

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Беляева Ильи Михайловича** «Химическое модифицирование порошков карбидов переходных металлов монооксидом кремния», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14. – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Диссертационное исследование Беляева И.М. заключается в изучении химического взаимодействия стабильного при высоких температурах газа SiO с карбидами переходных металлов 4-5 групп (TiC, ZrC и TaC), приводящего к их силицированию, и в изучении влияния силицирующей обработки карбидных порошков на процессы их спекания и уплотнения. Использование указанных тугоплавких карбидов в качестве основного компонента обеспечивает карбидной керамике важные эксплуатационные характеристики, а именно: способность длительно противостоять комбинированному действию высоких температур, агрессивных сред, динамических и статических нагрузок. Однако, известно, что порошки карбидов титана, циркония, тантала тяжело спечь до беспористого состояния, поэтому для получения карбидной керамики используют различные варианты спекания под давлением. В связи с этим, задача по разработке новых химико-технологических подходов, направленных на снижение уровня термобарического воздействия при спекании порошков тугоплавких карбидов до состояния беспористой керамики является, несомненно, **актуальной и практически значимой.**

Диссертационная работа Беляева И.М. выполнена на высоком научном уровне с привлечением современных физико-химических методов исследования. Главной отличительной особенностью работы Беляева И.М. является использование газообразного монооксида кремния в качестве силицирующего реагента и проведение с ним сложных высокотемпературных экспериментов. Диссертантом разработана методика

силицирования порошков тугоплавких карбидов газом SiO в оригинальном химическом реакторе; исследовано высокотемпературное силицирование порошков карбидов TiC, ZrC и TaC в газовой атмосфере монооксида кремния; получена керамика из химически модифицированных карбидных порошков; исследованы механические характеристики полученной карбидной керамики. При этом полученные образцы керамики обладают высокими механическими характеристиками: пределы прочности при изгибе находятся в интервале 250–530 МПа, трещиностойкость достигает 4.6 МПа·м<sup>0.5</sup>, микротвердость по Виккерсу составляет 17–21.7 ГПа.

В качестве замечания можно отметить недостаток сведений в автореферате о количестве кислорода, входящего в состав силицированных порошков карбидов титана, циркония и тантала в результате их взаимодействия с газообразным SiO.

В целом работа производит хорошее впечатление эффективным применением современных экспериментальных и расчетных методик и успешным решением научных задач. По теме диссертационной работы автором опубликовано 18 печатных работ, из них 4 статьи в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК, 14 тезисов докладов. Результаты диссертационной работы докладывались на всероссийских и международных конференциях.

По актуальности, научной новизне, практической значимости, целям и задачам диссертационная работа Беляева И.М. «Химическое модифицирование порошков карбидов переходных металлов монооксидом кремния», соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям по пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. в редакции с изменениями, утвержденными Постановлением правительства РФ от 26.10.2023 №1786, и является завершённой научно-квалификационной работой, а её автор Беляев Илья Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.6.14. – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Старший научный сотрудник кафедры  
«Материаловедение и физико-химия  
материалов», Федерального  
государственного автономного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Южно-уральский  
государственный университет  
(национальный исследовательский  
университет)»

Ученая степень: доктор химических наук

Шифр научной специальности:

1.4.4 – «Физическая химия»

Жеребцов Дмитрий  
Анатольевич

09 января 2024 года

Контактные данные:

Тел.: +7 (908) 042-53-07, E-mail: [zherebtcovda@susu.ru](mailto:zherebtcovda@susu.ru)

Адрес места работы:

454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования «Южно-уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»

Кафедра «Материаловедение и физико-химия материалов»

Телефон: +7 (351) 267-99-00

E-mail: [info@susu.ru](mailto:info@susu.ru)

Подпись Жеребцова Дмитрия Анатольевича заверяю



ИЗДАНО

Начальник службы

Делопроизводства ЮУрГУ

И.Е. Циулина