Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
Институт машиноведения и металлургии
Дальневосточного отделения
Российской академии наук
(ИМиМ ДВО РАН)
ул.Металлургов, д.1,
г.Комсомольск-на-Амуре,681005
Тел./факс: (4217) 54-95-39
E-mail: mail@imim.ru,http://www.imim.ru
ОКПО 35295500,ОГРН 1022700523570
ИНН/КПП 2727000455/270301001

№ _____

На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор ИМиМ ДВО РАН,
Доктор физико-математических наук,
член-корреспондент РАН
_____А.А. Буренин
«05» декабря 2016 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу **Соколова Павла Валерьевича** «Разработка материала на основе концентратов и отходов горнорудного производства для получения порошковых проволок», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - «Материаловедение (в машиностроении)»

Актуальность работы. Создание новых материалов на основе концентратов и отходов горнорудного производства в условиях необходимости импорт замещения является важной народнохозяйственной задачей. Особенно актуальным данное направление является для Дальневосточного региона, имеющего большие запасы минерального сырья, содержащего дорогостоящие легирующие элементы (вольфрам, бор, титан, цирконий и другие), необходимые для получения качественных сварных соединений и формируемых покрытий.

В диссертационной работе решается проблема использования минерального сырья Дальневосточного региона без глубокой технологической переработки для изготовления сварочных порошковых проволок, что значительно уменьшит стоимость получаемых материалов.

Таким образом, исследования, приведенные в диссертационной работе, являются полезными, а их актуальность очевидной.

Научная новизна. Автором диссертационной работы выполнены термодинамический расчет и проведен анализ физико-химических процессов электродуговой сварки, установлена возможность использования концентратов исходного сырья в качестве наполнителя порошковой проволоки. Электродуговой процесс инициирует восстановление из концентрата легирующих элементов, выделение двуокиси углерода и других веществ. Установлено, что при температуре от 5700 до 6300 К происходит восстановление титана и бора. Их взаимодействие с углеродом приводит к

смещению термодинамических процессов в область более низких температур (2300-2400 К).

Выявлены закономерности восстановления титана и бора из титаномагнетитового шлиха и датолитового концентрата в электродуговом и электрошлаковом процессах. Так, максимальное содержание титана 0,41% в наплавленном металле достигается при соотношении титаномагнетитового шлиха к графиту 8/2, а максимальное содержание бора 0,022% в наплавленном металле - при соотношении датолитового концентрата к графиту 9/1.

Получены уравнения регрессии и построены диаграммы, позволяющие прогнозировать состав шихты порошковых проволок в зависимости от требуемых свойств формируемых покрытий (твердость, износостойкость и ударная вязкость).

Результаты исследований, полученные при выполнении работы, привносят значительный вклад в практическое материаловедение. Полученные новые знания могут быть использованы в учебном процессе при подготовке специалистов высшей квалификации.

Практическая значимость работы. По результатам исследований создана шлаковая система ильменит-карбонатно-флюоритового типа на основе Дальневосточного минерального сырья, обеспечивающая высокие сварочно-технологические свойства (возбуждение, стабильность и эластичность горения дуги, отделение шлаковой корки) и качество формируемых покрытий (минимальная пористость и зернистость) за счет оптимального сочетания компонентов в составе шихты: гранодиорит - 8%; флюорит - 5%; мрамор - 37 %; бадделеит - 1 %; ферромарганец - 10 %; ферросилиций - 7 %; титаномагнетитовый шлих - 27,5 %; датолитовый концентрат - 4,5 %.

Разработана технология изготовления порошковых проволок ильменит-карбонатно-флюоритового типа из концентратов и отходов горнорудного производства Дальневосточного региона для восстановления деталей подвижного состава следующих марок:

- ПП-Нп-40ХГ-Т-С-2,8 - обеспечивающая твердость наплавленного металла 350 НВ при ударной вязкости 47 Дж/см^2. Состав шихты порошковой проволоки: гранодиорит - 2,4 %; флюорит - 1,5 %; мрамор - 11,1 %; бадделеит - 0,3 %; ферромарганец - 38 %; ферросилиций - 2,1 %; титаномагнетитовый шлих - 8,25 %; датолитовый концентрат - 1,35 %; графит - 3 %; феррохром - 32 %;

- ПП-Нп-130ХГ-Т-С-2,8 - обеспечивающая твердость наплавленного металла 500 НВ при ударной вязкости 30 Дж/см^2. Состав шихты порошковой проволоки: гранодиорит - 2,4 %; флюорит - 1,5 %; мрамор - 11,1 %; бадделеит - 0,3 %; ферромарганец - 32 %; ферросилиций - 2,1 %; титаномагнетитовый шлих - 8,25 %; датолитовый концентрат - 1,35 %; графит - 13 %; феррохром - 28 %.

Разработанные порошковые проволоки не уступают аналогам по сварочно-технологическим характеристикам, при этом их стоимость на 30 % ниже типовых.

Разработана программа ЭВМ для расчета регрессионных зависимостей и построения диаграмм «состав-свойство» на симплексной решётке четвертого порядка, позволяющая сократить время статистической обработки данных, полученных при проведении экспериментальных исследований по созданию порошковых проволок. (Свидетельство № 2016618684 от 05.08.2016).

Результаты исследований и разработанные при выполнении диссертационной работы технологии имеют большое практическое значение для машиностроительных предприятий Дальневосточного региона и могут быть внедрены в производство.

Оценка достоверности результатов. Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и результатов диссертационной работы **Соколова П.В.** подтверждаются использованием широко апробированных методов испытаний, сертифицированных средств измерений и испытательного оборудования данными, а также положительными результатами эксплуатационных испытаний.

Структура и содержание работы. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, списка литературы и приложений. Содержит 155 страниц основного текста, включая 81 таблицу, 78 рисунков и список литературы из 146 наименований.

Во введении обоснована актуальность научных исследований, сформулирована цель и определены задачи работы. Показана научная новизна, практическая значимость и апробация полученных результатов.

Первая глава посвящена аналитическому обзору современного состояния вопроса создания порошковых проволок, показаны особенности термодинамических и физико-химических процессов при производстве сварочно-наплавочных работ порошковыми проволоками, а также проведен обзор минерального сырья, используемого при производстве сварочно-наплавочных материалов.

Во второй главе приведены методологическая схема, и алгоритм получения порошковой проволоки на основе концентратов и отходов горнорудного производства. Представлена методика экспериментальных исследований, дано описание оборудования, методов исследования, а также материалов, используемых при создании порошковых проволок. Приведены результаты анализа фазового и химического составов используемых материалов. Дополнительно были проведены исследования по обогащению титаномагнетитового шлиха как компонента шихты порошковой проволоки в целях определения влияния на свойства формируемых покрытий.

В третьей главе дано обоснование выбора компонентов, шихты, выполнен термодинамический расчет возможных реакций. Проведены предварительные эксперименты по исследованию физико-химических

процессов при воздействии дуги и электрошлакового переплава на минеральное сырье. Определены закономерности перехода легирующих элементов исследуемого сырья в наплавленный металл. Проведены экспериментальные исследования по созданию шлаковой системы. Основными компонентами данной шлаковой системы являлись концентраты и отходы горнорудного производства Дальневосточного региона.

Четвертая глава посвящена созданию наплавочных порошковых проволок на основе разработанной шлаковой системы, приведены результаты исследований структуры, состава и свойств наплавленного металла. Следует отметить, что наплавочные порошковые проволоки разрабатывались в соответствии с требованием инструкций по ремонту железнодорожного транспорта.

В пятой главе рассмотрены вопросы экономической эффективности процесса производства и применения, порошковых проволок с наполнителем из концентратов и отходов горнорудного производства, приведены результаты испытания разработанных порошковых проволок в условиях эксплуатации.

В выводах изложены основные положения и рекомендации, полученные при выполнении диссертационной работы.

Замечания по диссертационной работе:

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?

Высказанные замечания не снижают общей оценки проделанной работы и не умоляют значимости полученных научных результатов, ее практической ценности.

Диссертационная работа в полной мере характеризует **Соколова Павла Валерьевича** как высококвалифицированного специалиста, способного грамотно формулировать цели исследований, успешно решать экспериментальные задачи и проводить научную работу по изучению технологических особенностей получения материалов с требуемыми свойствами.

Автореферат диссертации отражает основное содержание проведенных научных исследований, т.е. содержание диссертации. Полученные научные результаты в полной мере опубликованы в

рецензируемых изданиях рекомендуемых ВАК и представлены на научных конференциях.

Таким образом, диссертационная работа **Соколова Павла Валерьевича** «Разработка материала на основе концентратов и отходов горнорудного производства для получения порошковых проволок» является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной народнохозяйственной задачи - использование минеральных ресурсов Дальневосточного региона в технологических процессах сварочного производства, имеющей значение для развития отрасли знаний «Материаловедение в машиностроении». Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор **Соколов Павел Валерьевич** заслуживает присуждение степени кандидата технических наук по специальности 05.16.09 - «Материаловедение (в машиностроении)».

Отзыв обсужден на заседании Ученого совета ИМиМ ДВО РАН « 11 » ноября 2016 г. протокол № 11.

Отзыв составил
заместитель директора по научной работе
ИМиМ ДВО РАН, доктор технических наук,
доцент Игорь Георгиевич Сапченко
« 10 » ноября 2016г.

Подпись Сапченко И.Г. удостоверяю _____А.А.Буренин