

решение диссертационного совета от 9 июня 2021 года № 108

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.060.02,

созданного на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, о присуждении МУРАНОВУ Александру Николаевичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Свойства порошково-полимерных смесей для инжекционного формования заготовок деталей из хромомолибденовой стали», в виде рукописи, по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы» принята к защите 29 марта 2021 года, протокол № 105, диссертационным советом Д 002.060.02 на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук, 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 49, приказ Минобрнауки РФ № 714/нк от 02.11.2012 г.

Соискатель, Муранов Александр Николаевич, 1990 года рождения.

В 2014 году с отличием окончил Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» с присуждением квалификации магистр по направлению подготовки 150100 «Материаловедение и технологии материалов».

С 2014 по 2018 год обучался в очной аспирантуре МГТУ имени Н.Э. Баумана, на кафедре СМ-13 «Ракетно-космические композитные конструкции» по направлению подготовки 22.06.01 – Технологии материалов.

С 2019 года работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории информационных процессов в автоматизированных машиностроительных системах Института конструкторско-технологической информатики Российской академии наук (ИКТИ РАН).

Диссертация выполнена на кафедре СМ-13 «Ракетно-космические композитные конструкции» МГТУ имени Н.Э. Баумана, на тему «Свойства порошково-полимерных смесей для инъекционного формования заготовок деталей из хромомолибденовой стали» по специальности 05.16.06 «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Научный руководитель СЕМЕНОВ Борис Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции» МГТУ имени Н.Э. Баумана.

Официальные оппоненты:

- СТОЛИН Александр Моисеевич, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий лабораторией пластического деформирования неорганических материалов ИСМАН;

- АБУЗИН Юрий Алексеевич, кандидат технических наук, доцент, директор по науке ООО «Нанокон», ведущий инженер кафедры обработки металлов давлением НИТУ «МИСиС»;

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН» (ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН»), в своем положительном отзыве, составленном председателем расширенного заседания, заведующим кафедрой композиционных материалов ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», доктором технических наук, профессором Е.Н. СОСЕНУШКИНЫМ и секретарем заседания М.М. РОЖКОВОЙ и утвержденным исполняющим обязанности проректора по научной работе и научно-технической политике ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» кандидатом технических наук А.А. ЗЕЛЕНСКИМ указала, что диссертационная работа по актуальности темы, научной новизне, теоретической и практической значимости, объему выполненных исследований, полноте освещенности результатов в

технической литературе отвечает критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положения о присуждении ученых степеней».

Соискатель имеет 19 научных работ, в том числе 9 статей в изданиях, входящих в перечень ведущих российских рецензируемых научных журналов, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ и 3 статьи в журналах, индексируемых в SCOPUS и WOS. Общий объем работ по теме диссертации составляет 7,8 печатных листов (авторский вклад 75%).

Содержание диссертации достаточно полно отражено в опубликованных работах.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации и личный вклад автора:

1. Семенов, А.Б., Муранов, А.Н., Семенов, Б.И. Литейные технологии нового поколения, их освоение и развитие в России. Физическая природа и особенности моделей материалов с тиксотропными свойствами / А.Б. Семенов, А.Н. Муранов, Б.И. Семенов // Технология металлов. – 2016. – (в 2-х частях): Ч. 1 – № 8. – С. 8-17; Ч. 2 – № 9. – С. 7-18. (Перечень ВАК).

2. Теплофизические свойства полимерно-порошковой смеси для изготовления деталей из стали 42CrMo4 методом инъекционного литья / А.Н. Муранов [и др.] // Перспективные материалы. 2018. – № 9. – С. 24-32. (Перечень ВАК).

3. Исследование термомеханических характеристик фидстоков с различными типами связующего / А.Н. Муранов, А.Б. Семенов [и др.] // Материаловедение. – 2019. – № 1. – С. 29-35. (Перечень ВАК).

4. Исследование свободной усадки основных типов порошково-полимерных смесей, применяемых для изготовления деталей из аналогов стали 38ХМА (42CrMo4) МІМ-методом / А.Н. Муранов, А.А. Куцбах [и др.] // Механика композиционных материалов и конструкций. – 2019. – Т. 25, № 1. – С. 76-86. (Перечень ВАК).

5. Разработка связующей системы для литья под давлением деталей из порошка титана: зарубежный и отечественный опыт. / А.Б. Семёнов, А.Н. Му-

ранов [и др.] // Технология металлов. – 2020. – (в 2-х частях): Ч. 1 – № 5. – С. 28-37; Ч. 2 – № 7. – С. 7-17. (Перечень ВАК).

6. Thermophysical properties of powder-polymer mixture for fabrication of parts of 42CrMo4 steel by the MIM method / A.N. Muranov et al. // Inorganic Materials: Applied Research. 2019. Vol. 10. № 2. P. 285-290. (БД Scopus).

7. Investigation of the thermomechanical characteristics of feedstocks with different binder types / A.N. Muranov et al. // Inorganic Materials: Applied Research. – 2019. – Vol. 10. – № 4. – P. 959-965. (БД Scopus).

8. Specific volume and features of compaction in molding of powder-polymer mixtures with wax-polypropylene binder / A.N. Muranov et al. // Polymer Science. Series D. – 2020. – Vol. 13. – № 2. – P. 228-234. (БД Scopus).

Личный вклад автора в перечисленных публикациях состоял в проведении экспериментов, анализе, обработке данных и интерпретации полученных результатов.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

директора ООО «Научно-технический центр «Бакор», лауреата Премии правительства РФ в области науки и техники, кандидата технических наук В.П. ТАРАСОВСКОГО; заведующей лабораторией исследования структуры и свойств перспективных материалов ИИИТ РУДН, кандидата физико-математических наук К.О. БАЗАЛЕЕВОЙ; заведующего кафедрой «Металловедение, порошковая металлургия, наноматериалы» ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», доктора физико-математических наук, профессора А.П. АМОСОВА; генерального директора государственного научно-производственного объединения порошковой металлургии – директора государственного научного учреждения «Институт порошковой металлургии имени академика О.В. Романа» НАН Беларуси, чл.-корр. НАН Беларуси, доктора технических наук, профессора А.Ф. ИЛЬЮЩЕНКО и заведующего лабораторией кандидата технических наук, доцента С.Г. БАРАЯ; главного научного сотрудника лаборатории методов и технологий упрочнения ФГБУН «Институт

машиноведения им. А.А. Благонравова» РАН, доктора технических наук, профессора Л.И. КУКСЕНОВОЙ; начальника сектора научно-исследовательской лаборатории разработки материалов на основе тугоплавких оксидов и технологии изготовления из них радиопрозрачных обтекателей АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина», кандидата технических наук Г.И. КУЛИКОВОЙ; начальника отделения металлических материалов и металлургических технологий АО «Композит», доктора технических наук А.И. ЛОГАЧЁВОЙ; профессора кафедры «Материаловедение и технологии обработки материалов» Политехнического института ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», доктора технических наук В.Г. БАБКИНА; заместителя генерального директора по научно-техническому и технологическому развитию – технического директора АО ФНПЦ ПО «Старт имени М.В. Проценко» В.П. ПАРХОМЕНКО и заместителя главного металлурга по перспективным технологиям АО ФНПЦ ПО «Старт им. М.В. Проценко», кандидата технических наук А.С. НИКИТКИНА; заместителя директора научно производственного комплекса по производственной деятельности Акционерного общества «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г. Ромашина», доктора технических наук Д.В. ХАРИТОНОВА.

Все отзывы положительные. В отзывах содержатся критические замечания, например:

– Считаю необоснованным использование в диссертационной работе таких терминов как «удаление полимерного связующего («дебиндинг»)», стр. 1 – в отечественной технической литературе – «удаление временного технологического связующего»; полимерным связующим в фидстоке Catamold 42CrMo4 каталитического типа является полиоксиметилен с малым количеством «аддитивов», стр. 7 – в отечественной технической литературе – «добавок или примесей»;

– Как видно из рис. 3 автореферата, в структуре стали после ММ и после дополнительных ТО наблюдается значительная пористость. Представляется це-

лесообразным для оценки качества формируемых объектов определять концентрацию пор, сравнивать её с допустимыми значениями;

– При проведении исследований следовало бы сформулировать технологические рекомендации для всех основных параметров процесса инжекционного формования (время, температура, давление, скорость), а не только выборочно для температуры и давления;

– В работе недостаточно полно описаны свойства металлических порошков, используемых для получения фидстоков;

– В диссертации не исследовано влияние режимов и кинетики спекания на свойства и структуру спеченного материала.

– В диссертации не уделено должного внимания исследованию структуры и свойств порошков, используемых в фидстоках, а именно:

- не проведено исследование влияния гранулометрического состава, удельной поверхности, дендритных параметров и параметров субструктуры (плотность дислокаций, микродеформация кристаллической решетки, дефектность кристаллической структуры и пр.) порошков на структуру и свойства спечённого материала, кинетику спекания.

- кроме того, представляется перспективным более детально исследовать влияние величины удельной поверхности, насыпной плотности, гранулометрического состава порошков на реологические и термомеханические свойства фидстоков.

На все критические замечания даны подробные и исчерпывающие ответы (см. стенограмму).

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией, наличием публикаций и достижений в области порошковой металлургии и способностью определить научную и практическую ценность представленной в диссертационный совет диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана новая расчетно-экспериментальная методика, позволяющая путем математической обработки экспериментальных изобар высоконаполненных порошково-полимерных смесей определять их нормированные изохоры, показывающие относительное процентное изменение удельного объема материала. Впервые проведено сравнение уплотняемости высоконаполненных порошково-полимерных смесей со связующим на основе полиоксиметилена и со связующим на основе воск-полиолефиновой смеси. Установлено, что для компенсации термического изменения удельного объема смеси со связующим на основе полиоксиметилена потребуется в 1,3-1,5 раз большее давление, чем для смеси со связующим на основе воск-полиолефиновой композиции. Это объясняется разницей в значениях изохорных коэффициентов термической упругости сравниваемых материалов.

Доказано, что использование порошково-полимерных смесей с воск-полиолефиновым связующим предпочтительно для формования полуфабрикатов с относительно крупногабаритными элементами, в которых существует риск образования усадочных дефектов. Использование порошково-полимерных смесей со связующим на основе полиоксиметилена целесообразно рекомендовать для формования композиционных полуфабрикатов с тонкостенными геометрическими элементами.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

Предложен оригинальный подход, заключающийся в квазиизохорном формовании высоконаполненных порошково-полимерных смесей. Предложенный подход использования нуль-изохор позволяет минимизировать изменение удельного объема формируемой порошково-полимерной смеси.

Применительно к проблематике диссертации показано, что температурная зависимость вязкости шликеров со связующим на основе смеси полимеров определяется факторами с переменной мощностью, т.е. изменение вязкости с температурой происходит по различным механизмам с собственными релаксационными спектрами, исходя из чего следует, что принцип температурно-

временной суперпозиции для порошково-полимерных смесей (шликеров) с многокомпонентным связующим не применим, а исследование вязкости таких материалов должно выполняться в широком диапазоне скоростей сдвига и температур исключительно экспериментальными методами.

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

Автором в рамках выполнения опытно-конструкторских работ по договору от 18.04.2017 г. № 2327/0240-17 между АО «Композит» и МГТУ им. Н.Э. Баумана был разработан вариант состава полимерной смеси связующего для порошково-полимерных смесей на основе российской компонентной базы. Опытно-технологическая апробация разработанного состава полимерной смеси связующего показала его пригодность в полном производственном цикле МПМ-технологии, о чем свидетельствует Акт о внедрении результатов диссертации на АО «Композит».

Кроме того, при участии автора разработаны проекты следующих ГОСТов:

– ГОСТ Р «Изделия из сталей и сплавов, изготовленные методом литья под давлением полимерных материалов, высоконаполненных металлическими порошками (МПМ-технология). Общие технические условия»;

– ГОСТ Р «Литье под давлением полимерных материалов, высоконаполненных металлическими или керамическими порошками (РПМ-технология). Термины и определения».

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ получена воспроизводимость результатов исследований в различных условиях за счет использования современного сертифицированного оборудования с применением стандартизированных методик;

теория построена на проверяемых фактах и согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея базируется на анализе практики и обобщении опыта передовых зарубежных исследований в области дисперснонаполненных композиционных

материалов с термопластичной матрицей, перерабатываемых в изделия методом литья под давлением в жесткие формы;

установлено качественное совпадение результатов автора с результатами, представленными в следующем независимом источнике: Kumar S., Park H.S., Lee C.M. Datadriven smart control of injection molding process // CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology. – 2020. – Vol. 31. – P. 439-449. DOI: 10.1016/j.cirpj.2020.07.006, в части критериев выбора окна технологических параметров для литьевого формования порошково-полимерных смесей.

использованы статистические методы сравнения и обработки выборочных совокупностей экспериментальных данных, учитывающие предельные отклонения и доверительные интервалы.

Личный вклад соискателя состоит в том, что: Автором осуществлена постановка цели и задач исследования, подготовлен план экспериментов. Экспериментальные данные на всех этапах исследований, за исключением измерения изобар порошково-полимерных смесей, получены автором лично или в соавторстве. Основная роль в обработке экспериментальных данных, а также в анализе и обобщении экспериментальных данных принадлежит автору. Обсуждение и интерпретация полученных результатов проводились совместно с научным руководителем и соавторами публикаций. По материалам диссертации были подготовлены и опубликованы 19 научных работ, из них 9 статей в журналах из списка ВАК РФ и 3 статьи в БД Scopus. Основные положения и выводы диссертационной работы были сформулированы автором и обсуждены с научным руководителем.

Тема диссертации, а также ее проблематика и содержание соответствуют паспорту специальности 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы (области исследований п.2, п.5 и п.6).

Диссертация Муранова Александра Николаевича представляет собой научно-квалификационную работу, в которой решена актуальная задача исследования свойств, составов и структуры порошково-полимерных смесей и поли-

мерных материалов, определения рациональных технологических режимов инъекционного формования композиционных заготовок деталей и служит основой для подготовки нормативных документов и совершенствования технологических процессов производства деталей из аналогов стали 38ХМА, что имеет существенное значение для развития страны.


На заседании 9 июня 2021г. диссертационный совет принял решение присудить Муранову Александру Николаевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 10 докторов наук по специальности 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 20, против – 0. Решение совета принималось открытым голосованием в соответствии с Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации «Об особенностях порядка организации работы советов по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук» №734 от 22 июня 2020 года, направленных на предотвращение распространения новой коронавирусной инфекции (COVID-19), ввиду удаленного участия 9 членов диссертационного совета из 20 участвовавших в заседании.

Председатель диссертационного
совета Д 002.060.02, д.т.н.

 В.С. Юсупов

Ученый секретарь диссертационного
совета Д 002.060.02, к.т.н.

 В.А. Андреев

9 июня 2021 г.

Подпись В.С. Юсупова и В.А. Андреева заверяю:
заместитель директора ИМЕТ РАН, к.т.н.



И.О. Банных