

О Т З Ы В

официального оппонента доктора технических наук, профессора
Куксеновой Лидии Ивановны на диссертационную работу
Буклакова Андрея Геннадьевича «Триботехнические характеристики
композиционного материала с карбидом титана для вооружения опорно-
центрирующих устройств (ОЦУ)», представленную на соискание ученой
степени кандидата технических наук
по специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах»

Повышение ресурса, надежности и безопасности эксплуатации работы опорно-центрирующих устройств в условиях комплексного характера бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин, сочетающего перемещение по стволу скважины с интенсивным породообразующим воздействием, является одной из наиболее актуальных задач добывающих отраслей машиностроения. Решение этой задачи связано с обеспечением низкого уровня тепловыделения при трении, высокой износостойкости и эффективностью разрушения породы. Выполнение этих условий приобретает особую актуальность в условиях асимметричных нагрузок, характерных для формирования наклонно-направленных и горизонтальных скважин. Это вопросы фрикционного материаловедения, и их решение сопряжено с фундаментальными задачами трибологии, большим и разноплановым объемом теоретических и экспериментальных исследований. Глубокое понимание проблемы и ее актуальности позволили автору четко сформулировать цель и задачи работы – создание композиционного материала с требуемым уровнем триботехнических характеристик для повышения эксплуатационных параметров опорно-центрирующих устройств при бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, списка использованных источников информации и изложена на 143 страницах. Краткий итог сформулирован в тексте по главе 1; по главам 2 и 3 в тексте работы даны краткие выводы. Диссертация содержит 80 рисунков, 25 таблиц, 109 литературных источников. По материалам диссертации опубликовано 9

научных статей в отечественных и зарубежных изданиях, которые в достаточной степени раскрывают основное содержание диссертационной работы. Результаты исследований неоднократно докладывались автором на научных конференциях, в том числе и международных, и поэтому известны специалистам, работающим в области фрикционного материаловедения. Содержание автореферата отражает результаты исследования, научные положения, выводы и рекомендации, изложенные в диссертации.

Первая глава содержит анализ основных существующих конструктивных решений для опорно-центрирующих устройств. Отмечается, что особенно важную калибрующую и стабилизирующую роль по предотвращению искривления ствола скважины калибраторы выполняют при бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин. Отмечается важность и актуальность проблемы повышения долговечности этих устройств, в решении которой ведущая роль отводится износостойкости материалов, из которых они изготовлены. Описаны состав и свойства наиболее распространенных ком позиционных материалов. На основе этого обобщения сделан вывод, что карбидостали можно отнести к износостойким композиционным материалам для условий эксплуатации, когда основным механизмом изнашивания является абразивный. Этот вывод и обосновал основную цель работы – создание композиционного материала для опорно-центрирующих устройств на основе чугуна с добавлением карбида титана.

Вторая глава рассматривает задачу, связанную с разработкой композиционного материала триботехнического назначения для опорно-центрирующих устройств. В качестве основы выбран высоколегированный чугун, упрочненный включениями карбида титана. Основное внимание диссертантом было уделено решению задачи сохранения карбида титана в расплаве в исходном состоянии, что достигалось регулированием температуры плавления матрицы на железной основе путем подбора легирующего состава и технологических параметров спекания. Первая часть задачи, а именно, подбор легирующих элементов матрицы основывалась на

анализе диаграмм состояния Fe – TiC, Fe – Ti – C, их полиграфических разрезах; она позволила автору сделать вывод о том, что матрица на основе железа может быть использована для создания композиционного материала с требуемыми триботехническими характеристиками при условии ее легирования углеродом. Автор показал, что для понижения температуры плавления матрицы в состав композиционного материала целесообразно вводить хром и никель. Анализ диаграмм состояния Fe – C – Cr и Fe – Ni подтвердил это положение. Кроме того для улучшения смачиваемости автор предложил вводить порошок состава Ni – B – Si.

Экспериментальные и теоретические исследования, проведенные автором, позволили разработать оптимальный состав матрицы с позиции наименьшей температуры плавления и наибольшей износостойкости.

В разработке и обосновании оптимального состава композиционного материала в целом важная роль принадлежит процессу спекания. Поэтому автор провел глубокий теоретический анализ процессов диффузии составляющих элементов, протекающих в композиционном материале при нагреве и охлаждении. Особое внимание автор уделил определению температурного диапазона, в котором термодинамически возможно растворение карбидной фазы в результате диффузии углерода и титана в железную матрицу в жидком и твердом состоянии. На базе термодинамических оценок автором было показано, что для предотвращения растворения карбида в матрице температуры нагрева композиционного материала не должна превышать 1370–1380°С. Расчетно-экспериментальное подтверждение режима спекания было получено методом оценки количества теплоты, выделяемой при прохождении тока через спекаемый объем композиции.

В третьей главе описан разработанный способ нанесения композиционного материала предложенного автором состава на зубок вооружения ОЦУ. С помощью специального приспособления реализован электроконтактный механотермический метод формирования образцов

опытного композиционного материала. В качестве параметров режима спекания выбраны процент выходной мощности, определяемый силой тока и напряжением, и общее время спекания; для разных составов шихты с помощью обработки матрицы эксперимента подобраны оптимальные, с точки зрения автора, режимы. С помощью современных методов металлофизического исследования (световой и растровой электронной микроскопии, энергодисперсионного анализа) доказано, что выбранные режимы спекания обеспечивают отсутствие растворения карбидной фазы в матрице, содержащей 20 %TiC. При этом отмечается, что при содержании TiC в количестве 30 и 40% наблюдается их незначительное растворение; а при 60 %TiC растворение карбидов достаточно высокое. Эти данные позволили автору утвердиться на определенной методологии выбора состава композиционного материала триботехнического назначения.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальной оценки некоторых существенно важных для триботехники свойств композиционного материала на основе высоколегированного чугуна и упрочняющей фазы TiC. Первая общепринятая характеристика – это твердость материала. Показано, что величина твердости по Виккерсу прямо пропорциональна концентрации упрочняющих частиц, а при концентрации TiC, равной 40%, она становится соизмеримой с твердостью твердых сплавов типа Т5К12.

Интересными являются результаты исследования методом склерометрии. Установлено, что для сплава с 20%TiC зависимость силы трения от нагрузки носит ступенчатый характер. Эти данные позволяют выявить диапазон давлений, при которых материал наиболее работоспособен. Автором высказаны некоторые представления о механизме разрушения поверхностных слоев композиционного материала при разных диапазонах нагрузок. Показано, что коэффициент трения при скольжении алмазного индентора не является прямой зависимостью от концентрации упрочняющей фазы, как это имеет место в зависимости твердости.

Проведены испытания в условиях сухого трения по абразиву и в среде промывочной жидкости, т.е. в условиях, приближенных к реальной эксплуатации. Испытания были сравнительными: в качестве элементов сравнения были образцы из твердого сплава ВК8 и алмазосодержащего композита Д57. Оценивались важные для эксплуатации параметры: температура в зоне контакта образца с абразивным кругом, потери мощности на трение, потеря массы образцов и износ абразивного круга. На основе полученных результатов автор делает вывод, что разработанные композиционные материалы с высоколегированной чугунной матрицей и упрочняющей фазой TiC в количестве 30–40% могут послужить заменой твердых сплавов, при этом обеспечиваются сопоставимые значения износостойкости материала и эффективности разрушения абразива.

С использованием разработанного материала автором диссертационной работы предложена новая конструкция калибратора с комбинированным типом вооружения.

Наиболее существенные научные результаты, полученные лично автором:

- комплексный теоретико-экспериментальный подход, методология разработки и научного обоснования нового композиционного материала триботехнического назначения для условий абразивного назначения;
- экспериментальные закономерности абразивного изнашивания нового композиционного материала на основе высоколегированного чугуна, упрочненного карбидом титана;
- новая конструкция калибратора с комбинированным типом вооружения опорно-центрирующих устройств.

Новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций.

Научная новизна заключается в разработке и теоретико-экспериментальном обосновании состава нового композиционного материала триботехнического назначения на основе чугуна, легированного Cr, Ni, B, Si

и упрочненного TiC применительно к условиям эксплуатации вооружения опорно-центрирующих устройств.

Достоверность результатов подтверждается обеспечением экспериментальных исследований современными средствами измерений, калибровки измерительных каналов; тщательностью проведенных комплексных экспериментальных исследований, хорошей повторяемостью результатов исследования триботехнических свойств и их подтверждением результатами металлофизических исследований и результатами теоретического анализа.

Значение для теории и практики имеет методология теоретико-экспериментального обоснования процесса разработки новых материалов триботехнического назначения для условий абразивного изнашивания, а также новый метод изготовления вооружения калибраторов и конструктивное исполнение их рабочей части.

Соответствие критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени

Диссертация Буклакова Андрея Геннадьевича является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной под руководством доктора технических наук, профессора Елагиной О.Ю., в которой содержится решение актуальной научно-технической задачи – создание композиционного материала триботехнического назначения, обеспечивающего повышение надежности, долговечности и безопасности эксплуатации опорно-центрирующих устройств с комбинированным типом вооружения.

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 соответствующими к ним требованиями.

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.

В целом, замечания имеют оттенок пожеланий на последующую научную деятельность, область которой ярко очерчивает представленная работа. Замечания не изменяют общей высокой положительной оценки.

Заключение

Диссертационная работа Буклакова Андрея Геннадьевича имеет достаточно высокий методический, научный и практический уровень. Она соответствует паспорту научной специальности 05.02.04 – «Трение и износ в машинах» пункту 7 «Триботехнические свойства материалов, покрытий и модифицированных поверхностных слоев». Разносторонние теоретические и экспериментальные данные, достоверность и обоснованность основных научных положений дают основание заключить, что рассматриваемая диссертационная работа является законченным научным исследованием. Содержание диссертации обладает внутренним единством и четко свидетельствует о личном вкладе автора в науку о триботехническом материаловедении.

Диссертация «Триботехнические характеристики композиционного материала с карбидом титана для вооружения опорно-центрирующих устройств (ОЦУ)» отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Буклаков Андрей Геннадьевич заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.04 – Трение и износ в машинах.

Официальный оппонент,
заведующая лабораторией методов и технологий упрочнения
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Институт машиноведения им. А.А.Благонравова
Российской академии наук
доктор технических наук, профессор

*Л.Куксенова
14.12.2015г.*

Куксенова Лидия Ивановна

101990, г. Москва, Малый Харитоньевский пер., д.4

тел. 8-499-135-89-16

e-mail: lkukc@mail.ru

Подпись Куксеновой Л.И. «заверяю»



Состоала в городе