

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы

Умерова Эмиля Ринатовича

«Получение керметов с использованием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза керамических каркасов TiC, Ti<sub>3</sub>SiC<sub>2</sub>, Ti<sub>3</sub>AlC<sub>2</sub> и последующей самопроизвольной инфильтрации расплавами металлов Al, Sn, Cu», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение

**Цель работы заключается** в разработке научно-технологических основ получения керамики-металлических композитов (керметов) с использованием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и последующей самопроизвольной инфильтрацией расплавом металла для применения в авиакосмической, автомобильной, химической и других отраслях промышленности.

**Актуальность диссертационной работы** связана с растущими в последнее время требованиями, предъявляемыми к современной технике, а именно высокие эксплуатационные характеристики и энергоэффективность технологического процесса изготовления материалов. Одним из перспективных процессов получения материалов, отвечающих описанным требованиям, является самораспространяющийся высокотемпературный синтез. При использовании СВ-синтеза пропадает необходимость использования сложного дорогостоящего оборудования, а материалы, синтезированные таким технологическим процессом, обладают высокими эксплуатационными характеристиками за счет получения контролируемой дисперсности, требуемым элементным и фазовым составами.

### **Научная новизна результатов исследований.**

В работе предложен и экспериментально исследован новый подход к технологии производства композиционных материалов, в основе которого лежит инфильтрация легкоплавких расплавов металлов в керамические каркасы. Оригинальность подхода заключается в том, что синтез горением керамического каркаса и пропитка его жидкими металлами осуществляется в одну технологическую стадию, что существенно сокращает время получения материала. Выявлено, что новый технологический процесс получения материала, предложенный автором, позволяет синтезировать композиционные материалы с регулируемой пористостью. Установлены параметры процесса самопроизвольной инфильтрации жидких металлов в процессе безгазового синтеза горением карбидов титана различного состава. Оптимальные составы таких керметов обладают более высокими прочностными характеристиками по сравнению с металлами.

**Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций**, сформулированных в диссертации Умерова Э. Р., подтверждаются применением комплексных подходов к решению поставленных задач, использованием современного оборудования, апробированных и стандартизированных методик и методов исследования и испытаний, а также корректностью постановки решаемых задач и их физической обоснованностью.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 186 страницах машинописного текста и содержит введение, четыре главы, выводы, заключение, список используемой литературы из 151 наименования и 1 приложение. Иллюстрационный материал содержит 79 рисунков и 13 таблиц.

### **Общая характеристика работы.**

В диссертационном исследовании Умерова Эмиля Ринатовича применен комплексный подход к получению и исследованию композиционных материалов, полученных с использованием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза и последующей самопроизвольной инфильтрацией расплавом металла. В результате были



определены особенности формирования структуры и свойств керамико-металлических композитов (керметов).

#### **Соответствие содержания диссертации указанной специальности**

По теме диссертационной работы опубликовано 18 работ, из них 4 статьи в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных журналов и изданий из списка ВАК, 7 статей в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Кроме того, в рамках диссертационной работы получен 1 патент Российской Федерации. Результаты диссертационной работы прошли апробацию на российских и международных конференциях. Автореферат полностью отражает содержание, основные идеи и выводы диссертационной работы. Работа выполнена автором на высоком научном и методическом уровне. Полученные автором работы результаты надежно обоснованы. Результаты работы наряду с очевидной научной новизной имеют практическую направленность.

**Личный вклад автора** состоит в планировании, постановке и проведении экспериментальных исследований, в проведении аналитических исследований, анализе и обработке данных; в разработке различных схем проведения экспериментов на воздухе с учетом особенностей структурообразования МАХ-фаз и интенсивного процесса инфильтрации расплава; в оценке систематических и случайных погрешностей; в совместной с научным руководителем и научным консультантом формулировке выводов и основных выносимых на защиту положений диссертационной работы.

#### **Замечания и вопросы по диссертационной работе.**

1. В работе несколько раз упоминаются сведения о температуре горения, в частности, фигурирует величина «2900°С» и другие менее конкретные значения, например, «...максимально высокими температурами каркаса TiC...» и др. Вместе с тем, на стр. 8 в абзаце, посвященном методике экспериментов нет сведений о способе измерения столь высокой температуры.

2. Методика проведения экспериментов предусматривает осуществление синтеза на воздухе. При этом в качестве ингредиентов СВС шихты используются порошки металлов с высоким сродством к кислороду. Однако в автореферате нет информации о наличии его в продуктах горения. На рентгенограммах кислород при таком режиме синтеза должен был появляться в виде оксикарбидов и оксидов. Были ли они обнаружены?

3. Новый термин «невакуумный СВС», предложенный автором представляется несколько искусственным. На сегодня подавляющее большинство СВС процессов реализуется без применения вакуума.

4. В работе решался ряд задач. Однако из выводов, сделанных по завершении исследований, не вполне понятно, решены ли они. В частности, не ясно, какие закономерности взаимодействия горячих СВС-каркасов с расплавами металлов были обнаружены?

Указанные замечания не ставят под сомнения научные и практические результаты диссертационной работы.

Диссертационная работа соответствует критериям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 № 842 (ред. 11.09.2021 г.) и удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9 действующего Положения о присуждении ученых степеней, и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, направленной на разработку новых энерго- и ресурсоэффективных технологий производства, позволяющих существенно сократить стоимость и продолжительность производственного процесса изготовления материалов с высокими эксплуатационными характеристиками, а ее автор Умеров Эмиль Ринатович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Даем согласие на обработку своих персональных данных, связанную с защитой Умерова Эмиля Ринатовича.

