

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертационной работе Чижикова Андрея Павловича на тему «СВС-экструзия оксидной керамики, дисперсно-упрочненной частицами боридов и карбидов», 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

Одним из перспективных направлений технологии самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) является получение компактных изделий из композитной керамики, в частности, за счёт сочетания СВС с высокотемпературным пластическим деформированием синтезированных продуктов горения в условиях СВС-экструзии. По сравнению с альтернативными методами, основанными на традиционных методах порошковой металлургии, СВС-экструзия способна наиболее экономично получить компактный материал, сохранив при этом высокодисперсную структуру.

Наиболее востребованной керамикой в промышленности является оксид алюминия. Он достаточно дешев и распространен, а также обладает целым комплексом полезных свойств. Введение в керамику на основе оксида алюминия твердых частиц, например, карбидов и боридов, позволяет дополнительно повысить его прочностные характеристики. Поэтому разработка новых энергоэффективных технологических приемов получения плотных изделий из композитной керамики на основе оксида алюминия с повышенными физико-механическими и эксплуатационными свойствами является в настоящее время актуальной задачей.

Актуальность работы подтверждается ее выполнением в рамках 6 грантов и 2-х хоз. договоров.

Оценка содержания диссертации, научной новизны и практической значимости.

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

Использовано 133 источника, в том числе более 80 иностранных. Глубина поиска составила более 20 лет.

Проведенный аналитический обзор литературы позволил автору сделать вывод об актуальности и экономической значимости разработки процесса СВС-экструзии оксидной керамики.

В результате анализа были сформулированы цель и задачи диссертационной работы.

Для решения поставленных задач в работе был использован широкий спектр современного технологического и исследовательского оборудования, разнообразные методики исследования. Так, рентгеноструктурный анализ осуществлялся на дифрактометре ДРОН-3. Анализ микроструктуры проводили на сканирующем электронном микроскопе LEO-1450 с микроанализатором INCA Energy (EDS system). Трибологические испытания покрытий, нанесенных полученными в работе электродами, выполнены при помощи машины трения TRIBOMETER, CSM instr. После испытания проводился микроскопический анализ строения бороздки износа на образце при помощи оптического микроскопа AXIOVERT CA25 (Karl Zeiss), а также измерение профиля износа на профилометре SURFTEST SJ-402 (Mitutoyo).

При изучении процесса СВС-экструзии автором были получены компактные длинномерные керамические материалы на основе $Al_2O_3-ZrO_2-TiC-TiB_2$ длиной до 250 мм с наноразмерными структурными составляющими. Была показана роль предварительного нагрева исходной шихтовой заготовки в расширении технологического интервала переработки указанного материала. Установлено, что, варьируя технологическими и конструктивными параметрами, возможно влиять на качество и длину экструдированных стержней. Изучена жаростойкость полученных керамических компактных стержней. Показано, что фазовый состав и структура электродов до и после испытания не изменилась.

Далее в работе автором рассмотрен процесс получения методом СВС-экструзии керамических полых стержней на основе Al_2O_3 . Получены керамические полые стержни длиной более 100 мм, внешним диаметром до 6 мм и внутренним – 3 мм. Показано, что в ходе экструзии наблюдается эффект разбухания струи, который ранее для СВС-материалов описан не

был. Предложены особенности механизма образования полых керамических стержней за счет приобретения исследуемым материалом вязкоупругих свойств в области высоких температур. На способ получения полых стержней в 2018 году получен патент РФ.

Полученные автором материалы были опробованы в качестве электродов для электроискрового легирования (ЭИЛ). Установлено, что ЭИЛ керамическими СВС-электродами приводит к повышению микротвердости металлической подложки в 4,5 – 5 раз, износостойкости – в 3 раза. Покрытие обладает повышенными трибологическими характеристиками. На основе проведенных исследований можно говорить о перспективности использования керамических СВС-электродных материалов для нанесения защитных ЭИЛ покрытий.

В качестве достоинства экспериментальной части диссертации следует отметить прекрасное рентгенофазовое и металлографическое сопровождение на различных этапах разработки.

Основная научная новизна работы состоит в установлении закономерностей протекания процесса СВС-экструзии и особенностей формирования структуры и свойств многокомпонентных керамических материалов с наноразмерной структурой.

Практическая значимость работы состоит в разработке автором основ экономичного технологического процесса СВС-экструзии длинномерных стержней из керамики на основе оксида алюминия. Получены опытные образцы электродов для электроискрового легирования, которые прошли апробацию и были признаны перспективными для использования.

Достоверность и обоснованность диссертационной работы обусловлена наличием значительного количества экспериментальных данных, 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 15 научно-технических конференциях, опубликованы в 8 статьях в реферируемых научных журналах, входящих в

Перечень ВАК, базы данных РИНЦ, Web of Science и Scopus. Получено 2 патента РФ.

Замечания по работе:

1. В пунктах 1 и 2 научной новизны констатируется установление закономерностей влияния различных параметров на формирование структуры и свойств керамических материалов и особенностей СВС-экструзии многофазного керамического материала на основе оксида алюминия. Однако какие это закономерности и особенности в пунктах не раскрыты;

2. В литературном обзоре полностью отсутствует иллюстративный материал –рисунки, таблицы, графики, что ухудшает его восприятие;

3. В главе 2 указывается, что смешение компонентов для СВС-экструзии осуществлялось в течение 12 часов и скорости вращения 0,56 – 0,65 об/мин. Скорость вращения не обоснована и представляется слишком низкой;

4. В главе 3 отмечается, что важным вопросом при получении компактных изделий с наноразмерными элементами структуры является равномерность распределения её составляющих. Однако заключение о равномерности делается на основании визуального анализа. Для доказательной количественной оценки однородности следовало бы провести статистическую оценку параметров структур на различных участках СВС-электрода;

5. В работе установлено, что остаточная пористость полученных материалов не превышает 5 %. В связи с этим, по тексту диссертации корректнее было бы использовать вместо характеристики «компактный материал» характеристику «высокоплотный».

Сделанные замечания не снижают общей высокой оценки диссертации.

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 методом СВС-экструзии высокоплотных материалов на основе оксида алюминия, дисперсно-упрочненного частицами боридов и карбидов.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.


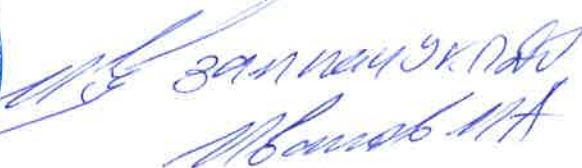
По научному уровню полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Чижиков Андрей Павлович заслуживает 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.

07.05.19

 (С.Д. Шляпин)



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