

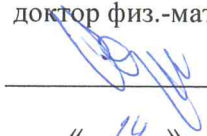
Министерство образования и науки Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет
Кафедра прочности и проектирования

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ В ГЭК

Руководитель ООП

доктор физ.-мат. наук, профессор

 В.А. Скрипняк

« 14 » 06 2018 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**Влияние термического воздействия на структурно - фазовое состояние композитов
ZrB₂+ZrO₂**

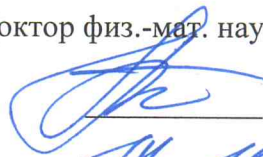
по основной образовательной программе подготовки бакалавров

направление подготовки 15.04.03- Прикладная механика

Галяс Василий Владимирович

Руководитель ВКР

Доктор физ.-мат. наук, профессор

 С.П. Буякова

« 14 » 06 2018 г.

Автор работы

студент группы №10402

 В.В. Галяс

Томск-2018

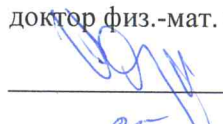
Томский Государственный Университет

Физико-Технический Факультет

Кафедра прочности и проектирования

Руководитель

доктор физ.-мат. наук, профессор

 В.А. Скрипняк

« 25 » 12 2018 г.

Задание

На выпускную квалификационную работу

Галяс Василия Владимировича

Тема работы: Влияние термического воздействия на структурно - фазовое состояние композитов $ZrB_2+20\%SiC+ZrO_2$

Научный руководитель: д.т.н., профессор С.П.Буякова

Содержание работы и сроки исполнения:

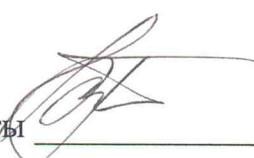
№	Название раздела работы	Сроки выполнения
1	Изучение научной и методической литературы по керамическим теплозащитным материалам на основе ZrB_2 , SiC, ZrO_2	сентябрь, 2017 – ноябрь, 2017
2	Получение керамических композиционных материалов на основе ZrB_2 с различным содержанием SiC и ZrO_2	декабрь, 2017 – январь, 2018
3	Изучение окислительной стойкости образцов $ZrB_2+SiC+ZrO_2$	март, 2018-апрель, 2018
4	Подготовка текста ВКР. Представление работы на кафедре.	май, 2018
5	Представление работы.	июнь, 2018

*Результаты представлены
камеренную тему*



Рекомендуемая для изучения литература:

1. Самсонов Г.В. Физико-химические свойства окислов – М.: Металлургия, 1978. – 472 с.
2. Кретов Ю.Л., Буякова С.П., Кульков С.Н. Влияние содержания MgO на плотность и сопротивление термическому удару в системе $Al_2O_3 - MgO$ // Сборник тезисов Международной конференции “Физическая мезомеханика многоуровневых систем – 2014. Моделирование, эксперимент, приложения”. – Томск, 2013 – С.246-247.
3. Кретов Ю.Л., Буякова С.П. Изучение пористости, усадки и испытание композиционной системы Al_2O_3-MgO на термоудар // IV Международная молодежная научная конференция «Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики». – Томск, 2014 – С. 62-63.
4. Промахов В.В., Буякова С.П. Поровая структура нанокристаллической керамики $ZrO_2(MgO)$ // Сборник материалов IV Всероссийской конференции молодых ученых «Физика и химия высокоэнергетических систем» Томск, ТГУ, 2008. – С. 123-127.
5. Сизова О.В., Колубаев А.В. Структурные особенности и механические свойства боридных покрытий // Материалы, технологии, инструменты. - 2002.-Т.7.-№1.-С.62- 68. 69 14. Самсонов Г.В., Марковский Л.Я., Жигач А.Ф.,
6. Валяшко М.Г. Бор, его соединения и сплавы. Изд-во АНУССР Киев 1960 с 590.

Руководитель работы  Буякова С.П.

Задание принял к исполнению  Галяс.В.В

Реферат

Выпускная работа бакалавра изложена на 35 страницах, содержит 15 рисунков, 38 литературных источников.

Ключевые слова: Диборид циркония, диоксид циркония, карбид кремния, керамические материалы, получение образцов.

Целью данной работы является получение и исследование окислительных свойств керамических композиционных материалов на основе $ZrB_2+20\%SiC+ZrO_2$

Содержание

Введение.....	2
1. Аналитический обзор литературы.....	3-5
1.2 Диборид циркония.....	5-7
1.3 Карбид кремния.....	8-10
1.4 Диоксид циркония.....	10-12
1.5 Самовосстанавливающиеся керамические материалы.....	13-14
1.6 Огнеупорная керамика.....	14-16
2. Материалы и методы исследования.....	16
2.1 Получение исходных порошков.....	16-18
2.2 Спекание оксидных керамик.....	19-22
3. Экспериментальная часть.....	22
3.1 Приготовление порошковых систем на основе $ZrB_2+20\%SiC+ZrO_2$	22
3.2 Исследование и свойства полученных образцов.....	23-25
3.3 Рентгено-структурный анализ полученных образцов.....	25-29
4. Результаты исследований.....	30
Список литературы.....	31-34

Введение

Актуальность создания высокотемпературных материалов и теплонагруженных конструкций на их основе, способных работать в окислительной среде при температуре 2000°C и выше, обусловлена созданием авиационных и ракетных двигателей нового поколения с повышенными тактико-техническими, экологическими и экономическими показателями. Для увеличения сопротивления окислению боридов циркония и гафния в порошковые композиции вводят добавки, такие как карбид кремния, оксид и борид лантана, силициды циркония, молибдена, тантала и др. Как известно, добавки наноразмерных порошков способствуют активации спекания керамики, понижению температуры спекания, а также улучшают механические свойства спеченного материала.

Керамика на основе ZrB_2 и SiC является весьма перспективным материалом, способным работать в условиях чрезвычайно высоких температур вплоть до 2000°C и агрессивных сред. Изделия на её основе могут применяться для работы в высокоскоростных тепловых потоках, где определяющими факторами являются высокая жаростойкость и способность залечивать образующиеся поверхностные дефекты.

Такая керамика обладает рядом уникальных свойств: высокими температурой плавления, теплопроводностью, твердостью, стойкостью к абразивному износу и прочностными характеристиками при повышенных температурах. Методами получения керамики данного типа являются горячее прессование (ГП), искровое плазменное спекание (ИПС) и самораспространяющийся высокотемпературный синтез (СВС). Кроме того, для обеспечения высокого комплекса служебных характеристик целесообразно комбинирование указанных технологий.

4. Результаты исследований.

Проведя ряд исследований были получены следующие результаты:

1. Прирост масс у 1 образца ($\text{ZrB}_2 + 20\% \text{SiC} + 5\% \text{ZrO}_2$) составил 0,0105 грамм

Прирост масс у 2 образца ($\text{ZrB}_2 + 20\% \text{SiC} + 10\% \text{ZrO}_2$) составил 0,0093 грамма

2. Также вычислили толщину оксидного слоя. У 1 образца $L = 241,397 \text{ мкм}$.

У 2 образца $L = 221,743 \text{ мкм}$.

3. Определили фазу и тип решетки образцов до и после окисления.

Список литературы

1. High-Surface-Area Alumina Ceramics Fabricated by the Decomposition of $\text{Al}(\text{OH})_3$ / Z.-Y. Deng, T.i Fukasawa, M. Ando, G.-J. Zhang, and T. O. Synergy (Japan) // J. Amer. Cer. Soc. V. 84. № 3. 2001
2. Butler E.R. Transformation-toughened zirconia ceramics // Mater. Sci. and Eng. 1985. V 1. № 6. P. 417 – 433.
3. Самсонов Г.В. Физико-химические свойства окислов – М.: Металлургия, 1978. – 472 с.
4. Андрианов Н.Т., Лукин Е.С., Полубояринов Д.Н. Научные труды (МХТИ), вып. 59. М.: изд. МХТИ, 1969, С. 125 – 128.
5. Кочетков В.А., Майер А.А., Полубояринов Д.Н. Научные труды (МХТИ), вып. 59. М.: изд. МХТИ. 1969. С. 129 – 132.
6. Кретов Ю.Л., Буякова С.П., Кульков С.Н. Влияние содержания MgO на плотность и сопротивление термическому удару в системе $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ // Сборник тезисов Международной конференции “Физическая мезомеханика многоуровневых систем – 2014. Моделирование, эксперимент, приложения”. – Томск, 2013 – С.246-247.
7. Кретов Ю.Л., Буякова С.П. Изучение пористости, усадки и испытание композиционной системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-MgO}$ на термоудар // IV Международная молодежная научная конференция «Актуальные проблемы современной механики сплошных сред и небесной механики». – Томск, 2014 – С. 62-63.
8. Промахов В.В., Буякова С.П. Поровая структура нанокристаллической керамики $\text{ZrO}_2(\text{MgO})$ // Сборник материалов IV Всероссийской конференции молодых ученых «Физика и химия высокоэнергетических систем» Томск, ТГУ, 2008. – С. 123-127.
9. Буякова С.П. Свойства, структура, фазовый состав и закономерности формирования пористых наносистем на основе ZrO_2 . Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Томск. 2008.-30 с.

10. Промахов В.В. Фазовый состав и параметры кристаллической структуры керамики $ZrO_2(MgO)$ после термических ударов // Материалы всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука.Технологии.Инновации.». Новосибирск, НГТУ, 2009. – С. 221-222.
11. Промахов В.В. Закономерности изменения фазового состава и параметров кристаллической структуры нанокристаллической керамики $ZrO_2(MgO)$ после термических ударов // Сборник материалов VI всероссийской конференции молодых учёных «Физика и химия высокоэнергетических систем». Томск, ТГУ, 2010. – С. 118 – 121.
12. Промахов В.В., Буякова С.П., Кульков С.Н. Влияние термоударных нагрузжений на фазовый состав и параметры кристаллической структуры нанокристаллической керамики $ZrO_2(MgO)$ // Сборник материалов XIX Петербургских чтений по проблемам прочности. Санкт-Петербург, 2010. – С. 224 – 226.
13. Сизова О.В., Колубаев А.В. Структурные особенности и механические свойства боридных покрытий // Материалы, технологии, инструменты. - 2002.-Т.7.-№1.-С.62- 68. 69
14. Самсонов Г.В., Марковский Л.Я., Жигач А.Ф., Валяшко М.Г. Бор, его соединения и сплавы. Изд-во АНУССР Киев 1960 с 590.
15. Баньковская И.Б., Сёмов М.П., Лапшин А.Е., Костырева Т.Г. Нанотехнология капсулирования борида циркония при формировании жаростойких покрытий // Физ. и хим. стекла, Т. 31, № 4, 2005. С. 581-588.
16. Самсонов Г.В. Тугоплавкие соединения. Справочник. – М.: Металлургиздат, 1963. – 398 с
17. Wesch W. Silicon carbide: synthesis and processing // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. - 1996. - V. 116. - P. 305-321.
18. Андриевский Р.А. Наноразмерный карбид кремния: синтез, структура, свойства // Успехи химии. - 2009. – № 78 (9). – С. 889-900. 94

19. Hayashi A.J. Self- Diffusion in Silicon Carbide // Min. Soc. Japan. – 1960. – V. 4. – P. 363-371.
20. Schaffer P.T.B., Hannan A.L. Comments on Phase Equilibria in the System Boron Carbide - Silicon Carbide by D. R. Secrist // J. Amer. Ceram. Soc. – 1964. – V. 47. – P. 594 – 595.
21. Косолапова Т.Я. и др. Неметаллические тугоплавкие соединения. – М.: Металлургия, 1985. – 224 с.
22. Snead L. L. at al. Handbook of SiC Properties for Fuel Performance Modeling // J. Nuclear Materials. – 2007. – V. 371. – P. 329-337.
23. Верма А.А., Кришна П. Полиморфизм и полиморфизм в кристаллах. – М.: Мир, 1969. – 273 с.
24. Белоусова А.А. Исследование процесса синтеза диборида циркония с использованием нановолокнистого углерода. - 2010. -С.13.
25. Анциферов В.Н., Бобров Г.В. и др. / Под ред. Митина Б.С. Порошковая металлургия и напылённые покрытия. Учеб. пособие для вузов. – М.: Металлургия, 1987. – 792 с
26. Центральный металлический портал: // Полезные статьи / Порошковая металлургия / Спекание порошковых материалов и их свойства. 2012 - 2014.
27. Nakao W., Abe S. Enhancement of the self-healing ability in oxidation induced self-healing ceramic by modifying the healing agent. Smart Materials & Structures, 2012, № 21(2), pp. 1-7.
28. Farle A., Kwarkernaak C., Van der Zwaag S. et al. A conceptual study into the potential of $Mn_{n+1}AX_n$ -phase ceramics for self-healing of crack damage. Journal of the European Ceramic Society, 2015, № 35, pp. 37-45.

29. Yoshioka S., Nakao W. Methodology for evaluating self-healing agent of structural ceramics. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 2015, v. 26, №11, pp. 1395-1403.
30. Ono M., Nakao W., Takahashi K. et al. A new methodology to guarantee the structural integrity of Al₂O₃/SiC composite using crack healing and a proof test. *Fatigue Fract. Eng. Mater. Struct*, 2007, № 30(7), pp. 599-607.
31. Yang H.J., Pei Y.T., Rao J.C. et al. Self-healing performance of Ti₂AlC ceramic. *Journal of Materials Chemistry*. 2012, № 22(17), pp. 8304-8313.
32. Shibo L., Guiming S., Kwakernaak K. et al. Multiple crack healing of a Ti₂AlC ceramic. *Journal of the European Ceramic Society*, 2012, no. 32 (8), pp. 1813-1820.
33. R.H.J. Hannink Microstructural development of sub-eutectoid aged MgO – ZrO₂ alloys // *Journal of materials science*. 1983. № 18. P. 457 – 470
34. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. 192 с.
35. Химическая технология керамики и огнеупоров / Под ред. П.П. Будникова. – М.: Стройиздат, 1972. – 551с
36. Кайнарский И.С. Процессы технологии огнеупоров. – М.: Металлургия, 1969.- 552 с.
37. Соколов А.Н., Ашимов У.Б. и др. Плавленные огнеупорные оксиды. - М.: Металлургия, 1988. - 232 с.
38. Garvie R.C., Hannink R.H., Pascoe R.T. Ceramic steel // *Nature*. 1975. № 258 [5537], P. 703 – 704



Отчет о проверке на заимствования №1

Автор: Галас Васа sunny_zhez@mail.ru / ID: 5847189

Проверяющий: Галас Васа (sunny_zhez@mail.ru / ID: 5847189)

Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://www.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 8
Начало загрузки: 15.06.2018 10:40:31
Длительность загрузки: 00:00:00
Имя исходного файла: ВКР Галас.txt
Размер текста: 78 кБ
Символов в тексте: 43745
Слов в тексте: 5062
Число предложений: 347

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
Начало проверки: 15.06.2018 10:40:32
Длительность проверки: 00:00:03
Комментарии: не указано
Модули поиска:

ЗАИМСТВОВАНИЯ
22,64%

ЦИТИРОВАНИЯ
0%

ОРИГИНАЛЬНОСТЬ
77,36%

Галас В.В.

Руководитель ООП
физ.к., профессор

В.А. Сусин

Научный руководитель
в.техн. наук.

С.В. Рыков

ОТЗЫВ

на выпускную квалификационную работу

Галяса Василия Владимировича

на тему: «Влияние термического воздействия на структурно-фазовое состояние композитов ZrB_2-ZrO_2 »

Исследования В.В. Галяса посвящены изучению окислительной стойкости керамических композитов системы ZrB_2-ZrO_2 . Подобного рода исследования имеют высокую актуальность в свете развития энергетического машиностроения и разработке гиперзвуковых летательных аппаратов. Керамические композиты ZrB_2-ZrO_2 представляют интерес в качестве элементов пар сопряжения, эксплуатируемых в условиях высоких температур. Знания об окислительной стойкости этих материалов имеют принципиальное значение с точки зрения увеличения их устойчивости к термическим воздействиям в условиях кислородосодержащей атмосферы.

Перед В.В. Галясом были поставлены следующие задачи: анализ современных научных публикаций, посвящённых получению термостойких керамик, изучения окисления; получение образцов керамики, изучение их структурно-фазового состояния посредством рентгенофазового анализа, растровой электронной микроскопии.

В.В. Галяс с высокой ответственностью подошёл к научно-исследовательской работе, освоил необходимые в работе методики исследований, технологию получения керамики. В.В. Галяс зарекомендовал себя грамотным специалистом, принимал активное участие в обсуждении научных результатов.

Считаю, что В.В. Галяс заслуживает оценки «отлично».

г.н.с ИФПМ СО РАН
д. техн. наук



С.П. Буякова