

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Бажина Павла Михайловича на тему: «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез в условиях сдвигового высокотемпературного деформирования для получения композиционных материалов и изделий на основе тугоплавких соединений», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Актуальность выбранной темы

Актуальность темы диссертационного исследования вызвана стремительным развитием современной промышленности и постоянными возрастающими требованиями к новым композиционным материалам и изделий с повышенными физико-механическими свойствами. При разработке новых материалов возникают ряд общих вопросов и ключевых моментов. Они связаны с исследованием процесса структурных превращений в реальных физических и химических условиях и изучением влияния структурных характеристик на конечные физико-химические и механические свойства материалов. Для ответа на эти вопросы необходимо провести различные исследования, прежде всего материаловедческого характера. Для этого требуется применение самых разнообразных инструментальных методов: как общеизвестных, так и специфических. Если какое-то звено в комплексе такого рода исследований окажется не исследованным, то неизбежно это скажется на конечных свойствах материала.

Можно считать, что диссертационная работа П.М. Бажина является программой исследований, связанных с разработкой новых материалов, и не только СВС-материалов. В этом ее актуальность. Актуальна данная работа и с точки зрения материаловедения, т.к. вносит существенный вклад в закономерности формирования, фазо- и структурообразования порошковых материалов тугоплавких соединений в условиях процессов горения и высокотемпературного сдвигового деформирования.

Научная новизна и значимость

Научная новизна и значимость диссертационной работы П.М. Бажина заключается в развитии нового научного направления – самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в условиях сдвигового высокотемпературного деформирования, которое способствует развитию и созданию новых передовых технологий, сочетающих процессы горения с использованием тепла химической реакции и сдвигового деформирования, для получения неорганических материалов и изделий. Научная новизна сформулирована следующими основными положениями:

- впервые выявлены закономерности влияния сдвигового высокотемпературного деформирования на микроструктуру и размеры структурных составляющих синтезируемых керамических материалов.

- впервые установлены общие закономерности процесса формования и связанного с ним процесса структурообразования в синтезированных СВС- материалах.

- впервые исследованы особенности самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в условиях воздействия давления со сдвигом в реакторах, реализующих принципы ограниченного и непрерывного воздействия на продукты горения.

- впервые предложен и реализован реологический подход для изучения особенностей деформирования порошковых шихтовых материалов. Изучена кинетика деформирования при одноосном холодном прессовании, установлены механизмы деформирования порошковых материалов, определены их реологические свойства.

- на основе математических моделей тепловых режимов СВС-экструзии, позволяющих анализировать температурные поля по длине и по радиусу экструдированного образца, даны рекомендации и прогноз по влиянию технологических и конструктивных параметров для благоприятных условий получения изделий. Проведено качественное сопоставление теоретических и экспериментальных результатов.

- впервые разработаны принципы и приемы получения крупногабаритных изделий из композиционных керамических материалов в условиях сочетания процессов горения со сдвиговым высокотемпературным деформированием при использовании гидравлических прессов с малыми усилиями (менее 100 МПа).

- выявлены закономерности формирования легированных и наплавленных слоев полученными методом СВС-экструзии электродами при электроискровом легировании и электродуговой наплавки, установлены особенности строения защитных покрытий в зависимости от способа нанесения покрытия, материала электрода, технологических режимов, изучены их физико-механические и эксплуатационные характеристики, в том числе в реальных производственных и полевых условиях.

Степень обоснованности и достоверность научных положений и выводов

Диссертационная работа П.М. Бажина является цельным, логическим и завершенным исследованием. Автор убедительно показал возможности сочетания процесса горения в режиме СВС с высокотемпературным сдвиговым деформированием для получения широкого спектра композиционных материалов и изделий на их основе и их практическое применение. В диссертации приведены технологические и конструктивные параметры разрабатываемых методов, структура, фазовый состав полученных композиционных материалов и защитных покрытий, их физико-механические свойства. Результаты, научные положения и сделанные автором выводы, основываются на физическом обосновании проведенных теоретических и экспериментальных работах, использовании современного оборудования, методов и методик, воспроизводимости полученных экспериментальных результатов, качественном и количественном соответствии с результатами других авторов. Научные положения и заключение хорошо обоснованы, логично вытекают из материала диссертационной работы.

Практическая значимость

Практическая значимость диссертационной работы подтверждается использованием полученных материалов и изделий для решения конкретных задач в промышленности, оформлением интеллектуальной собственности на разработ-

ки, а также созданием участков упрочнения и малых инновационных предприятий. Апробация и внедрение результатов работы в производство подтверждается соответствующими актами.

К основным моментам практической значимости диссертационной работы стоит отнести следующие:

- Получены крупногабаритные плиты, пластины и длинномерные цилиндрические стержни на основе МАХ-фазы системы Ti-Al-C, материалов группы СТИМ, керамических материалов с наноразмерной структурой, интерметаллидов.
- Нарботаны опытные партии из более 50 различного состава: СВС- электродные материалы для электроискрового легирования и электродуговой наплавки на основе карбидов, боридов и др., аноды для электрохимических производств, порошковые материалы на основе MoSi₂, TiC, TiB, TiB₂ для их дальнейшего практического использования при создании жаростойких композиционных материалов и при магнитно-абразивной обработке.
- Разработаны установки для получения твердосплавных электродов для электроискрового легирования методом СВС-экструзии.
- Разработаны дисперсно-упрочненные композиционные СВС-электродные материалы, используя которые, удалось получить защитный наплавленный слой с содержанием карбидной фазы до 80%. Результаты этой разработки нашли применение для решения задач сельхозмашиностроения при упрочнении деталей машин и механизмов, подвергающихся интенсивному трению (почвообрабатывающие агрегаты, дробилки зерна и кормов и др.) и разрушающему воздействию агрессивных сред (минеральные удобрения, транспорт, почва и др.).

Оценка содержания диссертации, завершенности, подтверждение публикаций автора и апробация работы

Диссертационная работа характеризуется внутренним единством и направленностью, объединена научной идеей и представляет собой законченное исследование на актуальную тему, имеющую большую научную и практическую значимость. Работа характеризуется большим объемом, логичной структурой изло-

жения, хорошим иллюстративным материалом. Диссертация и автореферат написаны доказательно, ясным научным языком.

Диссертация включает введение, 5 глав, заключение и список цитированной литературы из 353 наименования отечественных и зарубежных авторов. Работа изложена на 380 страницах машинописного текста, содержит 272 рисунка и 52 таблицы. Полученные диссертантом результаты являются оригинальными, ранее не решенными в исследовании проблемы создания композиционных материалов в условиях СВС и высокотемпературного сдвигового деформирования. Автореферат в полной мере раскрывает содержание работы и соответствует основным положениям диссертации.

По теме диссертации опубликовано 124 печатных работы, в числе которых 70 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ, 10 патентов, 2 учебных пособия с грифом УМО, 2 главы в коллективных монографиях, 2 поданные заявки на изобретение и полезную модель. Результаты неоднократно были доложены на международных и российских конференциях, симпозиумах, форумах.

Замечания по работе

1. В 1 главе на рис. 10 приведена схема основных стадий деформирования порошковых материалов, а на рис. 11 – зависимость давления прессования от относительной плотности порошкового материала. Для наглядности автору стоило привести для каждого изучаемого состава полученные экспериментальные кривые и обозначить на них стадии деформирования и области оптимальной плотности.

2. Автором проведено теоретическое и экспериментальное изучение процессов высокотемпературного сдвигового деформирования многокомпонентных керамических материалов состава $TiO_2+C+V+Al+Zr$ в условиях СВС-экструзии. Однако не указано, чем вызвана необходимость выбора такой сложной системы.

3. В диссертации на рис. 38 приведены зависимости деформации от напряжения для образцов следующего исходного состава: 69,1(Ti)+19,4(Al)+11,5(C). Учитывая, что после синтеза и последующего деформирования образовался гетерофазный продукт, то измеренные значения будут сильно зависеть от попада-

ния наноиндентора в конкретную фазу. Возникает вопрос: значения какой фазы измерялись?

4. Автором убедительно показано влияние многоступенчатого обжата при СВС-экструзии на структуру материала и измельчение зерна на примере карбида титана с кобальтовой связкой. Учитывая, что каждая ступень в формующей матрице приводит к дополнительной потере тепла в синтезированном материале при экструзии, а, например, для материалов на основе МАХ-фазы температура оказывает значительное влияние на состав, то было бы интересно проследить закономерности структурообразования и для этих материалов.

5. Некоторые рисунки в диссертационной работе плохо читаемы, например: рис. 17, 63, 80, на рис. 35, 79 плохо видны размерные маркеры, а также в автореферате: рис. 2, 3, 6, 15, 20.

6. Оформление диссертации положительное, однако, содержит ряд незначительных опечаток.

В целом, сделанные замечания не снижают общего положительного впечатления о диссертационной работе, которая выполнена на высоком научном уровне, соответствует поставленным цели и задачам.

Заключение

В работе изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

По своей актуальности, научной новизне и практической значимости диссертационная работа полностью отвечает требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, содержание диссертации соответствует паспорту специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы»: формуле специальности и пунктам 2, 3, 5 и 6 области исследований: «2. Исследование и моделирование физико-химических процессов синтеза полуфабрикатов и изделий из порошковых и композиционных материалов с металлической, углеродной, кера-

мической и полимерной матрицей и армирующими компонентами разной природы, разработка оборудования и технологических процессов их получения. 3. Теоретические и экспериментальные исследования и физических и химических процессов нанесения покрытий в контролируемой среде и вакууме, разработка технологии и оборудования. 5. Изучение структуры и свойств порошковых, композиционных полуфабрикатов и изделий, покрытий и модифицированных слоев на полуфабрикатах и изделиях, полученных методом порошковой металлургии и другими способами. 6. Разработка новых и совершенствование существующих технологических процессов производства, контроля и сертификации полуфабрикатов и изделий различного назначения из порошковых и композиционных материалов, а также материалов и изделий с покрытиями и модифицированными слоями».

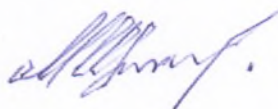
В диссертационной работе П.М. Бажина представлены научно-обоснованные технические и технологические решения, которые опробованы и внедрены на промышленных предприятиях страны. На основе проведенных теоретических и научных экспериментальных работ развито новое научное направление: самораспространяющийся высокотемпературный синтез в условиях сдвигового высокотемпературного деформирования, которое способствует развитию и созданию новых передовых технологий (СВС-экструзия, СВС-измельчение, СВС-сжатие), сочетающих процессы горения с использованием тепла химической реакции и сдвиговое высокотемпературное деформирование, для получения композиционных материалов и изделий на основе тугоплавких соединений, предложены новые подходы по влиянию сдвига с давлением на продукты горения композиционных материалов на основе тугоплавких соединений. Диссертационная работа П.М. Бажина имеет важное научное значение прежде всего для материаловедения композиционных материалов.

Диссертационная работа является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные структурные и технологические принципы формирования новых композиционных материалов в условиях

самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и сдвигового высоко-температурного деформирования.

Таким образом, диссертационная работа по своему научному и техническому уровню соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Бажин Павел Михайлович, заслуживает присуждения ему научной степени доктора технических наук по специальности 05.16.06 - «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Официальный оппонент профессор кафедры
технологии переработки пластмасс
Федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Российский химико-технологический
университет им. Д.И. Менделеева»



М.А. Шерышев

Подпись профессора Шерышева М.А. удостоверяю

Ученый секретарь

РХТУ им. Д.И. Менделеева



Шерышев Михаил Анатольевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии переработки пластмасс Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», 125047 г. Москва, Миусская пл., д.9. Тел. (499) 978-97-96. E-mail: sheryshev@yandex.ru