

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА**

**Д 218.010.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РОСЖЕЛДОР)**

**по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**

**аттестационное дело №**

**решение диссертационного совета от 28.12.2015 г., № 6**

**О присуждении Буклакову Андрею Геннадьевичу, Россия, ученой степени кандидата технических наук.**

Диссертация «Триботехнические характеристики композиционного материала с карбидом титана для вооружения опорно-центрирующих устройств (ОЦУ)» по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах» принята к защите 23.10.2015 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 218.010.02 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (РОСЖЕЛДОР, 344038 г. Ростов-на-Дону, пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, д. 2. Приказ Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.).

Соискатель Буклаков Андрей Геннадьевич, 1988 года рождения, в 2011 году окончил государственное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.Губкина». В 2014 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.Губкина» (ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина). Работает в должности старшего преподавателя кафедры «Трибология и технологии ремонта нефтегазового оборудования» ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа имени И.М.Губкина» с 2014 г. по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре «Трибология и технологии ремонта нефтегазового оборудования» в ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Елагина Оксана Юрьевна, заведующий кафедрой «Трибология и технологии ремонта нефтегазового оборудования» ФГБОУ ВО РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина.

Официальные оппоненты:

- Куксенова Лидия Ивановна – доктор технических наук, профессор, заведующая лабораторией методов и технологий упрочнения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Институт машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук» (ИМАШ РАН);

- Мордынский Виталий Брониславович – кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела плазменных процессов в энергетике Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Объединенный институт высоких температур РАН» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка» (ФГБНУ ГОСНИТИ), в своем положительном заключении, подписанным заведующим лабораторией №21 ФГБНУ ГОСНИТИ кандидатом технических наук Ауловым Вячеславом Федоровичем и утвержденном директором ФГБНУ ГОСНИТИ доктором технических наук, профессором Соловьевым С.А., отметила, что работа Буклакова А.Г. является законченной научно-квалификационной работой, направленной на создание композиционного материала с улучшенными триботехническими свойствами для оснащения опорно-центрирующих устройств и вносит определённый вклад в развитие отрасли по бурению скважин. На основании вышеизложенного Буклаков Андрей Геннадьевич заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 «Трение и износ в машинах».

Соискатель имеет 9 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 2 работы, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 2 работы:

1. Разработка нового композиционного материала на железной основе с регулируемой температурой агрегатного перехода / Мурадов А.В., Елагина О.Ю., Прягаев А.К., **Буклаков А.Г.** // Перспективные материалы. 2011. №13. С.116-121
2. Износостойкие материалы для упрочнения деталей, работающих в условиях высокоскоростного сухого трения без смазки/ Елагина О.Ю., Некипелов В.С., Слободянников Б.А., **Буклаков А.Г.** // Управление качеством в нефтегазовом комплексе. 2012. №4. С.26-29

Основные положения диссертации обсуждались на 6 международных и всероссийских конференциях и семинарах, среди которых:

1. 12-я научно-практическая конференция «Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макроуровня», г. Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 13-16 апреля 2010г.
2. 64-я международная научно-студенческая конференция «Нефть и газ-2010», г. Москва РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 12-15 апреля 2010 г.
3. VIII Всероссийская научно-техническая конференция «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России» г. Москва, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 01-03 февраля 2010 года
4. 65-я международная научно-студенческая конференция «Нефть и газ - 2011», г. Москва РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 11-14 апреля 2011 г.
5. Девятая Всероссийская конференция молодых ученых, специалистов и студентов «Новые технологии в газовой промышленности», г. Москва, РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 4-7октября 2011 г.
6. III Международная конференция «Кристаллофизика и деформационное поведение перспективных материалов» 10-12 ноября 2013 г. г. Москва, МГТУ им. Н. Баумана.

В работах отражены основные результаты исследования свойств нового композиционного материала с улучшенными триботехническими свойствами в разных условиях трения.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

**Ведущей организацией** – ФГБОУ «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка» (ФГБНУ ГОСНИТИ), отзыв подписан заведующим лаборатории №21, ФГБНУ ГОСНИТИ к.т.н. Аоловым В.Ф. Подпись утвердил директор ФГБНУ ГОСНИТИ, д.т.н., профессор Соловьев С.А. Отзыв положительный. Замечания.

1. К сожалению, результаты выполненных исследований по созданию композиционных материалов, с разработкой необходимой оснастки не внедрены в производство по бурению скважин.

2. В работе отсутствует раздел о технико-экономическом обосновании результатов исследований.

3. В задачи исследования входило (пункт 1) «Разработка композиционного материала с улучшенными триботехническими характеристиками, сочетающими высокий уровень износостойкости и пониженные значения коэффициента трения при скольжении по монолитному абразиву». В диссертационной работе отсутствуют исследования по получению коэффициента трения для композиционных покрытий при скольжении.

4. В работе отсутствует заключение по выполненным исследованиям, но следует отметить, что по каждой главе есть выводы и имеются общие выводы в автореферате.

**Отзыв официального оппонента** – д.т.н., профессора Л.И. Куксёновой (ФГБУН «Институт машиноведения им. А. А. Благонравова Российской академии наук»). Отзыв положительный. Замечания: 1. Замечание по оформлению работы. Первое: «Введение» заменено общей характеристикой работы и не отражает научно-технического состояния проблемы для исследуемой автором области и обоснования актуальности цели и задач диссертационной работы. Второе: отсутствуют общие выводы по работе, а частные выводы по главам 2 и 3 не могут заменить общего заключения и выводов по работе в целом с соответствующим к ним требованиям.

2. Износостойкость является структурно-чувствительной характеристикой механических свойств материала. К сожалению, автор по тексту диссертационной работы использует это понятие применительно к рабочим элементам, что не вполне корректно.

3. Автор использует разнообразные методики металлофизического исследования структуры разработанного материала. Из комплекса параметров явно видны характеристики, которые могли бы служить структурными триботехническими критериями материала и средством управления характеристиками механических свойств применительно к условиям абразивного изнашивания. Они могли бы органично

войти в методологию разработки материала триботехнического назначения. Это указывает на то, что возможности используемой автором приборной техники реализованы далеко не полностью.

**Отзыв официального оппонента** – к.т.н., с.н.с. – В.Б. Мордынского (ФГБУН «Объединённый институт высоких температур Российской академии наук»). Отзыв положительный. Замечания: 1. Из опубликованных 10 работ (автореферат, стр. 24) в журналах списка ВАК ни на одну из них нет ссылок в диссертации при изложении соответствующих результатов.

На автореферат поступило 8 отзывов. Все отзывы положительные

**1. Отзыв** к.т.н., заместителя генерального директора по науке и инновационной деятельности АО «РИТЕК» Дарищева В.И. Замечания: 1. Почему при трении без подачи бурового раствора на узел трения алмазный композиционный материал показывает меньшую удельную эффективность разрушения абразива, чем ВК8, а в присутствии бурового раствора удельная эффективность его работы резко повышается.

**2. Отзыв** д.т.н. главного научного сотрудника АО «Газпром промгаз» Ставровского Е.Р. Замечания: 1. Почему в качестве упрочняющей фазы был выбран именно карбид титана, а не рассмотрены также такие высокотвердые материалы как карбид ниobia или тантала и нитрид бора.

**3. Отзыв** д.т.н. проф., ведущего научного сотрудника кафедры Обработка металлов давлением(ОМД), Национального исследовательского технологического университета «МИСиС» Радюка А.Г. Замечания. 1. В каких случаях работы ОЦУ возможен режим сухого трения?

**4. Отзыв** к.т.н. старшего научного сотрудника ФГБУН «Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН» Е.Е. Ашкинази. Замечания: 1. Как распределяется энергия при трении образца о поверхность абразивного круга, хотя выполнена регистрация температуры в зоне контакта с помощью тепловизора.

**5. Отзыв** д.ф-м.н. заместителя директора по научной работе ФГБУН «Институт металлургии и материаловедения им. А. А. Байкова РАН» Симакова С.В. Замечания: 1. Возможно ли формирование рабочего слоя зубков вооружения с применением разработанного материала другими технологическими методами, кроме спекания.

**6. Отзыв** к.т.н., доцента кафедры высокоэффективных технологий обработки, ФГБОУ ВО МГТУ «СТАНКИН» Тарасовой Т.В. Замечания: нет

**7. Отзыв** д.т.н., профессора кафедры «Технология нефтяного аппаратостроения» Уфимского государственного технического университета Бугая Д.Е. Замечания: 1. Нет убедительного обоснования причины того, что наименьший коэффициент трения обеспечивается именно составами с 30 и 40 % карбида титана.

**8. Отзыв** к.т.н., доцента кафедры «механика и приборостроение» ФГБОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения» Коротаева Б.В. Замечания: 1. Каким способом определялась значимость различных факторов на «полноту спекания образца»? Каковы вероятностные оценки или они носят экспертный характер? 2. Какой индентор применялся при исследовании силы трения в зависимо-

сти от нагрузки, с какой точностью определялась сила трения? 3. Каким способом определялась прочность сцепления спечённого слоя со стальной подложкой? 4. Каким прибором определялась твёрдость образцов методом Виккерса и при какой нагрузке (твёрдость методом Виккерса измеряется не «в единицах Виккерса», а в единицах давления).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их непосредственной причастностью к специальности, по которой происходила защита диссертации, наличием опыта работы в области трения и изнашивания, наличием ученых степеней и правилами положений ВАК Минобрнауки.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований**

**– разработан** новый износостойкий экономичный композиционный материал с упрочнением 30-40 % карбида титана и чугунной матрицей с Cr-Ni-B-Si-системой легирования для условий абразивного изнашивания, обеспечивающий износостойкость и удельную эффективность разрушения абразива, сопоставимую с твердыми сплавами на основе карбида вольфрама;

**-предложено** использовать разработанный материал для изготовления элементов вооружения опорно-центрирующих устройств;

**-доказана** перспективность использования разработанного композиционного материала в качестве вооружения опорно-центрирующих устройств, поскольку экспериментальная оценка триботехнических свойств композиционного материала с упрочнением карбидом титана показала снижение потерь мощности на трение по монолитному абразиву на 20-25 % ниже аналогичных величин для твердого сплава и на 80-100 % ниже, чем у алмазосодержащей композиции при 20-40 % снижении температуры разогрева в зоне контакта;

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что** на основе анализа полиграфических разрезов диаграмм состояния Fe-TiC, Fe-C-Ti, расчета термодинамических характеристик углерода и титана в твердом растворе на основе железа и в карбиде титана показана возможность использования TiC к качестве упрочняющей фазы в композиционных материалах с матрицей на основе железа с сохранением его износостойких характеристик. С использованием расчетных зависимостей температуры плавления высоколегированных сплавов на основе железа и полиграфических разрезов системы Fe-C-Cr обоснованы диапазоны легирования высокоуглеродистой матрицы на основе железа, позволяющие снизить ее температуру плавления до температур, предотвращающих растворение карбида титана.

**Применительно к проблематике диссертации результативно**

**- использован** расчетный подход для выбора системы легирования матрицы на железной основе при создании износостойкого композиционного материала с упрочнением карбида титана, разработана методика и проведены экспериментальные исследования по регистрации эндотермической площадки кристаллизации расплава на кривой охлаждения; в работе был выполнен расчетно-экспериментальный анализ

влияния параметров спекания на формирование композиционного материала с требуемыми износостойкими характеристиками;

- **изложены** доказательства, что композиционные материалы с высоколегированной чугунной матрицей и 30-40% TiC могут заменять твердые сплавы, обеспечивают равную износостойкость и удельную эффективность разрушения абразива при существенно меньшей себестоимости изготовления;

- **раскрыт** характер зависимости между общим количеством подведенной тепловой энергии и эксплуатационными характеристиками формируемого износостойкого слоя. Последующая математическая обработка позволила получить формулу для расчета удельной тепловой мощности, которую необходимо затратить на спекание единицы объема шихты. С ее помощью был найден диапазон значений удельной тепловой мощности, обеспечивающий формирования сплошного износостойкого слоя из разрабатываемого композиционного материала.

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

- **разработаны:** новый композиционный материал с упрочнением карбидом титана и высокоуглеродистой высоколегированной матрицей на железной основе, обеспечивающий сочетание высокого уровня износостойкости при трении по монолитному абразиву с низкими потерями мощности на трение; оснастка и определены режимы спекания, обеспечивающие изготовление зубков вооружения опорно-центрирующих устройств, позволяющие получить готовое изделие за минимальное время и без дополнительной механической обработки;

- **определенны** параметры формирования износостойкого рабочего слоя зубков вооружения с использованием композиционного материала с упрочнением карби-дом титана, обеспечивающие износостойкость при трении по монолитному абразиву на уровне вольфрамсодержащих твердых сплавов;

- **создана** новая конструкция калибратора с комбинированным типом вооружения на основе нового износостойкого композиционного материала с упрочнением карбида титана, обеспечивающая равномерный износ вооружения и повышенную эффективность работы при бурении по твердым и крепким породам;

- **представлен** новый метод изготовления вооружения калибраторов и новое конструктивное исполнение их рабочей части.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что:**

- **теория** построена на известных закономерностях и расчетных зависимостях, проверяемых данных и фактах;

- **идея базируется** на основных закономерностях термодинамики фазовых переходов;

- **использованы** апробированные методики проведения исследований и обработка экспериментальных данных.

**Личный вклад соискателя состоит в:**

- в разработке нового подхода и концепции создания вооружения опорно-центрирующих устройств бурового оборудования;
- в разработке методики и проведении экспериментальных исследований по созданию металлосвязки на железной основе с низкой температурой плавления и высокими триботехническими характеристиками;
- в разработке расчетно-экспериментальной методики оценки влияния параметров спекания на формирование рационального температурного диапазона спекания, обеспечивающего минимальную пористость композиционного материала, низкую растворимость карбидной фазы и высокие износостойкие свойства;
- в проведении сравнительного анализа эксплуатационных характеристик зубков из опытных композиционных материалов с упрочнением карбидом титана с традиционными материалами, применяемыми для вооружения ОЦУ

**Диссертация охватывает** основные вопросы поставленных научных задач и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, корректной постановкой цели и задач исследования; строгостью теоретического обоснования и проведением практических испытаний разработанных методов.

На заседании 28.12.2015 г. диссертационный совет пришел к выводу о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой решена задача создания композиционного материала с улучшенными триботехническими свойствами для повышения эффективности эксплуатации опорно-центрирующих устройств с комбинированным типом вооружения, и принял решение присудить Буклакову Андрею Геннадьевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 8 докторов наук по специальности 05.02.04, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя диссертационного совета Д 218.010.02 д.т.н., профессор

В.В. Шаповалов

Ученый секретарь диссертационного совета Д 218.010.02 д.т.н., профессор

П.Н. Щербак