

О Т З Ы В

официального оппонента **Ковтунова Александра Ивановича**, доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы» ФГБОУ ВО «Тольяттинского государственного университета» на диссертационную работу Умерова Эмиля Ринатовича «Получение керметов с использованием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза керамических каркасов TiC , Ti_3SiC_2 , Ti_3AlC_2 и последующей самопроизвольной инфильтрации расплавами металлов Al , Sn , Cu », представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – Материаловедение

1. Актуальность темы диссертационной работы.

Керамико-металлические композиты (керметы), как отмечено в диссертационной работе Умерова Э.Р., являются перспективными материалами с повышенными эксплуатационными свойствами для авиакосмической техники, энергетики, химического машиностроения, автомобильного транспорта и других отраслей промышленности.

Однако существующие технологии их получения, как указывает автор, являются энергозатратными и реализуются с применением сложного дорогого оборудования, а процесс их синтеза очень трудоемок. Поэтому существует необходимость в исследовании и разработке простых энергосберегающих методов получения керметов с повышенными свойствами.

Для решения указанной задачи автор предлагает применение простого энергосберегающего процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), позволяющего синтезировать многие керамические соединения в режиме горения, продуктом которого являются пористые каркасы с высокой температурой (2000-3000°C), обеспечивающей смачивание расплавом металла.

Применение расплава металла, полученного предварительно за счет нагрева от внешнего источника, может обеспечить, по мнению автора, полную пропитку керамического СВС-каркаса без приложения избыточного давления, обеспечивая высокую энергоэффективность и интенсивность процесса изготовления керметов увеличенных габаритов на воздухе без применения сложного и специального оборудования.

Исходя из этого, исследование процессов получения керметов с инфильтрацией расплавами без приложения избыточного давления керамических каркасов, полученных методом СВС при невакуумном сжигании на воздухе, является актуальной задачей, решаемой Умеровым Э.Р. в диссертационной работе.

2. Структура, объем, форма изложения диссертации

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Самарский государственный технический университет».

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованных источников из 151 наименования. Диссертация изложена на 186 страницах машинописного текста и содержит 79 рисунков, 13 таблиц.

Диссертация написана четким грамотным языком, иллюстрации хорошо дополняют и поясняют текст. Замечаний по оформлению нет.

По материалам диссертации опубликовано 18 печатных работ, из них 4 в изданиях из перечня ВАК, 7 в изданиях, индексируемых базой данных Scopus и Web of Science. В публикациях освещены основные результаты теоретических и экспериментальных исследований автора.

Основные результаты и положения диссертации докладывались и обсуждались на 7 международных научных конференциях в Самаре, Курске, Москве, Томске и Черноголовке.

3. Краткое содержание работы

Во введении приведена общая характеристика работы, обоснована актуальность выбранной темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, определены научная новизна и практическая значимость результатов, изложены основные положения, выносимые на защиту. Приводятся сведения об апробации работы и публикациях, структуре и объеме диссертации.

Первая глава диссертации содержит литературный обзор, показывающий виды и область применения керметов, теоретические основы и применение инфильтрации и СВС для получения керметов. Указывается, что метод СВС может внести существенный вклад в развитие инфильтрационных методов создания керметов путем удешевления технологии их производства за счет применения простого оборудования, а также благодаря обеспечению смачивания горячей, не остывшей после окончания СВС, керамики расплавами металлов, позволяя проводить инфильтрацию в самопроизвольном режиме.

Во второй главе представлено описание исходных порошковых компонентов для СВС. Приведены данные по структуре, чистоте и размерам исходных порошковых СВС-реагентов. Кроме того, определены методы исследования микроструктуры, элементного и фазового состава получаемых

керметов, а также методы испытания физических и механических свойств СВС-керметов.

В третьей главе рассмотрены особенности синтеза СВС-каркасов TiC, и показано, что с помощью невакуумного СВС в атмосфере воздуха можно синтезировать относительно однородные пористые заготовки (каркасы) с минимальным количеством дефектов структуры и изменений начальной геометрической формы. Установлено влияние фракционного состава, формы исходных реагентов на процессы СВС и на фазовый состав и структуру СВС-каркаса. Показана структура, фазовый состав и свойства наиболее однородных бездефектных СВС-каркасов, в которых целевой фазой синтеза являлись МАХ-фазы Ti_3SiC_2 , Ti_3AlC_2 .

В четвертой главе описаны подходы к формированию реакционной шихты для получения керамических каркасов и обеспечения непосредственного контакта с расплавом металлов с целью осуществления самопроизвольной инфильтрации и получения СВС-керметов TiC-Al, Ti_3AlC_2 -Al, Ti_3SiC_2 -Sn, Ti_3SiC_2 -Cu.

Представлено 6 схем получения керамико-металлических композитов на основе сочетания процесса СВС пористого металлического каркаса с его самопроизвольным заполнением инфильтрацией жидкого расплава. Указаны области эффективного применения той или иной схемы получения кермета.

Показаны результаты исследования процессов формирования керметов с применением предложенных схем. Установлено влияние температурно-временных режимов процесса и химического состава расплава на технологические и физико-механические свойства получаемых керметов.

4 Оценка степени научной новизны результатов диссертации

В диссертационной работе автором получены следующие новые научные результаты:

1. Впервые получены образцы новых СВС-керметов TiC-Al, Ti_3AlC_2 -Al, Ti_3SiC_2 -Sn, Ti_3SiC_2 -Cu при невакуумном горении на воздухе с приблизительно равными объемными долями металла и керамики и сравнительно низкой остаточной пористостью, а также разработаны и экспериментально опробованы различные схемы сочетания СВС и последующей самопроизвольной пропитки расплавом, представляющие новый способ получения керметов.

2. Впервые установлено, что добавки Si, Cu к Al способствуют самопроизвольной инфильтрации расплава Al в каркасы TiC и Ti_3AlC_2 , а добавки Al, Sn и Si к Cu способствуют инфильтрации расплава меди в каркас Ti_3SiC_2 . Установлено, что повышение начальной температуры расплава Sn-10Pb с 400 до 800°C также существенно способствует самопроизвольной инфильтрации расплава в каркас Ti_3SiC_2 .

5. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций, заключений и выводов

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов, сформулированных в диссертационной работе, обеспечены корректной постановкой цели и задач исследований, применением аттестованных методик исследований и проведением экспериментов на современном оборудовании. В ходе выполнения диссертационной работы был проведен достаточный объем теоретических и экспериментальных исследований, обеспечивающий высокую достоверность результатов. Экспериментальные результаты имеют удовлетворительную сходимость с теоретическими данными, не противоречат исследованиям других авторов.

6. Соответствие работы требованиям, предъявляемым к диссертациям и паспорту специальности

Полученные результаты в работе Умерова Э.Р. соответствуют научным положениям диссертации. Положения и результаты диссертации обладают научной новизной и практической значимостью. Все результаты, полученные в диссертации, относятся к области получения керамико-металлических композитов (керметов) с применением самопроизвольной инфильтрации приготовленными предварительно за счет нагрева от внешнего источника расплавами металлов Al, Sn или Cu горячих пористых керамических каркасов, полученных при сжигании на воздухе с использованием следующих СВС-реакций: $Ti+C \rightarrow TiC$, $3Ti+Si+2C \rightarrow Ti_3SiC_2$, $3Ti+Al+2C \rightarrow Ti_3AlC_2$.

Публикации имеют высокий уровень и полностью отражают основное содержание диссертации.

Тема и содержание диссертационной работы соответствуют паспорту специальности 2.6.17. – «Материаловедение» по пунктам 1 и 4.

7. Практическая значимость и использование результатов

1. В результате выполнения диссертационных исследований получены керамические СВС-каркасы TiC , Ti_3AlC_2 и Ti_3SiC_2 с однородной структурой, высокой долей открытых пор, а также достаточной прочностью путем проведения синтеза в атмосфере воздуха без предварительной термовакуумной обработки порошковых реагентов.

2. Разработаны технологические основы реализации простого и энергоэффективного способа получения керметов с применением СВС для синтеза пористой керамической заготовки с последующей самопроизвольной инфильтрацией расплавом, не требующей сложного и дорогого технологического оборудования (реакторы, высокотемпературные печи, прессовое оборудование и т.п.).

8. Замечания по диссертационной работе

1. В формулировках научной новизны п.1., п.3, п.4 не указаны конкретные научные результаты, полученные в работе.
2. В формулировке цели работы отсутствует ожидаемый результат работы, показано только средство достижения этого результата. Ожидаемый результат хорошо показан в тексте введения диссертационной работы.
3. Формулировки задач диссертационных исследований и их последовательность на с.6 и с. 62 диссертации и на с.4 автореферата различны.
4. Автором в работе не указано оборудование, используемое для триботехнических испытаний получаемых материалов.
5. На дифрактограмме СВС-каркаса рис 3.9. показано наличие фазы $TiAl$, а в тексте диссертации указывается на наличие фазы $TiAl_x$.
6. В работе не обоснован объем легирования алюминиевого и медного расплавов, используемого для инфильтрации СВС-каркаса, медью, кремнием, магнием, оловом.
7. В уравнениях реакций с.77 и с.111 неправильно расставлены коэффициенты.
8. В выводе №4 по работе говорится, что легирование медью алюминиевого расплава способствует инфильтрации алюминиевого расплава в каркас TiC , а на с.103 указывается, что легирование 5% меди алюминиевого расплава привело к уменьшению длины инфильтрации.
9. Не представлены результаты внедрения или апробирования предложенной технологии для производства конкретных изделий из керамико-металлических композитов.

Заключение

Отмеченные отдельные замечания существенно не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, не снижают ее научной и практической ценности.

Диссертационная работа Умерова Э.Р. является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение важной научной задачи – *Снижение стоимости и трудоемкости изготовления керамико-металлических композитов за счет исследования и разработки их получения самопроизвольной инфильтрацией приготовленными предварительно за счет нагрева от внешнего источника расплавами металлов Al, Sn или Cu горячих пористых керамических каркасов, полученных с применением СВС-реакций.*

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы и достаточно полно отражает его.

Диссертационная работа Э.Р.Умерова, полностью соответствует требованиям в том числе п. 9, предъявляемых к кандидатским диссертациям, изложенными в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном поста-

новлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор – Умеров Эмиль Ринатович - заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17.- «Материаловедение».

Даю согласие на обработку моих персональных данных.

Официальный оппонент,
доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры «Сварка, обработка
материалов давлением и родственные
процессы» ФГБОУ ВО «Тольяттинский
государственный университет»

11.09.2023г.

 Ковтунов Александр Иванович

Специальность, по ко-
торым родственные процессы и те.
Адрес почтовый и электр
akovtunov@rambler.ru. Тел

диссертация: 05.02.10 – Сварка, род-
ственные процессы и те.
г. Тольятти, ул. Белорусская, 14.
(2561)

