

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

Факультет электромеханический
Кафедра Электрическая тяга

Допускается к защите:

заведующий кафедрой

Электрическая тяга

Фролов Н. О.

(Фамилия И.О., подпись, дата)

05.06.19

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема Разработка системы диагностики состояния роликовых
подшипников при ремонте электропоезда
(пояснительная записка)

23.05.03.19.ПД.ПСТ514.01.ПЗ
(обозначение документа)

Разработал Войтехов С. Н. ПСТ-514 16.04.19
(обучающийся) (группа) (подпись) (дата)

Руководитель к. т. н., доцент Стаценко К. А. 18.04.19
(степень, должность, ФИО) (подпись) (дата)

Консультант — — —
(степень, должность, ФИО) (подпись) (дата)

д. т. н., профессор Сирина Н. Ф. 23.04.19
(степень, должность, ФИО) (подпись) (дата)

к. п. н., доцент Куликов В. В. 30.04.19
(степень, должность, ФИО) (подпись) (дата)

Н. контролер к. т. н., доцент Пышный И. М. 31.05.19
(степень, должность, ФИО) (подпись) (дата)

Рецензент — — —
(степень, должность, ФИО) (подпись) (дата)

Екатеринбург
2019

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

Уральский государственный университет путей сообщения

Факультет	Электромеханический
Кафедра	Электрическая тяга
Специальность	23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»
Специализация	Электрический транспорт железных дорог

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой к. т. н., доцент

Н. О. Фролов

«29» 03

2019 г.

Задание

на дипломный проект

Студент Войтехов Сергей Николаевич Группа ПСТ-514
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

- Тема ВКР «Разработка системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда»
утверждена приказом по университету № 497-со от «28» марта 2019 г.
- Срок сдачи студентом законченного проекта (работы) 31.05.2019
- Исходные данные к ВКР Журнал формы ТУ-92, распоряжение ОАО «РЖД» № 3р 2005 г., инструкция по техническому обслуживанию и ремонту роликовых подшипников ЦТ/330
- Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Обзор научно-исследовательских работ по повышению надежности роликовых подшипников электропоездов. 2 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС по сети дорог России. 3 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС на Южно-Уральской железной дороге. 4 Выбор и расчет буксового подшипника качения грузового электровоза. 5 Описание разработок специалистов УрГУПС и ОАО «ВНИИЖТ» в области повышения долговечности подшипников качения тяговых электродвигателей электровозов. 6 Разработка новых способов повышения долговечности подшипников качения. 7 Расчет экономической эффективности внедрения системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда. 8 Раздел по безопасности жизнедеятельности
- Перечень демонстрационно-графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и другого наглядного материала) 1 Дефекты роликовых подшипников качения тяговых двигателей электропоездов постоянного тока – 1 лист. 2 Букса моторного электропоезда ЭР2Т – 1 листа. 3 Схема прохождения электрического тока короткого замыкания на электропоездах постоянного тока – 1 лист. 4 Сема расположения защитного экрана на коллекторе – 1 лист. 5 Предложение по защите подшипников с изолирующим покрытием на наружном кольце вместо и защиты эластомером ГЭН-150В – 1 лист. 6 Схема модернизированного стенда для сборки тяговых электродвигателей – 1 лист. 7 Основные потребительские свойства комплексов Прогноз – 1, Вектор 2000, а также систем ОМСД-01 и ОМСД-02 – 1 лист. 8 Нормы эксплуатационных расходов на 1 поезд-час простоя электропоезда – 1 лист. 9 Размещение светильников в ПТО – 1 лист.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

Этап	Наименование этапа ВКР	Срок выполнения этапа ВКР	Примечание
1	Обзор научно-исследовательских работ по повышению надежности и совершенствованию диагностики и ремонта подшипников качения колесно-моторных блоков ЭПС. Анализ статистических данных по работе буксовых и моторно-якорных подшипников электропоездов. Исследование причин повреждения роликовых подшипников ЭПС	03.04.19	30 % объема основного раздела
2	Выбор и расчет оптимальных роликовых подшипников колесно-моторных блоков электропоездов. Описание применяемых прямых и косвенных методов диагностики технического состояния роликовых подшипников КМБ при эксплуатации и ремонте ЭПС	09.04.19	60 % объема основного раздела
3	Совершенствование системы диагностики состояния роликовых подшипников при эксплуатации и ремонте электропоездов	16.04.19	100 % объема основного раздела
4	Разработка экономического раздела	23.04.19	-
5	Разработка раздела «Безопасность жизнедеятельности»	30.04.19	-
6	Прохождение нормоконтроля и утверждение дипломного проекта	31.05.19	-

Дата выдачи задания, руководитель

29.03.2019

(дата, подпись)

Задание принял к исполнению обучающийся

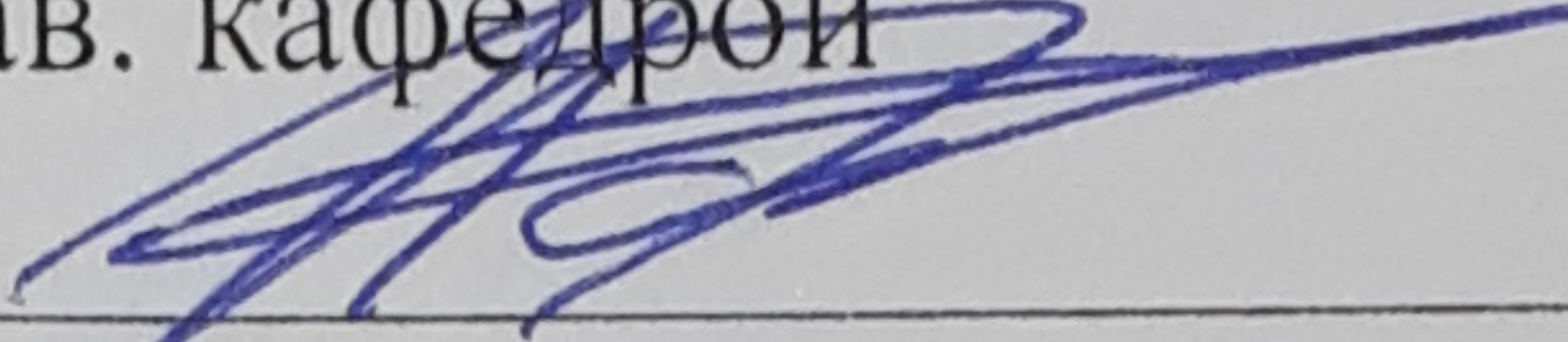
29.03.2019

(дата, подпись)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой


«18» 04

Н. О. Фролов

2019 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР (дипломного проекта)

Обучающийся Войтехов Сергей Николаевич Группа ПСТ-514
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Расчет экономической эффективности внедрения системы диагностики
состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда
(название специального раздела)

1. Тема ВКР Разработка системы диагностики состояния роликовых
подшипников при ремонте электропоезда

утверждена приказом по университету от № 497-со от «28» марта 2019 г.

Выпускающая кафедра Электрическая тяга

Руководитель проекта к. т. н., доцент Стаценко К. А.

2. Консультант раздела д. т. н., профессор Сирина Н. Ф.

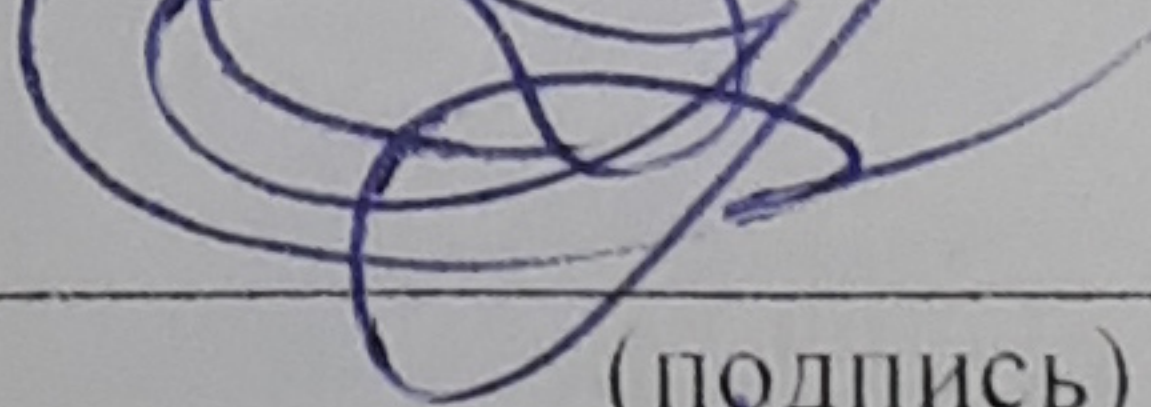
Кафедра, ведущая специальный раздел Экономика транспорта

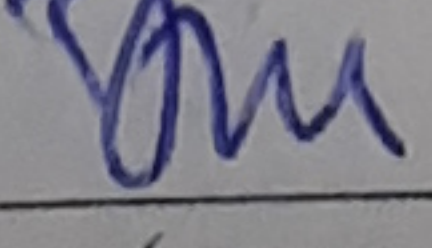
3. Исходные данные Тарифная ставка слесаря 5 разряд 47,11 р., слесаря 4
разряд 44,63 р.

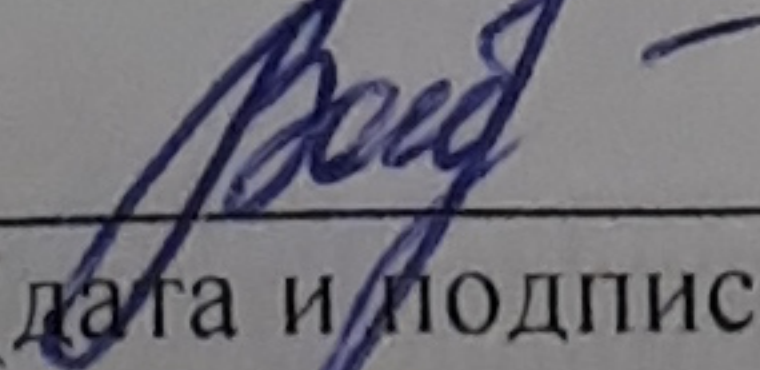
4. Срок сдачи студентом законченного раздела 23 апреля 2019 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке
вопросов) 1 Общие положения. 2 Расчёты эксплуатационных расходов. 3
Снижение эксплуатационных расходов. 4-Суммарный экономический эффект

6. Название демонстрационно-графического материала Нормы
эксплуатационных расходов на 1 поезд-час простоя электропоезда

7. Дата выдачи задания 18.04.19 Консультант 
(подпись)

Согласовано 18.04.19.  | Стаценко К.А.
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 18.04.19 
(дата и подпись обучающегося)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(УрГУПС)

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

Н. О. Фролов

«18» 04

2019 г.

ЗАДАНИЕ

на специальный раздел ВКР

Обучающийся Войтехов Сергей Николаевич Группа ПСТ-514
(Фамилия, Имя, Отчество) (группа)

Безопасность жизнедеятельности

(название специального раздела)

1. Тема ВКР Разработка системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда

утверждена приказом по университету от № 497-со от «28» марта 2019 г.

Выпускающая кафедра «Электрическая тяга»

Руководитель проекта к. т. н., доцент Стаценко К.А.

2. Консультант раздела к. п. н., доцент Куликов В. В.

Кафедра, ведущая специальный раздел «Техносферная безопасность»

3. Исходные данные Справочно – нормативная документация

4. Срок сдачи студентом законченного раздела 30 апреля 2019 г.

5. Содержание специального раздела (перечень подлежащих разработке вопросов) 1 Нормативная документация. 2 Описание условия труда работников в пункте текущего отцепочного ремонта. 3 Микроклимат на рабочем месте. 4 Вредные факторы на рабочем месте. 5 Освещение на рабочем месте. 6 Средства индивидуальной защиты. 7 Расчет искусственного освещения в пункте текущего отцепочного ремонта

6. Название демонстрационно-графического материала Схема размещения светильников в ПТО (1 лист)

7. Дата выдачи задания 18.04.19 Консультант [подпись]
(подпись)

Согласовано 18.04.19 [подпись] / Стаценко К.А.
(дата и подпись руководителя ВКР)

Принято к исполнению 18.04.19 [подпись]
(дата и подпись обучающегося)

РЕФЕРАТ

Дипломный проект – 74 с., 21 рис., 16 табл., 20 источников, 2 прил.

ЛОКОМОТИВ, БУКСОВЫЙ УЗЕЛ, ПОДШИПНИКИ КАЧЕНИЯ,
 ДИАГНОСТИКА, УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ, ТЕПЛОВОЙ КОНТРОЛЬ,
 ВИБРОДИАГНОСТИКА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ,
 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Объектами исследования являются роликовые подшипники и системы диагностики.

Цель проекта – разработка новых способов повышения долговечности роликовых подшипников.

В дипломном проекте рассмотрены основные неисправности роликовых подшипников, а также инновационные методы повышения их надежности. Выполнен расчет долговечности подшипника в километрах пробега электропоезда в длительном режиме.

Выполнен обзор оборудования для контроля и ремонта роликовых подшипников. Рассмотрены системы диагностирования буксовых узлов.

В экономическом разделе выполнен расчет экономической эффективности внедрения системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» выполнен расчёт искусственного освещения в пункте текущего обслуживания.

23.05.03.19.ПД. ПСТ514.01.ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Разработка системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Войтехов С. Н.		16.04.19				
Провер.		Стаценко К.А.		18.04.19			6	74
Н. контр.		Пышный И. М.		31.05.19				
Утверд.		Фролов Н. О.		05.06.19				

УрГУПС, ЭМФ
Кафедра ЭТ

Ном. строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	Ном. экз.	Примечание
			<u>Документация общая</u>			
			<u>Вновь разработанная</u>			
1	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-02.ГИ	Дефекты роликовых подшипников качения тяговых двигателей электровозов постоянного и переменного тока. График исследовательский	1	-	
2	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-03.ТЧ	Букса моторного вагона электропоезда ЭР2Т. Чертеж теоретический	1	-	
3	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-04.Э1	Схема прохождения электрического тока короткого замыкания на электропоездах постоянного тока. Схема электрическая структурная	1		
4	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-05.ТЧ	Схема расположения защитного экрана на коллекторе. Чертеж теоретический	1	-	
5	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-06.ТБ	Предложение по применению подшипников с изолирующим покрытием на наружном кольце вместо их защиты эластомером ГЭН-150В. Таблица	1	-	
6	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-07.ТЧ	Схема модернизированного стенда для сборки тяговых электродвигателей. Чертеж теоретический	1	-	
7	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-08.ТБ	Основные потребительские свойства комплексов Прогноз - 1, Вектор-2000, а также систем ОМСД-01 и ОМСД-02. Таблица	1	-	
8	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-11.ЭП	Нормы эксплуатационных расходов на 1 поездочас простоя электропоезда. Техничко-экономические показатели	1	-	
9	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-12.МЧ	Размещение светильников в ПТО. Чертеж монтажный	1	-	

					23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-01.ТП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разработка системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда. Ведомость технического проекта альбомная	Лит.	Лист	Листов
Разработ.		Войтехов С. Н.	<i>СН</i>	16.04.19			У	1
Провер.		Стаценко К. А.	<i>КС</i>	18.04.19				
Консул.		Сирина Н. Ф.	<i>СН</i>	23.04.19				
Консул.		Куликов В. В.	<i>КВ</i>	30.04.19				
Н.Контр.		Пышный И. М.	<i>ИМ</i>	31.05.19				
Утвер.		Фролов Н. О.	<i>НО</i>	05.06.19				
						УрГУПС, ЭМФ Кафедра ЭТ		

Ном. строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	Ном. экз.	Примечание
			<u>Документация общая</u>			
			Вновь разработанная			
1	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-02.ГИ	Дефекты роликовых подшипников качения тяговых двигателей электровозов постоянного и переменного тока. График исследовательский	1	-	
2	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-03.ТЧ	Букса моторного вагона электропоезда ЭР2Т. Чертеж теоретический	1	-	
3	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-04.Э1	Схема прохождения электрического тока короткого замыкания на электропоездах постоянного тока. Схема электрическая структурная	1		
4	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-05.ТЧ	Схема расположения защитного экрана на коллекторе. Чертеж теоретический	1	-	
5	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-06.ТБ	Предложение по применению подшипников с изолирующим покрытием на наружном кольце вместо их защиты эластомером ГЭН-150В. Таблица	1	-	
6	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-07.ТЧ	Схема модернизированного стенда для сборки тяговых электродвигателей. Чертеж теоретический	1	-	
7	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-08.ТБ	Основные потребительские свойства комплексов Прогноз - 1, Вектор-2000, а также систем ОМСД-01 и ОМСД-02. Таблица	1	-	
8	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-11.ЭП	Нормы эксплуатационных расходов на 1 поезд-час простоя электропоезда. Технико-экономические показатели	1	-	
9	A4	23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-12.МЧ	Размещение светильников в ПТО. Чертеж монтажный	1	-	

23.05.03.19.ПД.ПСТ514.02-01.ТП

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разработ.		Войтехов С. Н.	<i>Войтех</i>	16.04.19			
Провер.		Стаценко К. А.	<i>Стаценко</i>	18.04.19			
Консул.		Сирина Н. Ф.	<i>Сирина</i>	23.04.19			
Консул.		Куликов В. В.	<i>Куликов</i>	30.04.19			
Н.Контр.		Пышный И. М.	<i>Пышный</i>	31.05.19			
Утвер.		Фролов Н. С.	<i>Фролов</i>	05.06.19			

Разработка системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда. Ведомость технического проекта альбомная

УрГУПС, ЭМФ
Кафедра ЭТ

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1 Обзор научно-исследовательских работ по повышению надежности подшипников качения электропоездов	11
1.1 Дистанционный мониторинг буксовых подшипников	11
1.2 Оценка возможности применения подшипников колесно-моторного блока ЭПС с керамическими элементами с точки зрения их возможной низкой стойкости к ударным эксплуатационным нагрузкам.....	14
2 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС по сети дорог России	15
2.1 Общее количество вышедших из строя подшипниковых узлов в 2012 г.....	15
2.2 Распределение ответственности за выход из строя подшипниковых узлов в эксплуатации	16
2.3 Распределение по типу подшипника	17
2.4 Причины выхода из строя подшипниковых узлов в эксплуатации.	18
3 Анализ статистических данных по работе роликовых подшипников ЭПС на Южно-Уральской железной дороге	21
3.1 Распределение выявленных неисправностей буксовых и моторно-якорных подшипников	21
3.2 Оценка ремонтпригодности подшипников	21
4 Выбор и расчет буксового подшипника качения грузового электровоза	23
4.1 Описание конструкции буксового узла электровоза 2ЭС6	23
4.2 Расчет буксового подшипника качения грузового электровоза	24
5 Описание разработок специалистов УрГУПС и ОАО «ВНИИЖТ» в области повышения долговечности подшипников качения тяговых электродвигателей электровозов .	32
5.1 Размещение фторопластового экрана на коллекторе тягового электродвигателя.....	32
5.2 Применение герметизирующего эластомера ГЭН-150(В) для защиты роликовых подшипников тяговых двигателей от повреждения электрическим током	34
5.3 Описание разработок специалистов УрГУПС и ОАО «ВНИИЖТ» для исключения монтажных задиров якорных подшипников ТЭД.....	36

6	Разработка новых способов повышения долговечности подшипников качения.....	40
6.1	Разработка новых способов повышения долговечности моторно-якорных подшипников качения тяговых электродвигателей.....	40
6.2	К вопросу о разработке системы диагностики состояния роликовых подшипников при ремонте электропоезда.....	43
7	Технико-экономическое обоснование повышения долговечности роликовых подшипников и зубчатых передач ходовых частей электровозов.....	46
7.1	Общие положения.....	46
7.2	Расчёты эксплуатационных расходов.....	47
7.3	Снижение эксплуатационных расходов.....	51
7.4	Суммарный экономический эффект.....	54
8	Безопасность жизнедеятельности.....	56
8.1	Нормативная документация.....	56
8.2	Описание условий труда работников в пункте текущего обслуживания.....	57
8.3	Микроклимат на рабочем месте.....	58
8.4	Вредные факторы на рабочем месте.....	59
8.5	Освещение на рабочем месте.....	61
8.6	Средства индивидуальной защиты.....	62
8.7	Расчет искусственного освещения в пункте текущего обслуживания.....	63
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (справочное) Распределение вышедших из строя подшипниковых узлов по типам.....	72
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное) Статистические данные по работе роликовых подшипников ЭПС.....	73

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО УрГУПС)

ОТЗЫВ

о выпускной квалификационной работе студента факультета «ЭМФ»

(Наименование)

Направления подготовки (специальности) 23.05.03 «Подвижной состав железных дорог»

(Код. наименование)

Войтехов Сергей Николаевич

(Фамилия, имя, отчество)

Дипломный проект студента-дипломника Войтехова С.Н. написан на тему повышения долговечности подшипников качения ходовых частей электропоездов.

Подшипниковые узлы ходовых частей электроподвижного состава на протяжении ряда лет работают ненадежно. Частые повреждения в процессе эксплуатации, высокий процент замены буксовых и моторно-якорных подшипников по различным дефектам поставили вопрос о разработке мер, повышающих их надежность.

В дипломном проекте выявлены основные дефекты роликовых подшипников тяговых двигателей электровозов, исследованы причины их возникновения. Описаны разработка и результаты исследований по защите роликовых подшипников от повреждения электрическим током путем применения эластомера ГЭН-150В, а также защитных экранов из фторопласта-4, предназначенных для установки в тяговые двигатели с целью гашения коммутационного искрения и предотвращения вспышки кругового огня на коллекторе с последующим перебросом тягового тока через роликовые якорные подшипники.

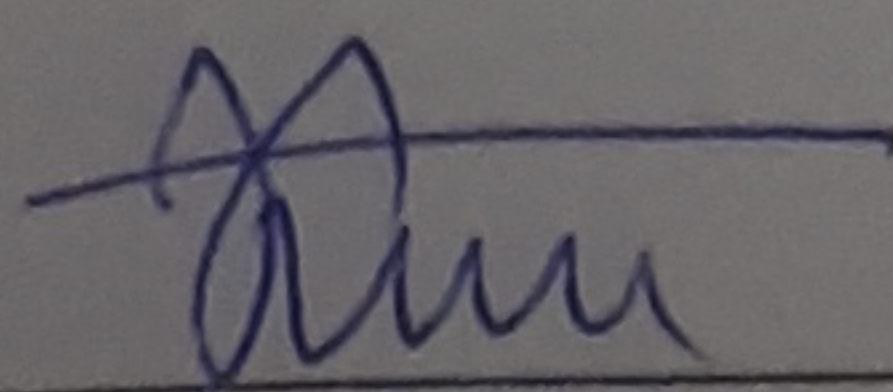
Выполнено сравнение различных вибродиагностических систем диагностики колесно-моторных блоков. Хотя время процесса вибродиагностирования КМБ составляет значительную часть простоя электропоезда на текущих ремонтах, их применение необходимо и должно стать обязательным, поскольку позволит уменьшить количество случаев разрушения подшипников КМБ на линии.

Рассмотрены вопросы экономики и безопасности жизнедеятельности.

Дипломный проект Войтехова С.Н. разработан самостоятельно, выполнен на очень высоком инженерном и научном уровне, технически грамотно, заслуживает оценки «отлично» и представления на конкурс дипломных проектов.

Считаю, что студент готов к выполнению самостоятельной инженерной работы по специальности.

Руководитель дипломного проектирования Войтехова С.Н. _____



к.т.н., доцент
Стаценко К.А.