

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XIV Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

Том 6. Строительство и архитектура

РОССИЯ, ТОМСК, 25– 28 апреля 2017 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XIV International Conference of students, graduate students
and young scientists

Volume 6. Construction and architecture

RUSSIA, TOMSK, April 25 – 28, 2017



ИХТЦ
ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ



**БАНК
ХОУМ КРЕДИТ**
Просто. Быстро. Удобно.



открытие
БАНК



СБЕРБАНК
Всегда рядом



МИКРАН



Премьер
БКС
Больше, чем банк



MARS

Издательство Томский политехнический университет

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
Национальный исследовательский Томский государственный университет
Томский государственный архитектурно-строительный университет
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Томский национальный исследовательский медицинский центр РАН

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XIV Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

Том 6. Строительство и архитектура

РОССИЯ, ТОМСК, 25– 28 апреля 2017 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

XIV International Conference of students, graduate students
and young scientists

Volume 6. Construction and architecture

RUSSIA, TOMSK, April 25 – 28, 2017

Томск 2017

УДК 501(063)

ББК 20л0

П278

П278 Перспективы развития фундаментальных наук [Электронный ресурс]: сборник трудов XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Россия, Томск, 25–28 апреля 2017 г. / под ред. И.А. Курзиной, Г.А. Вороновой. – Томск: Изд-во – Национальный Исследовательский Томский политехнический университет, 2017. – Режим доступа: http://science-persp.tpu.ru/Arch/Proceedings_2017_vol_6.pdf – 226 с.

ISBN 978-5-4387-0748-6

ISBN 978-5-4387-0754-7

Сборник содержит труды участников XIV Международной конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Перспективы развития фундаментальных наук». Включает доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные на секции «Строительство и архитектура». Сборник представляет интерес для студентов, аспирантов, молодых ученых, и преподавателей.

УДК 501(063)

ББК 20л0

Редакционная коллегия

И.А. Курзина, доктор физико-математических наук, доцент;

Г.А. Воронова, кандидат химических наук, доцент;

С.А. Поробова

ISBN 978-5-4387-0748-6

ISBN 978-5-4387-0754-7

© ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский
Томский политехнический университет», 2017

© Томский политехнический университет,
электронный текст, 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕКЦИЯ «СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПО ВЫСОТЕ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ ПОДОБНЫХ ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ А.Г. Дёгин, М.Н. Сокол	11
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ТЕПЛООБМЕНА ПО ШИРИНЕ ГРАНЕЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ, РАСПОЛОЖЕННОЙ В ГРУППЕ ИЗ ДВУХ МОДЕЛЕЙ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПОТОКУ ВОЗДУХА ПРИ ВАРИАЦИИ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ НИМИ М.Н. Сокол, А.Г. Дёгин	14
ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕНОБЕТОНОВ С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко	17
КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ МЕТОДОМ РИТВЕЛЬДА НА СТАДИИ ТВЕРДЕНИЯ К.С. Гаусс	20
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ РЕБРИСТЫХ ПЛАСТИН С ОГРАНИЧЕНИЕМ ПЕРВОЙ ЧАСТОТЫ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВЫСОТОЙ И ШИРИНОЙ ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ РЕБЕР О.О. Кондратенко	23
РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПТИМАЛЬНОСТИ ВЫБОРА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ БЛОКИРОВАННОГО ТИПА Н.В. Гусакова, К.Э. Филюшина, О.И. Добрынина	26
ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕРЕВЯННЫХ ОКОН А.Ю. Малиновский, Р.В. Будянский, К.Е. Петров	29
ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОТРАЖАЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ НА СНИЖЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ОКОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ Р.В. Будянский, А.Ю. Малиновский, К.Е. Петров	32
НОВЫЕ АСФАЛЬТОБЕТОНЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ Н. Мухаметгазы, М. Жамигат, К.А. Садыков	35
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСФЕР ПОЛУЧЕННЫХ ПЛАЗМЕННЫМ МЕТОДОМ НА ОСНОВЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ Р.Е. Гафаров, В.В. Шеховцов, О.Г. Волокитин	38
ЛЕГКИЙ ШЛАКОВЫЙ БЕТОН С ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ СМЕСЕЙ СЕВЕРСКОЙ ТЭЦ Н.В. Корейбо, А.Б. Стешенко	41
ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПОДЪЕМНИКА ПАНТОГРАФНОГО ТИПА В.С. Калинин	44
МОНИТОРИНГ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТА, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИТАМИ А.А. Хрюкин, М.В. Смолина	47

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЛЛАСТОНИТА В ТЕХНОЛОГИИ НЕАВТОКЛАВНОГО ПЕНОБЕТОНА Е.А. Бартеньева	50
БЕЗУСАДОЧНЫЙ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГОРНОГО ПЕСКА КИЛЬДЯМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Д.В. Васильева	53
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА ПРОДОЛЬНЫХ БОРТОВ ПЛИТЫ БАЛЛАСТНОГО КОРЫТА ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ С. В. Ефимов	56
АНГОБЫ ИЗ ГЛИНИСТОГО СЫРЬЯ ЯКУТИИ Э.М. Сутакова, А.А. Ли-Фу, О.А. Бурнашева	59
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОРИСТОСТИ ЯЧЕСТОГО БЕТОНА В.В. Конушева, О.О. Сыркин, А.Б. Стешенко	62
БЕТОНЫ С МИНИМАЛЬНОЙ МЕЖЗЕРНОВОЙ ПУСТОТНОСТЬЮ НА МЕСТНОМ СЫРЬЕ А.В. Анашкина, А.Б. Стешенко	65
СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ФИБРОПЕНОБЕТОНА НА РАЗЛИЧНЫХ ВЯЖУЩИХ В.И. Федоров, В.Н. Унаров	68
ЛИГНОПОЛИМЕРСИЛИКАТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОТДЕЛОЧНЫХ РАБОТ Е.Е. Ибе	71
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАКРОМОДЕЛИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ В.А. Сыромясов, А.И. Иванов, Д.В. Акст	74
ИССЛЕДОВАНИЕ ОТВАЛЬНОГО МАРТЕНОВСКОГО ШЛАКА ДО И ПОСЛЕ АКТИВАЦИИ В МЕЛЬНИЦЕ СТЕРЖНЕВОГО ТИПА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В.В. Шевченко, Д.В. Акст	77
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ ПРИ ВВЕДЕНИИ НАНОДИОКСИДА КРЕМНИЯ С РАЗНОЙ СТЕПЕНЬЮ ДИСПЕРСНОСТИ О.В. Демьяненко	80
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД Н.В. Войтенко, А.И. Прима	83
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПЛОТНОСТЬЮ АРБОЛИТОВ НА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ Л.С. Иннокентьева, С.Ю. Егорова	86
ЛАБОРАТОРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ, УСИЛЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫМИ КОМПОЗИЦИОННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ К.В. Кобелев	89
ПОВЕДЕНИЕ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ШПИЛЕК В БОЛТО-ФРИКЦИОННОМ СОЕДИНЕНИИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И.Ю. Мурованный	92
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА ПОВРЕЖДЕНИЯ НА ЛЭП К.П. Васильева	95
РАЗРАБОТКА БЕЗОБЖИГОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СЕРПЕНТИНОВ Е.В. Лазаревич, Н.Е. Никитенко, А.А. Гилевич	98

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ МАКРОМОДЕЛИ
КЕРАМИЧЕСКИХ МАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ**

В.А. Сыромясов, А.И. Иванов, Д.В. Акст

Научный руководитель: профессор, д.т.н. А.Ю. Столбоушкин

Сибирский государственный индустриальный университет,

Россия, г.Новокузнецк, пр. Кирова, 42, 654007

E-mail: syromyasov@mail.ru

**DEFINITION OF CRITICAL CONDITIONS FOR OBTAINING OF A MACROMODEL
OF CERAMIC MATRIX COMPOSITES**

V.A. Syromyasov, A.I. Ivanov, D.V. Akst

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A.Yu. Stolboushkin

Siberian State Industrial University, Russia, Novokuznetsk, Kirov str., 42, 654007

E-mail: syromyasov@mail.ru

Abstract. *The necessity for development of an approach to studying the phase composition and physico-chemical processes occurring during the firing of ceramic materials with a matrix structure based on technogenic and natural materials is substantiated. The study results on definition of critical conditions for obtaining of a ceramic matrix composites macromodel are presented.*

Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов, наряду с расширением их сырьевой базы, позволит улучшить экологическую обстановку промышленных регионов. Одними из наиболее важных проблем использования отходов в керамическом производстве являются их низкие технологические свойства и неоднородность по химико-минералогическому составу. Такое сырье требует разработки принципиально новых подходов к производству керамики [1].

Авторами разработаны технологические принципы формирования структуры изделий на стадии массоподготовки и прессования сырца, позволяющие получать керамические материалы из промышленных отходов с заданными физико-механическими характеристиками [2]. Создание керамических композиционных материалов матричной структуры возможно за счет грануляции заполнителя из этих отходов с последующим опудриванием полученных гранул легкоплавкой глиной, прессования полученных порошков, сушки и обжига изделий. В результате формируется керамический матричный композит, в котором ядра заполнителя заключены в хорошо спеченный пространственно-организованный каркас – матрицу.

Недостаточная изученность физико-химических процессов, протекающих при обжиге на границе «ядро-матрица», затрудняет разработку технологии стеновой керамики и прогнозирование эксплуатационных свойств материалов из различных видов сырья. Основные проблемы здесь связаны с малой толщиной граничного слоя, порядка 20...80 мкм, что усложняет проведение дифференцированного послойного фазового анализа с идентификацией минеральных фаз. Таким образом, при исследовании керамических матричных композитов возникла необходимость разработки масштабной физической

модели граничного слоя между ядром и оболочкой матрицы.

Цель работы заключалась в нахождении критичных условий изготовления лабораторных моделей, обеспечивающих физическое подобие процессов, протекающих в керамических матричных композитах.

Достижение цели предусматривает постановку серии однофакторных экспериментов, в которых поэтапно исследуется влияние каждого отдельного фактора на процессы взаимодействия компонентов ядра и матрицы в слоях лабораторных моделей (модельных образцов). Оценка влияния фактора устанавливалась по отклику, проявляющемуся изменением фазового состава слоев модельного образца. Для оценки отклика использовался рентгенофазовый анализ, результаты которого сопоставлялись с прогнозом протекания вероятных твердофазных реакций, основанным на расчетах энергии Гиббса.

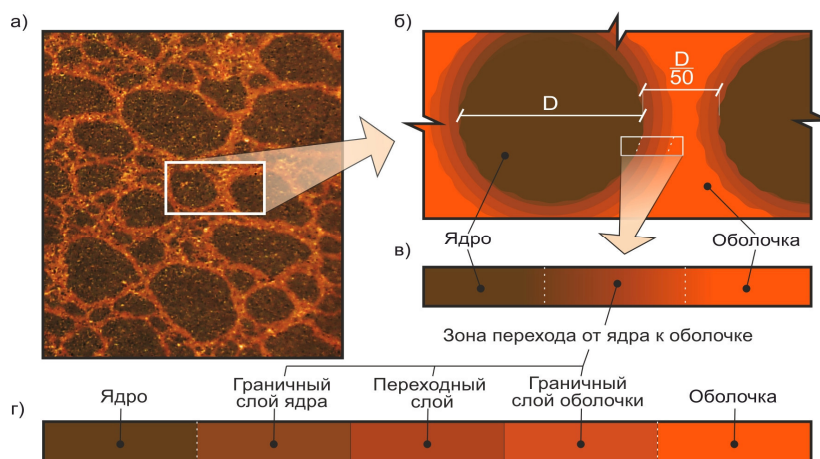


Рис. 1. Схема переходной зоны от ядра к оболочке в керамических образцах с матричной структурой

При приготовлении модельных образцов авторы исходили из того, что при формировании гранул из отходов с последующим «накатыванием» на их поверхность глинистой компоненты шихты в граничной зоне оба сырьевых материала частично перемешиваются. При этом распределение обоих компонентов на границе ядро-матрица интегрально изменяется в общей массе от 100 до 0 мас. % и наоборот. Дифференцируя этот переход на несколько зон с фиксированным соотношением компонентов, можно приближенно смоделировать границу раздела фаз в керамическом матричном композите.

Предварительно количество переходных слоев менялось от 1 до 5. Экспериментально было установлено, что один-два переходных слоя дают очень грубое приближение модели к реальным условиям матричной структуры. При формовании образцов с пятью переходными слоями возникли технологические проблемы, связанные со сложностью изготовления образцов-цилиндров на обычном лабораторном оборудовании [3]. Таким образом, оптимальным является формирование 3-х переходных слоев, а общее количество слоев в модельном образце составляет пять (рис. 1, г).

На первом этапе были проведены исследования по уменьшению толщины слоев до минимально возможных, позволяющих провести отбор проб материала для рентгенофазового анализа. В качестве материала ядра использовались шламистые железорудные отходы, матрицы – умереннопластичный суглинок. Подробная характеристика сырья приведена в работе [3].

С учетом ранее проведенных экспериментов при толщине слоев 9...10 мм [4] получены образцы с толщиной слоя до 4 мм. Экспериментально установлено, что дальнейшее уменьшение толщины слоя технологически затруднено при изготовлении образцов в стандартных лабораторных пресс-формах.

Сравнительный рентгенофазовый анализ модельных образцов показал, что интенсивность

дифракционных максимумов реликтового кварца, гематита и полевого шпата практически не изменяется при различной толщине слоев, в то время как она значительно уменьшается для минеральных фаз группы пироксенов (диопсид, авгит), шпинели и оливина. Протекание высокотемпературных реакций с образованием указанных минеральных фаз подтверждается и прямыми методами исследований, такими как петрография и электронная микроскопия [5].

На втором этапе изучали влияние направленного потока воздуха на взаимодействие слоев в процессе обжига модельного образца. Для оценки влияния организованного воздухообмена на диффузный массоперенос потребовалось изменение конструкции модельного образца. В соответствии с концептуальной схемой, изложенной в работе [4] были изготовлены многослойные модельные образцы с диаметром 60 мм и сквозным отверстием в центре диаметром 12 мм.

Для организации принудительного воздухообмена при обжиге сквозное цилиндрическое отверстие в теле образца с одной стороны плотно закупоривали, а к другой через смотровое отверстие в муфельной печи по кварцевой трубке подвали поток воздуха. После обжига были проведены исследования минеральных фаз аналогично первому этапу. Полученные экспериментальные данные совпадают с прогнозом протекания вероятных твердофазных реакций, основанным на расчетах энергии Гиббса в керамическом матричном композите из железорудных отходов и суглинка.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- уменьшение толщины дискретных слоев модельных образцов приводит к снижению интенсивности пиков высокотемпературных минеральных новообразований, при этом изменение фазового состава не происходит. Таким образом, изменение толщины слоя в пределах 4-9 мм не является критичным условием получения модельных образцов керамических матричных композитов;
- организация направленного воздухообмена между слоями модельных образцов способствует активизации тепломассопереноса при обжиге, усиливает взаимодействие между компонентами материала на границе ядро-матрица, что повышает адекватность разработанной модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие. – М.: Издательство, Ростов н/Д: Феникс. - 2007. – 6 С.
2. Пат. 2500647 РФ. МПК С1 С 04 В 33/132. Сырьевая смесь для изготовления стеновой керамики и способ ее получения / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко и др.; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34.
3. Сыромясов, В.А. Приготовление лабораторных керамических образцов с послойным переходом от ядра из техногенного сырья к глиняной матрице / В.А. Сыромясов, А.Ю. Столбоушкин, А.И. Иванов. // Материалы и технологии XXI века сб. ст. XIV Межд. науч.-техн. конф. - 2016. С. 235-239.
4. Столбоушкин А.Ю. Фазовый состав минеральных новообразований на границе ядра и матрицы в керамическом материале матричной структуры / А.Ю. Столбоушкин, В.И. Верещагин, О.А. Фомина, В.А. Сыромясов // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Всероссийская науч.-практ. конф. с междунар. уч.. Новокузнецк, - 2016. С. 145-151.
5. Столбоушкин А.Ю., Бердов Г.И., Столбоушкина О.А., Злобин В.И. Влияние температуры обжига на формирование структуры керамических стеновых материалов из тонкодисперсных отходов обогащения железных руд // Известия высших учебных заведений. Строительство. - 2014. - № 1. - С. 33-41.

Научное издание

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
XIV Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

Издано в авторской редакции

Компьютерная верстка С.А. Поробова
Редактор Г.А. Воронова, И.А. Курзина

Тираж 100 экз.



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического
университета сертифицирована в соответствии с
требованиями ISO 9001:2008
. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru

