

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.092.01 НА БАЗЕ  
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный  
технический университет»

ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ  
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 23 декабря 2016 г. № 10

О присуждении **Соколову Павлу Валерьевичу**, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка материала на основе концентратов и отходов горнорудного производства для получения порошковых проволок» по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) принята к защите 19 октября 2016 года, протокол № 5 диссертационным советом Д 212.092.01 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Комсомольский-на-Амуре государственный технический 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.).

Соискатель Соколов Павел Валерьевич, 1982 года рождения. В 2004 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», г. Хабаровск. В 2009 году закончил очную аспирантуру при ФГБОУ ВО ДВГУПС, работает ведущим инженером института дополнительного образования в ФГБОУ ВО «Дальневосточном государственном университете путей сообщения».

Диссертация выполнена в ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» г. Хабаровск, Министерства транспорта РФ.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Макиенко Виктор Михайлович, ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения», кафедра «Подвижной состав железных дорог», заведующий кафедрой.

**Официальные оппоненты:**

Гордиенко Павел Сергеевич, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации, ФГБУН «Институт химии» ДВО РАН, лаборатория защитных покрытий и морских коррозий, заведующий лабораторией;

Гостищев Виктор Владимирович, кандидат технических наук, ФГБУН «Институт материаловедения» Хабаровского научного центра ДВО РАН, лаборатория «Конструкционные и инструментальные материалы», старший

научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки, Институт машиноведения и металлургии, ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре, в своем положительном заключении, подписанном Сапченко Игорем Георгиевичем доктором технических наук, доцентом, заместителем директора по научной работе и утвержденным Бурениным Анатолием Александровичем член-корреспондентом РАН, доктором технических наук, профессором, директором, указала, что по своей актуальности, научной новизне, объёму выполненных исследований и практической значимости полученных результатов работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор Соколов Павел Валерьевич достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении).

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 11 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях 3, получено 1 свидетельство о регистрации программы для ЭВМ. Общий объём публикаций по теме диссертации 6,4 п. л., в т. ч. авторских - 3,2 п. л.; в т. ч. опубликованных в ведущих рецензируемых научных журналах и изданиях, определенных ВАК Минобрнауки РФ - 2 п. л., в т. ч. авторских - 1,3 п. л.; в сборниках научных трудов и материалах международных и всероссийских научных конференций - 4,4 п. л., в т. ч. авторских - 3,2 п. л.

Наиболее значимые работы соискателя:

1. Макиенко В.М., Соколов П.В., Перваков Д.Г. Исследование возможности использования отходов горнорудного производства Дальневосточного региона России для создания сварочных материалов используемых в строительстве и ремонте объектов железнодорожного транспорта // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2015. Т. 1. № 3 (23). С.100-110.

2. Макиенко В.М., Романов И.О., Баранов Е.М., Перваков Д.Г., Соколов П.В. Исследование влияния трехфазной косвенной дуги на формирование легированного покрытия // Упрочняющие технологии и покрытия. 2016. № 5 (137). С. 21-24.

3. Макиенко В. М., Соколов П.В., Перваков Д. Г., Романов И. О. Разработка наплавочной порошковой проволоки ильменито-карбонатно-флюоритного типа // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. 2016. № 2 (26). С.47-55.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

Отзывы на диссертацию:

Отзыв ведущей организации ФГБУН, Институт машиноведения и металлургии, ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре, подписанный доктором технических наук, доцентом, заместителем директора по научной работе

Игорем Георгиевичем Сапченко и утвержденном член-корреспондентом РАН, доктором технических наук, профессором, Бурениным Анатолием Александровичем. Отзыв положительный. Замечания: 1) Нет связи, разработанной автором методологической схемы с методами проведения исследований, представленных в диссертационной работе. 2) В диссертационной работе нет данных по исследованию прочности сцепления наплавленного и основного металла; 3) В работе не проведены исследования воздействия дуги с использованием разработанной порошковой проволоки и флюса в целях расширения возможности ее применения. 4) Не ясно, можно ли разработанную методику применять для создания материалов из минерального сырья других регионов?

Отзыв официального оппонента, доктора технических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки Российской Федерации, Гордиенко Павла Сергеевича. Отзыв положительный. Замечания: 1) Утверждение, что в сварочной ванне при взаимодействии с компонентами шлаковой системы происходит восстановление таких элементов как титана, циркония, бора, магния и алюминия с переходом их в жидкий металл, требует очень тщательного анализа для каждого элемента отдельно.

Отзыв официального оппонента, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника лаборатории «Конструкционные и инструментальные материалы», ФГБУН Института материаловедения Хабаровского научного центра ДВО РАН Гостищева Виктора Владимировича. Отзыв положительный. Замечания: 1) Недостаточен анализ литературных источников последних лет, в том числе публикаций зарубежных авторов; 2) Во второй главе результаты рентгенофазового анализа минеральных концентратов, используемых в качестве исходного сырья, мало информативны по причине отсутствия должного описания дифрактограмм в тексте. Обозначение фазовых линий на дифрактограммах выполнены очень мелким шрифтом, что затрудняет их прочтение; 3) Во второй главе раздел 2.4 «Исследование возможности обогащения титаномагнетитового шлиха» не относится к специальности «Материаловедение»; 4) Слабо раскрыта роль бора, как модифицирующего компонента. Экспериментально не подтверждено наличие боридов металлов, например  $TiB_2$ , в наплавленном покрытии.

Отзывы на автореферат:

1. Артемьева Владимира Петровича, д.т.н., профессора, Заслуженного деятеля науки Кубани, зав. кафедрой «Материаловедение и автосервис» Кубанского государственного технологического университета. Отзыв положительный. Замечаний нет.

2. Астаповой Елены Степановны, д.ф.-м.н., профессора кафедры естественных и общественных дисциплин Дальневосточного высшего общеобразовательного командного училища имени маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского. Отзыв положительный. Замечания: 1) В тексте автореферата есть орфографические ошибки: например, на странице 3 в третьем абзаце сверху написано «...минерально-сырьевой базы региона»; 2)

В автореферате на рисунке 7 изображены фрагменты структуры наплавленного металла, но нет описания; 3) На рисунках 3 и 4 не указаны единицы измерения интенсивности и угла рассеяния. Не совсем удачны названия рисунков. На рисунках изображены рентгеновские спектры титаномагнетитового шлиха и даолитового концентрата (зависимости интенсивности от угла рассеяния); 4) В таблице 3 на стр. 17 не указаны единицы измерения.

3. Бахматова Павла Вячеславовича, к.т.н., доцента, зав. кафедрой «Машиностроение и металлургия» ФГБОУ ВО «КнАГТУ». Отзыв положительный. Замечаний нет.

4. Васильева Николая Герасимовича, д.т.н., профессора, зам. директора по организационному развитию и управлению персоналом ПАО «ТрансКонтейнер». Отзыв положительный. Замечания: 1) Каким образом из многообразия местного минерального сырья автор выбирал компоненты смесей для порошковых проволок?; 2) Исходя из каких условий принята необходимость разработки порошковых проволок для определенной твердости наплавленного металла (НВ)?

5. Воронина Николая Николаевича, д.т.н., профессора кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения» Императора Николая II» МГУПС (МНИТ). Отзыв положительный. Замечания: 1) Позволяет ли разработанная программа определять состав шихты, которая обеспечит получение необходимых свойств в наплавленном металле отличными от разработанных, например коррозионностойких?; 2) имеются опечатки: например, в выводе 4 «...твердость наплавленного металла НВ 350 НВ; на стр. 15 - бал зерна 10-11, а в выводе 3-10-12.

6. Галимова Энгеля Рафиковича, д.т.н., профессора, Заслуженного деятеля науки Республики Татарстан, зав. кафедрой «Материаловедение, сварка и производственная безопасность» Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ. Отзыв положительный. Замечаний нет.

7. Громова Виктора Евгеньевича, д.ф.-м.н., профессора, Заслуженного деятеля науки РФ, зав. кафедрой естественнонаучных дисциплин имени профессора В.М. Финкеля. Отзыв положительный. Замечания: 1) Из автореферата неясно, какова статистика проведения исследований, т.к., в частности, на таблицах к рисункам 8 и 14 отсутствуют доверительные интервалы. Такое же замечание касается представленным в автореферате данным по твердости; 2) Нет информации о том, в ценах какого года приведен экономический эффект от использования результатов работы.

8. Еремина Евгения Николаевича, д.т.н., профессора, декана машиностроительного института, заведующего кафедрой «Машиностроение и материаловедение» и заведующий секцией «Оборудование и технология сварочного производств» Омского государственного технического

университета. Отзыв положительный. Замечания: 1) Не указан химический состав разработанных шлаковых систем.

9. Негоды Евгения Николаевича, к.т.н., профессора кафедры сварочного производства Инженерной школы ДВФУ. Отзыв положительный. Замечания: 1) Высокое значение твердости (500 НВ) имеет смысл при отдельно работающих деталях (ковши экскаваторов, валки прокатных станов ...), а при наплавке на одну из трущихся деталей (подвижной состав), по моему мнению, не целесообразно; 2) Автор в автореферате не указал, каким образом ему удалось избежать растрескивания в наплавленном металле, поскольку даже в литой, близкой по составу стали 150ХНМ, это явление является проблемой; 3) Фраза «...что свидетельствует о возможности образования карбидов и закалочных структур» (стр. 17) не корректна, поскольку карбиды, в том числе вторичный цементит, не только присущи заэвтектоидной стали, но их более равномерное распределение с целью улучшения механических свойств является основной задачей металловедения этих сталей.

10. Николаева Анатолия Ивановича, д.т.н., чл.-корр. РАН, Заслуженного деятеля науки РФ, Лауреата государственной премии РФ, профессора кафедры химии и строительного материаловедения Мурманского государственного технического университета, зам. директора ФГБУН Института химии и технологии редких элементов и минерального сырья Кольского научного центра РАН. Отзыв положительный. Замечания: 1) Из автореферата не совсем ясно насколько можно переносить полученные данные на иные сырьевые источники других регионов при условии, что содержание в них лимитируемых примесей не превышает допустимого; 2) При разработке порошковых проволок автор использовал титаномагнетит, содержащий ильменит. Более простым продуктом является рутиловый концентрат; 3) Использование техногенных минеральных отходов и рудных продуктов осложняется непостоянством их состава. Поэтому в мировой практике предпочтение при выборе компонентов сварочных материалов отдается минеральным концентратам и продуктам их переработки.

11. Радченко Михаила Васильевича, д.т.н., профессора, зав. кафедрой «Малый бизнес сварочном производстве им. лауреата Ленинской премии В.Г. Радченко». Отзыв положительный. Замечания: 1) Не указано во сколько слоев и на каких образцах выполнялась наплавка для определения химического состава и механических свойств; 2) Не указана ударная вязкость наплавленного металла при отрицательной температуре эксплуатации; 3) В таблице 3- «Химический состав наплавленного металла» указано содержание серы в наплавке равное 0,075%, что превышает практически в 2 раза допустимое значение по ГОСТ 26101-84 «Проволока порошковая наплавочная. Технические условия».

12. Раубы Александра Александровича, д.т.н., профессора кафедры «Технология транспортного машиностроения и ремонта подвижного состава» ФГБОУ ВО Омского государственного университета путей сообщения (ОмГУПС (ОмИИТ)). Отзыв положительный. Замечания: 1) На с.

4 температура восстановления титана и бора приводится по Кельвину, а на с.8 по Цельсию; 2) Из автореферата не ясно как определялся коэффициент износостойкости.

13. Слепцова Олега Ивкентьевича, д.т.н., профессора, зав. отделом «Технологий сварки и металлургии ФГБУН «Институт физико-технических проблем Севера им. В.П. Ларионова» СО РАН. Отзыв положительный. Замечания: 1) В объеме автореферата не приводится методика отбора проб минерального сырья из отходов горнодобывающих предприятий; 2) Автор утверждает, что наплавленные слои получены с помощью двух видов порошковых проволок, обеспечивающие различные механические свойства наплавленного металла. Но в автореферате под структурными снимками не указано, какими видами проволок получены те или иные снимки.

14. Смирнова Александра Николаевича, д.т.н., профессора, директора ООО «Кузбасский центр сварки и контроля». Отзыв положительный. Замечания: 1) В автореферате не указаны свойства наплавленных покрытий замков автосцепок; 2) Нет данных о натуральных испытаниях наплавленных замков.

Выбор официальных оппонентов обосновывается высокой квалификацией специалистов, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации; выбор ведущей организации обусловлен широкой известностью ФГБУН ДВО РАН «Институт машиноведения и металлургии», г. Комсомольск-на-Амуре, достижениями в различных отраслях науки, в том числе в материаловедении.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**разработан и научно обоснован** новый подход к получению материалов на основе многокомпонентного минерального сырья, содержащего оксиды легирующих элементов для получения сварочно-наплавочных материалов для обеспечения высоких свойств формируемых покрытий с позиции обеспечения эксплуатационной надежности деталей и узлов подвижного состава.

**предложена и экспериментально подтверждена** гипотеза о возможности использования многокомпонентного минерального сырья, в том числе концентратов и отходов горнорудного производства для получения сварочно-наплавочных материалов.

**доказано**, что применение Дальневосточного сырья может заменить использование дорогостоящих концентратов в производстве сварочно-наплавочных материалов при сохранении требуемых сварочно-технологических характеристиках и высоких эксплуатационных свойствах формируемых покрытий. Кроме того предложенный подход к получению новых материалов позволяет значительно сократить объем экспериментальных исследований.

**введено** понятие порошковой проволоки ильменито-карбонатно-флюоритного типа, содержащей в своем составе ильменитовое сырье.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

получены данные закономерностей восстановления легирующих элементов из многокомпонентного сырья в наплавленном металле при воздействии электродугового процесса и электрошлакового переплава и влияния их концентраций на эксплуатационные свойства формируемых покрытий;

результативно использован материаловедческий подход к совершенствованию материалов, рассматривающий систему «материал – технологический процесс – свойства – эксплуатация» как единое целое и предусматривающий выбор значимых параметров технологических процессов с учетом неоднородности и многокомпонентности исходного сырья;

**изложены** этапы методологии получения сварочно-наплавочных материалов из многокомпонентного сырья, в которой весь цикл получения материалов, начиная от его назначения до рабочей технологии получения включает такие этапы как: выбор, исследование и подготовка сырья; термодинамический анализ; разработка шлаковой системы; анализ состава, структуры и свойств материала; опытно-сравнительные испытания.

**раскрыты** особенности использования датолитового концентрата и титаномагнетитового шлиха в шлаковых системах порошковой проволоки и влияния воздействия электродугового процесса на формирования свойств наплавленного металла в зависимости от состава шихты порошковых проволок.

**изучены** особенности макро – и микромеханического поведения феррито–перлитной структуры различной степени дисперсности при различных воздействиях; условия регулирования деформационно-термических технологических параметров для повышения прочности, износостойкости и ударной вязкости.

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

**разработан** прогрессивный технологический процесс получения сварочно-наплавочных материалов из местного минерального сырья и отходов горнорудного производства, реализация которого позволяет значительно снизить себестоимость материалов и производства сварочно-наплавочных работ.

**определены** перспективы практического применения получения материалов на основе местного многокомпонентного сырья для ремонта и восстановления деталей и узлов подвижного состава, с целью обеспечения высоких показателей твердости, износостойкости и ударной вязкости формируемых покрытий.

**создана** система практических рекомендаций использования полученных математических зависимостей и диаграмм влияния состава шихты порошковых проволок на свойства формируемых покрытий при электродуговом процессе, с использованием сырья, содержащего неоднородный состав легирующих компонентов, в том числе находящихся в виде оксидов.

**представлены** рекомендации для более высокого уровня организации производственного процесса сварочно-наплавочных материалов на основе концентратов и отходов горнорудного производства, содержащих оксиды легирующих элементов, что позволит использовать многокомпонентное минеральное сырье без глубокой технологической переработки и выделения легирующих элементов в чистом виде.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**для экспериментальных работ** – результаты получены с применением сертифицированного оборудования и измерительных приборов в аккредитованных лабораториях; аналитические исследования выполнены с использованием современных методов исследования; воспроизводимость результатов исследования показана в различных условиях.

**теоретическое обоснование** перспективности примененного подхода к созданию сварочно-наплавочных материалов построено на известных положениях влияния воздействия электродугового процесса на ход химических преобразований в сварочной ванне, на положениях материаловедения, термодинамики, физики металлов, металлографии, а также публикациях зарубежных и отечественных ученых по направлению исследования.

**идея базируется** на обобщении передового опыта создания сварочно-наплавочных материалов и исследовании влияния состава шихты на структуру и свойства наплавленного металла.

**использованы** возможности комбинирования компонентов шихты порошковой проволоки, содержащей легирующие элементы, в частности бор, титан, марганец, хром в различных массовых соотношениях, что позволило обеспечить высокие сварочно-технологические характеристики и качество формируемых покрытий, при этом достигается значительный экономический эффект за счет применения местного сырья.

**установлено**, что разработанные порошковые проволоки не уступают аналогам по сварочно-технологическим характеристикам, при обеспечении требуемых показателей твердости наплавленного металла согласно нормативным документам по ремонту подвижного состава. При этом обеспечивается высокая износостойкость и ударная вязкость формируемых покрытий.

**использованы** современные методики сбора и обработки исходной информации, в том числе статистической, обеспечивающие воспроизводимость и достоверность результатов исследований.

**Личный вклад соискателя** состоит в непосредственном участии в постановке целей и задач исследования, в получении экспериментальных данных и их интерпретации, в обобщении полученных результатов, формулировании научных положений и выводов, которые выносятся на защиту. Соискатель лично участвовал в апробации результатов исследования и подготовке основных публикаций по выполненной работе, что подтверждается участием в международных и российских конференциях.



Диссертация Соколова Павла Валерьевича является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных исследований научно обоснованы новые технические и технологические решения по разработке материала на основе концентратов и отходов горнорудного производства Дальневосточного региона для получения наплавочных порошковых проволок обеспечивающих высокие механические и эксплуатационные свойства формируемых покрытий внедрение которых вносит значительный вклад для развитие страны.

На заседании «23» декабря 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить **Соколову Павлу Валерьевичу** учёную степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 10 докторов наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (в машиностроении) и 7 докторов наук по специальности 05.02.07 – Технология и оборудование механической и физико-технической обработки, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 18, против - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель  
диссертационного совета

Ученый секретарь  
диссертационного совета



О. Ю. Еренков

А. И. Пронин

23.12.2016 г.