

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

666.76†

УТВЕРЖДАЮ

\*УДК 536.46+541.12.03

№ гос. регистрации 20113639

инв. №



Проректор по научной работе

Е.В. Ванкевич

2013 г.

ОТЧЕТ  
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

**РАЗРАБОТКА И ВЫПУСК ОПЫТНЫХ ПАРТИЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ  
И ОГНЕУПОРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ МЕСТНОГО И  
СИНТЕЗИРОВАННОГО СЫРЬЯ, ВТОРИЧНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ  
СПЛАВОВ ДЛЯ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО,  
ТЕРМИЧЕСКОГО И ЛИТЕЙНОГО ОБОРУДОВАНИЯ; ПРОВЕДЕНИЕ  
МОНИТОРИНГА НАЛИЧИЯ ТАКИХ МАТЕРИАЛОВ, ПОТРЕБНОСТИ В  
НИХ ПРЕДПРИЯТИЙ РЕСПУБЛИКИ, ВОЗМОЖНОСТИ ПОЭТАПНОГО  
ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ**

2014 -г/б НИР 383

(заключительный)

Научный руководитель  
профессор кафедры физики, д.т.н.

В.В. Рубаник

Начальник НИЧ

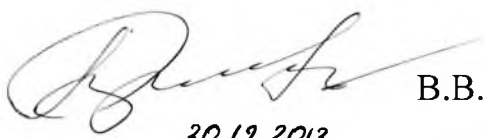
30.12.2013

С.А. Беликов

Витебск 2013

**Список исполнителей**

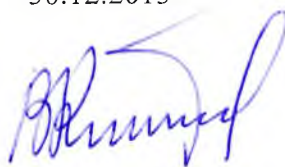
Научный руководитель:  
Профессор кафедры физики  
УО «ВГТУ» д.т.н.



30.12.2013

В.В. Рубаник  
общее руково-  
дство: Основная  
часть, Заклю-  
чение.

Исполнители:  
академик НАН Беларуси д.т.н.



30.12.2013

В.В. Клубович  
Заключение.

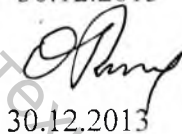
Ст. научный сотрудник  
ГНУ «ИТА НАН Беларуси»  
к.т.н.



30.12.2013

В.Г. Самолётов  
Введение, Ос-  
новная часть,  
Заключение.

Ст. преподаватель УО «ВГТУ»



30.12.2013

О.Е. Рубаник  
Основная часть

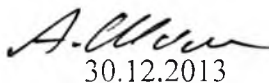
Главный технолог ОАО  
«Доломит»



30.12.2013

Л.В. Ермакович  
Заключение.

Нормоконтролер



30.12.2013

А.Д. Шилин



## Реферат

Отчет 81 с., 31 рис., 13 таб., 20 источников, 12 приложений.

ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ДОЛОМИТ, САМОРАСПРОСТРАНЯЮЩИЙСЯ  
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ СИНТЕЗ (СВС), МЕХАНОАКТИВАЦИЯ,  
УЛЬТРАЗВУК.

Объектом исследования являются смеси реагентов, способные превращаться в огнеупорные материалы для футеровок тепловых агрегатов в том числе в результате СВС-реакции.

Целью работы является повышение огнеупорности и термостойкости огнеупорных изделий и покрытий за счет подбора состава реагентов и механической активацией смеси с помощью мощных ультразвуковых колебаний.

В процессе работы проведены исследования смесей на основе доломита и других компонентов, установлено влияние состава смеси, технологии ее подготовки, сушки и обжига, интенсивности ультразвуковой и механоактивации на структуру, огнеупорность и термостойкость полученных покрытий и формованных образцов.

## Содержание

Введение	6
1. Исследование возможности использования техногенных отходов молотого шлака плавки алюминия, для производства СВС-огнеупоров	10
2. Исследование влияния ультразвуковой механоактивации (УЗМА) на процесс разложения доломита при нагревании	14
3. Исследование возможности использования обожженного доломита для производства СВС-огнеупоров	17
4. Исследование влияния ультразвуковой активации на процесс формирования свойств и структуры керамических материалов системы Al-SiO <sub>2</sub> -MgO-CaO	19
5. Исследование влияния параметров сухого перемешивания исходных компонентов на показатели качества огнеупорного материала	23
6. Исследование влияния параметров полусухого прессования формованных изделий на показатели качества огнеупорного материала	34
7. Исследование влияния ступенчатой сушки покрытий и формованных изделий на показатели качества огнеупорного материала	37
8. Исследование влияния первичной термической обработки покрытий и формованных изделий на показатели качества огнеупорного материала	41
9. Изучение влияния армирующего наполнителя на ТКЛР и стойкость к термоциклированию изделий из композиционного материала	44
10. Изучение влияния вяжущего компонента на стойкость к термоциклированию композиционного материала	45
11. Проведение мониторинга наличия огнеупорных материалов, потребности в них предприятий республики, возможности поэтапного импортозамещения	47
12. Разработка проекта ТУ, разработка и выпуск опытной партии огнеупорных композиционных материалов	49

Заключение	54
Список использованных источников	57
Приложения 1-12	60

Витебский государственный технологический университет

## Список использованных источников

1. Интернет источник: Геология и полезные ископаемые РБ.pdf. <http://lib.brsu.by/sites/default/files/sites/default/files/umm/>.
2. Интернет источник: Прогнозирование экспорта и импорта минеральных ресурсов республики Беларусь... [http://belisa.org.by/pdf/Publ/Art10\\_i24-25.pdf](http://belisa.org.by/pdf/Publ/Art10_i24-25.pdf).
3. Интернет источник: Ресурсы белорусских недр. [http://www.belarusin.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=257:admin&catid=67:2009-08-17-14-29-24&Itemid=168](http://www.belarusin.net/index.php?option=com_content&view=article&id=257:admin&catid=67:2009-08-17-14-29-24&Itemid=168).
4. Стрелов, К.К. Технология огнеупоров / К.К. Стрелов, П.С. Мамыкин. – 3-е издание. – Москва: Металлургия, 1978. – 329 с.
5. Гончарик, В.В. Огнеупор на основе стабилизированного доломита / В.В. Гончарик, И.А. Белов, О.Г. Бацевичус // Архитектура и строительство. – 2005. – № 9.
6. Патент РБ 6910. Доломитовый огнеупор / И.А. Белов, Л.В. Соколовский, Е.Я. Подлузский, О.Г. Бацевичус // Научно-исследовательское республиканское унитарное предприятие "НИИСМ". – заявка №20011108; заявл. 2001.12.27.
7. Клубович, В.В. Разработка состава огнеупорного покрытия для защиты футеровки сушильных печей / В.В. Клубович, В.В. Рубаник, В.Г. Самолётов // Технология литья и металлургия: к 40-летию Института технологии металлов НАН Беларуси; редкол. Е.И. Марукович, О.О. Станюленис, Е.М. Патук. – Минск: Беларус. навука, 2010. – С. 11-26.
8. Клубович, В.В. СВС-покрытие для защиты футеровки сушильных печей / В.В. Клубович, В.В. Рубаник, В.Г. Самолётов // 50 международный симпозиум «Актуальные проблемы прочности», 27 сентября -- 1 октября 2010 года, сборник материалов, Ч. 2. – Витебск: УО «ВГТУ», 2010 – С. 189-191.
9. Рубаник, В.В. НИР: «Разработать технологию получения огнеупорных материалов на основе отечественного доломита методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с ультразвуковой активацией исходного материала» / В.В. Рубаник, В.В. Клубович, В.Г. Самолетов, Л.В. Маркова, О.Е. Рубаник, Л.В. Ер-



- макович // Заключительный отчет от 30.12.2010, № гос. регистрации 20102840. – Витебск: УО «ВГТУ», 2010 – 44 с.
10. Минин, Р.В. Влияние механической активации на самораспространяющийся высокотемпературный синтез гексагональных оксидных ферромагнетиков с W-структурой / Р.В. Минин, Р.М. Габбасов, В.И. Итин, А.И. Кирдяшкин // Международная школа-конференция молодых ученых «Физика и химия наноматериалов». Сб. научн. трудов. Россия, Томск, 13–16 декабря 2005.
11. Волочко, А.Т. Получение керамических материалов системы алюминий - диоксид кремния - доломит методом СВС / А.Т. Волочко, А.А. Згурская, КБ. Подболотов // Вестник полоцкого государственного университета. Серия В, Промышленность. Прикладные науки. Материаловедение и металлургия. – Полоцк: УО ПГУ, 2010. – №2. – С. 110-114.
12. Рязанов С.А. Разработка технологии производства огнеупорных изделий из алюмотермитных композиционных материалов с использованием вторичного сырья // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Самара, 2005. – 163 с.
13. Экспериментально-теоретическое изучение теплопроводности и ее влияния на термостойкость форстеритовых огнеупоров / О.А. Белогурова, Н.Н.Гришин, А.Г.Иванова // Огнеупоры и техническая керамика. – 2003. – №12. – С.4-15.
14. Материаловедение. Природные и обжиговые строительные материалы: учеб.пособие / В.Ф. Завадский, Э.А. Кучерова, И.В. Генцлер, А.Н. Проталинский // Новосибирск: НГАСУ, 2000. – 88 с.
15. Ланге В. Метилцеллюлоза Walocel M улучшает качество систем сухих строительных смесей / В. Ланге // Строительные материалы, 1999. – №3. – С.38-39.
16. Парикова Е.В. Шпатлевочные составы, модифицированные органоминеральными добавками /Е.В.Парикова // Современные материалы и технологии в строительстве. Юбилейный двадцать пятый Международный сборник научных трудов. Новосибирск: НГАУ, 2003. – С.98-99.
17. Фаликман В.Р. Новое поколение суперпластификаторов / В.Р. Фаликман, А.Я. Вайнер, Н.Ф. Башлыков // Бетон и железобетон, 2000. – №5. – С. 5-7.

18. Сажин Б.С. Основы техники сушки / Б.С. Сажин // М.: Химия, 1984. – 320 с.
19. Аналитическая информация о возможности изготовления огнеупорных футеровочных материалов в республике Беларусь взамен закупаемых за рубежом, подготовлена в соответствии с постановлением президиума НАН Беларуси от 17 февраля 2011 года №7 «О ходе и задачах научного обеспечения Программы технического переоснащения и модернизации литейных, термических, гальванических и других энергоёмких производств на 2010-2015 годы.
20. Клубович, В.В. Исследование процесса стабилизации доломита при синтезе СВС-огнеупоров с ультразвуковой механоактивацией исходной смеси / В.В. Клубович, В.В. Рубаник, В.Г. Самолётов // Современные методы и технологии создания и обработки материалов: сб. научн. тр. IV Междунар. науч.-техн. конф., Минск 14-16 сент. 2011 г. / ФТИ НАН Беларуси; общ. ред. С.А. Астапчика и др. – Минск: изд. ФТИ, 2011. – Ч. 2. – С. 325–329.