

## Отзыв

на автореферат кандидатской 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

Рецензируемое диссертационное исследование посвящено изучению высокотемпературного силицирования порошков карбидов тантала, циркония, титана и их твердых растворов оксидом кремния(II). Актуальность работы обусловлена потребностью разработки новых технологических приемов, направленных на решение проблемы спекания порошков тугоплавких карбидов с целью получения беспористой керамики.

Объектом и предметом исследования является изучение возможности силицирования тугоплавких карбидов монооксидом кремния на примере карбидов переходных металлов IV-V групп Периодической системы Д.И. Менделеева. В качестве цели автор описывает изучение химического взаимодействия монооксида кремния с тугоплавкими карбидами и влияния силицирующей обработки порошков карбидов на процессы спекания и уплотнения. В ходе выполнения исследования автором ставятся и решаются следующие задачи: разработка лабораторного реактора и методики высокотемпературного силицирования тугоплавких карбидов в среде монооксида кремния; выявление закономерностей микроструктурных изменений и фазовых превращений при силицировании карбидов и их твердых растворов; изучение динамики уплотнения химически модифицированных порошков в ходе их спекания методом горячего прессования; исследование микроструктуры и прочностных свойств полученных керамических материалов.

Диссертационное исследование И.М. Беляева обладает научной новизной, теоретической значимостью и практической ценностью. Научная новизна состоит в определении условий и особенностей высокотемпературного химического взаимодействия карбидов титана, тантала и циркония, и их твердых растворов, с монооксидом кремния; исследовании физико-химических характеристик модифицированных карбидов. Теоретическая значимость работы усматривается в выявлении селективного характера взаимодействия монооксида кремния с карбидами металлов и их твердых растворов. Практическая ценность исследования состоит в разработке специализированного реактора для силицирования порошков тугоплавких карбидов; способа получения плотноспеченной керамики на основе модифицированных карбидов переходных элементов; в выявлении сорбционной способности металлического титана по отношению к монооксиду кремния.

Достоверность результатов обеспечивается адекватно выбранными методами физико-химического анализа, согласованностью и воспроизводимостью результатов исследований.

Работа прошла обширную апробацию. Основные положения исследования представлены в 18 публикациях автора (в том числе 4 в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ).

Работа состоит из введения, 6 глав, заключения и списка литературы. В первой главе представлен аналитический обзор литературы по теме исследований; во второй главе представлены перечень и характеристики используемых материалов и реактивов, описаны методики проведения экспериментов. Третья глава посвящена экспериментальной разработке лабораторного реактора и методики силицирования порошков карбидов монооксидом кремния. В четвертой главе представлены результаты исследования микроструктуры и фазовых превращений в ходе силицирования карбидов и их твердых растворов. Пятая глава посвящена изучению динамики уплотнения химически модифицированных порошков в ходе их спекания методом горячего прессования. В шестой главе представлены результаты исследования взаимодействия титана с монооксидом кремния. Выводы по главам и заключение информативны и логичны. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации.

Отмечая теоретическую и практическую значимость исследования, его научную новизну и актуальность, к автору работы возникают вопросы следующего содержания:

- При разработке оптимальной схемы реактора автор исследования варьировал содержимое тигельной сборки. В связи с этим несколько вопросов. Насколько оправдана многотажность тигельной сборки? Как изменяется состав продуктов в контейнерах в зависимости от положения контейнера с источником SiO и степенью измельчения порошков карбидов. Фиксировались ли продукты взаимодействия материала тиглей с компонентами реакционной смеси?

- В автореферате лишь частично раскрыта тема взаимодействия твердых растворов карбидов металлов с монооксидом кремния. В частности, не описаны синтез, состав и характеристика твердых растворов. В связи с этим непонятны обозначения типа (Zr,Ti)C или (Ti,Zr)C и составы этих фаз. Каким образом автор готовил образцы с составом 94 об.% (Ta,Ti)C – 6 об.% (Ti,Ta)C (Табл. 5, стр. 14)?

- На основании каких экспериментальных данных автор работы утверждает об образовании твердых растворов состава  $Ti_5Si_3O_x$  ( $0.4 \leq x \leq 1$ ) при высокотемпературном силицировании титана. К какому типу твердых растворов эта фаза относится?

Поставленные вопросы не умаляют достоинств выполненной работы, носят дискуссионный характер и направлены на дальнейшее развитие темы.

Диссертация 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 соответствует требованиям пп.9-11.13-14 "Положения о присуждении ученых степеней", утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Беляев Илья Михайлович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.14 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Выражаю согласие на обработку персональных данных.

25 января 2024 года

Доцент кафедры химии  
Института Естественных наук  
Сыктывкарского государственного  
университета имени Питирима Сорокина  
Жук Надежда Алексеевна  
Кандидат химических наук (специальность  
02.00.01-Неорганическая химия)

Контактная информация:  
ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима  
Сорокина», 167001, Сыктывкар,  
Октябрьский пр-т, 55  
Тел.: 8(8212) 390-309, 8(8212) 390-302  
e-mail: nzhuck@mail.ru



СОБСТВЕННОРУЧНУЮ ПОДПИСЬ

*Жук НА*

ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»

ЗАВЕРЯЕТ

*Кривошеина МВ*

20.23 г.