

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.316.01
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КОМСОМОЛЬСКИЙ-НА-АМУРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 17 марта 2023 г. № 5

О присуждении **Афанасьевой Анне Алексеевне**, гражданину
Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка и исследование фрикционного материала для муфт сцепления с повышенными эксплуатационными характеристиками» по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки) принята к защите 27 декабря 2022 г. протокол заседания № 1 диссертационным советом 24.2.316.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» (Россия, 681013, Хабаровский край, г. Комсомольск-на-Амуре, проспект Ленина, 27, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от «2» ноября 2012 г., приказ 350/нк от «29» июля 2013 г., приказ 419/нк от «15» июля 2014 г., приказ 633/нк от «12» ноября 2014 г., приказ 423/нк от «28» апреля 2015 г., приказ 512/нк от «28» апреля 2016 г., приказ 641/нк от «15» июня 2018 г.).

Соискатель Афанасьева Анна Алексеевна, 1991 года рождения (01.11.1991). В 2015 г. окончила с отличием магистратуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» по специальности «Материаловедение и технологии материалов». В 2019 году окончила очную аспирантуру в федеральном государственном бюджетном образовательном

учреждении «Комсомольский-на-Амуре государственный университет» по специальности 22.06.01 – Технологии материалов.

Афанасьева Анна Алексеевна за время обучения сдала кандидатские экзамены по следующим дисциплинам: Иностранный язык (английский) (отрасль – технические науки) – «отлично», История и философия науки (отрасль – технические науки) – «хорошо», Специальная дисциплина – Материаловедение (в машиностроении) (отрасль – технические науки) – «хорошо», диплом об окончании аспирантуры № 102724 3618038 от 18 октября 2019 г. Работает в Комсомольском-на-Амуре государственном университете в должности инженера центра коллективного пользования «Новые материалы и технологии».

Диссертация выполнена на кафедре «Материаловедение и технология новых материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Научный руководитель – Башков Олег Викторович, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология новых материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный университет».

Официальные оппоненты:

Яковлева Софья Петровна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела общего материаловедения, ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова Сибирского отделения Российской академии наук» (ИФТПС СО РАН), г. Якутск;

Коневцов Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт Материаловедения Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук (ИФПМ СО РАН), г. Томск. в **своем положительном заключении**, подписанном Сергеем Викторовичем Паниным, доктором технических наук, профессором, заведующим лабораторией механики полимерных композиционных материалов, Людмилой Александровной Корниенко, кандидатом физико-математических наук, старшим научным сотрудником лаборатории механики полимерных композиционных материалов, утвержденном Евгением Александровичем Колубаевым, доктором технических наук, профессором, директором Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, указали, что диссертационная работа по актуальности, научной новизне, практическому значению и объему полученных результатов соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней» Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в отношении кандидатских диссертаций, а ее автор – Афанасьева Анна Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 9 работ, из них в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ опубликовано 2 работы, в изданиях, индексируемых в наукометрических системах Scopus и Web of Science, опубликовано 2 работы. Получен один патент РФ на изобретение (№2639427 от 21 декабря 2017 г.) в соавторстве, и 2 патента на полезную модель (№176377 от 17 января 2018г., №181227 от 06 июля 2018 г.). Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде публикаций в других научных изданиях и трудов и материалов международных научных конференций. Вклад соискателя Афанасьевой Анны Алексеевны в работы, опубликованные в соавторстве, не вызывает сомнения и состоит в непосредственном участии при постановке задач исследований,

проведении экспериментальных исследований, а также выполнении теоретической части работы, интерпретации полученных экспериментальных данных.

Наиболее значимые работы:

1. Фадеев, В. С. Исследование микроструктуры фрикционного композиционного материала для муфт стрелочных электроприводов / В.С. Фадеев, А.А. Афанасьева, В.А. Ким // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2018. - №1-1(33). – С. 110-115.

2. Афанасьева, А. А. Исследование структуры и свойств фрикционного композиционного материала на основе железной матрицы / А.А. Афанасьева, О.В. Башков, В.С. Фадеев // Frontier materials & technologies (Вектор науки Тольяттинского государственного университета). – 2022. – № 4. – С. 18-29.

3. Kim, V.A. Study of nonequilibrium structures by the method of multifractal parametrization / V.A. Kim, A.A. Afanaseva, E.V.Samar, I.V. Belova // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2021. – V.200. – P. 467-474.

4. Bashkov, O.V. Study of the structure and friction properties of a new composite friction material / O.V. Bashkov, A.A. Afanaseva // Marine intellectual technologies. – 2021. – V. 1. – No 4. – P. 59-65.

5. Пат. 2639427 Российская Федерация, МПК 51 С 22 С 33/02 С 33 С 38/16 В 22 F 3/12 В 22 F 7/00. Материал фрикционный композиционный для фрикционной муфты стрелочного электропривода / Фадеев В.С., Штанов О.В., Палладин Н.М. Конаков А.В., Афанасьева А.А.; заявитель и патентообладатель ООО «ИнфоТех». - № 2016126795; заявл. 05.07.16 ; опубл. 21.12.2017, Бюл. № 36. – 3 с. : ил.

6. Пат. 176377 Российская Федерация, МПК51 В 22 F 5/00 F 16 D 13/60 F 16 D 69/02 В 22 F 3/26 С 22 С 33/02. Фрикционный элемент для фрикционной муфты стрелочного электропривода / Фадеев В.С., Штанов О.В., Палладин Н.М. Конаков А.В., Афанасьева А.А. ; заявитель и патентообладатель ООО «ИнфоТех». - № 2016126797; заявл. 05.07.16 ; опубл. 17.01.2018, Бюл. № 2. – 3 с. : ил.

7. Пат. 181227 Российская Федерация, МПК51 В 22 F 3/16 В 22 F 5/10 F 16 D 13/60 С 22 С 33/02. Диск фрикционной муфты стрелочного привода типа СП / Фадеев В.С., Штанов О.В., Палладин Н.М., Конаков А.В., Гайнаншин Н.Г., Афанасьева А.А. ; заявитель и патентообладатель ООО «ИнфоТех». - № 2018107743; заявл. 02.03.18 ; опубл. 06.07.2018, Бюл. № 19. – 3 с. : ил.

8. Ким, В. А. Исследование состава, структуры и свойств нового композиционного фрикционного материала / В.А. Ким, В.С. Фадеев, А.А. Афанасьева // Учёные записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. Науки о природе и технике. – 2019. – Т.1. – №4(40). – С. 62-68.

9. Ким, В.А. Особенности структуры и свойств фрикционного композиционного материала / В.А. Ким, А.А. Афанасьева // Технология машиностроения. – 2019. – №11. – С. 5-11.

На диссертацию и автореферат поступило 10 отзывов.

Отзывы на диссертацию:

1. Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, г. Томск

Замечания:

1. В главе 2 в качестве анализируемого параметра введена «плотность границ каждого структурного элемента». Не совсем понятно, как плотность границ можно рассчитать для каждого структурного элемента, а не их совокупности по фотографиям микроструктуры?

2. В главе 3 указано, что «потенциал пластической деформации определяется на основании результатов измерения микротвёрдости». Автору следовало бы дать пояснение, что в данном случае вкладывается в понятие «потенциал пластической деформации».

3. В главе 4 указано «Из анализа полученных уравнений следует, что с повышением содержания Си относительная износостойкость ε , твёрдость НВ, пористость П и средняя плотность границ структурных элементов q_{cp} снижаются.

Это означает, что понижаются диссипативные свойства материала». Не совсем понятно, как с диссипативными свойствами связана, например, износостойкость. Следовало бы более обстоятельно подойти к трактовке полученных результатов.

4. В главе 4 при обсуждении полученных результатов приведены следующие рассуждения: «Средняя плотность границ структурных элементов являлась количественным показателем, характеризующим диссипативные свойства материала, связанные с процессами внутреннего трения при пластической деформации, инициированной контактно-фрикционным взаимодействием в локальных областях, которая определяется динамикой дефектов кристаллического строения. В процессе торможения и преодоления дислокациями препятствий совершается работа внутреннего трения, которая в дальнейшем преобразуется в тепло и рассеивается. Наиболее активными барьерами торможения дислокаций являются границы и субграницы. С повышением средней плотности границ для перемещения дислокаций требовалась большая энергия, что приводило к повышению работы внутреннего трения и более активному выделению тепла или диссипации. Таким образом, с повышением средней плотности границ диссипативная способность материалов фрикционных вставок возрастала, что соответствовало повышению его функциональных свойств». Поскольку в работе разрабатывается фрикционный материал, крайне важно анализировать не только взаимосвязь многоуровневой структуры с деформационно-прочностными свойствами, но и спецификой развития процессов изнашивания в зоне трибоконтакта, что может кардинально отличаться от развития деформационных процессов в объеме материала.

5. Использованный в работе термин «показатели структурной организации» не является общепринятым в материаловедении. В целом понятно, почему автор ввел его в работе для описания наблюдаемых изменений структуры фрикционного материала. Однако следовало бы придерживаться более распространённой (устоявшейся) терминологии.

6. При обобщении полученных в работе результатов автор указывает «Установлено, что материалы с большей степенью развитости границ

структурных элементов наблюдается повышение относительной износостойкости, что связано с повышением работы внутреннего трения и, как следствие, диссипативной способности фрикционного материала». Развитость границ раздела одновременно означает снижение размера зерна, что описывается законом Холла-Петча. Представляет интерес провести оценки прочности разработанных композитов с позиции таких классических представлений.

2. Официальный оппонент Яковлева Софья Петровна, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела общего материаловедения, ФГБУН ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук» «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова Сибирского отделения Российской академии наук» (ИФТПС СО РАН), г. Якутск.

Замечания:

1. В работе приведены расчётные данные по относительной износостойкости фрикционного материала, но в ходе проведения фрикционных испытаний она фактически не измерялась.

2. В главе 5 представлены данные значений параметров плотности границ зёрен, полученных в результате применения определённых режимов спекания, но нет данных об изменении физико-механических свойств.

3. Каковы границы применимости используемой для выбора материала методики многофакторного анализа при выборе нового материала или изменении состава компонентов?

4. Представляется не совсем удачным название главы 3 («Теоретические представления о механическом истирании гетерогенно-структурных материалов»), так как в ней не просто описаны существующие представления в этой области, а можно говорить об их развитии применительно к задачам работы. Основным здесь является получение выражения, устанавливающего зависимость между макропараметром (относительной износостойкостью) и микротвёрдостью, то есть параметром, характеризующим состояние микроструктуры.

5. В выводах было бы полезно привести данные по микростроению поверхностей трения, так как эти данные описывают особенности трибодеструкции в зависимости от рецептуры образца материала и, по сути, раскрывают механизмы, обеспечивающие улучшение уровня стабильности коэффициента трения и износостойкости.

6. В целом диссертационная работа изложена логично и последовательно, оформлена на достаточно хорошем уровне, но тем досаднее весьма значительное количество грамматических ошибок и опечаток в тексте. В качестве примеров можно привести некоторых из них.

Стр. 16. Термин «... в условиях трения-скольжения следует писать отдельно: «... в условиях трения скольжения».

Стр. 21. Написано: «Процесс торможении...». Надо: «Процесс торможения...».

Стр.27. Написано: «Металлическая матрица...предаёт материалу: жаропрочность, износостойкость...».

Стр. 29, 32. «Диспрессионному твердению» вместо «Дисперсионному твердению».

Стр. 64. Написано «уравнение Холомона». Надо: «уравнение Холломона».

Стр. 82. Неправильно расшифрован порядок обозначений: написано «где Сж, См, Сп – занимаемая Си включениями, Fe матрицей и порами относительная площадь поверхности изображения структуры». Надо: «...Fe матрицей, Си включениями и порами...».

Стр. 92, 93. «Эмитировать» вместо «имитировать».

3. Коневцов Леонид Алексеевич, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Институт Материаловедения Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск.

Замечания:

1. Нет четкой формулировки гипотезы и методологической схемы.
2. Представленные в работе исследуемые композиционные материалы ограничены диапазоном фрикционных добавок для сульфата бария от 1,5 % до 3 %, для оксида кремния от 3 % до 5 %, хотя в промышленности применяются материалы с большим диапазоном содержания данных наполнителей.
3. В качестве физического свойства материалов была задана и исследована пористость композиционного материала, но далее в работе не была показана значимость этого показателя.
4. Одним из основных структурных параметров, используемых в работе для оценки свойств разрабатываемых фрикционных материалов, является плотность границ структурных элементов. В работе не приведена информация о том, изменятся ли результаты анализа при изменении масштаба или оптического увеличения микроскопа при получении цифровых фотографий микроструктур.
5. По оформлению. Есть расхождения в диссертации и автореферате по количеству указанных страниц, рисунков, таблиц (их, соответственно, 162; 65; 10). Литературных источников 125, из них 3 приведены дважды, на 22 нет ссылок, не везде соблюдена последовательность ссылок. Нет ссылок на 2 рисунка (1.9 и 4.19), не указан масштаб (4.1 и 4.3). Союз “также” надо слитно. Отмеченные выше недостатки не оказывают какого-либо значимого влияния на сформулированные в заключении выводы и не снижают в целом научной новизны и практической ценности работы.

Отзывы на автореферат:

1. Громов Виктор Евгеньевич, доктор физико-математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Лауреат премии РАН им. И.П. Бардина, заведующий кафедрой естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля Федерального бюджетного государственного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Невский Сергей Андреевич, доктор технических наук, доцент кафедры естественнонаучных дисциплин им. профессора В.М. Финкеля Федерального бюджетного государственного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк.

Замечания:

1. В работе не приводится обоснование выбора определённого диапазона значений массовой концентрации оксида кремния и сульфата бария, используемых в составе исследуемых материалов.

2. Из автореферата не ясно, чем обоснован выбор стали 45 в качестве материала контртела при проведении испытаний на износостойкость.

2. Кропотин Олег Витальевич, доктор технических наук, профессор кафедры «Физика» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный технический университет», г. Омск.

Замечания:

1. Вряд ли проведение факторного эксперимента и получение уравнений регрессии можно считать полноценной методикой, заявленной во втором пункте практической значимости (страница 6).

2. Дискуссионным является общее утверждение на странице 14 «материалы с низкой твёрдостью будут обладать более высоким коэффициентом трения, но в то же время низкой износостойкостью».

3. Степанова Людмила Николаевна, доктор технических наук, профессор кафедры «Физика, электротехника, диагностика и управление в технических системах» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск.

Замечаний нет.

4. Мерсон Дмитрий Львович, доктор физико-математических наук, профессор, директор научно-исследовательского института прогрессивных

технологий, профессор кафедры «Нанотехнологии, материаловедение и механика» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тольяттинский государственный университет», г. Тольятти.

Замечания:

1. В описании первой главы в автореферате сказано, что ежегодно порядка 6,5% отказов стрелочных электроприводов вызвано некорректной работой фрикционных муфт, однако не приведён анализ причин этой некорректной работы, т.е. не акцентировано внимание, какие конкретно свойства фрикционного материала подлежат улучшению.

2. Не понятно почему при определении относительной износостойкости, в качестве эталона принята сталь 45.

3. Не понятно с какой целью приведён рис. 1, если изображенные на нём структуры дальше практически никак не комментируются. Так, сказанные на стр. 12 автореферата слова о том, что структуры составов №№1-4 отличаются от составов №№5-9 размером и распределением пор, сложно подтвердить структурами, изображёнными на рис. 1, например чем отличается их размер и распределение в составе №2 от состава №7?

5. **Казанцева Наталья Васильевна**, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории «Аддитивных технологий» Федерального государственного учреждения Института физики металлов им. М.Н. Михеева, Уральского отделения Российской Академии наук, г. Екатеринбург.

Замечаний нет.

6. **Рева Виктор Петрович**, кандидат технических наук, доцент департамента промышленной безопасности Политехнического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет», г. Владивосток.

Замечания:

1. В автореферате не приведен количественный состав исходных материалов в зависимости от номера состава.

2. На рисунках микроструктур отсутствуют значения кратности увеличения изображения, что затрудняет оценку структуры и морфологии материалов.

3. Не совсем корректно приравнивать понятия: «...влияние *режима термической обработки* на показатель...» (см. «научная новизна» пункт 4) и «влияние *режима спекания* на...» (см. вывод №4).

4. Отсутствие в тексте автореферата раздела «соответствие диссертации паспорту специальности».

7. **Беляев Евгений Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов», г. Нижний Новгород.

Чеэрова Маргарита Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение, технологии материалов и термическая обработка металлов», г. Нижний Новгород.

Замечания:

1. Из автореферата не понятна методика определения девиации коэффициента трения. Однако эта методика очень важна, т.к. позволяет определить одно из ключевых эксплуатационных свойств.

2. Многие формулы, приводимые в автореферате, содержат экспериментальные значения микротвёрдости, однако нигде не приводится значение нагрузки при измерении и длительность её приложения, а в таблице 1 используется обозначение микротвёрдости, которое не предусмотрено ГОСТ 9460-76.

3. Параметры структурной организации напрямую связаны с размером зерна (средняя плотность границ зерна, относительная площадь структурных составляющих), поясните обоснованность их применения как альтернативу ГОСТированному параметру «размер зерна» или «балл зерна» по ГОСТ 5639-82.

4. Параметр средняя плотность границ напрямую связан с размером зерна, с уменьшением размера зерна (т.е., с ростом средней плотности границ) твёрдость повышается (рисунок 3 автореферата). Чем вот это соотношение отличается от соотношения Холла-Петча (чем меньше размер зерна, тем предел текучести выше).

Все отзывы положительные. В отзывах отмечены актуальность выбранной темы исследования, научная новизна работы, а также практическая значимость полученных результатов исследования для различных отраслей промышленности (машиностроение, судостроение, авиакосмическая техника и др.).

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов в области Материаловедения, наличием публикаций в соответствующей сфере исследований.

Выбор ведущей организации обусловлен известностью Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук достижениями в области материаловедения, в том числе исследованиями в области механики композиционных материалов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана экспериментальная методика прогнозирования физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных материалов, используемых для изготовления фрикционных вставок, в зависимости от состава компонентов.

Предложен оригинальный подход к оценке связи структурных показателей и физико-механических свойств композиционных материалов, используемых для изготовления фрикционных вставок.

Подтверждена возможность применения предложенной методики прогнозирования физико-механических и эксплуатационных характеристик композиционных материалов, используемых для изготовления фрикционных вставок, в практике,

введены новые параметры оценки эксплуатационных характеристик фрикционных материалов, работающих в составе муфты стрелочного электропривода: стойкость к износу и девиация коэффициента трения.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказана применимость методики, позволяющей определять выбор композиционного фрикционного материала с высокой стабильностью коэффициента трения по минимальному значению параметра – плотность границ структурных элементов, как показателя структурной организации материала, который может быть обеспечен определенным режимом термической обработки;

применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс современных методов исследования структуры материалов, физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных фрикционных материалов с применением новых экспериментальных методик;

изложены факторы, определяющие влияние состава на комплекс физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных фрикционных материалов;

раскрыта связь между показателем структурной организации, твердостью и относительной износостойкостью к механическому истиранию материала фрикционной вставки;

изучено влияние состава компонентов, используемых для изготовления материала фрикционной вставки, на стабильность значений коэффициента трения, имеющего важное значение в обеспечении надежного функционирования муфты сцепления;

получены регрессионные уравнения, устанавливающие связь между составом компонентов, показателями структурной организации и физико-механическими характеристиками материала фрикционной вставки.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

разработана методика прогнозирования физико-механических и

эксплуатационных характеристик композиционных материалов, используемых для изготовления фрикционных вставок, основанная на установленной связи между химическим составом компонентов, структурой и комплексом физико-механических свойств;

предложен и внедрён новый материал состава: SiO_2 – 5 %, BaSO_4 – 3 %, Cu – 15 %, C – 3,0 %, пластификатор – 1,0 %, железо – остальное, с улучшенными эксплуатационными характеристиками, используемый для изготовления фрикционных вставок в муфтах сцепления стрелочных электроприводов;

созданы конструкция из диска и фрикционной вставки для их использования в составе фрикционной муфты стрелочного электропривода, обеспечивающие необходимые эксплуатационные характеристики для их использования;

представлены методические рекомендации по разработке новых составов фрикционного материала, которые можно получать из регрессионных уравнений в зависимости от заданных показателей структурной организации, механических и эксплуатационных свойств;

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

результаты получены на современном высокоточном сертифицированном оборудовании, обработка экспериментальных данных проведена на базе компьютерных вычислительных комплексов, что обеспечило воспроизводимость результатов исследований;

теория построена на известных положениях материаловедения и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики применения фрикционных материалов в составе муфт стрелочных электроприводов, установлении взаимосвязи между составом, показателями микроструктуры и комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств;

использованы современные методики получения и обработки экспериментальных данных, в том числе статистические, обеспечивающие воспроизводимость и достоверность результатов исследований, их корректное сравнение;

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами, представленными в публикациях в открытых источниках;

Личный вклад соискателя состоит в: подготовке литературного обзора по теме диссертации, планировании и проведении экспериментальных исследований, анализе и интерпретации полученных результатов, формулировании научных положений и выводов, в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе.

Диссертационная работа охватывает основные вопросы сформулированной цели исследования и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается логичной структурой разделов диссертации, непротиворечивостью используемых методик и процедур, взаимосвязью полученных результатов и выводов.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Сульфат бария обладает высокой стабильностью до температур, превышающих температуру спекания композиционного материала. На чем основан довод о том, что на свойства композиционного материала могут оказывать влияние соединения, полученные из элементов, входящих в состав сульфата бария?

2. В состав материала входит железо, как основной элемент матрицы и углерод. Почему в работе матрицу называют железной, а не стальной?

Соискатель Афанасьева Анна Алексеевна ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертационная работа Афанасьевой Анны Алексеевны является законченной научно-квалификационной работой и отвечает требованиям, установленным пунктом 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям.

На заседании 17 марта 2023 г. диссертационный совет 24.2.316.01 принял решение присудить **Афанасьевой Анне Алексеевне** ученую степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение за новые научно-обоснованные технические и технологические решения и разработки, заключающиеся в установлении связей состава, показателей микроструктуры с комплексом физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных фрикционных материалов, а также в разработке нового композиционного фрикционного материала с повышенными показателями эксплуатационных свойств, применяемого во фрикционных муфтах стрелочных электроприводов в тяжелых условиях эксплуатации, и имеющие существенное значение для развития страны.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 8 докторов наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки), участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за 13, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного
совета, д.т.н., доцент



Ученый секретарь диссертационного
совета, к.т.н.

Э.А. Дмитриев

А.Е. Проценко

Дата оформления заключения 17 марта 2023 г.