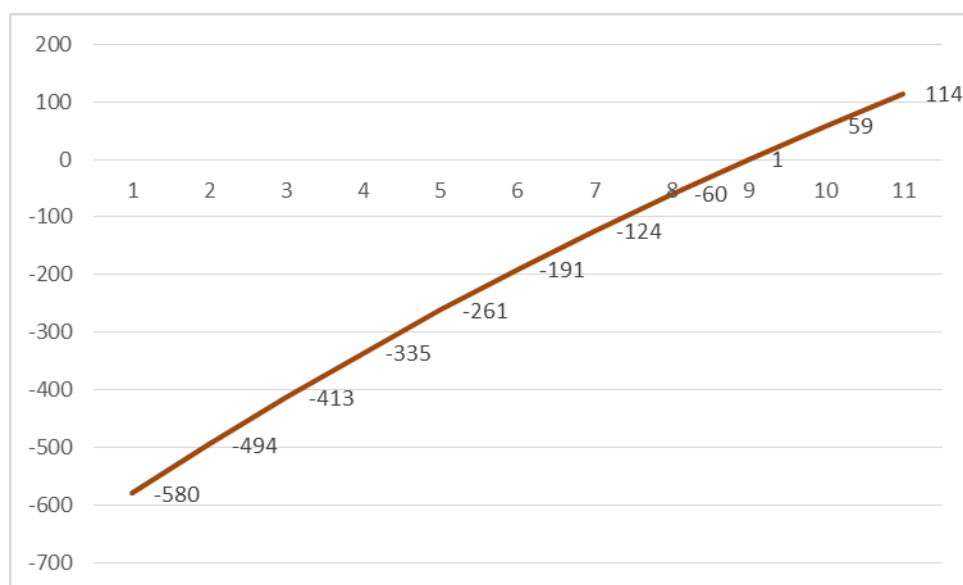


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

Выводы:

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 322 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 89,9 тыс. рублей. Реализация проекта потребует капитальных затрат в размере 580 тыс. руб., при этом дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 114 тыс. руб., а окупаемость наступает на 8 год реализации проекта.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
8. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
9. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрьльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
11. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
12. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

**Техническое перевооружение вагонсборочного участка пассажирского Вагонного участка Воронеж**

Труфанов К.В.

Научный руководитель – к.т.н. Тищук Л.И.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Установка КСПА-66 (рис.1) предназначена для демонтажа и монтажа пружинно-фрикционных, эластомерных аппаратов классов от Т0 до Т3 с максимальной энергоемкостью до 200 кДж с целью проведения их технической экспертизы и ремонта.



КСПА-66



ППА-3А

Рисунок 1. Состав оборудования для снятия и установки поглощающего аппарата

В состав комплекта входят:

- устройство для демонтажа поглощающего аппарата ППА-3А
- насос гидравлический ручной НРГ-7010
- рукав высокого давления РВД
- манометр МА100ВУ63

КСПА является универсальным устройством, позволяющим демонтировать поглощающие аппараты всех типов вагонов и локомотивов

Был проведен анализ операций по съёму и установке поглощающих аппаратов, проведены хронометражные измерения, определена трудоёмкость выполнения операции и расходы на оплату труда.

Операция по съёму поглощающего аппарата с использованием КСПА-66

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 таблице 1 приведены результаты хронометражных измерений продолжительности выполнения указанных операций

Таблица 1. Операция по снятию и установке поглощающего аппарата, секунд

Элемент операции	Снятие		Установка	
	Ф	Э	Ф	Э
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

\* Ф – фрикционный, Э - эластомерный

Операция снятия и установки фрикционного поглощающего аппарата составляет:  $24,0+24,8 = 48,8$  минут, эластомерного:  $26,0+26,8=52,8$  минут.

Годовая программа ремонта вагонов со снятием и установкой автосцепок и поглощающих аппаратов в 2021 году составила 359 вагонов, из них: 520 – фрикционные ПА, 198 – эластомерные ПА. Расчёт трудоёмкости снятия и установки поглощающего аппарата приведен в таблице 2

Таблица 2 Расчёт трудоёмкости снятия и установки поглощающего аппарата

Показатель	измеритель	
количество ремонтов фрикционных ПА	шт	520
количество ремонтов эластомерных ПА	шт	198
трудоёмкость снятия и установки одного фрикционного ПА	чел-мин	48,8
трудоёмкость снятия и установки фрикционных ПА	чел-мин	25 376
трудоёмкость снятия и установки одного эластомерного ПА	чел-мин	52,8
трудоёмкость снятия и установки эластомерных ПА	чел-мин	10 454
общая трудоёмкость снятия и установки ПА в год	чел-часов	597

Таким образом, как видно из приведенной таблицы, трудоёмкость снятия и установки поглощающих аппаратов составляет 597 норм-часов в год.

Минимальный размер заработной платы с 01.01.2022 составляет 13890 рублей, годовая норма рабочего времени в 2022г – 1973 часа, часовая тарифная ставка первого разряда в соответствии с этими данными на 2021 год составляет:

$13\ 890\text{руб} \times 12\text{мес} / 1973\text{час} = 84,48\ \text{руб.}$

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%. Расходы на оплату труда составят:

$84,48 \times 2,12 \times 1,2 \times 597 = 128\ 306\ \text{руб.}$

Отчисления во внебюджетные фонды составляют 30% фонда оплаты труда:

$128\ 306 \times 0,3 = 38\ 492\ \text{руб.}$

Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
3. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.

**Техническое перевооружение пункта опробования тормозов вагонов станции  
Мичуринск – Воронежский  
Фомин Д.В.  
Филиал РГУПС в г. Воронеж**

Система предназначена для опробования тормозов в полном соответствии с «Инструкцией по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог» ЦТ-ЦЛ-ЦВ-ВНИИЖТ/277 с целью выявления неисправностей тормозного оборудования состава или отдельных групп вагонов в пунктах технического осмотра. АСДТ обеспечивает дистанционное управление каждой из следующих операций:

- Продувку тормозной магистрали пониженным давлением. Используется при соединении рукавов при формировании состава.
- Зарядку тормозной сети состава до установленного давления. При значительном числе осей в составе возможно применение Ускоренной зарядки тормозной магистрали с последующей ликвидацией сверхзарядного давления до установленного.



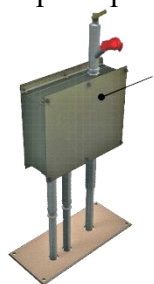
- Проверку плотности тормозной магистрали в состоянии отпуска.
- Торможение.
- Проверку плотности тормозной магистрали в состоянии заторможенности.
- Отпуск тормозов. При значительном числе осей в составе возможно применение Ускоренного отпуска.

Также выполняются дополнительные диагностические операции и режимы:

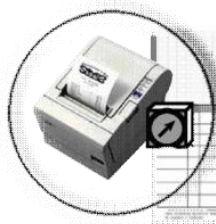
- Автоматическое измерение давления в тормозной магистрали хвостового вагона с сопоставлением нормативу.
- Автоматическая проверка целостности тормозной магистрали с выдачей результатов в компьютер на этапе зарядки тормозной сети.
- Автоматическая оценка заужения тормозной магистрали.
- Обнаружение замедленного отпуска одного или нескольких вагонов.

Предлагается оснащение питающих колонок системы печатающим устройством для печати формы справки о тормозах у локомотива. Формирование формы ВУ-45 осуществляется с автоматическим подсчётом требуемого и фактического нажатия тормозных колодок на основании введённой оператором информации о составе (вес состава и число гружённых/порожних вагонов).

Система интегрируется в работу СУ-ПТО для автоматического информационного обмена и документирования. На рис. 1 приведены элементы АСДТ, технические характеристики в таблице 1, В таблице 2 – состав АСДТ и размер капитальных затрат.



Питающая колонка



Печатное устройство

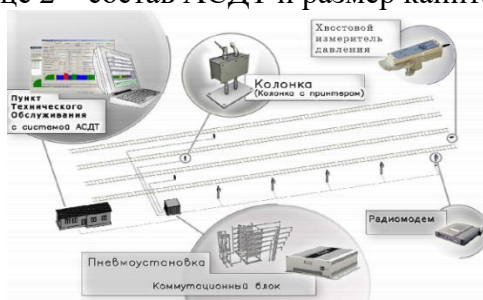


Схема размещения элементов АСДТ

Рис. 1 Элементы АСДТ

Таблица 1 - Основные технические характеристики АСДТ

№ п/п	Наименование параметра, ед. измерения	Величина
1.	Тип системы	стационарный
2.	Количество обрабатываемых составов (базовая)	на 10 независимых путей
3.	Длина обрабатываемых составов	не ограничена
4.	Вывод информации	На монитор, на бумагу в СУ-ПТО (АСОУП)
5.	Предел допускаемой погрешности величин давлений, %, не более	0,5
6.	Предел допускаемой погрешности временных параметров, с	1
7.	Время хранения информации, мес.	12
8.	Потребляемая мощность, Вт, не более	1000
9.	Питание от сети переменного тока	220±22 В, 50±1 Гц

В основном, экономический эффект применения АСДТ обусловлен сокращением времени опробования тормозов в сравнении с применением для этой цели локомотива и снижением расходов на выполнение этой операции. Также применение АСДТ позволяет снизить использование локомотива, и, как следствие, снижается количество выходов из строя компрессоров локомотивов. Также, применение УЗОТ-П позволяет лучше производить

подготовку (фильтрацию и осушивание) воздуха для зарядки магистрали, что снижает количество поломок тормозного оборудования как локомотивов, так и вагонов. Однако, сложность учёта последних двух факторов не даёт нам возможность оценить их вклад в формирование экономического эффекта. Далее будет выполнен расчёт годового экономического эффекта применения АСДТ.

Таблица 2. Комплектность АСДТ и стоимость

Технические средства	Кол-во	Цена за единицу, тыс. руб.	Стоимость, тыс. руб.
Компрессорная станция с пневмоколлектором	1	837	837
Блок секций тормозов (на 10 путей)	5	78	390
Магистральные фильтры пневмопитания	5	22	110
Блок разводки труб от пневматического коллектора	1 комплект	320	320
Колонки питающие с принтером	5	83	415
Датчики давления радиопередающие	5	41	205
Радиоканал (набор радиоретрансляторов, репитеров)	1 комплект	163	163
Центральный блок управления с компьютером и периферийными средствами	1 комплект	92	92
Программное обеспечение		260	260
Монтажные работы		1130	1130
<b>ИТОГО</b>			<b>3922</b>

В среднем на участке выполняется 60 опробований тормозов ежесуточно. Сравнительное сопоставление параметров операции с применением АСДТ и локомотива приведены в таблице 3.

Таблица 3. Сравнение экономических параметров двух вариантов опробования тормозов.

УЗОТ-П	Локомотив
затраты на опробование включают расходы на электроэнергию и расходы на техническое обслуживание и ремонт АСДТ	Расходы на опробование включают затраты, связанные с использованием локомотива. (топливо, заработная плата с отчислениями локомотивной бригады, отчисления на сервисное обслуживание)
Среднее время опробования тормозов – 10 мин.	Среднее опробования тормозов – 15 мин.
Время работы установки – 3650 часов в год	Время работы локомотива на опробовании тормозов – 5475 часов в год (104% годового фонда рабочего времени локомотива)
Мощность энергопотребления АСДТ составляет 35кВт, потребление электроэнергии – 127750 кВт-час, при цене 4,6 руб/кВт-ч расходы на электроэнергию – 587,7 тыс. руб. в год Расходы на техническое обслуживание и ремонт – 370 тыс. руб. в год. Итого текущие расходы – 957,7 тыс. руб. в год.	Часовая тарифная ставка машиниста 8 разряда – 343 руб., маневровые локомотивы управляются на станции машинистом в одно лицо (без помощника) бригадо-час (с учётом отчислений во внебюджетные фонды) – 446 руб. Потребление топлива локомотивом на холостом ходу – 15кг/ч. Стоимость ДТ – 46,3 руб/кг, расходы на топливо – 694 руб/ч. Расходы на сервисное обслуживание – 514 руб/ч. Совокупные расходы – 1654 руб/лок-час Итого текущие расходы – 9056 тыс. руб. в год.

Учитывая стоимость оборудования участка АСДТ в размере 3922 тысяч рублей, очевидно, что текущие расходы (9056 тыс. руб.) на опробование тормозов с применением локомотива превышают сумму капитальных (3922 тыс. руб.) и текущих (958 тыс. руб.) затрат на опробование тормозов с применением АСДТ. Кроме того, высвобождается один локомотив, стоимость которого превышает 40 млн. руб.

Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
5. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
6. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
7. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
8. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
9. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
10. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
11. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.

## **Определение прямых расходов на ремонт выпрямительной установки ВЛ80с**

Хандюк М.В.

Научный руководитель – к.т.н. Минаков Д.Е.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Выпрямительная установка электровоза ВЛ80 ремонтируется при выполнении ТР-3, либо в случае выхода из строя. В соответствии с Распоряжением ОАО «РЖД» № 2796 «О системе технического обслуживания и ремонта локомотивов ОАО «РЖД» периодичность проведения ТР-3 составляет 1 200 тыс.км., количество секций ВЛ80 эксплуатируемых в депо – 60 шт., среднегодовой объём эксплуатационной работы секции ВЛ80 составляет 110 тыс. км., при этом в 2021 году количество внеплановых ремонтов выпрямительной установки – 2 шт. Таким образом, надежность ВУ характеризуется потоком отказов  $0,3 \times 10^{-6}$  случаев на 1 км пробега. Программой ремонта в 2022 году предусмотрен ремонт шести секций ВЛ80 в объёме ТР-3, следовательно, количество ремонтируемых ВУ составит 8 шт.

При выполнении текущего ремонта ТР-3 выпрямительную установку снимают с электровоза, продувают сжатым воздухом давлением 0,2-0,3 Мпа, очищают все доступные без разборки поверхности, обращая особое внимание на поверхности ребер охладителя, изоляторы диодов в изоляционные прокладки. Затем она передаётся для осмотра и ремонта в цех выпрямительных установок, где после тщательной очистки и осмотра выполняются следующие работы:

1. Производится проверка величины обратного тока диодов без снятия с установок, отсоединив их гибкие выводы от охладителей соседних-диодов: проверка проводится при напряжении, приложенном к диоду в обратном направлении в равном напряжению класса диода. Допустимый обратный ток холодного диода в указанных выше условиях - не более 3 мА. восстанавливаются все нормальные соединения в последовательных цепочках выпрямителя. Выполняется полная проверка сопротивления изоляции, которое должно быть не менее 20 Ом. Относительно «земли» и не ниже 10 Ом относительно изолированных шпилек крепления охладителей.
2. Проверяется сопротивление изоляции шпилек крепления охладителей относительно каркаса 1 Ом.
3. При обнаружении шпилек с пониженным сопротивлением изоляции, блоки снимают с установки и разбирают, дефектные шпильки заменяют исправными, а сами шпильки по возможности ремонтируют с восстановлением их изоляции.
4. Проверяется распределение токов по параллельным ветвям плеч. Для проверки к плечу подключается напряжение от регулируемого трансформатора, постепенно увеличивая приложенное к сборным шинам плеча напряжение до тех пор, пока суммарный ток плеча не достигнет величины 200А. Ток по ветвям замеряется в ветвях, имеющих заниженное значение тока, производится затяжка диода моментным ключом и затем вновь проверяется распределение токов по ветвям плеча.
5. Проверяется плотность затяжки всех диодов при помощи моментного (тарированного) ключа, и проверяется плотность прилегания основания корпуса диода к охладителю, проверку производится при помощи щупа толщиной 0,03 мм.
6. Проверяется электрическая прочность изоляции токоведущих цепей преобразовательных установок. Проверке подлежит изоляция токоведущей цепи относительно каркаса шкафа установки. Испытание производится подачей напряжение от регулируемого источника переменного тока 50Гц, мощностью не менее 0.5 кВА. Перед испытанием закоротить все диоды и соединить перемычками входные и выходные сборные шипы плеч установок. Напряжение, подаваемое на испытываемую установку, плавно повышается от нижнего предела 1400В в течении 10 секунд до испытательного напряжения, которое выдержать в течении 1 мин, затем плавно снизить до нижнего предела и отключить источник напряжения. Значение испытательного напряжения составляет 5кВ.;
7. Отремонтированная установка перевозится в цех ТР-3 и устанавливается на электровоз.

Трудоёмкость выполнения работ по ремонту ВУ составляет 6,3 нормо-часа. Работы выполняются слесарем по ремонту подвижного состава 5 разряда. Часовая тарифная ставка слесаря 5 разряда с учётом премий составляет 215 рублей. Расходы на оплату труда с учётом взносов во внебюджетные социальные фонды составляют:  $8 \times 6,3 \times 215 \times 1,3 = 14\,087$  руб.

При выполнении ремонта используются следующие материалы: ЗИП для ремонта ВУ (изоляторы, диоды, стержни, переключки и т.д.), промывочные и протирочные материалы (уайт-спирит, ветошь). Расходы на материалы в 2021 году составили 89 000 рублей, из них: 83 000 – ЗИП, 6 000 – протирочные материалы.

Совокупные расходы на выполнение ремонтов ВУ ВЛ80 в депо составили:  $14087 + 89000 = 103087$  руб., или в пересчете на одну секцию ВЛ80:  $103\,087 / 8 = 12\,886$  руб.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Парин Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
10. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
11. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.

12. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
13. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Модернизация системы телеуправления электроснабжения участка Грязи-Воронежские – 654 км**

Челноков А.В.

Научный руководитель – к.т.н. Корыстин С.С.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Определим величину капитальных и текущих затрат, необходимых для переоборудования участка, выполним расчёт потерь, связанных с отказами существующей системы и определим инвестиционные показатели проекта.

Капитальные затраты складываются из стоимости оборудования и работ по демонтажу старого оборудования и установке нового, его стоимость составляет 580 000 руб. Трудоёмкость демонтажных работ составляет 12 норм-часов, монтаж оборудования – 20 нормо-часов. Работы выполняются электромеханиками 5 разряда. Часовая тарифная ставка электромеханика 5 разряда составляет 215 руб., учитывая размер тарифов взносов во внебюджетные социальные фонды 30%, расходы, связанные с оплатой труда, составляют:  $(12+20) \times 215 \times 1,3 = 8944$  руб. Также при монтаже осуществляются следующие расходы: материальные (расходные материалы, электромонтажные материалы) – 28 500 руб., прочие расходы (услуги автотранспорта) – 2450 руб. Таким образом, размер капитальных затрат составляет:  $580\,000 + 8\,944 + 28\,500 + 2\,450 = 619\,889$  руб.

Текущие затраты на эксплуатацию АМТ складываются из:

1. Расходов на оплату труда при проведении регламентного обслуживания
2. Стоимости электроэнергии

Регламентное обслуживание АМТ состоит из периодических осмотров, выполняемых каждые 3 месяца, текущих плановых ремонтов каждые 6 месяцев и проведение межремонтных испытаний один раз в год. Совокупная трудоёмкость регламентного обслуживания составляет 14 нормо-часов, работы выполняются электромехаником 5 разряда. Расходы, связанные со оплатой труда, составляют:  $215 \times 14 \times 1,3 = 4\,003$  руб.

Установленная мощность оборудования АМТ составляет 3,5 кВт. Количество потребляемой электроэнергии составит:  $3,5 \times 24 \times 365 = 30\,660$  кВт-ч. В год, при цене электроэнергии 4,6 руб. за кВт-ч расходы на электроэнергию составляют:  $30\,660 \times 4,6 = 141\,036$  руб. в год.

Таким образом, текущие затраты на эксплуатацию АМТ составляют:  $4\,003 + 141\,036 = 145\,039$  руб. Так как состав регламентных работ по техническому обслуживанию для МСТ-95 и АМТ одинаковый, а установленная мощность оборудования также не отличается, размер текущих затрат для МСТ-95 и АМТ одинаковы.

Экономический эффект применения аппаратуры микропроцессорной телемеханики АМТ взамен действующей МСТ-95 обусловлен более высокой надёжностью АМТ. Так, фактическая наработка на отказ у МСТ-95 составляет 2500 – 3000 часов (3 отказа в течении года), а у АМТ – 20000 часов (0,3 отказа в течении года). Кроме того, работающая в настоящее время МСТ-95 была введена в эксплуатацию в 2005 году. Таким образом, срок её эксплуатации составляет 18 лет, что превышает установленный производителем срок 15 лет, следовательно оборудование сильно изношено, что, опять же, негативно сказывается на его надёжности, увеличивает вероятность и количество отказов, увеличивает потери.

Рассчитаем потери от эксплуатации МСТ-95 в сравнении с АМТ (таблица 1)

Таблица 1

Показатель	МСТ-95	АМТ	Отклонение
Количество отказов, шт. в год	3	0,3	2,7
Продолжительность устранения одного отказа, час	2	2	-
Совокупное время устранения отказа, часов в год	6	0,6	5,4
Удельное время простоя поездов по причине отказа,	0,5	0,5	-
Величина потерь по причине простоя поезда, руб/поездо- час	5200	5200	-
Величина потерь по причине простоя поездов руб. в год	15600	1560	14040
Трудоёмкость устранения одного отказа, нормо-часов	4	4	-
Часовая тарифная ставка электромеханика 5 разряда, руб.	215	215	-
Расходы на оплату труда на устранение отказов, руб. в год	3354	335,4	3018,6
Стоимость материалов на выполнение одного ремонта, руб.	26000	26000	-
Материальные расходы на ремонт, руб. в год	78000	7800	70200
ИТОГО потери	96954	9695,4	87258,6

Таким образом, обоснованы потери в размере 87 259 руб. в год, которые и представляют собой годовую сумму экономического эффекта применения АМТ.

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты: 619 889 руб.;

Годовой экономический эффект – 87 259 руб.;

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

Срок реализации проекта – 15 лет.

Срок окупаемости проекта и его стоимость определены методом дисконтирования денежного потока. Результаты приведены в таблице 2. и на рис. 1. Дисконтированный денежный поток за 15 лет реализации проекта составит 248 тыс. руб., а окупаемость наступает на 10 год реализации проекта.

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

год	Коэффициент дисконтирования	Экономический эффект	чистый денежный поток	Дисконтированный денежный поток	Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	0,0	-619,9	-620	-620
1	0,95	87,3	87,3	83	-537
2	0,91	87,3	87,3	79	-458
3	0,86	87,3	87,3	75	-382
4	0,82	87,3	87,3	72	-310
5	0,78	87,3	86,3	68	-243
6	0,75	87,3	85,3	64	-179
7	0,71	87,3	84,3	60	-119
8	0,68	87,3	83,3	56	-63
9	0,64	87,3	82,3	53	-10
10	0,61	87,3	81,3	50	40
11	0,58	87,3	80,3	47	87
12	0,56	87,3	79,3	44	131
13	0,53	87,3	78,3	42	172
14	0,51	87,3	77,3	39	211
15	0,48	87,3	76,3	37	248

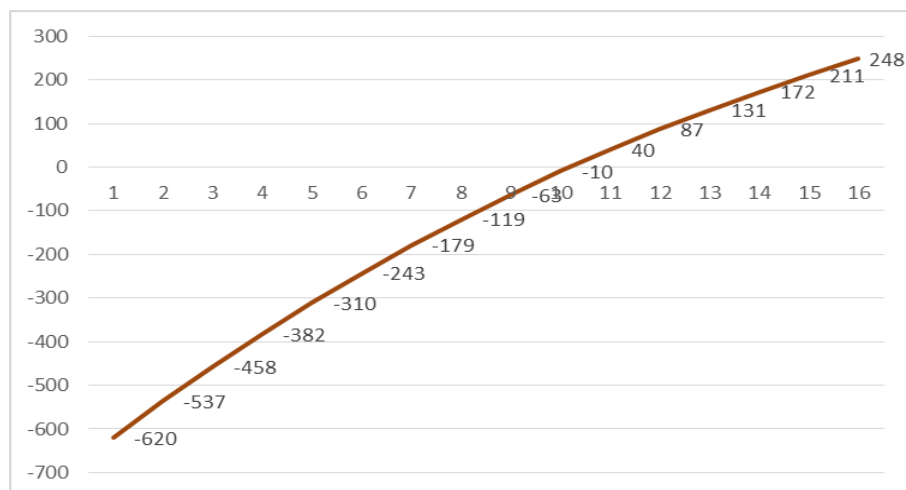


Рисунок 1 Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс.руб.

#### Список литературы

1. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
2. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
3. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
4. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
5. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
6. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
7. Тимофеев А.И. Проблемы и перспективы программ частно-государственного партнерства в Воронежской области // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 33-35.
8. Тимофеев А.И. Нормативно-организационные основания государственно - частного партнерства в Воронежской области / Тимофеев А.И., Скрыльникова А.А. // В книге: Институциональные проблемы развития национальной экономики. Сборник статей международной научно-практической конференции online. 2012. С. 36-37.
9. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
10. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.



## **Автоматическая диагностическая система ARGUS**

Червинский Я.С.

Научный руководитель – к.т.н. Корыстин С.С.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

### 1. Описание функций и состав диагностической системы.

Измерительная система ARGUS разработана немецкой компанией Hegenscheidt-MFD, Эркеленц. Она обмеряет и обследует колеса рельсового подвижного состава в движении. Установка длиной 20 м., все измерения на поезде длиной 400 м, движущемся со скоростью около 10 км/ч, выполняются в течение 3 мин.

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.

Доступ к данным с целью их оценки может быть разрешен компьютером более высокого уровня. Результаты измерений и рассчитанные по ним остаточные сроки эксплуатации позволяют планировать работы по обточке колес или замене колесных пар. Имея данные о состоянии профиля каждого колеса, можно заранее задавать режим его обточки на колесотокарном станке.

Система ARGUS состоит из базового блока (компьютера управления и контроля) и ряда модулей:

- идентификации поезда;
- обнаружения некруглостей и ползунов;
- измерения диаметра и расстояния между внутренними гранями колес;
- обмера профиля;
- ультразвуковой дефектоскопии.

Измерительная установка, созданная на базе системы ARGUS, монтируется на открытом воздухе и может эксплуатироваться при температурах, свойственных для Центральной Европы. Датчики системы закрыты защитными корпусами, в которые под давлением подается подогретый воздух. Установка отвечает самым жестким требованиям в отношении достоверности диагностической информации. Через установленные интервалы времени необходимо производить поверку измерительных устройств. Достоверность результатов измерений контролируется с помощью вероятностных методов расчета.

Система ARGUS обеспечивает возможность однозначного определения принадлежности каждого блока измерительных данных колесу конкретной колесной пары. Для автоматизации процесса распознавания каждый поезд и каждая единица подвижного состава оснащаются сигнальным электронным блоком, который с помощью антенны передает присвоенный ему идентификационный номер. Идентификация поезда происходит в тот момент, когда сигнальный блок оказывается на расстоянии не более 1 м от приемного устройства измерительной установки. По идентификационному номеру и информации датчика числа осей определяется принадлежность блока данных конкретному колесу. Контроль колес с целью обнаружения некруглостей и ползунов является основным условием обеспечения безопасности движения, особенно для высокоскоростных поездов. Некруглость колеса может стать причиной повреждений пути или ходовой части подвижного состава, снижения плавности хода и увеличения опасности схода с рельсов. Главным параметром, измеряемым этим модулем, является отклонение от нормы высоты гребня. Во многих случаях оно может быть мерой некруглости колеса и изменения его круга катания.

В состав комплекса входят:

- модуль идентификации, который распознает номер колесной пары;

- модуль измерения округлости с контактными рычагами, предназначенный для определения дефектов округлости или ползунов колеса путем регистрации изменения расстояния между гребнем реборды и поверхностью катания по всей окружности колеса;
- модуль измерения диаметра, предназначенный для измерений диаметра обоих колес лазерным лучом методом светового сечения по радиусу кривизны сегмента колеса при прокатывании колес;
- модуль измерения профиля;
- модуль дефектоскопии;
- датчики колес;
- система запирающего воздуха измерительных модулей, предназначенная для защиты модулей от атмосферных воздействий;
- измерительный блок, состоящий из персонального компьютера модулей управления, сервера базы данных.

Общий вид средства измерений представлен на рисунке 1.



Рисунок 1. Внешний вид системы ARGUS

Экономический эффект использования системы ARGUS заключается в снижении трудоёмкости проведения осмотра колёсных пар осмотрщиками-ремонтниками вагонов.

## 2. Стоимость проекта

Стоимость проекта включает капитальные и текущие затраты. Капитальные затраты складывается из расходов на закупку и монтаж оборудования. Оборудование размещается в модульном помещении контейнерного типа, которое включено в стоимость оборудования, расходы на строительные работы не предусмотрены. Состав закупаемого оборудования и стоимость монтажных работ приведена в таблице 1. Капитальные затраты по проекту составят 7340 тыс. руб.

Таблица 1 - Состав капитальных затрат проекта

Статья расходов	Стоимость
Оборудование	6320
Монтажные работы	1020
ИТОГО	7340

Выполним расчёт текущих расходов, которые складываются из стоимости электроэнергии, расходов на ремонт и техническое обслуживание. Так как дополнительных рабочих мест при внедрении системы ARGUS не создаётся, то расход на оплату труда не рассчитываются.

Суммарная мощность энергопотребителей системы – 15кВт, режим работы – постоянный. Годовое потребление электроэнергии составит:  $24 \times 365 \times 15 = 131400$  кВт-ч, при цене электроэнергии 4,6 руб за кВт-ч годовые расходы составят:  $4,6 \times 131400 = 604\,440$  руб.

Стоимость технического обслуживания и ремонта оценивается в 305 000 руб. ежегодно. Итого ежегодные текущие расходы составят:  $604\,440 + 305\,000 = 909\,440$  рублей.

Труды III студенческой научно-практической конференции, филиал РГУПС в г. Воронеж

Текущие расходы альтернативного варианта складываются из расходов на оплату труда осмотрщиков-ремонтников вагонов 4 разряда. Их режим работы – круглосуточный, коэффициент сменности принимаем равный 4,5. В 2022 г. минимальный размер оплаты труда в ОАО «РЖД» составляет 13 890 руб., Тарифный коэффициент 2 уровня оплаты труда 4 тарифного разряда в соответствии с корпоративной системой оплаты труда – 1,89. В целях стимулирования повышения профессионального мастерства рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ (выпускаемой продукции), освоившим выполнение работ по смежным операциям и профессиям, устанавливаются надбавки за профессиональное мастерство, дифференцированные по разрядам квалификации, для IV разряда - до 16%. За работу в ночное время устанавливается надбавка в размере 40%, что учитывается коэффициентом 1,13. Размер тарифа взносов во внебюджетные социальные фонды в соответствии с главой 34 Налогового Кодекса составляют 30%. Таким образом, расходы на оплату труда с учётом отчислений во внебюджетные фонды составят:

$$4,5 \times 13890 \times 12 \times 1,89 \times 1,16 \times 1,13 \times 1,3 = 2\,415\,670 \text{ рублей}$$

Определим инвестиционные показатели проекта со следующими показателями:

Капитальные затраты: 7340 тыс. руб.;

Текущие затраты – 909 тыс. руб. в год

Альтернативные затраты - 2 416 тыс. 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 2. и на рис. 2. Дисконтированный денежный поток за 10 лет реализации проекта составит 4297 тыс. руб., а окупаемость наступает на 6 год реализации проекта.

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

год	Коэффициент дисконтирования	капитальные затраты	текущие затраты	доходы	чистый денежный поток	Дисконтированный денежный поток	Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом
0	1	7340	0	0	-7340	-7340	-7340
1	0,95	0	909	2416	1507	1435	-5905
2	0,91	0	909	2416	1507	1367	-4538
3	0,86	0	909	2416	1507	1302	-3236
4	0,82	0	909	2416	1507	1240	-1996
5	0,78	0	909	2416	1507	1181	-815
6	0,75	0	909	2416	1507	1125	309
7	0,71	0	909	2416	1507	1071	1380
8	0,68	0	909	2416	1507	1020	2400
9	0,64	0	909	2416	1507	971	3371
10	0,61	0	909	2416	1507	925	4297

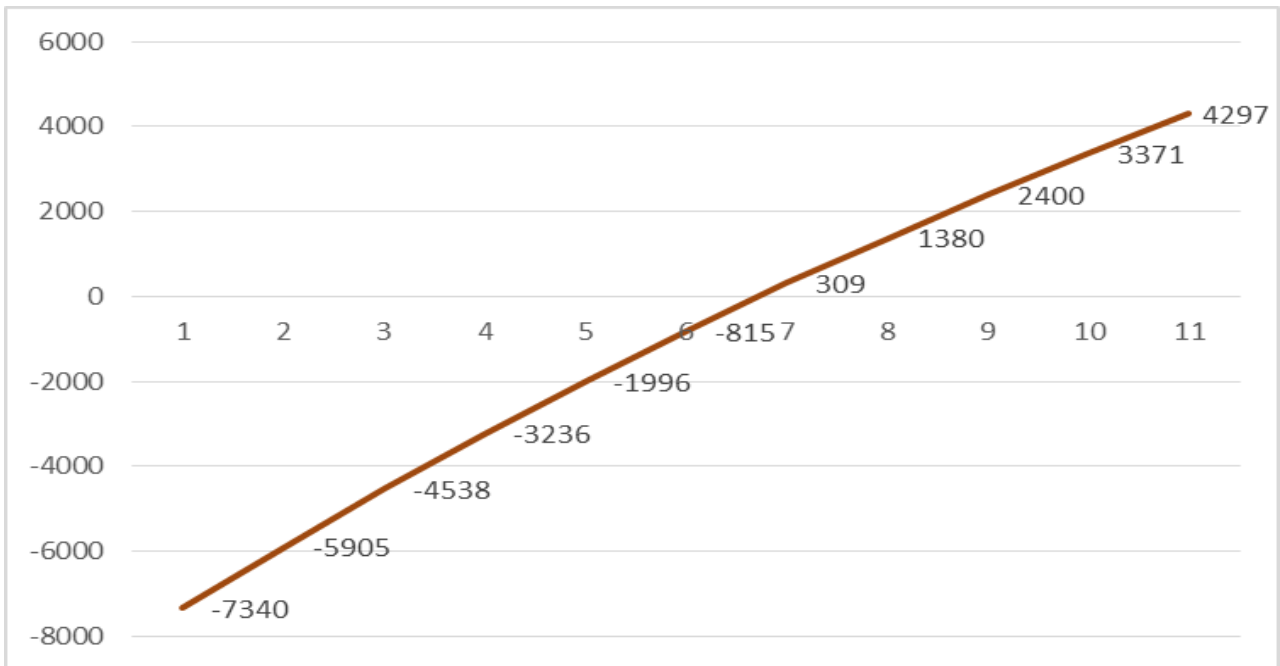


Рисунок 2. Дисконтированный денежный поток нарастающим итогом, тыс. руб.

Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.
4. Тимофеев А.И. Пандемия: победители и проигравшие / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Лукин О.А., Паринов Д.В., Соловьёв Б.А. // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 100-102.
5. Тимофеев А.И. Системный подход к изучению рынка труда // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2011. С. 215-233.
6. Тимофеев А.И. Сущность и субъекты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Ключищев Д.А. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 117-125.
7. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
8. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
9. Тимофеев А.И. Зарубежный опыт государственно-частного партнерства // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Воронежский филиал МИИТ. 2010. С. 93-97.
10. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

**Расходы на проведение ремонта тяговых двигателей ЭП1М в объёме ТР-3**

Черноухов И.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

1. Программа ремонта

На тележках электровоза установлено шесть коллекторных тяговых электродвигателей НБ-520В по два на каждую тележку с индивидуальным приводом на каждую ось. Двигатель НБ-520В представляет собой шестиполосную компенсированную электрическую машину пульсирующего тока с последовательным возбуждением и независимой принудительной системой вентиляции. Охлаждающий воздух поступает в тяговый двигатель со стороны коллектора через вентиляционный люк и выходит из двигателя со стороны, противоположной коллектору, через щелевые отверстия подшипникового щита.

Масса двигателя составляет 3500 кг, входное напряжение на коллекторе — 1000 В, максимальная частота вращения — 2020 об./мин.

Ремонт тяговых двигателей локомотивов в депо осуществляется при выходе их из строя, а также при выполнении текущих ремонтов в объёме ТР-3. Периодичность проведения ТР-3 – раз в 4 года. В депо Россошь обслуживаются все локомотивы ЭП1М Юго-Восточной железной дороги, а также могут проходить техническое обслуживание и ремонт локомотивы соседних железных дорог – Северо-Кавказской и Приволжской. Количество приписанных локомотивов – 152. Годовая программа в 2022 году составила 32 ремонта ТР-3.

## 2. Технология ремонта и оборудование

Ремонт тяговых двигателей в объёме ТР-3 осуществляется в следующей последовательности:

1. Тяговый двигатель снимается с тележки электровоза. До разборки замеряется мегаомметром на напряжение 2500 В сопротивление изоляции обмоток якоря и полюсной системы по отношению к корпусу и друг к другу, затем тяговый двигатель разбирается.
2. Остов Устройства для фиксации, прижима и проворота траверсы, очищается и продувается сжатым воздухом. Производится его осмотр. Обнаруженные дефекты устраняются. Коробка выводов осматривается, очищается от пыли и грязи. В случае перебросов по изоляционным пальцам, коробке или крышке коробки выводов поврежденные участки зачищаются мелкозернистой шлифовальной бумагой и покрываются красно-коричневой электроизоляционной эмалью ГФ-92-ХС не менее двух раз. Проверяется состояние клиц и надежность их крепления к остову, при необходимости клицы заменяются.
3. Главные и добавочные полюсы осматриваются, проверяется надежность их крепления, отсутствие повреждений изоляции, соответствие активного сопротивления обмоток нормам, плотность посадки катушек главных и добавочных полюсов на сердечниках. Проверяется полюсная система на отсутствие межвитковых замыканий. Катушки с поврежденной изоляцией, а также с признаками ослабления посадки на сердечниках и в пазах полюсов ремонтируются или заменяются. Проверяется затяжка полюсных болтов, болты с дефектами (сорванной резьбой, изношенными или забитыми гранями головок, трещинами) заменяются. Проверяется состояние выводов катушек главных и добавочных полюсов, компенсационной обмотки. Поврежденная изоляция выводных шин и межкатушечных соединений восстанавливается.
4. Катушки и межкатушечные соединения окрашиваются красно-коричневой эмалью ГФ-92-ХС и просушиваются. Замеряется сопротивление изоляции катушек относительно корпуса.
5. Подшипники и внутренние крышки подшипника выпрес-совываются из подшипниковых щитов. Подшипники промываются бензином и осматриваются. При наличии дефектов подшипник заменяется. Подшипниковые щиты, маслопроводящие трубки и дренажные отверстия в щите со стороны коллектора промываются и продуваются сжатым воздухом. Посадочные поверхности подшипниковых щитов осматриваются. Обнаруженные дефекты устраняются. Проверяются все резьбовые отверстия подшипниковых щитов. При необходимости резьба восстанавливается.
6. Снятая траверса продувается сжатым воздухом и протирается салфеткой. Щеткодержатели, кронштейны, шинный монтаж снимаются. Корпус траверсы промывается керосином, просушивается, антикоррозийное покрытие восстанавливается красно-коричневой эмалью ГФ-92-ХС. Щеткодержатели, кронштейны щеткодержателей, изоляционные пальцы, шинный монтаж, разжимное устройство осматриваются, поврежденные и изношенные более допустимых норм детали заменяются. Щеткодержатели разбираются и очищаются. Проверяется состояние нажимных пальцев, резиновых амортизаторов, пружин, корпуса, окон щеткодержателя, резьбовых отверстий и отверстий под оси. Обнаруженные дефекты устраняются. Проверяется усилие нажатия на каждый элемент щетки и вращение пальцев на оси при нормально натянутых пружинах. Пружины, потерявшие жесткость, заменяются.
7. Якорь очищается от пыли, грязи и смазки. Бандажи осматриваются, обмотка якоря проверяется на отсутствие межвитковых замыканий, измеряется сопротивление изоляции

обмоток относительно земли. Визуально проверяется качество сварки обмотки якоря с петушками коллектора. Обнаруженные дефекты устраняются. Рабочая поверхность коллектора восстанавливается.

8. При сборке тягового двигателя измеряется торцевое биение подшипников, радиальный зазор между роликами и кольцом подшипника в холодном состоянии, проверяется осевой разбег якоря, зазоры между петушками и корпусом щеткодержателя, расстояние между нижней кромкой щеткодержателя и рабочей поверхностью коллектора, перекося щеткодержателя по отношению к коллектору.

Ремонт тяговых двигателей осуществляется в электромашином отделении. Перечень оборудования приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Оборудование электромашиного отделения

Оборудование	Описание
Механизированное рабочее место для разборки и сборки тягового электродвигателя - Кантователь ТЭД 21ДК. 442353.10	Предназначено для установки тяговых электродвигателей в положение, удобное для проведения операции сборки и разборки, а также для откручивания и закручивания резьбовых элементов крепления подшипниковых щитов тяговых электродвигателей
Мегаомметр 2500В	Предназначен для замера сопротивления
Автоматизированная сушильная камера якорей, остовов тяговых электродвигателей и вспомогательных машин 21ДК.065185.001	Предназначена для сушки обмоток электрических машин, якорей тяговых электродвигателей, остовов ТЭД в сборе с полюсами, вспомогательных электрических машин, генераторов, применяемых на железнодорожном транспорте, как после пропитки, так и для предварительного нагрева перед пропиткой.
Камера обдувочная для ТЭД и вспомогательных машин 21ДК. 443135.001	Предназначена для удаления пыли с поверхности остова и якоря тягового электродвигателя
Съемник подшипникового щита ТЭД 21ДК. 442353.340	Предназначен для монтажа в остов или демонтажа из остова подшипниковых щитов ТЭД позволяет производить демонтаж подшипниковых щитов тяговых электродвигателей непосредственно на механизированном рабочем месте для разборки (сборки) ТЭД.
Установка прокрутки якорей ТЭД 10ДК.481447.001	Установка прокрутки якорей электрических машин предназначена для удаления излишков лака с поверхностей якоря путем его прокрутки
Стенд для обкатки КРБ для ЭП1М А3100	Стенд предназначен для обкатки с нагрузкой отдельных колёсно-редукторных блоков электровоза ЭП1М после ремонта

## 2. Определение прямых расходов на проведение плановых ремонтов тяговых двигателей локомотива ЭП1М

Прямые расходы на ремонт тяговых двигателей складываются из расходов по оплате труда основного производственного персонала, отчислений во внебюджетные социальные фонды, расходов на материалы и технологическую электроэнергию.

Часовая тарифная 1 разряда на 2022 год составляет 84,48 рубля. В соответствии с Положением о корпоративной системе оплаты труда, тарифные коэффициенты 5 разряда второго уровня оплаты труда составляют соответственно 2,12. Стимулирующая надбавка за профессиональное мастерство рабочим, стабильно обеспечивающим высокое качество работ для 5 разряда - 20%. Таким образом, часовая тарифная ставка составляет:  $84,48 \times 2,12 \times 1,2 =$

214,9 рублей. Расчёт трудоёмкости и расходов на оплату труда основного производственного персонала при ремонте одного тягового двигателя приведен в таблице 2.

Таблица 2. Трудоёмкость и сдельная заработная плата при ремонте вспомогательных машин

Вид работ	Трудоёмкость, нормо-часов	Часовая тарифная ставка, рублей	Фонд оплаты труда, рублей
слесарные работы	3,6	214,9	773,64
электромеханические работы	1,3	214,9	279,37
станочные работы	0,8	214,9	171,92
ИТОГО	5,7		1224,93

Совокупная трудоёмкость ремонта одного ТЭД составляет 5,7 нормо-часов, при выполнении работ задействованы 3 человека, оплата труда составляет 1 224,9 руб.

В соответствии со ст. 425 НК РФ тариф страхового взноса на фонд оплаты труда составляет 30%. Величина страховых взносов составит  $1224,9 \times 0,3 = 367,5$  руб.

В расчёте на 6-осный локомотив совокупные трудовые затраты составляют 34,2 нормо-часа, а расходы на оплату труда с отчислениями:  $(1224,9 + 367,5) \times 6 = 9\,554,2$  рублей.

При выполнении ремонта ТЭД используются следующие материалы: обтирочные, смазочные материалы, моющие средства, материалы для электромеханических работ (провода, клеммы, паяльные материалы, метизы), абразивные материалы, лак и пропитка для обмоток, электроизоляционная эмаль ГФ-92-ХС. Совокупные расходы на приобретение указанных материалов для нужд электромашинного отделения составили 955 тыс. руб., или в расчёте на один ремонт локомотива –  $955 / 32 = 29,8$  тыс. руб.

Установленная мощность оборудования электромашинного отделения составляет 85кВт, определим количество потреблённой технологической электроэнергии по формуле:

$$Эт = W \times T \times N \times k = 85 \times 1,8 \times 6 \times 32 \times 0,3 = 8813 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

где: W - установленная суммарная мощность оборудования: 85 кВт

T – продолжительность ремонта, 1,8ч x 6 ТЭД = 10,8 часа

N – количество ремонтов, 32

K – коэффициент использования мощности, 0,3

При цене электроэнергии 4,9 руб. за кВт-час расходы на технологическую электроэнергию составляют:  $8813 \times 4,6 = 43183$  руб., или в расчёте на 1 локомотив  $43183 / 32 = 1349,5$  руб.

Совокупные затраты на ремонт 1 локомотива составляют:

$9554 + 29800 + 1350 = 40\,704$ руб., а в расчёте на годовую программу ремонта:

$40\,704 \times 32 = 1\,302\,528$  рублей.

#### Список литературы

1. Тимофеев А.И. Цели государственного регулирования / Тимофеев А.И., Хватов К.Ю., Борисов И.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 126-129.
2. Гуленко П.И. Проблемы оценки эффективности инновационных проектов в системе транспортной логистики / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ, Кафедра экономической теории и менеджмента РОАТ МИИТ. 2016. С. 4-12.
3. Купрейшвили Е.Т. Экономическая категория "эффективность" в современной науке / Купрейшвили Е.Т., Соловьёв Б.А., Тимофеев А.И. // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 2. С. 24.



4. Ключищев Д.А. Теоретические проблемы определения направления социально-экономического развития / Ключищев Д.А., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 102-106.
5. Тимофеев А.И. Концепции государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 18-30.
6. Тимофеев А.И. Инструменты государственного регулирования экономики / Тимофеев А.И., Гуленко П.И., Хватов К.Ю. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. Сборник статей научно-практической конференции. Воронежский филиал МИИТ. 2014. С. 30-39.
7. Хватов К.Ю. Управление тарифами страховых взносов на финансирование накопительной части трудовой пенсии / Хватов К.Ю., Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 158-169.
8. Гуленко П.И. Некоторые подходы к определению интеллектуальной собственности / Гуленко П.И., Тимофеев А.И. // В сборнике: Актуальные вопросы развития экономики России. 2013. С. 23-40.

### **Система мониторинга земляного полотна**

Ковалёв Н.Н.

Научный руководитель – Ворошилина М.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Мониторинг земляного полотна является необходимой и обязательной деятельностью в системе эксплуатации железных и автомобильных дорог. В организационной структуре РЖД диагностика состояния пути в целом выполняется специализированной службой диагностики, в состав которой входят геобазы, осуществляющие наблюдения непосредственно за земляным полотном.

В составе проекта земляного полотна А.А. Цернантом [2] разработан принцип экологического мониторинга. Земляное полотно представлена как геотехническая подсистема природно-технической системы железной дороги, в которой в постоянном динамическом равновесии находятся антропогенные и природные компоненты. Земляное полотно - это многокомпонентный, многоуровневый, иерархически организованный и диалектически развивающийся объект системы управления. Система управления расписана в виде последовательности процедур: выявления взаимодействующих компонентов в составе модели природно-технической системы (ПТС). Задачей является формирование дерева целей управления; определение ограничительных функций; информационное обеспечение и прогнозирование ближайших и отдаленных последствий взаимодействия антропогенных и природных компонентов ПТС; построение функционала управления; разработка и оптимизация сценариев управления; экспертизы и согласования; создание механизмов реализации сценариев управления. Система управления в модели расписана во взаимодействии всех стадий жизненного и инвестиционного циклов функционирования системы от стадии идеи и проекта до стадии эксплуатации и реконструкции.

В работе Е.С. Ашпиза [1] дается детальный анализ деформаций земляного полотна на сети дорог и совершенно верно и своевременно указывается на то, что “причиной недостаточной эффективности системы надзора (за состоянием земляного полотна) является то, что она вся практически построена на визуальном контроле и зависит от опыта и квалификации работников, осуществляющих текущее содержание пути”. Такая система, по мнению этого автора, является пассивной и не предполагает прогноз, она мало информативна и затрудняет применение компьютерных технологий. Аналогичная система надзора существует и на зарубежных железных дорогах, где функции постоянного

наблюдения выполняют путевые обходчики. На местах деформаций устанавливаются марки и проводятся периодические геодезические наблюдения. В [1] рекомендовано применение вибросейсмической системы диагностики для решения задач: профилактического обследования земляного полотна для предварительной оценки его состояния, детального обследования для разработки мероприятий по усилению, рекогносцировочной оперативной диагностики, режимных наблюдений за изменением состояния земляного полотна, прогноза внезапных деформаций длительно эксплуатируемых насыпей. Предлагается использование эталонных объектов для установления численных критериев, характеризующих состояние земляного полотна, и их допустимых значений.

Сейсмодиагностика явилась основой для создания передвижной диагностической лаборатории земляного полотна ВИГО. Кроме того, описан метод оценки качества основания пути с помощью нагрузочного комплекса ЛИГО СМ-460, разработанный НПФ "Спецмаш" совместно с ВНИИЖТ. Этот метод основан на непрерывном вдоль пути измерении упругих осадок рельса под заданной нагрузкой. Разработаны нормируемые значения упругой осадки. Широкое применение за рубежом и на отечественных железных дорогах получило применение георадаров для оконтуривания подошвы балластного слоя.

В указанной работе [1] в Природно-технической системе – железнодорожный путь и геологическая среда целевая функция управления определяется как обеспечение надежности земляного полотна на заданном уровне в течение всего срока эксплуатации и формулируется из теории надежности в виде:  $R = 1 - P \geq [R]$ , где  $[R]$  - показатель надежности (вероятность безотказной работы) земляного полотна за период  $t$  лет;  $P$  - вероятность отказа земляного полотна за период работы  $t$  лет,  $[R]$  - заданный (допустимый) показатель надежности для земляного полотна.

Величина заданного уровня (показателя) надежности земляного полотна определяется критериями двух типов — безопасностью движения (главный) и экономической эффективностью. Надежность земляного полотна обеспечивается не выходом его в течение срока эксплуатации за предельные состояния.

Рассмотрим структурную схему земляного полотна и его основные функции в соответствии с уровнями системы. В соответствии с этой схемой верхний уровень Мега (А) представляет земляное полотно в пределах железной дороги как наиболее крупного подразделения ОАО РЖД по управлению функционированию системы. На уровне дороги осуществляется планирование работ по содержанию земляного полотна с учетом распределения инвестиций.

Макро-уровень составляет подсистема земляного полотна в пределах одного направления дороги с близкими эксплуатационными параметрами нагрузок (грузонапряженность, скорость, нагрузка на ось и др.), однородная по требованиям к уровню надежности. По выполнению целевой функции эта подсистема является единой, так как отказ одного из элементов выводит из строя всю подсистему.

Мезо-уровень представляет собой единичные объекты земляного полотна по принципу однотипности конструкции (насыпи, выемки, нулевые места) Это основной уровень, обеспечивающий выполнение функциональной задачи земляного полотна и уровень, на котором выполняется надежность и по отношению к которому производится управление.

Мини-уровень составляет отдельные элементы в единичных объектах земляного полотна (основная площадка, откосы, ядро насыпи, основание, защитные и укрепительные сооружения).

Микро-уровень выделяет в единичных объектах отдельные инженерно-геологические элементы (ИГЭ) на уровне материала (грунта). Здесь основным является свойство материала.

Эта иерархия ПТС ЗП на верхних мега- и макро уровнях, по мнению разработчика включает всю совокупность единичных объектов земляного полотна в пределах выделенных пространственных структур в виде единичных множеств без деления их по типам конструкции земляного полотна и предрасположенности к деформациям. Но природа и

место развития деформаций различны, так же различны и последствия деформаций. Различна и цена принятого управленческого решения. Выделению подмножеств деформаций должно предшествовать их кодирование.

Мониторинг включает четыре основные функции: наблюдение, оценка, прогноз и управление. Эта система может быть представлена для мониторинга земляного полотна организацией циклов во времени в виде раскручивающейся спирали. Но в отличие от классического литомониторинга мониторинг земляного полотна на первой стадии начинается с функции оценки результатов наблюдений, накопленных за предыдущие годы до его организации. В [1] разработана стадийность выполнения мониторинга, включающая аналитически прогнозный и измерительно-контрольный блоки. Здесь исследовалась оценка состояния земляного полотна по величинам приращения просадок пути по ряду последовательных проходов путеизмерителя. Г.Г. Коншин [3] при прогнозировании состояния земляного полотна выделяет три основных метода: *статистический по данным обобщения результатов предыдущих наблюдений*, *метод граничных испытаний* (по условиям ускоренных испытаний объектов, моделей) и *инструментальный метод*, когда с помощью диагностической аппаратуры и оборудования устанавливается техническое состояние объекта и контролируется его изменение. Деформации земляного полотна могут быть оценены по результатам измерений путеизмерительных вагонов.

#### Список литературы

1. Ашпиз Е.С. Мониторинг земляного полотна при эксплуатации железных дорог. М.: Путь-пресс, 2002, 112 с.
2. Цернант А.А. Экосистемный метод в управлении качеством природно-технических систем // Актуальные проблемы оптимизации конструкций. –Суздаль-Владимир: 2-я Всесоюзная школа-семинар. 1990.- С. 42-44.
3. Коншин Г.Г. Вибросейсмическая диагностика эксплуатируемого земляного полотна // ВНИИЖТ, — М.: Транспорт, 1994, 216 с.
4. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Влияние капиллярных процессов в земляном полотне на развитие дефектов // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 4. С. 20-21.
5. Смоляницкий Л.А. Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 80-90.
6. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Оценка пригодности грунтов придорожных карьеров для возведения насыпи // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 5. С. 23-24.
7. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог / учебное пособие по дисциплине «Земляное полотно в сложных природных условиях» для студентов 5 курса специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». – Воронеж: Филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020 – 168с
8. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. № 2. С. 22-25.
9. Смоляницкий Л.А. К проектированию основания земляного полотна // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 117-125. 1
10. Смоляницкий Л.А. Эффективность стабилизирующих мероприятий // Железнодорожный транспорт. 2007. № 5. С. 62-65.
11. Смоляницкий Л.А. К расчету устойчивости земляного полотна // Наука и техника транспорта. 2007. № 2. С. 56-63.
12. Смоляницкий Л.А. Надежный способ оздоровления земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 4. С. 29-30.

## **Инженерно-геодезические исследования при проектировании земляного полотна**

Поздеева Ю.А.

Научный руководитель – Ворошилина М.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

В состав инженерно-геодезических изысканий входят следующие основные виды работ: создание опорных геодезических сетей; создание и (или) обновление инженерно-топографических планов в масштабах 1:5000-1:200, в том числе в цифровой форме, трассирование линейных объектов; инженерно-гидрографические работы; геодезические наблюдения за деформациями насыпей, движениями земной поверхности и опасными природными процессам. В составе инженерно-геодезических изысканий [1] при необходимости также выполняют следующие отдельные виды работ и исследований: сбор, систематизация и анализ материалов инженерных изысканий: топографо-геодезических, аэрофотосъемочных, землеустроительных и др. фондовых (архивных) материалов и данных прошлых лет; сбор, интерпретация и анализ материалов дистанционного зондирования Земли; рекогносцировочное обследование территории (участка, трассы) инженерных изысканий геодинамические исследования, содержащие создание специальных геодезических сетей и наблюдения за современными вертикальными и горизонтальными движениями земной поверхности на геодинамических полигонах; обмерные работы при реконструкции и сооружений (при необходимости); геодезические работы, связанные с переносом в натуру и привязкой горных выработок. При инженерно-геодезических изысканиях для строительства могут создаваться геодезические сети специального назначения, требования к построению которых должны устанавливаться в программе инженерно-геодезических изысканий в соответствии с заданием. Масштабы выполняемых топографических съемок и высоты сечения рельефа устанавливают в техническом задании.

Топографическую съемку местности выполняют с целью создания инженерно-топографических планов в цифровом и графическом видах, служащими основой для проектирования, строительства и реконструкции земляного полотна. Топографическая съемка производится: с использованием спутниковых технологий; тахеометрическим методом; наземным и воздушным лазерным сканированием; цифровой аэрофотосъемкой; стереотопографическим, комбинированным аэрофототопографическим методами и с использованием данных дистанционного зондирования, а также сочетанием различных методов.

Средние погрешности определения планового положения предметов и контуров местности с четкими, легко распознаваемыми очертаниями (границами) относительно ближайших пунктов (точек) геодезической основы, не должны превышать в масштабе плана на незастроенных территориях - 0,5 мм для открытой местности и 0,7 мм для горных и залесенных районов.

Съемочную геодезическую сеть создают с целью сгущения геодезической плановой и высотной основы до плотности, обеспечивающей создание инженерно-топографических планов в процессе выполнения топографической съемки в масштабах 1:5000-1:200. Съемочную (планово-высотную) геодезическую сеть создают (развивают), с применением спутниковых технологий, проложением теодолитных ходов, развитием триангуляции, линейно-угловых сетей, прямых, обратных и комбинированных засечек и их сочетанием, ходов технического нивелирования, а также спутниковыми высотными определениями.

Камеральное трассирование и предварительный выбор конкурентоспособных вариантов прохождения трассы линии должны производить по цифровым, векторным или растровым топографическим картам, цифровым аэрофотоснимкам (в масштабе, как правило, 1:25000) или по цифровым топографическим планам (в масштабе, как правило, 1:10000). При этом используются имеющиеся в наличии материалы космической съемки, результаты цифровой аэрофотосъемки и (или) воздушного лазерного сканирования местности [3].

При производстве инженерно-геодезических изысканий линии геодезической основой служат пункты опорной планово-высотной геодезической сети, координаты и высоты которых определены методами спутниковых наблюдений, а также пункты планово-высотной съемочной геодезической сети, создаваемой вдоль трасс линейных объектов. В состав работ при полевом трассировании окончательного варианта прохождения оси трассы входят: рекогносцировочное обследование сложных и эталонных участков прохождения трассы; вынос в натуру, закрепление оси трассы и привязка оси трассы к пунктам геодезической основы с использованием геодезических спутниковых приемников и (или) проложением теодолитных (тахеометрических) ходов по оси трассы с закреплением точек начала и конца трассы, створных точек и углов поворота; привязка углов поворота оси трассы к элементам ситуации; техническое нивелирование (геометрическое или тригонометрическое) по оси трассы и на поперечниках на пикетных и всех плюсовых (переломных) точках трассы; создание планово-высотного съемочного обоснования; создание инженерно-топографического плана трассы, продольного и поперечных профилей; инженерно-геодезическое обеспечение других видов инженерных изысканий. Для автоматизированного проектирования линейных объектов по данным топографической съемки трассы и на основе данных полевого трассирования создают ИЦММ (при наличии задания застройщика или технического заказчика).

Отчетная документация по результатам полевого трассирования должна содержать: инженерно-топографический план трассы с нанесением пунктов магистрального хода; продольные и поперечные профили трассы; ведомости закрепительных знаков и реперов по оси трассы; ведомости пересечения трассой других линейных объектов и угодий; ведомости косогорных участков; ведомости водных преград, пересекаемых трассой; ведомости согласований (границ, коммуникаций и т.д.).

В составе инженерно-гидрографических работ при наличии задания технического заказчика или застройщика следует выполнять комплекс изыскательских работ, позволяющих получить данные о ситуации, подводном рельефе и подводных сооружениях, с последующим отображением их на инженерно-топографических (инженерно-гидрографических) планах и профилях. В состав инженерно-гидрографических работ на реках, озерах, водохранилищах и морях входят: сбор и анализ материалов изысканий и исследований прошлых лет; создание планово-высотных (опорной и съемочной) геодезических сетей; топографические съемки прибрежной части (полосы) суши; русловые съемки; промеры глубин (включая их высотное обоснование); нивелирование водной поверхности; однодневные и мгновенные связи уровней воды. гидрографическое траление; съемка и обследование подводных объектов (инженерных сетей и сооружений, препятствий, донной растительности, грунтов, микрорельефа); трассирование судовых ходов и съемка створных площадок; специальные геодезические работы для обеспечения гидрологических и инженерно-геологических работ (разбивка и привязка скважин, геофизических и других точек обследования водных объектов); камеральная обработка материалов; составление технического отчета.

Геодезические наблюдения за деформациями и осадками сооружений проводят в тех случаях, когда они расположены на территории с опасными природными и техногенными процессами и на специфических по составу и свойствам грунтах, а также когда эти процессы могут влиять на безопасность строительства и при эксплуатации объектов. Геодезические наблюдения выполняют как за деформациями строящихся (реконструируемых), так и находящихся в эксплуатации сооружений. Геодезические наблюдения за деформациями и осадками объектов строительства следует проводить в соответствии с требованиями задания с целью: определения абсолютных и относительных величин деформаций и сравнения их с предельными (расчетными) значениями; выявления причин возникновения и степени опасности деформаций для нормальной эксплуатации сооружений, принятия своевременных мер по борьбе с возникающими деформациями или устранения их последствий; получения необходимых характеристик устойчивости оснований насыпей; уточнения расчетных данных

физико-механических характеристик грунтов основания; уточнения методов расчета и установления предельно-допустимых величин деформаций для различных грунтов оснований. Геодезические наблюдения за деформациями и осадками сооружений состоят из: разработки программы наблюдений, выбора места расположения и установки пунктов (реперов) геодезической основы; установки деформационных марок; установки, при необходимости, автоматизированных систем (датчиков) фиксации деформации грунтов; инструментальных измерений величин смещений деформационных марок; обработки и оценки точности результатов измерений; составления промежуточных (или по циклам наблюдений - заключений) технических отчетов и итогового (сводного) технического отчета по выполненным работам. Геодезические наблюдения за деформациями и осадками сооружений должны выполняться в соответствии с [5] на основании задания, в котором дополнительно должны быть приведены: значения предельных и расчетных (проектных) деформаций, схема установки деформационных (осадочных) марок и опорных реперов, график строительных работ. В программе геодезических наблюдений или проекта производства геодезических работ следует обосновывать выбор схемы геодезической сети, точность выполнения измерений, тип опорных реперов и деформационных марок, выбор инструментов и методики работ, периодичность наблюдений. Сроки проведения измерений устанавливаются в задании в зависимости от характеристик грунта основания, значения ожидаемых деформаций и класса ответственности сооружения. Методика геодезических измерений при необходимости может быть скорректирована по материалам циклов наблюдений. Геодезические наблюдения за деформациями сооружений следует проводить в течение всего периода строительства, а также в период их эксплуатации до достижения условной стабилизации деформаций, приведенной в утвержденной проектной документации. Геодезические наблюдения за деформациями сооружений, находящихся в эксплуатации, следует проводить в случае появления трещин, раскрытия швов, а также резкого изменения условий работы сооружений.

Результаты геодезических наблюдений должны обеспечивать сравнение измеренных и расчетных (прогнозируемых) деформаций сооружений. Заключение по циклам наблюдений содержит: общие сведения об объектах деформационного мониторинга с линиями равных осадок сооружения; ведомость контроля стабильности реперов высотной основы; водную ведомость осадок, направлений (углов), величин смещений деформационных марок; оценку точности проведенных измерений, результаты интерпретации данных натурных наблюдений; другие материалы и данные, предусмотренные заданием.

#### Список литературы

1. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Влияние капиллярных процессов в земляном полотне на развитие дефектов // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 4. С. 20-21.
2. Смоляницкий Л.А. Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 80-90.
3. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Оценка пригодности грунтов придорожных карьеров для возведения насыпи // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 5. С. 23-24.
4. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог / учебное пособие по дисциплине «Земляное полотно в сложных природных условиях» для студентов 5 курса специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». – Воронеж: Филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020 – 168с
5. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. № 2. С. 22-25.
6. Смоляницкий Л.А. К проектированию основания земляного полотна // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической

конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 117-125. 1

7. Смоляницкий Л.А. Эффективность стабилизирующих мероприятий // Железнодорожный транспорт. 2007. № 5. С. 62-65.
8. Смоляницкий Л.А. К расчету устойчивости земляного полотна // Наука и техника транспорта. 2007. № 2. С. 56-63.
9. Смоляницкий Л.А. Надежный способ оздоровления земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 4. С. 29-30.

### **Инженерно-метеорологические изыскания при проектировании земляного полотна** Семенов К.С.

Научный руководитель – к.т.н. Корыстин С.С.  
Филиал РГУПС в г.Воронеж

При инженерно-гидрометеорологических изысканиях [67] изучению подлежат: гидрологический режим (рек, озер, водохранилищ, морей, болот, устьевых участков рек, ручьев, временных водотоков), климатические условия и отдельные метеорологические характеристики, опасные гидрометеорологические процессы и явления, изменения гидрологических и климатических условий или их отдельных характеристик под влиянием техногенных факторов. Инженерно-гидрометеорологические изыскания выполняются в комплексе с инженерно-геологическими и инженерно-геодезическими изысканиями при изучении процессов подтопления территории подземными водами и изменении их химического состава; изучении и прогнозе русловых и пойменных деформаций рек; изучении и прогнозе переработки берегов озер и водохранилищ, динамики морских побережий; геокриологических исследованиях, изучении карста, оползней, селей и других опасных природных процессов.

В состав инженерно-гидрометеорологических изысканий при изучении гидрометеорологического режима территории (акватории) входят следующие основные виды работ: сбор, анализ и обобщение материалов гидрометеорологической и картографической изученности территории (акватории); рекогносцировочное обследование территории трассы дороги; гидроморфологические и морфометрические работы на изучаемых водных объектах суши; наблюдения за характеристиками гидрометеорологического режима территории (акватории); ледовые исследования; изучение опасных гидрометеорологических процессов и явлений; русловая съемка с учащенными промерами глубин на участке изысканий (по заданию может выполняться в составе инженерно-геодезических изысканий); литодинамические исследования (в прибрежной, шельфовой зоне и на акватории морей); отбор проб и лабораторные исследования поверхностных вод и донных отложений; камеральная обработка материалов с определением расчетных гидрологических и (или) метеорологических характеристик; составление технического отчета.

При наличии требования в задании выполняются отбор проб воды на мутность и измерение расходов взвешенных наносов, а также иные работы, не входящие в состав основных работ. При определении состава и объемов работ для планируемого строительства дороги следует учитывать: направление трассы по отношению к водному объекту; количество пересекаемых трассой водных объектов, оврагов и ложбин стока; группы сложности переходов и особенности гидроморфологических характеристик водных объектов.

Возможность использования фондовых материалов наблюдений и материалов инженерно-гидрометеорологических изысканий прошлых лет без выполнения дополнительных инженерно-гидрометеорологических изысканий определяется с учетом анализа изменений, произошедших в гидрологическом режиме водных объектов (включая режим русловых и пойменных деформаций), климатических условиях и техногенном

воздействии. Выявление этих изменений следует осуществлять по результатам рекогносцировочного обследования исследуемой территории, которое выполняется до разработки окончательной программы выполнения инженерных изысканий. К основным метеорологическим наблюдениям, выполняемым в составе инженерно-гидрометеорологических изысканий, относятся наблюдения за атмосферным давлением, температурой и влажностью воздуха; скоростью и направлением ветра; температурой на поверхности почвы и состоянием поверхности почвы; атмосферными осадками; облачностью, метеорологической видимостью, атмосферными явлениями; снежным покровом, обледенением (табл.).

Таблица Основные гидрометеорологические характеристики для выбора площадки строительства (направления трассы)

Гидрометеорологические условия	Гидрометеорологические характеристики
Климат	Экстремальные и средние значения температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, количества и интенсивности атмосферных осадков, скорости ветра; направление ветра; наибольшая высота снежного покрова и глубина промерзания почвы; вероятность возникновения опасных атмосферных явлений: обледенение
Гидрологический режим рек	Основные гидроморфологические и морфометрические характеристики бассейна, русла и поймы. Исторические максимальные уровни высоких вод, границы затопления, ледовый режим, режим руслового процесса на участке строительства. Максимальные и минимальные уровни и расходы воды, экстремальные и средние значения скорости течения воды в различные фазы гидрологического режима по гидрологическим постам-аналогам для водотоков исследуемой территории. Расчетные характеристики по эталонным (типовым) участкам трассы линейного сооружения: максимальные расходы и уровни воды 1% и 10% обеспеченности - для равнинных рек, 2% обеспеченности - для горных рек. наибольшая глубина предельного размыва
Гидрологический режим озер и водохранилищ	Режим уровней воды; характеристика сгонно-нагонных явлений, термического и ледового режима, волнения; водный баланс; проектные уровни водохранилищ
Гидрологический режим морен	Наивысшие уровни воды: характеристика приливно-отливных колебаний уровней воды; стоны и нагоны: скорости и направления течения; волнение; характеристика ледового режима; общая характеристика литодинамических процессов; длительность штормов и окон погоды
Переработка берегов (абразия)	Тип процесса, его направленность, интенсивность и степень развитая
Сели	Границы распространения селевых потоков, продолжительность селеопасного периода, частота схода селей
Снежные лавины	Частота схода лавин, границы распространения лавин и действия воздушной волны; продолжительность лавиноопасного периода

В состав основных гидрологических наблюдений, выполняемых в процессе инженерно-гидрометеорологических изысканий, включают: наблюдения за режимом уровней воды на водомерных постах; нивелировку водомерных постов; определение гидравлических характеристик русла и поймы реки (уклонов водной поверхности, шероховатости русла и поймы); измерение скоростей и направлений течения на изучаемом участке водного объекта; измерение расходов воды в выбранных гидрометрических створах; наблюдения за волновым режимом на изучаемом участке акватории моря (озера, водохранилища, большой реки); наблюдения за характеристиками ледового режима. Продолжительность наблюдений на акватории морей, когда отсутствуют долговременные наблюдения, должна составлять не менее 3-5 лет (до начала проектирования) в зависимости от сложности гидрометеорологического режима.



При выполнении рекогносцировочного обследования: уточняют отметки исторических и ледоходных уровней высоких вод и зоны затоплений по следам прошедших паводков и опросам старожилов; определяют устойчивость русла и поймы к размыву, границы размывов в паводки, места образований заторов и зажоров льда в период весеннего и осеннего ледоходов; выявляют участки (зоны) проявления опасных гидрометеорологических процессов и явлений; уточняют вопросы хозяйственного использования водного объекта (наличие гидротехнических сооружений или их предполагаемого строительства, судоходства, лесосплава). В заключении технического отчета должны содержаться рекомендации по выбору оптимального варианта размещения направления трассы и принятию проектных решений по инженерной защите сооружения, в случае подверженности обследуемой территории неблагоприятным воздействиям, а также обоснование необходимости проведения инженерно-гидрометеорологических изысканий при разработке проектной документации.

#### Список литературы

1. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Влияние капиллярных процессов в земляном полотне на развитие дефектов // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 4. С. 20-21.
2. Смоляницкий Л.А. Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 80-90.
3. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Оценка пригодности грунтов придорожных карьеров для возведения насыпи // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 5. С. 23-24.
4. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог / учебное пособие по дисциплине «Земляное полотно в сложных природных условиях» для студентов 5 курса специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». – Воронеж: Филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020 – 168с
5. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. № 2. С. 22-25.
6. Смоляницкий Л.А. К проектированию основания земляного полотна // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 117-125. 1
7. Смоляницкий Л.А. Эффективность стабилизирующих мероприятий // Железнодорожный транспорт. 2007. № 5. С. 62-65.
8. Смоляницкий Л.А. К расчету устойчивости земляного полотна // Наука и техника транспорта. 2007. № 2. С. 56-63.
9. Смоляницкий Л.А. Надежный способ оздоровления земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 4. С. 29-30.

#### **Инженерно-экологические изыскания при проектировании земляного полотна**

Алехин Р.Ю.

Научный руководитель – к.т.н. Корыстин С.С.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Инженерно-экологические изыскания [67] выполняются для получения материалов и данных о состоянии компонентов окружающей среды и возможных источниках ее загрязнения. Инженерно-экологические изыскания должны обеспечивать получение достаточных данных для: оценки экологического состояния территории; оценки воздействия на окружающую среду планируемого строительства, обоснования в проектной документации мероприятий по охране окружающей среды; предотвращения, снижения или ликвидации

неблагоприятных воздействий, а также сохранения, восстановления и улучшения экологической обстановки для создания благоприятных условий жизнедеятельности человека, среды обитания растений и животных; принятия решений по сохранению социально-экономических, исторических, культурных, этнических и других интересов местного населения; принятия решений по организации и проведению экологического мониторинга. При выполнении инженерно-экологических изысканий дополнительно следует руководствоваться требованиями федеральных норм и правил в области охраны окружающей среды, санитарно-гигиенических норм и градостроительных требований.

В состав инженерно-экологических изысканий входят следующие основные виды работ: сбор, анализ и обобщение материалов инженерно-экологических изысканий прошлых лет, опубликованных и фондовых материалов и данных о состоянии компонентов природной среды, наличии территорий с особыми режимами использования, объектах культурного наследия, возможных источниках загрязнения атмосферного воздуха, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, донных отложений в поверхностных водных объектах; дешифрирование аэрокосмических материалов с использованием различных видов съемок (черно-белой, многозональной, радиолокационной, тепловой); рекогносцировочное обследование территории; маршрутные наблюдения с описанием компонентов природной среды и ландшафтов в целом, состояния наземных и водных экосистем, возможных источников и визуальных признаков загрязнения; исследование и оценка загрязнения атмосферного воздуха; оценка загрязнения почв и грунтов; исследование и оценка загрязнения поверхностных вод; исследование и оценка загрязнения подземных вод; исследование и оценка загрязнения донных отложений в поверхностных водных объектах; исследование и оценка радиационной обстановки; исследование и оценка физических воздействий; санитарно-эпидемиологические исследования; газогеохимические исследования грунтов; исследование социально-экономических условий; эколого-ландшафтные исследования; изучение растительности; изучение животного мира; изучение опасных природных и природно-антропогенных процессов экологического характера; экологическое опробование отдельных компонентов окружающей среды (атмосферного воздуха, почв, грунтов, поверхностных и подземных вод, донных отложений); лабораторные химико-аналитические исследования проб атмосферного воздуха, почв, грунтов, подземных и поверхностных вод и донных отложений; камеральная обработка материалов; составление технического отчета.

При выполнении инженерно-экологических изысканий возможность использования результатов изысканий прошлых лет (без проведения новых изысканий) устанавливается с учетом их срока давности и произошедших изменений экологической обстановки. Для установления динамики изменения экологической ситуации (состояния окружающей среды) следует использовать материалы инженерно-экологических изысканий прошлых лет и фондовые материалы дистанционного зондирования Земли, полученные с применением различных видов съемок. Прогноз возможных неблагоприятных изменений природной среды должен охватывать прогноз ожидаемых экологических последствий в период строительства и эксплуатации объекта, в том числе: прогноз загрязнения атмосферного воздуха, почв, поверхностных и подземных вод, донных отложений; прогноз ухудшения качественного состояния земель в зоне предполагаемого воздействия объекта, животного мира и растительного покрова; прогноз негативных экологических последствий, связанных с проявлением опасных природных процессов и техногенных воздействий, прогноз влияния намечаемого строительства на особо охраняемые объекты (природные, историко-культурные, рекреационные) и социально-экономические условия.

Инженерно-экологические изыскания для выбора вариантов размещения железнодорожной линии и автодороги должны включать следующие работы: сбор, обобщение и анализ опубликованных и фондовых материалов изысканий, и исследований прошлых лет дешифрирование аэрокосмических материалов; рекогносцировочное обследование ключевых участков с опробованием почв, поверхностных и подземных вод для

установления фоновых характеристик состояния окружающей среды; лабораторные исследования отобранных проб.

Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для выбора вариантов размещения трасс строительства должен включать характеристику инженерно-экологических условий конкурентных вариантов размещения трасс; сопоставительную оценку вариантов размещения площадок (трасс) по степени благоприятности для строительного освоения с учетом прогноза изменения экологической среды в процессе строительства и эксплуатации объектов; обоснование выбора оптимального по инженерно-экологическим условиям варианта размещения трассы. В заключении технического отчета должны содержаться рекомендации по выбору оптимального варианта размещения объекта капитального строительства (как наиболее предпочтительного по экологическим условиям). Инженерно-экологические изыскания при разработке проектной документации выполняются в два этапа.

Инженерно-экологические изыскания на первом этапе выполняются для получения материалов и данных о состоянии компонентов природной среды и источниках ее загрязнения, используемых при проектировании объекта, необходимых для разработки раздела "Перечень мероприятий по охране окружающей среды" ("Мероприятия по охране окружающей среды"), обеспечивающих корректировку выводов по оценке воздействия объекта капитального строительства на окружающую среду при разработке документов территориального планирования и документации по планировке территории.

Целью инженерно-экологических изысканий на втором этапе является уточнение экологического состояния территории в случае выявления на первом этапе природно-техногенных условий, которые могут оказать неблагоприятное влияние на строительство и эксплуатацию проектируемых объектов, сооружений и среду обитания. Целесообразность проведения второго этапа определяется результатами работ, выполненных на первом этапе.

Инженерно-экологические изыскания для подготовки проектной документации на первом этапе их выполнения должны обеспечивать получение материалов и данных для: оценки состояния компонентов окружающей среды; оценки состояния экосистем, их устойчивости к воздействиям и способности к восстановлению; прогноза изменения природной среды в зоне влияния железной и автомобильной дороги при ее строительстве, реконструкции; принятия решений для разработки природоохранных мероприятий по предотвращению вредных и нежелательных экологических последствий инженерно-хозяйственной деятельности и обоснование природоохранных и компенсационных мероприятий по сохранению и восстановлению экологической обстановки; обоснования предложений и рекомендаций по организации экологического мониторинга в период строительства, реконструкции объекта капитального строительства.

Экологические карты (схемы) современного и прогнозируемого состояния изучаемой территории, в составе графических приложений к техническому отчету, следует составлять в масштабах 1:50000-1:25000 для линейных объектов в границах зоны воздействия.

Инженерно-экологические изыскания на втором этапе для подготовки проектной документации выполняются на дополнительных участках и участках перетрассировок, обусловленных изменением проектных решений на основании результатов первого этапа изысканий. Инженерно-экологические изыскания на втором этапе должны обеспечивать: детализацию и уточнение экологических условий конкретных участков строительства дороги, в том числе уточнение распределения полей загрязнения компонентов природной среды; прогноз изменений компонентов природной среды с детальностью, необходимой и достаточной для обоснования окончательных проектных решений по охране окружающей среды, рациональному природопользованию и обоснованию методов и рекомендаций по снижению негативного воздействия на компоненты природной среды.

Состав и объемы инженерно-экологических изысканий следует устанавливать в программе с учетом сложности инженерно-экологических условий, данных инженерно-экологических изысканий, выполненных на первом этапе.

Основной задачей инженерно-экологических изысканий в период строительства является получение достоверной информации о состоянии окружающей среды при проведении строительных работ для информационной поддержки принятия управленческих решений, касающихся природоохранной деятельности. Виды работ в составе инженерно-экологических изысканий в период строительства и содержание технического отчета определяются программой производственного экологического мониторинга (контроля) состояния компонентов природной среды.

Инженерно-экологические изыскания для реконструкции должны обеспечивать получение материалов и данных, необходимых для подготовки проектной документации на осуществление реконструкции, в том числе разработки мероприятий по охране окружающей среды. Инженерно-экологические изыскания для реконструкции выполняются если реконструкция сооружения предусматривает промышленное освоение новой территории; в результате предварительной оценки установлено несоответствие экологических условий, принятых в проектной документации при обосновании природоохранных мероприятий с их фактическими значениями; при эксплуатации реконструируемого сооружения отмечались негативные воздействия на окружающую среду, не учтенные при разработке проектной документации.

В составе инженерно-экологических изысканий, выполняемых на объекте реконструкции должны быть предусмотрены следующие работы: сбор и анализ материалов предшествующих инженерных изысканий, выполненных для обоснования проектной документации действующих сооружений; сбор и анализ данных о нарушениях, предусмотренных проектной документацией, условий эксплуатации сооружения; сбор данных о неблагоприятных воздействиях, оказываемых действующим сооружением на окружающую среду; получение уточненных данных о состоянии компонентов окружающей среды.

Технический отчет по результатам инженерно-экологических изысканий для реконструкции сооружений должен содержать оценку изменений экологических условий территории за период строительства и эксплуатации, в том числе результаты оценки состояния наиболее уязвимых к воздействию компонентов окружающей среды; рекомендации для корректировки проектных решений по охране окружающей среды (при выявлении нарушений в производстве строительных работ - выезд техники за полосу отвода земли, заправка спецтехники вне отведенных мест и т.д.).

#### Список литературы

1. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Влияние капиллярных процессов в земляном полотне на развитие дефектов // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 4. С. 20-21.
2. Смоляницкий Л.А. Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 80-90.
3. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Оценка пригодности грунтов придорожных карьеров для возведения насыпи // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 5. С. 23-24.
4. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. № 2. С. 22-25.
5. Смоляницкий Л.А. Эффективность стабилизирующих мероприятий // Железнодорожный транспорт. 2007. № 5. С. 62-65.
6. Смоляницкий Л.А. К расчету устойчивости земляного полотна // Наука и техника транспорта. 2007. № 2. С. 56-63.
7. Смоляницкий Л.А. Надежный способ оздоровления земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 4. С. 29-30.

## Меры по предупреждению эрозионной защиты склонов и откосов

Мохов А.С.

Научный руководитель – к.г.н. Кустова Н.Р.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Для защиты поверхности земли от размыва вдоль полосы отвода поверхностными водами должна быть выполнена ее планировка и регулирование поверхностного стока [1]. Атмосферные и талые воды должны собираться в кюветы в выемках и в водоотводные канавы на нулевых местах и вдоль насыпей и сбрасываться в водоотводные сооружения под насыпями на более низкие места территории. Водоотводные сооружения должны располагаться как правило нормально оси дороги и работать в основном в безнапорном режиме. Не допустим турбулентный поток, который может размывать грунт земляного полотна вокруг трубы.

Наиболее благоприятным для сброса воды по кюветам и водоотводным каналам является вариант, когда уклон их дна обеспечивает при типовом сечении фактический расход ливневых и талых вод, протекающих с не размывающими скоростями. Предельно допустимые скорости потока в зависимости от грунтов, слагающих основание земляного полотна приведены из [2] в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 Допускаемые скорости течения для несвязных грунтов

Разновидность грунтов	Допускаемые скорости м/с при глубине потока в м			
	0,4	1	2	3
Крупнообломочные:				
- валунный (глыбовый)	3,5	3,8	4,3	4,65
- галечниковый	1,1	1,2	1,35	1,50
- гравийный (дресвяной)	0,8	0,85	1,0	1,10
Пески:				
- гравелистые	0,65	0,75	0,80	0,90
- крупные	0,50	0,60	0,70	0,75
- средней крупности	0,35	0,45	0,55	0,60
- мелкие	0,20	0,30	0,40	0,42
- пылеватые	0,15	0,20	0,25	0,30

Таблица 2. Допускаемые скорости течения для связных грунтов

Разновидность грунтов	Плотность сухого грунта. т/м <sup>3</sup>	Допускаемые скорости м/с при глубине потока в м			
		0,4	1	2	3
Глины и суглинки	<1,2	0,35	0,40	0,45	0,50
	1,20-1,66	0,65	0,80	0,90	1,00
	1,66-2,04	0,95	1,20	1,40	1,50
	>2,04	1,40	1,70	1,90	2,10
Лессовые грунты уплотненные	<1,20	-	-	-	-
	1,20-1,66	0,60	0,70	0,80	0,85
	1,66-2,04	0,80	1,00	1,20	1,30
	>2,04	1,10	1,30	1,50	1,70
Супеси	Принимаются как для песков в зависимости от крупности песчаной фракции				

Если скорость течения воды в кювете или в канаве меньше размывающей, крепление дна и откосов не требуется. При разрушающих скоростях течения в связных грунтах применяются следующие виды укреплений: втрамбовывание щебня в грунт с обсевом многолетними травами, сплошная одерновка готовыми лентами дерна, укладка полимерных

геоматов с растительным грунтом и засевом травой, укладка объемных георешеток с заполнением ячеек растительным грунтом, торфо-песчаной смесью или щебнем [7].

Вместо перечисленных видов креплений, когда они не обеспечивают защиту грунта от размыва, применяется покрытие поверхности грунта монолитным бетоном или ж. б. плитами. В слабых грунтах, если не сохраняется заданное заложение откосов применяются лотки. Закрытые сверху лотки также применяются в населенных пунктах, при комбинированных водоотводных и дренажных канавах, на площадках раздельных пунктов. Типовые секции лотков изготавливаются высотой от 0,3 до 1,5 метра длиной до 1,5 метра. В последнее время лотки изготавливаются из композитных материалов конструкции НПП «АпаТЭК» и МИИТа. Для болотистой местности разработаны лотки специальной конструкции, расширяющиеся кверху.

На косогорных участках устраиваются быстротоки и перепады с большими продольными уклонами до 0,1-0,5, для укрепления которых применяются специальные конструкции из железобетона. Перепады в отличие от быстротоков имеют ступени для гашения скорости воды.

От размывов и волнобоя должны защищаться откосы насыпей и выемок в песчаных и переувлажненных глинистых грунтах. Для защиты применяются искусственный дерновый покров, объемные пластиковые георешетки, водопроницаемые геоматы, наброска из камня, габионы. Расчеты этих конструкций приведены в [16]. При всех вариантах защитных конструкций для предотвращения выноса из откоса мелких частиц грунта, непосредственно на грунт откоса укладывается слой геотекстиля

#### Список литературы

1. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Влияние капиллярных процессов в земляном полотне на развитие дефектов // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 4. С. 20-21.
2. Смоляницкий Л.А. Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 80-90.
3. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Оценка пригодности грунтов придорожных карьеров для возведения насыпи // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 5. С. 23-24.
4. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог / учебное пособие по дисциплине «Земляное полотно в сложных природных условиях» для студентов 5 курса специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». – Воронеж: Филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020 – 168с
5. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. № 2. С. 22-25.
6. Смоляницкий Л.А. К проектированию основания земляного полотна // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 117-125.
7. Смоляницкий Л.А. Эффективность стабилизирующих мероприятий // Железнодорожный транспорт. 2007. № 5. С. 62-65.
8. Смоляницкий Л.А. К расчету устойчивости земляного полотна // Наука и техника транспорта. 2007. № 2. С. 56-63.
9. Смоляницкий Л.А. Надежный способ оздоровления земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 4. С. 29-30.

## **Деформации земляного полотна, вызываемые уплотнением грунта**

Нестеров В.А

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Деформации, вызванные уплотнением грунта, не опасны, они постепенно уменьшаются и прекращаются. Но они регламентированы нормативными документами (предельными неравномерными осадками). При снижении естественного уровня подземных вод в песках основания, удельный вес грунта увеличивается, возрастает давление от собственного веса грунта, происходит его дополнительное уплотнение, иногда неравномерное. Грунт насыпи после завершения строительства, даже при его качественном уплотнении в течение некоторого времени претерпевает осадку (доуплотняется) за счет собственного веса и под действием внешней нагрузки. При этом уплотнение может происходить в результате уменьшения пористости без удаления или с удалением поровой воды (консолидация), или в результате пластических смещений минеральных частиц (ползучесть). Возможно совмещение консолидации грунта с его ползучестью.

К сказанному следует добавить еще два известных положения. Во-первых, длительная ползучесть сопровождается перестройкой глубинной структуры грунта – глинистые минералы разворачиваются базальными поверхностями нормально действующему давлению. При пластических деформациях может происходить уплотнение грунта без уменьшения его влажности. Во-вторых, уплотнение грунта сопровождается сжатием воздуха в его порах, частичным растворением воздуха в поровой воде.

**Отдельно следует отметить деформации насыпей**, возведенных с недостаточным уплотнением грунтов при их строительстве. При этом возможны три варианта.

Вариант 1. Отсыпка насыпи производилась слоями большой толщины (более 30 см), при этом влажность грунта была близка к оптимальной. В этом случае, даже при тщательном уплотнении между уплотненными слоями грунта (толщиной 20-25 см) оставались слои совершенно не уплотненного грунта, которые в процессе эксплуатации будут доуплотняться в верхней части насыпи (до глубины 3-4 метра) в основном под действием динамической кратковременной нагрузки от поездов и автомашин, а ниже - за счет собственного веса грунта. Процесс такого доуплотнения глинистых грунтов длительный (несколько лет). Постепенно деформации затухнут, если неуплотненный грунт не будет увлажняться через откосы во влажные сезоны года. Если при таком увлажнении консистенция грунта достигнет мягкопластичного, а тем более текучепластичного состояния, возникнет расползание насыпи с выдавливанием в откосы слабого грунта, при этом интенсивность деформаций начнет возрастать.

Вариант 2. Во время отсыпки насыпи влажность грунта была значительно выше оптимальной (консистенция мягкопластичная), но отсыпка грунта велась слоями не более 30см с попыткой тщательного уплотнения. Пористость грунта уменьшилась до степени водонасыщения 0,95-0,96. Дальнейшее уплотнение грунта возможно только при удалении лишней воды. Поэтому, глинистый грунт в процессе эксплуатации доуплотняться практически не будет, так как удаление лишней воды (это капиллярная и пленочная вода) под дополнительным давлением происходит очень медленно (десятилетия и столетия). Возможны два подварианта.

А). Расползание железнодорожной насыпи будет продолжаться долго, до тех пор, пока выросшие балластные мешки, в результате поддержания головки рельса на постоянном уровне, приведут к замене части глинистого грунта в теле насыпи на балластный материал, и в **сухие** периоды года сдвигающие и удерживающие силы уравниваются. В **мокрые** сезоны деформации будут возобновляться, до осушения балластных мешков. На автомобильных дорогах подъем уровня дорожной одежды на дренирующем материале, также приведет к увеличению удерживающих сил и постепенному затуханию деформаций.

Б). Расползание насыпи будет прогрессирующим и приведет к **разрушению** в виде глубоких оползней грунта в откосах с захватыванием основной площадки. Потребуется

полное восстановление насыпи с заменой слабых глинистых грунтов на песок или супесь, которые должны укладываться послойно, с уплотнением, с предварительным устройством уступов в откосной части разрушенной насыпи.

**Вариант 3.** При возведении насыпи влажность грунта была выше оптимальной и его уплотнение не производилось. Деформации таких насыпей при эксплуатации завершается подвариантом Б) варианта 2.

**Необходимо отметить,** что при обследовании деформирующихся насыпей, кроме визуального осмотра, построения геодезических профилей, необходимо оценить состояние грунта по образцам ненарушенной структуры, отобранным в разных точках (не менее 6-10) поперечного сечения с определением следующих характеристик: плотности сухого грунта  $\rho_d$ , степени водонасыщения  $S_r$ , показателя текучести  $I_L$ . По результатам определения характеристик могут быть сделаны следующие выводы.  $S_r$  больше 0,95 – дальнейшее уплотнение грунта насыпи в процессе ее эксплуатации **невозможно**, независимо от показателя консистенции. Степень водонасыщения грунта  $S_r$  меньше 0,90. Показатель консистенции  $I_L$  меньше 0,5 – уплотнение грунта в теле насыпи будет продолжаться в процессе эксплуатации с постепенным затуханием деформаций. Если  $I_L$  больше 0,75 – уплотнение грунта в теле насыпи в процессе эксплуатации невозможно, расползание насыпи может прогрессировать с последующим ее разрушением.

#### Список литературы

1. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Влияние капиллярных процессов в земляном полотне на развитие дефектов // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 4. С. 20-21.
2. Смоляницкий Л.А. Устойчивость оснований и откосов, сложенных заложенными или воздушно сухими песчаными грунтами // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 80-90.
3. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Оценка пригодности грунтов придорожных карьеров для возведения насыпи // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 5. С. 23-24.
4. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог / учебное пособие по дисциплине «Земляное полотно в сложных природных условиях» для студентов 5 курса специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». – Воронеж: Филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020 – 168с
5. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. № 2. С. 22-25.
6. Смоляницкий Л.А. К проектированию основания земляного полотна // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 117-125. 1
7. Смоляницкий Л.А. Эффективность стабилизирующих мероприятий // Железнодорожный транспорт. 2007. № 5. С. 62-65.
8. Смоляницкий Л.А. К расчету устойчивости земляного полотна // Наука и техника транспорта. 2007. № 2. С. 56-63.

#### **Классификация отказов в практике мониторинга состояния земляного полотна**

Калашников О.А.

Научный руководитель – к.т.н. Кобылин С.С.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Состояние земляного полотна, его работоспособность оценивается отсутствием или проявлением отказов, деформаций и разрушений.



Оценка состояния земляного полотна, вспомогательных сооружений и конструкций осуществляется на основании количественных факторов, установленных нормативными документами [83]. Наиболее полно какие-либо нарушения в состоянии земляного полотна (и деформации, и разрушения) характеризуются понятием «отказы».

Отказом [83] называется событие, при котором нарушается работоспособное состояние объекта вследствие недопустимого изменения его параметров или свойств под влиянием внутренних физико-химических процессов или внешних механических, климатических или иных воздействий. Критерии отказа зависят от особенностей и характера рассматриваемого объекта. Причинами отказа бывают явления, процессы, события и состояния, вызвавшие его возникновение. Последствия отказа могут быть самыми различными в зависимости от объекта и значимости отказа. Критичность отказа — это совокупность признаков, характеризующих его последствия.

Для определения отказов используются следующие термины:

- 1 - критический отказ - отказ, тяжесть последствий которого признана недопустимой и требует принятия специальных мер по снижению вероятности данного отказа и возможного ущерба, связанного с его возникновением;
- 2 - ресурсный отказ - отказ, в результате которого объект достигает предельного состояния;
- 3 - независимый отказ - отказ, не обусловленный другими отказами;
- 4 - зависимый отказ - отказ, обусловленный другими отказами;
- 5 - внезапный отказ - отказ, характеризующийся скачкообразным изменением одного или нескольких параметров;
- 6 - постепенный отказ - отказ, возникающий в результате постепенного изменения значений одного или нескольких параметров объекта;
- 7 - перемежающийся отказ - многократно возникающий и самоустраняющийся отказ одного и того же характера;
- 8 - явный отказ - отказ, обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при подготовке объекта к приемке в эксплуатацию;
- 9 - скрытый отказ - отказ, не обнаруживаемый визуально или штатными методами и средствами контроля и диагностирования при проведении технического обслуживания или специальными методами диагностики;
- 10 - конструктивный отказ - отказ, возникающий по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленных правил и норм проектирования и конструирования;
- 11 - производственный отказ - отказ, возникающий по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса строительства или ремонта объекта;
- 12 - эксплуатационный отказ - отказ, возникающий по причине, связанной с нарушением установленных правил и условий эксплуатации;
- 13 - деградационный отказ - отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил и норм проектирования, строительства и эксплуатации.

Отказы земляного полотна железных и автомобильных дорог и отдельных их сооружений имеют решающее значение при определении надежности и долговечности.

Деформации можно подразделить на следующие основные виды:

- 1) деформации, вызванные уплотнением грунта основания или самого земляного сооружения;
- 2) периодические деформации, вызванные пучинами при замерзании зимой и оттаивании в теплый период года грунта земляного полотна или основания под верхним строением или дорожной одеждой;
- 3) деформации грунта при изменении влажности, вызванные его уплотнением и разуплотнением и под действием капиллярных сил;
- 4) деформации, вызванные вибродинамическими поездными нагрузками на заполненные водой балластные мешки;

- 5) деформации, связанные со специфическими грунтами (просадочные, набухающие, оттаивающие мерзлые грунты);
- 6) деформации, вызванные оседанием грунтовой толщи над шахтными подработками или подъемом поверхности земли около терриконов;
- 7) деформации, вызванные выплесками разжиженного глинистого грунта в шпальные ящики.

Разрушения - потеря устойчивости (невозможность дальнейшей эксплуатации железнодорожного пути или автодороги) возникает в основном в следующих случаях:

1. Разрушение основания под поездной и автомобильной нагрузкой и от веса насыпи.
2. Смещение грунта на откосах выемок и насыпей (оползни, обвалы).
3. Размыв откосов подтопленных насыпей с последующим смещением грунта откосов.
4. Размыв основания верхнего строения пути и дорожной одежды в выемках и полувыемках потоками воды при ливневых осадках.

#### Список литературы

1. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Влияние капиллярных процессов в земляном полотне на развитие дефектов // Путь и путевое хозяйство. 2012. № 4. С. 20-21.
2. Смоляницкий Л.А. Устойчивость оснований и откосов, сложенных затопленными или воздушно сухими песчаными грунтами // В сборнике: Актуальные проблемы железнодорожного транспорта. Сборник статей научной конференции. 2018. С. 80-90.
3. Смоляницкий Л.А., Сычева А.В. Оценка пригодности грунтов придорожных карьеров для возведения насыпи // Путь и путевое хозяйство. 2011. № 5. С. 23-24.
4. Смоляницкий Л.А. Земляное полотно железных и автомобильных дорог / учебное пособие по дисциплине «Земляное полотно в сложных природных условиях» для студентов 5 курса специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». – Воронеж: Филиал РГУПС в г. Воронеж, 2020 – 168с
5. Смоляницкий Л.А. Деформации земляных сооружений под действием капиллярного давления // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2007. № 2. С. 22-25.
6. Смоляницкий Л.А. К проектированию основания земляного полотна // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020). труды Международной научно-практической конференции. Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж, 2020. С. 117-125. 1
7. Смоляницкий Л.А. Эффективность стабилизирующих мероприятий // Железнодорожный транспорт. 2007. № 5. С. 62-65.
8. Смоляницкий Л.А. К расчету устойчивости земляного полотна // Наука и техника транспорта. 2007. № 2. С. 56-63.
9. Смоляницкий Л.А. Надежный способ оздоровления земляного полотна // Путь и путевое хозяйство. 2008. № 4. С. 29-30.

УДК 539.551

#### **Термообработка поковок из стали 34ХНЗМА**

Андреев М.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Детали современных машин и конструкций работают в условиях высоких динамических нагрузок, больших концентраций напряжений и низких температур. Все это провоцирует хрупкое разрушение и снижает надежность работы машин.

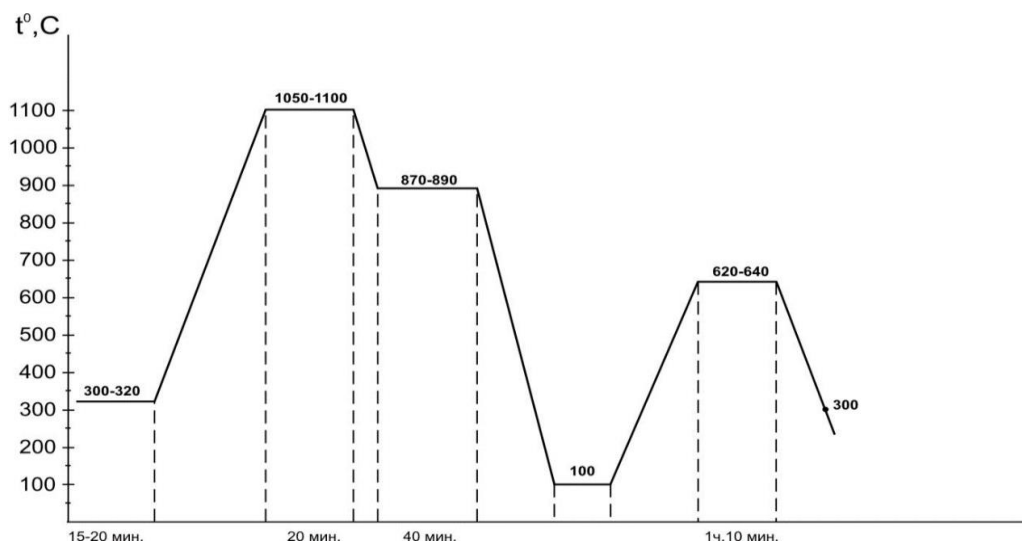
Хромникельмолибденовые стали обладают малой склонностью к хрупкому разрушению, хорошо работают при динамических нагрузках и в условиях пониженных температур [1-3].

Целью данной работы являлся поиск режимов термической предварительной обработки для поковок из стали 34ХНЗМА. Эти режимы термической обработки формируют определенную структуру для последующей окончательной обработки.

Основной целью предварительной термической обработки поковок является подготовка структуры для последующей окончательной обработки. В результате проведения стандартной термической обработки, используемой на предприятии, заготовка имела повышенную хрупкость и твердость порядка (352 – 375) НВ.

Для исследования были отобраны образцы от ковальной заготовки стали 34ХНЗМА диаметром 15 мм и смоделирован режим термической обработки (рис. 1). Время выдержки взято из расчета на толщину образца 15 мм.

Проанализируем процессы происходящие при используемом режиме обработки. Нагреваем до (300 – 320) °С и выдерживаем (15 – 20) минут. Далее нагреваем до температуры (1050 – 1100) °С. Эта температура выше линии  $A_3$  и больше температуры закалки. При этой температуре увеличивается вероятность появления поверхностных трещин, а также происходит рост зерна [4]. Последующее охлаждение до температуры (870 – 890) °С не изменяет размера зерна аустенита. Время выдержки очень мало, велика вероятность появления флокенов. Дальнейшее охлаждение на воздухе до 100 °С приводит к



образованию структуры верхнего бейнита и мартенсита [5,6].

Рис. 1 – Режим термической обработки поковки

Далее идет отпуск при (620 – 640) °С с выдержкой 1 ч. 10 мин. Данные микроструктурного анализа показывают, что в результате использованной термической обработки образуется грубая феррито – цементитная смесь, обуславливающая повышенную хрупкость стали [7-9]. Завышенная твердость вероятно связана с недостаточно полным распадом мартенсита при отпуске.

С целью изменения микроструктуры и получения заданного уровня механических свойств стали предложен иной режим термической обработки.

Ступенчатый нагрев до максимальной температуры (870 – 890) °С позволяет получить структуру мелкозернистого аустенита по всему объему материала и предотвратить образование флокенов. Снижение максимальной температуры нагрева компенсируется увеличением временем выдержки. При последующем охлаждении на воздухе до 300 °С структура мартенсита не образуется при последующем отпуске в интервале температур от 620 °С до 640 °С формируется мелкодисперсная, однородная по объему образца феррито - цементитная смесь зернистого строения, обеспечивающая уровень твердости, находящийся в пределах от 241 НВ до 255 НВ, что полностью соответствует техническому заданию.

На основании выше изложенного можно сделать следующие выводы:

- нагрев стали до температуры (1050 – 1100) °С поводит к перегреву (росту зерна аустенита), который не устраняется подстуживанием до (870 – 890) °С, деля последнюю операцию бессмысленной;
- повышенная хрупкость стали обусловлена перегревом;
- охлаждение на воздухе до температуры 100 °С для данной стали является закалкой, приводящей к образованию структуры бейнита и мартенсита;
- завышенная твердость стали связана с неполным распадом мартенсита при отпуске;
- предложенный режим термической обработки позволяет получить достаточный уровень вязкости за счет измельчения структуры и необходимую твердость в результате формирования более равновесной феррито - цементитной смеси.

#### Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.
4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 389

**Механические свойства стали 20 (категории 1) при различных скоростях нагружения**

Буркут А.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Прогнозирование долговечной и надежной работы конструкций в значительной степени зависит от величины механических свойств материала из которого изготовлено изделия, определение этих значений как правило, связано со достаточно значительными временными затратами [1-3].

В целях оценки работоспособности основных элементов конструкций новой техники требуется совершенствование существующих и разработка новых методик вычисления усталостной долговечности в зависимости от конструктивных и эксплуатационных факторов. Высокочастотные исследования несут в себе целый ряд особенностей, которые необходимо учитывать, но, тем не менее, при испытаниях на высоких и обычных частотах, ход кривых усталости и их форма, а также диаграмма разрушения не претерпевают заметного изменения при переходе от низких к высоким звуковым частотам, что дает возможность разработать методики экспрессного определения характеристик усталости, используя высокочастотное циклическое нагружение [4,5].

В работе исследовались образцы из стали 20 используемые без термообработки (категория 1).

Химический состав стали 20: Si - 0,17-0,37%, Mn - 0,35-0,65%, Cu - не более 0,25%, As - не более 0,08%, Ni - не более 0,25%, S - не более 0,04%, C - 0,17-0,24%, P - не более 0,035%, Cr - не более 0,25%.

Сталь категории 1 (согласно ГОСТ 1050-74) имеет достаточно низкую чувствительность к изменениям скорости деформации почти на четыре порядка. Характеристики прочности, такие как  $\sigma_b$  и  $\sigma_{0,2}$  при различных температурах испытаний уменьшались с ростом скорости нагружения на величину, не превышающую 10%, тогда как показатели пластичности, такие как  $\psi$  и  $\delta$  при 200°C и комнатной температуре не зависели, практически, от скорости деформации, исключение наблюдалось при испытаниях при низких, криогенных температурах, когда увеличение скорости деформирования значительно снижало уровень пластичности. Это можно объяснить сформированной структурой стали, которая представляет собой крупнопластинчатый перлит и наклепанный феррит [5, 6-9].

Комплексное исследование механических свойств стали 20 (категории 1) позволяет рекомендовать проведение экспрессных испытаний статических механических характеристик углеродистой конструкционной стали в рабочем интервале температур изделия вне зависимости от рабочих скоростей нагружения.

Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.
4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского

- государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
  6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
  7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
  8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
  9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 539.87

### **Микро- и макронапряжения в сплаве ХН56ВМТКЮ после деформации**

Волковой А.С.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

В работе исследовались образцы из жаропрочного никелевого сплава марки ХН56ВМТКЮ. Стандартные образцы для механических испытаний изготавливались методом резания, что неизбежно приводило к наклепу поверхностных слоев. Все образцы подвергались длительному отжигу 10 часов при 550°C. Один из образцов после отжига считали эталоном.

При механической обработке поверхностные слои образца деформируются на глубину 15-30 мкм и в них в процессе последующей деформации протекает ряд сложных процессов [1-5]. Наряду с рекристаллизацией происходит обеднение поверхностного слоя легирующими элементами (Cr, Ti, Al) [6]. В этом слое возникают значительные внутренние напряжения и изменяется период решетки.

Остаточные напряжения вызваны различием коэффициентов линейного расширения поверхностных слоев металла, обедненного в результате окисления, и более глубоких (внутренних) слоев [7-8].

Величина микронапряжений определялась методом измерения полуширины дифракционной линии.

Установлено, что величина микронапряжений с ростом степени деформации увеличивается.

Макронапряжения вычислялись по смещению угла  $\Theta$  после различной степени пластической деформации.

Макронапряжения растут с увеличением степени деформации, и скорость роста остаётся примерно постоянной.

Как отмечают некоторые авторы [9] характер распределения остаточных напряжений по глубине может значительно изменяться не только по величине, но и знаку. В тонком поверхностном слое обнаружены остаточные сжимающие напряжения, переходящие в растягивающие на глубине слоя порядка 30-50 мкм.

Такой характер поведения макронапряжений связан с линейной зависимостью изменения периода решетки при растяжении образца.

#### Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.
4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 389

**Фазовый состав сплава ХН56ВМТКЮ после термообработки и пластической деформации**

Елесеев Е.А

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Высокие жаропрочные свойства сплава ХН56ВМТКЮ достигаются совместным легированием никельхромистого твердого раствора  $\gamma$  элементами–упрочнителями – титаном и алюминием и присадкой кобальта, тугоплавкими молибденом и вольфрамом. Присадка этих элементов интенсивно действует на развитие процессов дисперсионного твердения вследствие образования большого количества упрочняющей интерметаллической  $\gamma'$  - фазы. Количество упрочняющей  $\gamma'$  - фазы при оптимальных режимах старения достигает 36-38%.

Исследуемые образцы предварительно подвергались закалке на воздухе с температуры 1150-1200° С и последующему старению при 850° С в течение 8 часов с охлаждением на воздухе.

В процессе охлаждения внутри твердого раствора происходит перераспределение атомов алюминия и титана, образуются малые объемы, обогащенные этими элементами. При старении в этих объемах возникают частицы  $\gamma'$  - фазы, когерентные с матричным твердым раствором. Периоды решеток  $\gamma$  и  $\gamma'$  - фаз отличаются незначительно, всего на ~ 0,1% [1-3].

Выделяющаяся из аустенитной матрицы упорядоченная  $\gamma'$  - фаза размером 20-40 нм представляет собой интерметаллическое соединение типа  $A_3B$ . Выделение этой фазы позволяет достичь значительного дисперсионного упрочнения, стабильного при высоких температурах, без заметного охрупчивания сплавов. В соединениях типа  $A_3B$  более электроотрицательные элементы Fe, Co, Ni соответствуют элементу А, а такие как Al и Ti – элементу В. По разным источникам [4-7] в никелевых жаропрочных сплавах основная упрочняющая  $\gamma'$  - фаза представляет собой упорядоченное соединение  $Ni_3Al$  или  $Ni_3Ti$ . Уникальным свойством  $\gamma'$  - фазы является увеличение прочности с повышением температуры в широком интервале. Благоприятное влияние  $\gamma'$  - фазы на свойства сплавов объясняют ее высокой пластичностью, когерентной связью с матрицей и высокой стабильностью при повышенных температурах.

Переход метастабильной  $\gamma'$  - фазы в стабильную фазу  $Ni_3Al(Ti)$  означает утрату когерентности, укрупнение частиц второй фазы и значительную потерю прочностных характеристик.

Последующая пластическая деформация образца и съемка рентгенограмм показали, что фазовый состав не изменяется. Рентгенограммы отличались лишь различной интенсивностью отдельных дифракционных максимумов. Такой вид рентгенограмм может свидетельствовать о неоднородном распределении выявленных фаз по объему образца.

В образцах жаропрочного никелевого сплава ХН56ВМТКЮ после закалки и старения выявлены  $\gamma$  - фаза,  $\gamma'$  - фаза, карбиды никеля, хрома и титана [8,9].

**Библиографический список**

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.



4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 539.87

### **Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ**

Жерноклеев А.С.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

Хромомарганцевые стали применяют во многих случаях вместо дорогих хромоникелевых. Однако эти стали менее устойчивы против перегрева и имеют меньшую вязкость по сравнению с хромоникелевыми. Наиболее распространенным направлением изменения свойств сплавов, является изменения химических свойств и рациональный выбор термической обработки [1-5].

Ограниченность вариантов используемой термической обработки для стали 18ХГТ позволила достаточно обоснованно предложить расширение интервала температур закалки и ее технологий [6-8].

В целях выяснения влияния температуры нагрева под закалку на размер зерна был выбран определенный интервал температур от 900 °С до 1200 °С и исследована структура стали 18 ХГТ после медленного охлаждения с температур 900 °С, 1000 °С, 1100 °С, 1200 °С.

Отжиг при температурах 900 – 1100 °С не приводит заметному росту зерна, но твердость несколько увеличивается. Однако, высокотемпературный нагрев при 1200 °С заметно увеличивает размер зерна с № 5 до № 3 и снижает твердость стали (таблица).

Такое состояние структуры дало основание для попыток расширить круг закалочных температур в целях возможного повышения равномерности распределения легирующих элементов и повышения степени легированности твердого раствора. Было решено проверить

влияния закалки, с повышенных температур в масло, на механические свойства материала [9].

Полученные значения по определению  $\sigma_b$ ,  $\sigma_{0.2}$ ,  $\psi$ ,  $\delta$ ,  $S_K$ , HRC позволяют сделать вывод, что повышение температуры нагрева под закалку с 900 °С до 1000 °С, дает возможность улучшить практически все механические характеристики ( $\sigma_b$  и  $\sigma_{0.2}$  на 20 %,  $S_K$  на 60 %,  $\psi$  на 150 %, а HRC с 44 до 46 единиц), однако увеличение температуры до 1100°С, дает дальнейшее возрастание только  $S_K$  и с некоторым их падением при температуре закалки с 1200 °С.

Однако, сравнение с данными механических свойств, полученных после закалки по стандартному режиму (с 900 °С) показало, что только относительное удлинение при закалке с 1100 °С и 1200 °С и твердость после закалки с 1200 °С дали значения меньше, чем при температуре закалки с 900 °С, а все остальные характеристики, все время остаются выше нежели после стандартной обработки с 900 °С.

Характер изменения свойств в зависимости от закалочных температур, наблюдался и при испытании образцов обработанных холодом только здесь все свойства, включая и относительное удлинение, выше, чем после закалки с 900 °С, достигая максимальные значения после закалки с 1000 °С.

Анализ характера разрушения образцов закаленных в масло, показывает повышенную долю вязкой составляющей в изломе после закалки с температур 1000 °С и 1100 °С в то время как проведение закалки с 900 °С обеспечивает хрупкое разрушение, что наблюдается и в образцах, обработанных холодом, когда явно хрупкий излом, в образце закаленном с 900 °С, заменяется на типично вязкий «чашка — конус» у образца закаленного с 1000 – 1100 °С.

Металлографические исследования структуры показали заметное увеличение размера зерна лишь при температуре нагрева свыше 1100 °С. Установлено, что закалка с 1000 °С обеспечивает наиболее высокое значение всех параметров, получаемых при испытании образцов на растяжение.

Выявлено изменение характера разрушения от хрупкого после закалки с 900 °С и с 1200 °С до явно вязкого с типичной схемой разрушения «конус-чашка» после закалки с 1000 °С и с 1100 °С.

Металлографические исследования позволили установить бидентичность структуры закаленной стали после всех видов закалки с несколько большей четкостью проявления мартенсита при закалке с 1000-1100 °С и уменьшением карбидных частиц с ростом закалочной температуры.

Исследования ударной вязкости показали значительное возрастание этого параметра после закалки с 1000 - 1100 °С как в масло, так и с последующей обработкой холодом, причем сформированная путем такой закалки структура после стандартного режима отпуска дает заметное повышение всех пластических и прочностных характеристик, что позволяет считать такой режим оптимальным.

#### Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.

4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 541.135.5

### **Влияние режимов электролиза на качество покрытий**

Карасёв В.А.

Филиал РГУПС в г.Воронеж

В последнее время перед гальванотехникой поставлен ряд новых актуальных задач: получение покрытий с особыми физико-химическими свойствами (функциональными) - магнитными, полупроводниковыми, сверхпроводимыми, жаростойкими, с хорошей паяемостью и свариваемостью, а также другими [1-3].

Одним из гальванических покрытий, которые нашли практическое применение, являются кобальтовые, которые характеризуются высокой твердостью и хорошими защитно-декоративными свойствами.

Целью данной работы является исследование влияния режимов электролиза на свойства кобальтовых покрытий.

В работе были исследованы образцы, полученные методом электролитического осаждения на медную подложку.

Электроосаждение в электролите проводилось при комнатной температуре 20 - 25 °С при рН электролита 2,3 с постоянным перемешиванием. В режимах изменяли время осаждения ( $t$ ), плотность катодного тока ( $i_k$ ). Аноды представляли собой кобальтовые пластины, расположенные с двух сторон от катода. Таким образом, покрытия наносились с двух противоположных сторон, что обеспечивало равномерность осаждения.

Были опробованы режимы реверсного тока, создаваемые поочередным воздействием импульсного тока отрицательного и положительного знаков. Соотношение мощностей

катодной и анодной составляющей задается амплитудами отрицательных и положительных импульсов тока, их длительностью и частотой следования [4,5].

Нанесение покрытий проводилось при плотностях тока  $1 - 4 \text{ А/дм}^2$ . Плотность катодного тока рассчитывается по формуле:  $i_k = I / S$ , где  $i_k$  - плотность катодного тока,  $\text{А/дм}^2$ ,  $I$  - величина тока,  $\text{А}$ ,  $S$  - площадь катода,  $\text{дм}^2$ .

Кислотность электролита корректировалась раствором хлористого аммония ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) и борной кислоты ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). Время осаждения составляло 5, 10 и 20 минут.

Исследование морфологии поверхности покрытий проводилось на микроскопе МИМ - 8М. Регистрация микроструктуры осуществлялась с помощью цифровой фотокамеры Canon-320.

При увеличении катодной плотности тока  $i_k$ , скорость роста толщины покрытий быстро увеличивается. В режиме  $i_k = 0,5 \text{ А/дм}^2$  толщина покрытия ( $d$ ) равна 1,5 мкм, а в режиме  $i_k = 4 \text{ А/дм}^2$  толщина достигает порядка 13 мкм. Таким образом, в условиях постоянного тока эта зависимость линейна и стабильна. При различных режимах реверсного тока  $i_k:i_a$ , зависимость линейна. При  $i_k:i_a = 20:2$  толщина покрытий быстро возрастает, что отличается от других режимов.

Одним из важнейших технологических характеристик электролиза является выход по току металла ( $\text{ВТ}_{\text{Me}}$ ), который представляет собой отношение массы металла выделившейся на катоде к массе металла, которая должна теоретически быть выделена (расчет производится по закону Фарадея) и выражается в процентах.

Наиболее существенное влияние на  $\text{ВТ}_{\text{Me}}$  оказывает концентрация металла в электролите и его кислотность. С увеличением этих параметров  $\text{ВТ}_{\text{Me}}$  возрастает.

Независимо от времени осаждения  $\text{ВТ}_{\text{Co}}$  понижается с увеличением плотности тока. Это объясняется увеличением перенапряжения при выделении водорода.

Такое поведение кобальта в кислых электролитах типично для многих d-металлов, электро-осаждение которых происходит одновременно с выделением водорода.

При  $i_k > 2 \text{ А/дм}^2$  происходит защелачивание в прикатодном слое, т. е. повышение pH. Это приводит к гидроксидообразованию  $\text{Co}(\text{OH})_2$ , что сопровождается резким ухудшением качества осаждаемых покрытий – появляется подгар по краям катода.

Сравнительные данные по влиянию  $i_k$  на качество покрытий показали, что наиболее плохие по качеству покрытия получают при  $i_k = 0,5 \text{ А/дм}^2$ , а при  $i_k = 4 \text{ А/дм}^2$  наиболее хорошего качества.

В режиме реверсного тока при различных соотношениях длительности катодной и анодной составляющей ( $i_k:i_a$ ) в зависимости от времени действия ( $t$ ), были получены лучшие результаты, по сравнению с режимом стационарного тока. Однако, с увеличением времени осаждения терялась отражательная способность (блеск) покрытий. Это объясняется тем, что при реверсном импульсном токе в катодном периоде плотность тока возрастает на 30 – 35 % в сравнении со стационарным током.

Увеличение соотношения  $i_k:i_a$  приводит к стабилизации процесса и поэтому его влияние уже не так заметно. Это можно объяснить увеличением количества, выделяющегося в катодный период водорода, внедрение которого может быть причиной повышения внутренних напряжений. Поэтому повышение  $i_k:i_a$  при соотношении более чем 20:4 становится нецелесообразным, так как приводит к отслаиванию покрытий.

Эти данные согласуются с морфологией покрытий, полученных на медной основе, полученные при различных соотношениях  $i_k:i_a$ .

Также следует помнить, что в начальной стадии образования осадка в кристаллической структуре покрытия могут присутствовать дефекты (например, поры). Однако (при условии, что рабочие параметры процесса электроосаждения обеспечат оптимальные условия для роста осадка), эти дефекты могут быть устранены при увеличении толщины осадка [6-9].

Стоит отметить, что режим  $i_k:i_a = 20:2$  отличается от других режимов значительно более высоким выходом по току чем, например при  $i_k:i_a = 20:1$  или  $i_k:i_a = 20:3$ . Это также

наблюдалось при рассмотрении зависимости толщины покрытия ( $d$ ) от времени осаждения ( $t$ ). Режим  $i_k:i_a = 20:2$  представляет большой научный и практический интерес для дальнейшего изучения с данным электролитом.

С увеличением времени осаждения ( $t$ )  $VT_{Co}$  несколько уменьшается, вследствие образования доли гидроксидов, хотя и небольшой. Также стоит отметить то, что качество покрытия, становится более матовым, теряя свой блеск. Для придания блеска покрытию применяют химическое полирование.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- скорость выделения кобальта из электролита стабильна с течением времени, о чем говорит линейная зависимость толщины получаемых покрытий от продолжительности осаждения ( $t$ );

- в режиме стационарного тока при увеличении плотности катодного тока ( $i_k$ )  $VT_{Co}$  уменьшается, из-за образования в прикатодном слое гидроксидов;

-  $VT_{Co}$  в реверсном режиме с увеличением времени осаждения ( $t$ ) увеличивается, максимальное значение достигается при режиме  $i_k = 1 \text{ А/дм}^2$ ,

$t = 5$  минут и  $i_k:i_a = 20:2$ . Наиболее стабильным и высоким в отношении  $VT_{Co}$  является режим  $i_k = 1 \text{ А/дм}^2$  и  $i_k:i_a = 20:4$ , обладающий значением  $VT_{Co}$  от 85 до 90 %, при времени осаждения от 5 до 20 минут.

- качественные блестящие покрытия всегда получаются в режиме реверсного тока, в режиме стационарного тока покрытия получались качественные при катодной плотности тока от  $i_k = 1 \text{ А/дм}^2$  до  $i_k = 4 \text{ А/дм}^2$ ;

- для дальнейшего изучения можно порекомендовать электролит состава (г/л):  $CoSO_4 \cdot 7H_2O$  (181),  $H_3BO_3$  (16),  $NH_4Cl$  (1,5) в режиме реверсного тока при  $i_k:i_a = 20:2$ , представляющий большой интерес для дальнейшего изучения.

#### Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.
4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике:

Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.

8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 620.19

### **Структура и свойства кобальтовых покрытий**

Маркина А.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Перед гальванотехникой, в последнее время, поставлен ряд определенных задач: получение покрытий с особыми физико-химическими свойствами.

Гальваностегия предназначена для нанесения покрытий в виде металлов и сплавов с целью защиты изделий от коррозии, защитно-декоративной отделки, повышения сопротивления механическому износу и поверхностной твердости, сообщения антифрикционных свойств, отражательной способности.

Одним из гальванических покрытий, которые нашли практическое применение, являются кобальтовые, которые характеризуются высокой твердостью и хорошими защитно-декоративными свойствами [1]. Целью данной работы является исследование влияния режимов электролиза на структуру кобальтовых покрытий.

Образцы, получали методом электролитического осаждения на медную подложку.

Кобальтовые покрытия могут быть получены из сернокислых, хлористых, фтористых, пирофосфатных и других электролитов. В работе для нанесения покрытий использовался электролит состава (г/л):  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (181),  $\text{H}_3\text{BO}_3$  (16),  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (1,5).

Электроосаждение в электролите проводилось при комнатной температуре 20 - 25 °С при рН электролита 2,3 с постоянным перемешиванием. В режимах изменяли время осаждения ( $t$ ), плотность катодного тока ( $i_k$ ). Аноды представляли собой кобальтовые пластины, расположенные с двух сторон от катода. Таким образом, покрытия наносились с двух противоположных сторон, что обеспечивало равномерность осаждения.

В работе также были опробованы режимы реверсного тока, создаваемые поочередным воздействием импульсного тока отрицательного и положительного знаков [2-4]. Соотношение мощностей катодной и анодной составляющей задается амплитудами отрицательных и положительных импульсов тока, их длительностью и частотой следования.

Нанесение покрытий проводилось при плотностях тока 1 – 4 А/дм<sup>2</sup>.

Кислотность электролита корректировалась раствором хлористого аммония ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) и борной кислоты ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). Время осаждения составляло 5, 10 и 20 минут.

Фазовый состав образцов исследовали на рентгеновском дифрактометре ДРОН - 2.0 [5].

Полученные значения межплоскостных расстояний сравниваются с табличными, и на основании этого делаются выводы о принадлежности их определенному веществу [6].

Для измерения микротвердости использовали прибор ПМТ-3.

Испытание проводится путем вдавливания 136-градусной алмазной пирамиды с квадратным основанием, нагрузкой 150 г, 200 г и другими.

При исследовании на микротвёрдость брались образцы с толщиной покрытия 12 мкм и 7 мкм, соответственно, для стационарного и реверсного режима. Выбор режимов осаждения был рассчитан таким образом, что при разном времени осаждения ( $t$ ) и разных значениях катодного тока ( $i_k$ ) была достигнута примерно одна толщина покрытия [7,8]. Следует помнить, что значение микротвёрдости не обязательно идентично общей твёрдости материала.

Проанализировав зависимость микротвёрдости от времени осаждения можно сделать вывод, что в режиме реверсного тока, в отличие от режима стационарного тока, микротвёрдость полученных образцов выше. Это происходит благодаря тому, что постоянное изменение полярности по заданному закону при реверсном режиме осаждения, приводит к тому, что качество осадка улучшается в виду ничтожно малого образования гидроксидов [9].

Рентгеноструктурными исследованиями установлено, что во всех режимах электролиза осаждается  $\alpha - \text{Co}$ , который имеет ГПУ структуру. Параметры ГПУ решётки  $a = 2,50 \text{ \AA}$ ,  $c = 4,06 \text{ \AA}$ .

Кубический  $\beta - \text{Co}$  также присутствует и в реверсном, и в стационарном режиме, за исключением режима  $i_k = 2 \text{ А/дм}^2$ ,  $t=20$  минут,  $i_k:i_a = 20:2$ , в котором кристаллическая решётка состоит только из  $\alpha - \text{Co}$ . Параметры ГЦК решётки  $a = 3,55 \text{ \AA}$ .

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие выводы:

- наибольшую микротвердость в стационарном режиме можно получить при  $i_k = 1 \text{ А/дм}^2$  и  $t = 40$  минут -  $H_V = 10,3 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ . Это происходит благодаря тому, что кислород в виде оксидов и гидроксидов образует более прочные связи;

- в режиме реверсного тока, микротвердость выше значений полученных при стационарном режиме -  $H_V = 10,6 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ . Это происходит благодаря тому, что постоянное изменение полярности по заданному закону при реверсном режиме осаждения, приводит к тому, что качество осадка улучшается в виду ничтожно малого образования гидроксидов;

- во всех режимах электролиза осаждается  $\alpha - \text{Co}$ , который имеет ГПУ структуру. Кубический  $\beta - \text{Co}$  также присутствует также и в реверсном, и в стационарном режиме, за исключением режима  $i_k = 2 \text{ А/дм}^2$ ,  $t=20$  минут,  $i_k:i_a = 20:2$ , в котором кристаллическая решётка состоит только из  $\alpha - \text{Co}$ ;

- для дальнейшего изучения можно порекомендовать электролит состава (г/л):  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  (181),  $\text{H}_3\text{BO}_3$  (16),  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (1,5) в режиме реверсного тока при  $i_k:i_a = 20:2$ , представляющий большой интерес для дальнейшего изучения.

#### Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.

4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 539.87

### **Структура алюминия при ультразвуковой обработке**

Меньших В.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Образцы для исследования изготавливались на заводе из прутков алюминия марки А999 путем протяжки через фильеры с дробной деформацией на 10-15 % и промежуточными отжигами на возврат при 100 °С. Общая степень деформации волочении составляла 40 %. Средний размер зерна в таких образцах составлял 50 мкм. Затем образцы подвергались ультразвуковому воздействию с различными амплитудами напряжения  $\sigma_m = 15 - 40$  МПа. При амплитудах напряжения  $\sigma_m = 10-15$  МПа долговечность достигала 500-600 с, а при амплитудах напряжения  $\sigma_m = 30-40$  МПа уменьшалась на два порядка.

Максимальная температура при ультразвуковом нагружении образцов в зоне пучности колебалась на разных образцах при разных  $\sigma_m$  от 250 °С до 340 °С. Очевидно поэтому динамическая рекристаллизация в образцах наблюдалась в зоне разрушения и не дальше 10 мм от нее.

В работе исследовалось влияние времени ультразвукового нагружения на рассеяние текстуры алюминиевых поликристаллов, полученных протяжкой через фильеры. Такие образцы имели аксиальную текстуру с осью текстуры  $\langle 111 \rangle$ .

Время ультразвукового воздействия при амплитуде напряжения  $\sigma_m = 15$  МПа изменялось в пределах 100-400 с, при этом разрушения образца не происходило.

С увеличением времени воздействия постоянной амплитуды напряжения наблюдается увеличение рассеяния текстуры, которое лежит в пределах 10-37°.



Это можно связать с протеканием процессов возврата и началом формирования новой текстуры – текстуры рекристаллизации [1-4].

Исследовано распределение макро и микро напряжений по длине образца, подвергнутого ультразвуковому воздействию. Зависимости макро и микро напряжений имеют сходный характер. Такой характер распределения напряжений хорошо согласуется с зависимостью распределения температуры вдоль стержня и объясняется отпуском макро и микро напряжений в процессе ультразвуковой обработки [5-7].

Долговечность монокристаллов Al при ультразвуковом воздействии связана с числом первичных систем скольжения и накоплением в них дислокаций, образующих, в последствии, сидячие дислокации, что и определяет в итоге долговечность монокристаллов различной ориентации.[8,9].

#### Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.
4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.
9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.

УДК 539.87

## Фазовый анализ борированной и бороцирконированной среднеуглеродистой стали

Ширяев М.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Эффективность любого способа химико-термической обработки (ХТО) характеризуется несколькими показателями: производительностью получения защитного слоя требуемой толщины, надежностью получения требуемого уровня эксплуатационных свойств, технологичностью процесса химико-термической обработки. Технология электролизного борирования предусматривает содержание железа в расплавленной буре менее 0,5 %, поэтому величины периодов реверсирования тока при электролизном борировании должны обеспечивать только определенное состояние активирования катодной поверхности и поддерживать на поверхности оптимальный уровень концентрации активного бора. Применение реверсированного тока с величиной периода реверсирования  $T_p = 1-3$  с увеличивает скорость насыщения стальной поверхности бором. Бороцирконирование - диффузионное насыщение стали при электролизе легирующих элементов из расплавов, содержащих, например, буру, криолит, глинозем, двуоксид циркония. Такой состав пригоден только для электролизного бороцирконирования, требует применения дорогостоящего оборудования [1-4], использования источников постоянного тока, сложен в эксплуатации и несколько затрудняет проведение термической обработки непосредственно после процесса химико-термической обработки.

Данные исследований в настоящей работе были получены при температуре 1173 К. Шероховатость поверхности насыщаемых образцов во всех экспериментах составляла  $R_a 2,5$ . Степень загрязненности расплава железом определялась химическим анализом и визуально по изменению окраски.

Для борирования использовалась сталь 45. Борирование проводилось электролизом с помощью реверсированного тока. Количественный фазовый анализ проводился методом рентгеноструктурного анализа. Съёмка велась в излучении трубки с железным анодом на дифрактометре ДРОН-2.0. Коэффициенты ослабления рентгеновских лучей боридов железа, цементита и феррита мало отличаются друг от друга. Это обусловлено малым значением атомных номеров бора и углерода. Следовательно, борированный на стали слой представляет собой многофазную смесь с приблизительно равными коэффициентами поглощения. В этом случае относительная интенсивность дифракционных максимумов определяемой фазы пропорциональна ее содержанию в смеси.

Для исключения влияния крупнозернистости борированных образцов съёмка велась на фильтрованном излучении с вращающегося со скоростью 60 об/мин в собственной плоскости образца [5]. Первичный пучок был ограничен щелями 2 мм, входная щель перед счетчиком была равна 0,5 мм.

Глубина слоя, участвующего в создании дифрактограммы в данных условиях съёмки, не превышает 25 мкм. Поэтому проводилось послойное удаление шлифовкой борированного слоя по 25 мкм. Мера чувствительности феррита составляет 1%;  $Fe_2V$  и  $FeV$  – 8 %. Однако благодаря текстуре роста следы (2-3%) присутствия боридов легко обнаруживались по линиям  $(002)_\alpha Fe_2V$  и  $(002)_\alpha FeV$ . Цементит как фаза в стали Ст 45 методом рентгеноструктурного анализа не обнаруживается, так как его мера чувствительности составляет 10 % [6].

На поверхности борированной в оптимальном режиме стали превалирует борид железа  $FeV$ . Оптимальный режим электролизного борирования реверсированным током наблюдался для периодов реверсирования  $1,2 \div 1,9$  с.

В слое толщиной 25 мкм присутствует 88 %  $FeV$  и 12 %  $Fe_2V$ . Феррит отсутствует на поверхности борированной стали. С увеличением глубины  $L$  количество  $FeV$  уменьшается, а  $Fe_2V$  увеличивается.

Количество  $FeV$  превышает количество  $Fe_2V$  даже на глубине 75 мкм. В борированном слое практически нет зон, где сосуществовали бы три фазы:  $Fe$ ,  $Fe_2V$  и  $FeV$ .

Феррит сосуществует только совместно с  $Fe_2V$ , очевидно там, где иглы борида  $Fe_2V$  проникают вглубь металлической матрицы стали. На глубине 125 мкм от поверхности  $FeV$  полностью исчезает, и появляются следы феррита. Полностью борид железа  $Fe_2V$  исчезает на глубине 160÷175 мкм. На этой глубине обнаруживается только феррит.

Полученные данные хорошо коррелируют с изменением микротвердости по глубине диффузионных слоев [7,8].

Измерение микротвердости по толщине борцирконированного слоя показывает, что по мере удаления от поверхности вглубь образца микротвердость растет и достигает максимума на глубине 40 мкм, а затем монотонно начинает уменьшаться и на глубине 100 и более микрон микротвердость остается постоянной. Микротвердость интерметаллида  $Fe_2Zr$  меньше чем боридов. С увеличением глубины количество  $Fe_2Zr$  уменьшается, что и приводит к росту микротвердости по мере удаления от поверхности. Уменьшение микротвердости обусловлено понижением количества  $FeV$  в глубоких  $d > 40$  мкм слоях диффузионного покрытия. Борид  $Fe_2V$  наблюдается на глубине 70 мкм и количество его растет непрерывно до глубины 125 мкм. Толщина диффузионного слоя борцирконированного образца меньше чем борированного [9].

#### Библиографический список

1. Лукин А.А. Повышение жаропрочности и жаростойкости сложнолегированных никелевых сплавов / Беликов А.М., Тригуб В.Б., Борсяков А.С., Лукина В.Б., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 69-71.
2. Беликов А.М. Теоретическое обоснование кинетики формирования диффузионных боридных покрытий на железе / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-9. С. 60-62.
3. Беликов А.М. Термодинамические и кинетические основы теории кристаллизации при формировании борсодержащих покрытий / Беликов А.М., Борсяков А.С., Лукин О.А., Лукин А.А., Матовых Н.В. // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2001. № 1-10. С. 62-68.
4. Лукин А.А. Совершенствование технологии вакуумного отжига титановых сплавов / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А., Глухов В.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2013. № 6. С. 45-49.
5. Лукин А.А. Механические свойства стали 20 при различных температурах и скоростях нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2014. № 1 (8). С. 49-55.
6. Лукин А.А. Конструкционные свойства и энергетические параметры разрушения стали 20 при различных температурных и скоростных режимах нагружения / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2015. № 1 (10). С. 38-42.
7. Лукин А.А. Структура и долговечность алюминия марки а999 при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Жилияков Д.Г., Юрьева В.А. // В сборнике: Авиакосмические технологии (АКТ-2017). Труды XVIII Международной научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. 2017. С. 155-159.
8. Лукин А.А. Структура алюминия при ультразвуковом нагружении / Лукин А.А., Лукин О.А., Юрьева В.А. // В сборнике: Современное развитие науки и техники. Сборник научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции. 2017. С. 243-245.

9. Лукин А.А. Исследование структуры и механических свойств конструкционной легированной стали 18ХГТ / Лукин А.А., Тарханов А.К., Лукин О.А. // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2016. № 2 (13). С. 12-15.



**ТРУДЫ III СТУДЕНЧЕСКОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ЭКОНОМИКА И МЕНЕДЖМЕНТ**

(Воронеж, 24 июня 2022г.)

Отпечатано: филиал РГУПС в г. Воронеж  
г. Воронеж, ул. Урицкого 75А  
тел. (473) 253-17-31

Подписано в печать 24.06.2022 Формат 21х30 ½  
Печать электронная. Усл.печ.л. – 12,0  
Тираж 50 экз.