

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

**Банних Дениса Андреевича**

### **«ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ БОРИДОВ ЦИРКОНИЯ, ГАФНИЯ И ВОЛЬФРАМА, ПОЛУЧЕННЫЕ С УЧАСТИЕМ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЖИДКОЙ ФАЗЫ»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук  
по специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Стремительное развитие аэрокосмической техники диктует необходимость поиска материалов с физическими характеристиками, позволяющими их использование в жестких условиях. С этой точки зрения диссертационная работа Д.А. Банних, посвященная разработке новых методик формирования сверхвысокотемпературной монолитной керамики и антиокислительных керамических покрытий, несомненно, актуальна и своевременна.

Представленная работа является экспериментальным исследованием, где изучение поведения многокомпонентных систем  $\text{HfB}_2\text{-SiC-Cr}$  и  $\text{ZrB}_2\text{-SiC-Cr}$  при высоких температурах позволили определить оптимальные условия формирования плотной тугоплавкой керамики. Важно, что в обеспечение успеха работы автором был заложен новый подход к синтезу керамики с использованием дополнительного компонента, который обеспечил спекание с участием жидкой фазы. Установлено влияние хрома на фазообразование, спекаемость и окислительную стойкость материалов на основе фаз вышеупомянутых систем. Эти данные получены соискателем впервые. Проведено детальное изучение закономерностей формирования покрытий  $\text{Cr-SiC}$ ,  $\text{HfB}_2\text{-SiC-Cr}$ , ( $\text{W}$ ,  $\text{Ir}$ ,  $\text{Si}$ ,  $\text{B}$ )

Данные по характеристике синтезированных материалов, полученные с использованием современных инструментальных методов, включающих рентгеновскую дифракцию, электронную микроскопию, дифференциальный термический анализ, хорошо обработаны и проанализированы. Работа производит хорошее впечатление по объему выполненных исследований. Высокий уровень исследовательской техники, а также качество и численность эксперимента обеспечили сопоставимость данных и однозначность их интерпретации. Считаю, что результаты диссертационной работы Д.А. Банних и сформулированные по этим данным выводы являются оригинальными, научно обоснованными и достоверными. Они значительно расширяют наши представления об особенностях взаимодействия в системах  $\text{MB}_2\text{-SiC-Cr}$  ( $\text{M} = \text{Zr}, \text{Hf}$ ) и  $\text{WB}_2\text{-Ir}$ . Особенно ценными в практическом отношении являются сведения об окислительной стойкости полученной керамики. Эти результаты могут найти применение при проведении направленного синтеза керамических материалов и являются ориентиром для разработки технологических процессов плотной монолитной керамики и плотных керамических покрытий.

Автореферат написан ясно и хорошо проиллюстрирован, он содержит все основные разделы, позволяющую охарактеризовать работу в целом. Проведено обсуждение всех основных защищаемых положений. По автореферату имеется несколько вопросов и замечаний.

- 1) Стр. 15. Требуется дополнительных пояснений процедура определения новой тройной фазы  $\text{W}_{2.2}\text{Ir}_5\text{B}_{2.3}$ .
- 2) Стр. 16. Автор пишет, что покрытие  $\text{Cr-SiC}$  прочно сцеплено с графитовой подложкой. Каким образом это было определено? Полезно указать метод определения адгезии покрытия к подложке.
- 3) Стр. 16, 19. Представляется целесообразным при описании свойств полученных покрытий указывать их толщину.

Высказанные замечания ни в коей мере не снижает общую исключительно высокую оценку работы.

Результаты, вошедшие в диссертационную работу, прошли достаточную апробацию на российских и международных конференциях, представлены в статьях в рецензируемых научных изданиях. Решающий вклад автора во все полученные результаты не вызывает сомнения.

Анализ содержания автореферата, а также опубликованных по теме диссертации работ позволяет заключить, что диссертационная работа Банных Дениса Андреевича является завершённым научным исследованием и по актуальности темы, новизне, научному и практическому значению полученных результатов, обоснованности выводов, объёму и уровню исполнения соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 № 842 г., а сам автор работы Банных Денис Андреевич заслуживает присуждения искомой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Я, Косинова Марина Леонидовна, даю согласие на обработку моих персональных данных, связанных с защитой диссертации и оформлением аттестационного дела Д.А. Банных, и их дальнейшей обработкой.

Кандидат химических наук, доцент  
Ведущий научный сотрудник  
Заведующая Лабораторией функциональных пленок и покрытий  
Института неорганической химии им. А.В. Николаева  
Сибирского Отделения РАН  
630090, г. Новосибирск, пр. Акад. Лаврентьева, 3  
тел +7(383) 330-94-90

Косинова Марина  
Леонидовна  
*М.Л. Косинова*  
30.05.2024

Подпись Косиновой М.Л. заверяю  
Ученый секретарь Института неорганической химии  
им. А.В. Николаева СО РАН  
доктор химических наук



*[Handwritten signature]*  
Гераско О.В.