

Отзыв официального оппонента

На диссертацию Константинова Александра Сергеевича
**«СВС в условиях высокотемпературного сдвигового деформирования
при получении длинномерных стержней и пластин из композиционных
материалов на основе боридов титана»**,
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по
специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика
экстремальных состояний вещества.

На отзыв представлена диссертационная работа, текст которой содержит 160 страниц, включая 106 рисунков, 22 таблицы и библиографию из 164 наименований. Структура диссертационной работы включает введение, пять глав, выводы, список литературы и приложения. Также представлен автореферат диссертации на 22 страницах, включая список из 10 основных публикаций по теме диссертационной работы, входящих в перечень изданий, рекомендованных ВАК.

Во введении представлены цель и задачи работы, научная значимость и новизна, практическая значимость, основные положения, апробация, личный вклад автора, обоснование и достоверность, структура диссертации.

В первой главе диссертационной работы представлено современное состояние проблемы получения композиционных материалов на основе боридов титана и изделий из этих материалов. Рассмотрены области применения этих изделий. Полным образом отражена целесообразность и перспектива применения методов, сочетающих СВС и сдвиговое высокотемпературное деформирование, для получения изделий.

Во второй главе приведено описание используемых в работе материалов, перечень и методики работы с оборудованием, использованным как для получения материалов, так и для аттестации их физико-механических свойств.

Третья глава посвящена изучению механизмов деформирования шихтовых смесей Ti-B и Ti-B-Fe в широком диапазоне массовых соотношений исходных компонентов при холодном одноосном сжатии. Приведено сравнение реологического поведения шихтовых смесей двух- и трехкомпонентной системы. Изучено влияние дисперсности исходных компонентов, а также плотности исходной шихтовой заготовки на температуру и скорость горения в режиме СВС. Комплекс полученных результатов позволил определить оптимальные интервалы давлений прессования, обеспечивающие оптимальную относительную плотность шихтовых заготовок для проведения СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия.

В четвертой главе представлены результаты изучения механизмов формования, фазо- и структурообразования материалов на основе боридов

титана в условиях процессов горения и высокотемпературного сдвигового деформирования. Предложена и обоснована модель эволюции структуры синтезируемого керамического материала при горении и последующем формовании. Приведен сравнительный анализ фазового состава продуктов синтеза, полученных в различных условиях, сочетающих процессы СВС и сдвиговое деформирование.

Пятая глава посвящена практическим приложениям процессов горения и сдвигового высокотемпературного деформирования, к которым относится получение длинномерных стержней методом СВС-экструзии и компактных пластин методом свободного СВС-сжатия. Приведены результаты изучения структурных и фазовых составляющих полученных изделий и результаты измерения физико-механических свойств. При сравнении с результатами работ других авторов было выявлено, что стержни и пластины, полученные в условиях СВС под действием сдвигового высокотемпературного деформирования, по ряду физико-механических свойств превосходят свои аналоги. Также в данной главе представлены результаты применения полученных стержней в качестве электродов для нанесения защитных покрытий методом электродуговой наплавки на режущие детали сельскохозяйственной техники. Положительные результаты испытаний деталей с защитными покрытиями подтверждены актом, представленным в приложении к диссертационной работе.

Выводы соответствуют поставленным задачам. Автореферат диссертации и публикации автора соответствуют представленной работе и достаточно полно ее отражают.

Актуальность темы диссертации

Композиционные материалы на основе боридов титана широко используются в самых разных отраслях промышленности: в ракетостроении, конструкциях авиационной техники, в автомобильной промышленности, в качестве биологических имплантатов, а также в качестве твердых жаростойких и износостойких покрытиях для изделий различного назначения. Технологии получения таких материалов реализуются при высоких температурах нагрева (более 1500 °С), им характерно большое количество технологических стадий и высокие энергозатраты при производстве. В свою очередь, в ИСМАН интенсивно развиваются твердофазные методы, сочетающие процессы горения в режиме СВС и высокотемпературное сдвиговое деформирование. Использование этих методов позволяет реализовать прямое получение изделий из порошков тугоплавких материалов в одну технологическую стадию на одной установке. В связи с этим диссертационная работа Константинова А.С.,

посвященная разработке и получению методами СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия длинномерных стержней и крупногабаритных пластин из металлокерамических материалов на основе боридов титана с однофазной и комплексной металлическими связками, не вызывает сомнений.

Актуальность работы подтверждается ее выполнением в рамках 5 грантов и 1 хоз. договора.

Обоснованность научных положений и выводов, их достоверность и новизна

В работе Константинова А.С. была поставлена сложная научная и технологическая задача, связанная с изучением новых научных и технологических аспектов получения длинномерных стержней цилиндрической формы (диаметром 2-10 мм и длиной до 350 мм) и крупногабаритных пластин (размерами до 80x120x8 мм) из композиционных материалов на основе боридов титана с однофазной и комплексной связками в условиях сочетания СВС и сдвигового высокотемпературного деформирования. В ходе решения данной задачи была проведена большая экспериментальная работа, результаты которой представлены в диссертации. Исследование полученных в работе материалов и изделий проводилось с использованием современных взаимодополняющих методик анализа и испытаний. Таким образом, на основе теоретического описания исследуемых процессов и их экспериментального изучения с использованием современного оборудования и методик, научные положения и выводы, представленные в диссертации, выглядят обоснованными и достоверными.

Приведенный в работе Константинова А.С. подробный современный литературный обзор, посвященный проблеме получения композиционных материалов и изделий на основе боридов титана, позволяет сделать вывод о том, что задача, решаемая в работе, является новой и не реализованной в работах как российских, так и зарубежных авторов.

Среди представленных в диссертации Константинова А.С. научных результатов и положений хочется отметить следующие:

- впервые исследована формуемость композиционных материалов на основе боридов титана с комплексной связкой в зависимости от массового соотношения и дисперсности исходных компонентов. Установлено, что зависимость степени деформации синтезированного материала от содержания и состава связки имеет немонотонный характер, обусловленный конкурентным влиянием жидкой фазы и выделением тепла химической реакции.

- технологические схемы и режимы (время задержки, скорость плунжера пресса и величина прикладываемого давления) получения

длинномерных стержней цилиндрической формы (диаметром 2-10 мм и длиной до 350 мм) из композиционных материалов на основе боридов титана с однофазной и комплексной связками, а также получения крупногабаритных пластин (до 80x100x8 мм) с однофазной связкой.

- результаты практического применения разработанных композиционных материалов на основе боридов титана и изделий на их основе.

Значимость для науки полученных автором диссертации результатов состоит в установлении закономерностей протекания фазо-, структурообразования и формования композиционных материалов на основе боридов титана с однофазной и комплексной связками в условиях, сочетающих процессы СВС и сдвиговое высокотемпературное деформирование.

Значимость для производства полученных автором диссертации результатов состоит в успешном применении полученных стержней в качестве электродов для нанесения защитных покрытий методом электродуговой наплавки на режущие детали сельскохозяйственной техники и их внедрении.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. Для сравнения возникающих при горении температурных профилей в различных условиях, сочетающих СВС и сдвиговое деформирование, было бы наглядно и полезно привести в диссертации профили температур, возникающие в материале непосредственно в процессе СВС-экструзии.

2. В работе не обоснован выбор комплексной связки: 80 масс.% Fe-20 масс.%Ti. Почему выбрано дополнительно именно железо и за счет чего происходит повышение способности материала к формованию по сравнению с однофазной титановой связкой?

3. В диссертации не представлены результаты трибологических испытаний полученных защитных покрытий, а также не приведено обоснование выбранных составов электродов, использованных для нанесения защитных покрытий на режущие части косильного оборудования.

4. Для убедительности факта масштабирования при СВС-экструзии необходимо было привести СЭМ изображения структуры стержней различных диаметров (3, 8 и 10 мм) хотя бы для одного состава.

5. В работе проведен сравнительный анализ механических свойств полученных материалов методом свободного СВС-сжатия со свойствами материалов, полученных СВС-прессованием. Следовало бы провести

подобное сравнение со свойствами известных керамических материалов, например карбида кремния SiSiC и карбида бора B_4C .

6. Выводы в конце каждой главы слишком громоздкие и трудночитаемые, их следовало бы упростить.

7. По тексту диссертации и автореферата встречаются опечатки и ошибки.

Заключение

Представленные замечания не являются критическими и не снижают ценность и значимость диссертационной работы Константинова А.С. Учитывая актуальность поставленной в работе задачи, перспективность подходов к ее решению и новизну полученных результатов, считаю, что диссертационная работа Константинова Александра Сергеевича «СВС в условиях высокотемпературного сдвигового деформирования при получении длинномерных стержней и пластин из композиционных материалов на основе боридов титана» является законченным исследованием, имеющим высокую научную значимость. Таким образом, работа соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Константинов Александр Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.04.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Официальный оппонент

кандидат физико-математических наук, доцент кафедры теории пластичности механико-математического факультета МГУ

«01» июня 2021 г.



/ Хвостунков К.А./

Подпись к.ф.-м.н. Хвостункова К.А. заверяю

Хвостунков Кирилл Анатольевич

кандидат физико-математических, доцент кафедры теории пластичности механико-математического факультета, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1

Тел.: +79255079751

e-mail: kirill.khvostunkov@math.msu.ru