

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации 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»

Одним из востребованных материалов для ряда отраслей промышленности, в частности, авиакосмической техники, энергетики, химического машиностроения, автомобильного транспорта являются керамико-металлические композиты (керметы), которые благодаря присутствию металлической фазы меньше подвержены хрупкости керамических фаз, обеспечивая повышенную пластичность и прочность. Однако существующие технологии получения керметов отличаются высокой энергозатратностью и длительностью, причем используется сложное оборудование. К наиболее энергосберегающей технологии получения керметов относится использование процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), недостатком которого является ограниченное количество выделяющейся энергии, что не позволяет одновременно расплавлять металл и обеспечивать его самопроизвольную инфильтрацию в пористый СВС-каркас без приложения избыточного давления. Проведение комплекса научно-исследовательских работ по изучению возможности получения керметов с самопроизвольной, без приложения избыточного давления, инфильтрацией расплавами металлов керамических каркасов является **актуальной** научной задачей.

**Научная новизна.** Проведено исследование возможности применения метода СВС для синтеза пористой керамической заготовки на воздухе и обеспечения последующей самопроизвольной инфильтрации расплавом металла, приготовленным предварительно за счет нагрева от внешнего источника, с целью получения малопористого кермета. Получены образцы новых СВС-керметов  $TiC-Al$ ,  $Ti_3AlC_2-Al$ ,  $Ti_3SiC_2-Cu$ ,  $Ti_3SiC_2-Sn$  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. Исследованы закономерности процесса самопроизвольной инфильтрации приготовленных заранее расплавов металлов в неостывшие пористые СВС-каркасы. Исследованы структура и фазовый состав полученных новых СВС-керметов, а также их физико-механические свойства.

**Практическая значимость работы.** Получены керамические СВС-каркасы  $TiC$ ,  $Ti_3AlC_2$  и  $Ti_3SiC_2$  с однородной структурой, открытой пористостью, а также достаточной прочностью путем проведения синтеза в атмосфере воздуха, без предварительной термовакуумной обработки реагентов. Разработаны технологические основы 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. Полученные СВС-керметы имеют приблизительно равное объемное соотношение металла и керамики, что позволяет эффективно совмещать преимущества обоих компонентов в одном композитном материале, который обладают повышенным пределом текучести по сравнению с металлом матрицы, пониженным коэффициентом трения и повышенной

износостойкостью. Разработан новый способ получения керметов, защищенный патентом РФ на изобретение.

Результаты диссертации опубликованы в 18 работах, из них 7 статьи в журнале, входящем в базы данных Scopus и Web of Science, 4 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, а также получен 1 патент РФ.

Основные результаты диссертационной работы докладывались соискателем и обсуждались на научно-технических конференциях различного уровня.

По автореферату можно сделать следующее замечание:

1. В автореферате указано, что в работе использовались электронная микроскопия и рентгенофазовый анализ. Желательно было привести в автореферате полученные результаты.

2. Рассчитывалась ли величина снижения энергетических затрат на получение керметов по предлагаемой технологии?

Указанные замечания не снижают ценности проведенных автором исследований.

В целом диссертационная работа **Умерова Эмиля Ринатовича** на тему: «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» соответствует критериям, предъявляемым к диссертациям по п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. Автор работы заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение.

Доктор технических наук  
по специальности 05.16.09 – Материаловедение  
(строительство), доцент, профессор кафедры  
теоретической и прикладной химии

Володченко  
Анатолий Николаевич

Тел.: 8(4722)55-16-62, e-mail: volodchenko@in

6 сентября 2023 г.

308012, Россия, г. Белгород, ул. Костюкова, 4  
Федеральное государственное бюджетное образование «Белгородский государственный те

учреждение высшего образования им. В.Г. Шухова»

Согласен на включение в аттестационные материалы персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации Умерова Э.Р.

ую обработку моих персональных данных

Подпись заверяю,  
первый проректор, д-р техн. наук,  
профессор



Е.И. Евтушенко