

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 2.6.15. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов

Разработка технологии получения новых тугоплавких керамических материалов, работающих при температурах выше 2000°C, представляет собой актуальную и сложную научную задачу, требующую определения различных параметров, отвечающих как за сам материал, так и за условия его синтеза. Среди известных тугоплавких материалов, способных выдерживать экстремальные условия эксплуатации (воздействие высоких температур, агрессивной среды, влияние статического и динамического давления), наиболее подходящими кандидатами являются карбиды переходных металлов 4-5 группы Периодической таблицы Д.И. Менделеева. Карбиды титана, циркония, гафния и тантала имеют высокие (выше 3000°C) температуры плавления, поэтому изделия из таких материалов получают методом порошковой металлургии, используя спекание порошков в условиях высоких температур и давлений (ГИП, искровое плазменное спекание). При этом существует серьезная научная проблема контроля плотности получаемого керамического материала, а также необходимость снижения параметров высокого термобарического воздействия, используемого при спекании порошков. Для решения этих проблем, в настоящее время, активно исследуется использование различных кремнийсодержащих спекающих добавок.

С этой точки зрения, тему кандидатской диссертации Беляева И.М., которая посвящена разработке новой методики получения высокотемпературных керамических материалов, а также определению химического взаимодействия газа SiO с порошками карбидов титана, циркония и тантала и его влияния на процессы спекания и уплотнения, можно считать актуальной и практически важной.

Беляевым И.М. было выполнено перспективное исследование, направленное на установление закономерностей протекания химических реакций высокотемпературного силицирования порошков карбидов титана циркония и тантала (TiC , ZrC , TaC) газом SiO . В результате которого обнаружено, что взаимодействие кремния с карбидами приводит к образованию МАХ фазы Ti_3SiC_2 в случае силицирования порошков карбида титана, силицирование карбидов циркония или тантала приводит к формированию силицидов ZrSi или Ta_5Si_3 , TaSi_2 . Отсутствие взаимодействия газа SiO с титаном обнаружено и при силицировании твердых растворов на основе карбидов циркония или тантала $(\text{Zr,Ti})\text{C}$ и $(\text{Ta,Ti})\text{C}$.

Для получения новых керамических материалов Беляевым И.М. была разработана методика высокотемпературного силицирования порошков тугоплавких карбидов газом SiO в экспериментальном химическом реакторе. Подобраны режимы силицирования, позволившие получить высокоплотные и прочные химически модифицированные керамические образцы. Исследованы структура и фазовый состав получаемых керамик, а также титановых газопоглотителей, используемых в устройстве реактора. Эти результаты являются новыми, проведенные в работе расчеты не противоречат существующим физическим законам.

В качестве замечаний можно отметить следующее:

- 1) Выводы, сделанные в представленной работе, являются констатацией наблюдаемых экспериментальных фактов, при этом нет объяснений с чем связан селективный характер силицирования карбидов титана, циркония, тантала или твердых растворов $(\text{Zr,Ti})\text{C}$ и $(\text{Ta,Ti})\text{C}$.

Данное замечание не влияет на значимость и актуальность работы. Работа выполнена с использованием современных методов исследования. Диссертация хорошо структурирована. Основные результаты работы апробированы на 14 российских и международных конференциях, защищаемые положения достаточно полно отражены в научных публикациях.

Беляев И.М. является соавтором 4 научных статей, опубликованных в журналах, входящих в перечень ВАК.

Таким образом, по научному уровню, актуальности, новизне полученных результатов и практической полезности, исследование Беляева И.М. соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.15. Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, а ее автор присвоения искомой степени.

Доктор физ.-мат. наук, шифр специальности 1.3.8. – Физика конденсированного состояния, главный научный сотрудник лаборатории «Аддитивных технологий» Федерального государственного учреждения Института физики металлов им. М.Н. Михеева, Уральского отделения Российской Академии наук

Казанцева Наталья Васильевна

« 22 » сентября 2024 г.



Почтовый адрес: 620108, г. Екатеринбург, ул. С. Ковалевской, 18

Тел.: +7(343)3783746

E-mail: kazantseva@imp.uran.ru

Я, Казанцева Наталья Васильевна, даю согласие на обработку персональных данных. Докторскую диссертацию защищала по специальности 1.3.8 - физика конденсированного состояния (ранее 01.04.07)).