

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Константинова Александра Сергеевича на тему «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

Актуальность темы диссертации

Методы, сочетающие самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС) и процессы высокотемпературного сдвигового деформирования, позволяют реализовать прямое получение изделий из порошков тугоплавких материалов в одну технологическую стадию на одной установке. Очевидным преимуществом таких методов над традиционными методами порошковой металлургии является возможность получения изделий из порошков тугоплавких соединений за десятки секунд (вместо часов). Среди таких технологий можно выделить СВС-экструзию и свободное СВС-сжатие, развитие которых представлено в настоящей диссертационной работе.

За прошедшие 3 десятилетия в ИСМАН методом СВС-экструзии получены более 50 композиций длинномерных изделий различного функционального назначения с высокими технико-экономическими характеристиками. Однако на сегодняшний день остаются малоизученными особенности формования и структурообразования в условиях высокотемпературного сдвигового деформирования перспективных композиционных материалов на основе боридов титана.

В связи с этим актуальность диссертационной работы Константинова А.С., посвященной разработке и получению методами СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия длинномерных стержней и крупногабаритных пластин из металлокерамических материалов на основе боридов титана, не вызывает сомнений.

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

Оценка содержания диссертации, научной новизны и практической значимости

В диссертации автором выполнен подробный анализ существующей научно-технической информации по рассматриваемой проблеме.

Использовано 164 источника, в том числе более 100 иностранных. Основная доля публикаций не старше 5 лет.

Проведенный анализ современной литературы позволил автору сделать выводы об актуальности и практической значимости разработанных методами СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия стержней и пластин из материалов на основе боридов титана.

В результате проведенного анализа Константиновым А.С. были сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Далее (глава 2) в работе дана характеристика объектов, методов и методик исследования. В качестве объектов автором выбрано 12 составов на основе боридов титана с титановой связкой и комплексной на основе титана и железа.

Изучение микроструктуры, фазового состава, физико-механических и эксплуатационных свойств полученных стержней, пластин и защитных покрытий проводились при помощи стандартных взаимодополняющих аттестованных физико-химических методов и методик: растровая электронная микроскопия, рентгеновский спектральный микроанализ, время разрешающая рентгеновская дифракция и др.

В главе 3 автором изучены реологические характеристики исследуемых шихтовых смесей и процессов их горения. На основе проведенных экспериментальных работ определены реологические характеристики порошковых материалов в широком диапазоне массовых соотношений исходных компонентов, дисперсности исходных компонентов, определены оптимальные параметры исходных шихтовых заготовок.

Глава 4 посвящена изучению механизмов формования, фазо- и структурообразования материалов на основе боридов титана в условиях процессов горения и высокотемпературного сдвигового деформирования. Приведена модель эволюции структуры синтезируемого материала при горении и последующем формовании. Учитывая, что условия проведения синтеза экстремальны, то приведенная модель позволяет дать общие представления о состоянии изучаемого материала в определенный момент времени.

В главе 5 представлены результаты разработки технологических режимов процессов СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия. Автором были получены длинномерные стержни цилиндрической формы (диаметром 2-10 мм и длиной до 350 мм) и крупногабаритные пластины (размерами до 80x120x8 мм) из композиционных материалов на основе боридов титана с однофазной и комплексной (Ti+Fe) связками в условиях сочетания СВС и сдвигового высокотемпературного деформирования. Показана равномерность

распределения структурных и фазовых составляющих во всем объеме получаемых материалов. Проведен комплекс измерений физико-механических свойств полученных материалов и изделий из них. Показана возможность методов СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия для придания получаемым материалам текстурированности, а значит и придания анизотропии свойств.

Полученные автором стержни были использованы в качестве электродов для нанесения защитных износостойких покрытий методом электродуговой наплавки на режущие детали сельскохозяйственной техники. Акт проведенных полевых испытаний режущих деталей с защитными покрытиями подтверждает перспективность использования полученных материалов.

Особо следует отметить наличие в диссертации прекрасно выполненных иллюстраций в виде схем и графиков, а также большой объем и высокое качество фотографий структур.

Основная научная новизна работы состоит в установлении закономерностей процессов фазообразования, структурообразования и формования композиционных материалов на основе боридов титана, полученных методом СВС в условиях высокотемпературного сдвигового деформирования (СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия).

Практическая значимость работы состоит в отработке автором режимов технологических процессов получения конкретных изделий - электродов на основе боридов титана с однофазной и комплексной связкой энергоэффективным технологическим процессом СВС-экструзии. Детали с защитными покрытиями на основе полученных электродов прошли апробацию и были признаны перспективными для использования.

Достоверность и обоснованность диссертационной работы подтверждается использованием современных, взаимодополняющих аттестованных физико-химических методов и методик при исследовании микроструктуры и свойств полученных материалов и готовых изделий на их основе.

Результаты диссертационной работы, выносимые на защиту, прошли хорошую апробацию на 19 научно-технических конференциях, опубликованы в 10 статьях в реферируемых научных журналах, входящих в Перечень ВАК, базы данных РИНЦ, Web of Science и Scopus. Поданы 2 заявки на патенты РФ.

Замечания по работе:

1. Название диссертации возражений не вызывает, но формулировка цели в тексте работы представляется не совсем удачной. Вместо «*изучение*

новых научных и технологических аспектов...» лучше бы смотрелось стандартное *«изучение закономерностей процессов»* получения *длинномерных стержней цилиндрической формы...* При этом вряд ли уместно в цели указывать конкретные габариты изделий;

2. В методике проведения реологических испытаний (стр. 42) сказано, что для формования образцов было выбрано максимальное усилие 5 тонн и пресс-форма диаметром 12 мм. Обоснование выбора этих параметров не представлено;

3. В главе 3 (стр.54) на рисунке 29 представлены диаграммы «время - давление», где максимальное давление прессования достигает 1000 МПа. Такое давление при выбранной пресс-форме требует усилие прессы более 10 тонн, а не 5. Далее на рисунках 30 и 31 (стр.56,57) при сохранении по оси Y обозначения «Р, МПа» в подрисуночной подписи вместо «давления» фигурирует «напряжение». При этом значения по оси Y не превышают 2,5 МПа (т.е. 25 кг/ см²). Объяснения этому в тексте найти не удалось;

4. В главе 5 диссертации (стр. 95) на единичных образцах был рассмотрен вопрос о равномерности распределения структурных составляющих по длине экструдированного стержня. Однако всесторонней статистической оценки равномерности распределения в зависимости от масштабного фактора, характеристик горения, скорости деформирования и ряда других факторов до конца не получено. Отсутствие такой оценки затруднит продвижение разработанных материалов в производство.


Заключение

В целом представленная диссертация выполнена на высоком научно-техническом уровне и представляет собой законченную научно – квалификационную работу, в которой изложены научно обоснованные технические и технологические решения по получению методами СВС-экструзии и свободного СВС-сжатия стержней и пластин из материалов на основе боридов титана как с однофазной, так и с комплексной связкой.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

По научному уровню, полученным результатам и содержанию диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 «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.

Профессор кафедры Материаловедения
и технологии обработки материалов, д.т.н.  /С.Д. Шляпин/

«02» июня 2021 г.

Подпись д.т.н., профессора С.Д. Шляпина заверяю

зам. нач. управления по работе с персоналом



Шляпин Сергей Дмитриевич

Доктор технических наук, специальность 05.16.06 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы», профессор кафедры Материаловедения и технологии обработки материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Адрес: 125993, г. Москва, Волоколамское шоссе, д. 4, А-80, ГСП-3.

Тел.: 8(916) 686-92-62. E-mail: sshliapin@yandex.ru