

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.173.13 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»,  
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ ДОКТОРА  
ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 14.12.2017 г. № 3

О присуждении Дудиной Дине Владимировне, гражданство Российская Федерация, ученой степени доктора технических наук.

**Диссертация** «Закономерности формирования фазового состава и структуры композиционных материалов и покрытий в условиях неравновесного компактирования и импульсных воздействий» по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении) принята к защите 8 сентября 2017 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 212.173.13 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», Минобрнауки России, 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20, Приказ 717/НК от 09.11.2012.

Соискатель Дудина Дина Владимировна 1979 года рождения. В 2004 г. окончила аспирантуру Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук. Диссертацию на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.21 – химия твердого тела «Синтез диборида титана в медной матрице и разработка композиционных материалов на основе системы  $TiB_2-Cu$ » защитила в диссертационном совете Д 003.044.01 на базе Института химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук. С декабря 2015 г. обучается в очной докторантуре Новосибирского государственного технического университета. В настоящее время является доцентом кафедры материаловедения в машиностроении Новосибирского государственного технического университета.

Диссертация Дудиной Д. В. выполнена на кафедре материаловедения в машиностроении Новосибирского государственного технического университета, Министерства образования и науки России.

**Научный консультант** – доктор технических наук, профессор Батаев Владимир Андреевич, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», профессор кафедры материаловедения в машиностроении.

**Официальные оппоненты:**

**Гуревич Леонид Моисеевич**, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», заведующий кафедрой «Материаловедение и композиционные материалы»,

**Пугачева Наталия Борисовна**, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения Уральского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории микромеханики материалов,

**Буякова Светлана Петровна**, доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук, главный научный сотрудник лаборатории физики наноструктурных функциональных материалов

**дали положительные отзывы на диссертацию.**

**Ведущая организация** – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, **в своем положительном заключении**, подписанном заведующим кафедрой порошковой металлургии и функциональных покрытий, директором НУЦ СВС, доктором технических наук Левашовым Евгением Александровичем, ученым секретарем кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий, доцентом кафедры, кандидатом технических наук Лопатиным Владимиром Юрьевичем и ученым секретарем НУЦ СВС, ведущим научным сотрудником НУЦ СВС, доцентом кафедры порошковой металлургии и функциональных покрытий,

кандидатом технических наук Курбаткиной Викторией Владимировной, и утвержденный проректором по науке и инновациям «Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», доктором технических наук, профессором Филоновым М. Р. указывает, что диссертация Дудиной Д. В. представляет собой научно-квалификационную работу, соответствующую требованиям п. II 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК Российской Федерации (Постановление Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к докторским диссертациям. В работе содержатся новые научно обоснованные технические решения, внедрение которых внесет существенный вклад в развитие экономики страны в сфере разработки материалов и покрытий для машиностроения и других отраслей промышленности. Автор заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.09 – материаловедение (в машиностроении).

**Соискатель имеет 112 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 55 работ, из них работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях, 43. Другие публикации по теме диссертационной работы представлены в виде патента, глав в монографиях, статьи в зарубежном справочном издании и материалов научных конференций. Общий объем опубликованных работ – 40 печатных листов, авторский вклад – 9,2 печатных листа. Недостоверные сведения об опубликованных работах отсутствуют. Наиболее значительные работы по теме диссертации:**

1. Dudina, D. V. Elimination of oxide films during Spark Plasma Sintering of metallic powders: A case study using partially oxidized nickel / D. V. Dudina, B. B. Bokhonov // Adv. Powder Technol. – 2017. – V.28. – P.641–647.

2. Дудина, Д. В. Электроискровое спекание смесей металлических порошков и композитов с металлическими матрицами: особенности формирования структуры и свойства спеченных материалов/ Д. В. Дудина // Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). – 2017. – №2. – С. 45–54.

3. Dudina, D. V. Smaller crystallites in sintered materials? A discussion of the possible mechanisms of crystallite size refinement during pulsed electric current-assisted

sintering / D. V. Dudina, A. G. Anisimov, V. I. Mali, N. V. Bulina, B. B. Bokhonov // Mater. Lett. – 2015. – V.144. – P.168–172.

4. Dudina, D. V. Possibilities of the Computer-Controlled Detonation Spraying method: a chemistry viewpoint / D. V. Dudina, I. S. Batraev, V. Y. Ulianitsky, M. A. Korchagin // Ceram. Intl. – 2014. – V.40. – P.3253–3260.

5. Dudina, D. V. Cu-based metallic glass particle additions to significantly improve overall compressive properties of an Al alloy / D. V. Dudina, K. Georgarakis, Y. Li, M. Aljerf, M. Braccini, A. R. Yavari, A. Inoue // Composites Part A. – 2010. – V.41. – P.1551–1557.

**На диссертацию и автореферат поступило 16 отзывов, все отзывы положительные:** отзыв доктора технических наук, заведующего кафедрой «Материаловедение и технология конструкционных материалов» ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», профессора Ковенского И. М. (без замечаний); отзыв доктора технических наук, главного научного сотрудника лаборатории физики прочности ФГБУН Института физики прочности и материаловедения СО РАН, профессора Данилова В. И. (без замечаний); отзыв доктора технических наук, заведующего кафедрой машиностроения и материаловедения Поволжского государственного технологического университета, профессора Алибекова С. Я. (без замечаний); отзыв доктора химических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории катализаторов глубокого окисления ФГБУН Института катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, старшего научного сотрудника Тихова С. Ф. (замечание о морфологии частиц меди - на снимках приведены частицы, по форме близкой к округлой, в то время как медь, полученная электролизом, имеет дендритное строение; замечание об отсутствии данных картирования для покрытий, содержащих нитриды и карбонитриды титана; замечание об отсутствии в тексте автореферата ссылки на реакцию (1); замечание об отсутствии сопоставления двух основных методов синтеза – электроискрового и детонационного – для системы одного химического и фазового состава, позволяющего сравнить эти методы; замечание об отсутствии в автореферате во многих случаях информации о природе подложки, на которую наносится покрытие); отзыв доктора технических наук, профессора кафедры «Оборудование и технология сварочного производства» Инженерной школы неразрушающего

контроля и безопасности Национального исследовательского Томского политехнического университета, профессора Гнусова С. Ф. (без замечаний); отзыв доктора физико-математических наук, заведующего лабораторией физики прочности ФГБУН Института физики прочности и материаловедения СО РАН, Зуева Л. Б. и доктора физико-математических наук, ведущего научного сотрудника лаборатории физики прочности ФГБУН Института физики прочности и материаловедения СО РАН Баранниковой С. А. (без замечаний); отзыв доктора технических наук, заведующего кафедрой «Машиностроение и материаловедение» ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет», директора машиностроительного института, профессора Еремина Е. Н. (замечания об отсутствии информации о давлении, использовавшемся при прессовании меди, и отсутствии данных о частоте импульсов и силе тока при электроискровом спекании); отзыв доктора физико-математических наук, начальника Центра структурных исследований и трибо-механических испытаний материалов и изделий машиностроения Государственного научного учреждения «Объединенный институт машиностроения Национальной академии наук Беларуси», доцента Кукареко В. А. (замечание об отсутствии патентов по основной тематике работы); отзыв доктора физико-математических наук, заслуженного деятеля науки РФ, профессора кафедры физики ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», профессора Коневой Н. А. (без замечаний); отзыв доктора технических наук, заведующего кафедрой «Машины и технология обработки металлов давлением» Белорусского национального технического университета профессора Белявина К. Е. (замечание об отсутствии в автореферате ясного объяснения механизма устранения пористости спеченных материалов  $V_4C-TiB_2$ ; замечание об отсутствии данных об удельных энергозатратах при компактировании порошков; замечание об отнесении метода индукционного нагрева в стальной пресс-форме к неравновесным методам и отсутствии в автореферате данных о скоростях нагрева и охлаждения при компактировании); отзыв доктора химических наук, заведующего кафедрой общей химии Химического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, профессора Дунаева С. Ф. (замечание о том, что не указаны составы отдельных областей, наблюдаемых на микрофотографиях; замечание о

том, что не указан метод определения состава продуктов детонации; замечание об использовании объемных процентов для обозначения состава Fe-Al; замечание об отсутствии данных дифференциально-сканирующей калориметрии для спеченных композитов, содержащих металлическое стекло); отзыв доктора технических наук, профессора ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения» Черняка С. С. (без замечаний); отзыв доктора технических наук, заслуженного работника высшего образования РФ, профессора кафедры «Термообработка и физика металлов» ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина» Фарбера В. М. (без замечаний); отзыв доктора технических наук, профессора кафедры технологии металлов ФГБОУ ВО «Научно-исследовательский университет «Московский энергетический институт», профессора Матюнина В. М. (замечание об отсутствии в автореферате сведений о толщинах покрытий и их оптимальных значениях для обеспечения заданных физико-механических свойств; замечание об отсутствии количественной оценки трещиностойкости покрытий); отзыв доктора физико-математических наук, заслуженного деятеля науки РФ и РБ, директора Института физики перспективных материалов, заведующего кафедрой «Материаловедение и физика металлов» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет», профессора Валиева Р. З. (замечание об отсутствии обсуждения природы эффекта образования материала с меньшим размером зерна и более дефектной структурой в выводе №7); отзыв доктора технических наук, заведующего кафедрой «Материаловедение и технологии новых материалов» ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре государственный университет», доцента Башкова Олега Викторовича (замечание об отсутствии в автореферате данных о методе выбора состава композиций с целью достижения искомых свойств для ряда систем).

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается** близостью решаемых ими научных задач к тематике диссертационной работы Дудиной Д. В., компетентностью специалистов в области современного материаловедения, наличием публикаций по проблемам неравновесных методов компактирования порошков и исследованиям структуры и свойств композиционных материалов.

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

**разработана** новая научная идея, обогащающая научную концепцию формирования структуры материалов в неравновесных условиях, заключающаяся в использовании взаимосвязи структурно-морфологических характеристик исходных порошковых частиц с условиями и режимами неравновесного компактирования для обеспечения заданных свойств композиционных материалов;

**предложены** оригинальные суждения о роли химических реакций в структурно-фазовых и структурно-морфологических превращениях, протекающих при электроискровом спекании порошков и детонационном напылении, объясняющие физико-механические свойства получаемых спеченных композиционных материалов и покрытий;

**доказана** перспективность детонационного напыления для формирования покрытий с заданными фазовым составом и микроструктурой за счет контролируемого осуществления химических реакций напыляемого материала с компонентами атмосферы напыления;

**введены** – новые понятия и термины не вводились.

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

**доказана** возможность использования частиц аморфных сплавов в качестве упрочняющей фазы в композитах с матрицами из сплавов магния и алюминия;

**применительно к проблематике диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс базовых методов исследований в области материаловедения, в том числе методы растровой и просвечивающей электронной микроскопии, микрорентгеноспектрального анализа, методы рентгеновских исследований, методы механических испытаний, метод определения прочности связи покрытий с подложкой, метод расчета скоростей и температур частиц при детонационном напылении, заложенный в программном пакете “LH”; впервые применен метод *in situ* атомно-эмиссионной спектроскопии для анализа физического состояния вещества в процессах электроискрового спекания;**

**изложены** факторы, определяющие характер физико-химических процессов, происходящих на контактах между частицами при электроискровом спекании;

**раскрыты** противоречия между присутствующими в научной литературе предположениями о наличии ионизированного состояния вещества при электроискровом спекании порошков на начальных стадиях процесса и полученными соискателем экспериментальными данными, подтверждающими отсутствие плазмы в пространстве между частицами;

**изучены** факторы, определяющие влияние параметров детонационного напыления на фазовый и элементный составы и структуру детонационных покрытий;

**модернизация** существующих математических моделей, алгоритмов и/или численных методов не проводилась.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что **разработаны** композиты с медной матрицей с повышенной механической прочностью, сохраняющие высокий уровень электропроводности, а также керамические композиты с повышенной трещиностойкостью; данные, полученные в диссертационной работе, позволяют целенаправленно назначать режимы детонационного напыления, обеспечивающие предотвращение нежелательных химических превращений; результаты диссертационной работы **апробированы** в ООО «НПО Спецпокрытие», Самара и ООО «ИВК Эталон», Москва, специализирующихся на разработке технологий нанесения защитных покрытий и упрочнения поверхности, восстановления изношенных деталей, а также создания функциональных покрытий широкого спектра назначения; результаты исследований используются в учебном процессе в Новосибирском государственном техническом университете при реализации образовательных программ в области материаловедения;

**определены** перспективы практического применения результатов исследований для целенаправленного выбора режимов детонационного напыления для создания композиционных покрытий из металлических материалов и композитов;

**создана** система практических рекомендаций по выбору технологических режимов детонационного напыления покрытий для предотвращения окисления металлических материалов, целенаправленного проведения восстановления оксидов и получения металл-углеродных слоев;



**представлены** предложения по совершенствованию процессов неравновесного компактирования порошковых материалов в условиях электроискрового спекания и детонационного напыления.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

**результаты экспериментальных исследований** получены на сертифицированном оборудовании мирового уровня с применением методик статистической обработки результатов экспериментальных измерений, обеспечивающих воспроизводимость результатов; показано соответствие результатов, полученных различными методами исследований;

**теория** формирования структуры материалов при неравновесном компактировании порошков и импульсных воздействиях построена на известных и проверяемых данных, в том числе для предельных случаев, и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации и по смежным областям;

**идея базируется** на обобщении передового опыта в области материаловедения композиционных материалов, спекания порошков и получения покрытий методом детонационного напыления;

**использованы** данные, полученные ранее специалистами в области неравновесных методов синтеза материалов, компактирования порошков и обработки материалов с применением импульсных воздействий;

**установлено** качественное и количественное совпадение авторских результатов с отдельными результатами, представленными в независимых источниках по неравновесному компактированию порошков и детонационному напылению;

**использовано** программное обеспечение TOPAS 4.2 (Bruker AXS, Германия) для выполнения полнопрофильного анализа рентгенограмм, база данных ICDD PDF-4+ при идентификации фаз, программный пакет "LH" для расчета температур и скоростей частиц при детонационном напылении.

**Личный вклад соискателя состоит в:** постановке целей и задач исследований; участии в планировании и проведении экспериментов для исследования процессов, происходящих при электроискровом спекании, и структурных превращений в аморфных сплавах под действием импульсов электрического тока совместно с к. ф.-м. н. В. И. Мали и к. ф.-м. н. А. Г. Анисимовым; участии в планировании и проведении экспериментов для

исследования процессов, происходящих при детонационном напылении, совместно с д. т. н. В. Ю. Ульянищким и И. С. Батраевым; участия в проведении электронно-микроскопических исследований совместно с д. х. н. Б. Б. Бохоновым и к. т. н. И. А. Батаевым; анализе полученных закономерностей, обработке и обобщении результатов, формулировании выводов и положений, выносимых на защиту, написании статей по теме диссертации с личным вкладом в объеме 9,2 печатных листа.

Диссертация представляет собой научно-квалификационную работу, в которой изложены новые научно обоснованные технические решения, имеющие существенное значение для развития технологий композиционных материалов, и соответствует п. II. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

На заседании 14 декабря 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Дудиной Д. В. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, дополнительно введены на разовую защиту 0 человек, проголосовали: за – 17, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель диссертационного совета

Лустовой

Ученый секретарь диссертационного совета

Тюрин

кабря 2017 г.