

666
P.15

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 666.766

РАДЧЕНКО СВЕТЛАНА ЛЕОНОВНА

**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ТУГОПЛАВКИЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

05.17.11 – Технология силикатных
и тугоплавких неметаллических материалов

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Минск 2004

Работа выполнена в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет»

Научный руководитель

кандидат технических наук,
доцент **Дятлова Евгения Михайловна**
(учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,
кафедра технологии стекла и керамики)

Официальные оппоненты:

доктор химических наук
Паньков Владимир Васильевич
(лаборатория новых керамических материалов
Института общей и неорганической химии
НАНБ, заведующий);

кандидат технических наук
старший преподаватель
Сакович Андрей Андреевич
(учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»,
кафедра химической технологии вяжущих материалов)

Оппонирующая организация

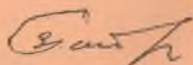
**Научно-исследовательское республиканское
унитарное предприятие «НИИСМ»**

Защита состоится «11» июня 2004 г. в 14.00 на заседании совета по защите диссертаций Д 02.08.03 в учреждении образования «Белорусский государственный технологический университет», 220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, тел. 227 - 43 - 08.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет».

Автореферат разослан « 4 » мая 2004 г.

Ученый секретарь
совета по защите диссертаций
кандидат технических наук, доцент



С.А. Гайлевиц

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы диссертации. Создание и применение новых более эффективных видов теплоизоляционных огнеупорных и тугоплавких материалов, совершенствование тепловой изоляции является актуальной задачей современного материаловедения, поскольку приводит к сокращению расхода топлива, интенсификации теплотехнических процессов, экономии ценного огнеупорного сырья, улучшению условий труда.

В Республике Беларусь производство теплоизоляционных огнеупорных и тугоплавких керамических материалов отсутствует, в настоящее время данный вид изделий импортируется из России и других стран. Тем не менее, существуют предпосылки в обеспечении сырьевыми ресурсами для получения таких материалов – тугоплавкие глины, карбонатные породы, недорогие выгорающие компоненты, в том числе отходы производств. Согласно экспертным оценкам запасы тугоплавких глин в Беларуси составляют 54,7 млн.т. Для белорусских глин показатель огнеупорности имеет значение 1230-1680°C, разделение глин по сортам с учетом показателя огнеупорности не проводилось и все балансовые запасы отнесены к тугоплавким. Интересными с точки зрения применения в качестве выгорающих добавок являются такие минеральные ресурсы органогенного происхождения как сапропели, торфы, бурый уголь. Необходимо отметить, что в связи с широким развитием строительных, химических и др. производств, на территории страны накопилось значительное количество разнообразных промышленных отходов, например, боя и лома огнеупорных изделий, отхода гидролизного производства – лигнина.

Использование имеющихся в Беларуси ресурсов рационально в первую очередь с экономической точки зрения. Собственные сырьевые материалы являются менее дорогими, чем привозные, при их использовании значительно снижаются расходы на транспортировку и т.д. Возможность обеспечения собственными легковесными теплоизоляционными тугоплавкими материалами широко развитой в регионе промышленности, взамен импортируемых изделий аналогичного назначения, за счет внедрения разработанных составов, может достаточно эффективно реализоваться в условиях существующего производства, например, керамического кирпича.

В связи с этим актуальной задачей является изыскание рациональных и технологичных составов масс и разработка технологии получения теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов на основе местных сырьевых ресурсов.

Связь работы с крупными научными программами, темами. Тема диссертационной работы соответствует научному направлению кафедры технологии стекла и керамики БГТУ и выполнялась в рамках следующих НИР:

1. «Разработать на основе местного сырья составы керамических масс и технологию получения эффективных теплоизоляционных огнеупорных материалов для футеровки промышленных печей и организовать их выпуск на Вол-»

573ар

ковском ИОСМ» (БС 98–58). № гос. регистрации 199983351. Сроки выполнения 01.01.1998 – 31.12.2000.

2. «Разработка физико-химических основ и технологических аспектов создания высокопористых структур теплоизоляционных и акустических материалов» (ГБ 21–106). № гос. регистрации 2001543. Сроки выполнения: 01.01.2001 – 31.12.2003.

3. «Исследование влияния технологических факторов на характер пористости и свойства теплоизоляционных керамических материалов» (ГБ 23–029). № гос. регистрации 2003440. Сроки выполнения: 01.01.2003 – 31.12.2003.

Цель и задачи исследования. Целью настоящей диссертационной работы является разработка составов масс и технологии получения тугоплавких теплоизоляционных керамических материалов на основе природного сырья Республики Беларусь и отходов промышленности, предназначенных для футеровки теплотехнических агрегатов и установок, путем детального исследования различных методов порообразования и видов порообразователей. При реализации поставленной цели решались следующие задачи:

- проведение аналитического обзора патентной и информационной литературы, обобщение опыта применения методов порообразования, основных методов изучения пористых структур;
- изучение процессов термической деструкции, оценка основных технологических свойств выгорающих добавок и их сравнительная характеристика;
- установление влияния вида и количества выгорающих добавок на пористость, водопоглощение, кажущуюся плотность, теплопроводность и другие свойства;
- определение зависимости вышеуказанных параметров от температуры обжига;
- изучение закономерностей формирования высокопористых структур и свойств тугоплавких теплоизоляционных керамических материалов при различных соотношениях органических и неорганических порообразователей;
- установление закономерностей образования пор в теплоизоляционных материалах, качественная и количественная оценки распределения пор по размерам;
- получение пористых структур различного типа путем рационального сочетания способов и технологических аспектов процесса порообразования, обеспечивающих заданные функциональные и прочностные характеристики теплоизоляционных материалов;
- установление взаимосвязи между различными видами пористости и теплофизическими свойствами теплоизоляционных материалов;
- разработка технологии (технологического регламента) производства тугоплавких теплоизоляционных материалов на основе сырья Республики Беларусь.

Объект и предмет исследования. Объект исследования – легковесные теплоизоляционные тугоплавкие керамические материалы на основе природного сырья Республики Беларусь и отходов промышленности. Предмет исследо-

вания – сырьевые материалы, шихтовые составы, технологические процессы производства (формование, сушка, обжиг), физико-химические и механические свойства, структура пористых материалов.

Методология и методы проведенного исследования. В основу работы положено детальное исследование этапов синтеза теплоизоляционных тугоплавких материалов: исследование особенностей процессов порообразования керамических шихт; изучение физико-химических свойств теплоизоляционных материалов; исследование процессов формирования структуры и фазообразования; выбор составов, их оптимизация; разработка технологии получения теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов.

В работе применялись современные методы исследования: дифференциально-термический, термогравиметрический, рентгенофазовый и химический анализ, оптическая и электронная микроскопия, порометрия: стереологический анализ и др. Проведение эксперимента и обработка экспериментальных данных производились с привлечением методов планирования и математической статистики. Результаты исследования физико-химических свойств использовались для определения полиномиальных моделей второго порядка $Y=f\{X_1, X_2\}$ и построения регулировочных диаграмм.

Научная новизна и значимость полученных результатов. Впервые проведена комплексная сравнительная характеристика выгорающих компонентов (лигнин гидролизный, торф, опилки древесные, сапропель карбонатного типа, кокс, бурый уголь, полистирол), включающая исследование процессов термической деструкции органической составляющей с определением соответствующих температурных интервалов, расчетом энергии активации, теплотворной способности, насыпной плотности, величины, химического и фазового состава зольного остатка.

Впервые определены полиномиальные статистические модели 2-го порядка и построены регулировочные диаграммы свойств, позволяющие решать рецептурно-технологические задачи получения теплоизоляционных материалов с применением шести исследованных выгорающих добавок.

Впервые научно обоснованы и экспериментально установлены структурные особенности теплоизоляционных материалов в зависимости от гранулометрического состава используемых выгорающих компонентов различных видов: при применении мелкофракционных (до 0,5 мм) добавок они определяются не столько конфигурацией частиц порообразователей и формой пор, а скорее количеством и химическим составом их зольных остатков; в случае введения в массы крупнофракционных (до 2,0 мм) добавок – конфигурацией частиц, величиной и составом зольных остатков.

Впервые детально изучен механизм процессов поро- и фазообразования, происходящих при нагревании шихт керамических масс, содержащих выгорающие компоненты, отличающиеся температурными интервалами деструкции и газовой выделению, величиной и составом зольного остатка. Определено, что

применение сапропеля карбонатного типа, зольный остаток которого обогащен оксидом кальция, способствует повышению степени закристаллизованности керамической матрицы за счет интенсивного образования анортитовой фазы, что предопределяет формирование высокопрочной пористой структуры.

Предложен метод направленного формирования структуры и свойств путем применения комплексных органоминеральных и органических порообразователей, изменением соотношения между компонентами которых, можно регулировать характер пористой структуры (величину пористости, размер и конфигурацию пор), что позволяет получать материалы с необходимым комплексом физико-химических свойств.

Практическая (экономическая, социальная) значимость полученных результатов. Разработаны составы масс и технология получения теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов на основе природного сырья Республики Беларусь и отходов промышленности, предназначенных для футеровки теплотехнических установок и агрегатов.

Полученные результаты диссертационной работы имеют практическую значимость для предприятий керамического производства Беларуси, могут использоваться в качестве коммерческого продукта для предприятий по производству керамического кирпича и других изделий строительного назначения.

Внедрение разработанных составов теплоизоляционных материалов позволит сократить импорт аналогичных изделий.

Теоретические и практические положения настоящей работы могут служить основой при разработке и корректировке составов легковесных теплоизоляционных тугоплавких и огнеупорных керамических материалов при использовании различных методов формирования пористости (выгорающих добавок, пено- и газообразования).

Разработка имеет социальный эффект, поскольку предполагает утилизацию отходов производств для получения импортозамещающей продукции, что значительно улучшит экологическую обстановку в стране.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Комплексная сравнительная характеристика выгорающих компонентов, включающая изучение процессов термической деструкции и расчет энергии активации.

2. Полиномиальные статистические модели и регулировочные диаграммы свойств теплоизоляционных тугоплавких материалов, позволяющие решать рецептурно-технологические задачи.

3. Результаты исследований влияния метода порообразования, вида порообразователя, технологических факторов на свойства, структуру и фазовый состав теплоизоляционных материалов.

4. Особенности процессов поро- и фазообразования, происходящих при нагревании шихт керамических масс, содержащих выгорающие компоненты различных видов.

5. Методы направленного регулирования пористой структуры и комплекса физико-химических свойств теплоизоляционных материалов.

6. Разработанные составы масс и технология теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов на основе местного природного сырья и отходов промышленности.

Личный вклад соискателя. Автором непосредственно выполнены: выбор и комплексное исследование выгорающих добавок; экспериментальные работы по синтезу теплоизоляционных тугоплавких материалов методами выгорающих добавок, пено- и газообразования; исследование фазово-структурных превращений, происходящих при нагревании керамических шихт, содержащих выгорающие компоненты; исследование влияния гранулометрического состава сырьевых компонентов на формирование пористой структуры и свойства материалов; определение физико-химических свойств и изучение структуры и фазового состава теплоизоляционных материалов; математическая обработка и интерпретация данных эксперимента; анализ и обобщение полученных результатов; проведение опытно-промышленной апробации и разработка технологического регламента.

Диссертационная работа представляет собой самостоятельный труд соискателя. Вклад соавторов совместных публикаций состоял в общем научном руководстве, участии в постановке цели и задач исследований, обсуждении результатов работы.

Апробация результатов диссертации. Материалы диссертации доложены и обсуждены на: научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Белорусского государственного технологического университета, 2002–2003 г.г.; международных научно-технических конференциях: «Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химическом комплексе», г. Минск, 1997 г.; «Новые технологии рециклинга вторичных ресурсов», г. Минск, 2001 г.; «Создание и применение высокоэффективных наукоемких ресурсосберегающих технологий, машин и комплексов», г. Могилев, 2001 г.; «Новые технологии в химической промышленности», г. Минск, 2002 г., «Современные технологии, материалы, машины и оборудование» г. Могилев, 2002 г., «Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии», г. Гродно, 2002 г., «Прогрессивные технологии, процессы и оборудование» г. Могилев, 2003 г., «Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства», г. Витебск, 2003 г., «Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов» г. Минск, 2003 г.; международной научно-практической конференции «Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее» г. Москва, 2003 г.; Белорусско-польском научно-практическом семинаре г. Брест, 2002 г.; международном симпозиума молодых ученых, аспирантов и студентов «Техника и технология экологически чистых производств» г. Москва, 2002 г.; международной межвузовской научно-технической конференции студентов,

аспирантов и магистрантов г. Гомель, 2003 г.; республиканской научной конференции студентов и аспирантов Беларуси «НИРС-2002» г. Витебск, 2002 г.

Опубликованность результатов. Основные положения диссертационной работы отражены в 17 публикациях, в том числе в 3 статьях в научных журналах, 13 материалах и 1 тезисах научно-технических конференций. Подана заявка на предполагаемое изобретение «Шихта для изготовления теплоизоляционного тугоплавкого материала» (приоритет № а 20010900 от 26.10.2001 г.). Без соавторов опубликованы 2 работы. Общий объем опубликованных материалов составляет 60 страниц.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, обзора литературы, главы, посвященной методике эксперимента и методам исследования, четырех глав экспериментальных исследований, заключения, списка литературных источников и приложений. Объем диссертации – 200 листов машинописного текста. Работа содержит 27 рисунков, 12 таблиц и 9 приложений. Список литературных источников включает 154 наименования.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении и общей характеристике работы дана оценка современного состояния проблемы, обоснована актуальность исследований, сформулирована цель работы, показана научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе представлен обзор литературы, в котором рассмотрены основные методы получения пористых структур, возможные сырьевые материалы для синтеза теплоизоляционных огнеупорных и тугоплавких керамических материалов. Изложены данные экспериментальных и теоретических исследований высокопористых систем, влияние различных технологических факторов на структуру и физико-химические свойства керамических легковесов.

Анализ литературных данных показал, что выбор методов получения теплоизоляционных материалов определяется как их простотой, экономичностью, так и требованиями, предъявляемыми к целевым изделиям. Наибольшее распространение на промышленном уровне получили методы выгорающих добавок, пено- и газообразования. Основным источником сырья для получения высококачественных теплоизоляционных алюмосиликатных (шамотных и полукислых) материалов являются огнеупорные глины и шамот на их основе.

Однако сведения о строении и свойствах теплоизоляционных материалов, полученных на основе одной керамической матрицы и с применением различных порообразователей, ограничены и отрывочны, не выработан систематизированный подход к выбору того или иного порообразователя; отсутствуют систематические данные по исследованию и сравнительной характеристике выгорающих добавок, а также закрепителей структуры пено- и газокерамических материалов в воздушно-сухом состоянии.

На основании анализа литературных источников поставлены задачи и оп-

ределены основные направления диссертационной работы.

Во **второй главе** описана методика проведения экспериментальных исследований, а также применяемые для обработки данных эксперимента методы математической статистики.

Определение физико-химических свойств теплоизоляционных материалов (кажушаяся и закрытая пористость, кажущаяся и истинная плотность, предел механической прочности при сжатии, коэффициент теплопроводности, усадка) осуществлено по стандартным методикам.

Изучение поведения при нагревании выгорающих добавок и масс проведено методом дифференциально-термического анализа. Исследование пористой структуры теплоизоляционных материалов осуществлено с применением электронной сканирующей и оптической микроскопии. Количественное и объемное распределение пор по размерам определялось с помощью стереологического анализа. Фазовый состав материалов анализировался рентгенофазовым методом.

В **третьей главе** приведены результаты эксперимента по синтезу масс теплоизоляционных тугоплавких материалов методом выгорающих добавок, влиянию температуры обжига, вида и количества введенного порообразователя на формирование структуры и комплекса свойств; изучению их поведения при нагревании и фазового состава.

В качестве выгорающих компонентов к исследованию приняты как природные материалы – сапрпель карбонатного типа, торф, бурый уголь, так и продукты и отходы промышленного производства – кокс, лигнин гидролизный, опилки древесные и полистирол. Для ряда добавок (лигнин, сапрпель) вопросы их применения имеют первоочередное значение в плане утилизации отходов и охраны окружающей среды.

Комплексным методом исследовано поведение добавок при нагревании, изучен химический и фазовый состав зольных остатков, определены области температур и закономерности процессов термической деструкции с определением энергии активации.

При термообработке выгорающих компонентов выделено три стадии разложения: до 200°C – процессы удаления влаги и начало термораспада органического вещества, 200-600°C – интенсивный распад органического вещества, 700-900°C – термическая диссоциация карбонатов (стадия характерна для сапрпеля, угля).

Установлено, что различия в энергии активации процесса термической деструкции органического вещества добавок определяются, главным образом, потерями массы и элементным составом органической части, что объясняется различной термической стабильностью элементарных структурных единиц, а именно наличием и количеством прочных химических связей. Выделение летучих веществ из лигнина, торфа, опилок, состоит из 2-х процессов с различными величинами энергии активации, которые на низкотемпературной ступени выше.

Данное положение необходимо учитывать при разработке температурно-временных параметров обжига.

В работе впервые используется в качестве порообразователя сапропель карбонатного типа, отличительными особенностями которого являются высокая зольность – 43 % и повышенное содержание СаО в зольном остатке – до 77 % (здесь и далее по тексту мас.%, если не оговорено особо).

В качестве керамической основы для получения тугоплавких керамических материалов методом пластического формования с сухой подготовкой сырьевых материалов использованы местная тугоплавкая глина месторождения «Городное» (Брестская обл. Столинский р-н), шамот алюмосиликатный (бой и лом огнеупорных изделий) и огнеупорная глина «Веско-Гранитик» (Украина). Диапазон варьирования количества выгорающих добавок составил 10–30 %.

Сформованные образцы высушивались и обжигались при температурах 1000, 1050, 1100, 1150°C со скоростью 200°C/час с двумя изотермическими выдержками в течение 1 часа при 400°C (для обеспечения протекания процессов окисления органической составляющей) и конечной температуре синтеза.

При синтезе материалов определена корреляционная связь величин воздушной усадки масс и формовочной влажности, которые зависят от вида (гигроскопичности) и количества вводимой выгорающей добавки и находятся в интервалах 6-12 % и 24-35 %, соответственно. В меньшей мере введение выгорающих добавок влияет на огневую усадку, которая не превышает 1,7%.

Определено, что выгорающие добавки оказывают значительное влияние на физико-химические процессы, происходящие при нагревании керамических масс: с введением в состав шихт выгорающих компонентов эндотермический, обусловленный процессом удалением физически связанной воды, несколько увеличивается и плавно переходит в сильно растянутый в температурном интервале экзотермический эффект процесса окисления органической составляющей добавок, причем его окончание значительно смещено в область более высоких температур (700-800°C и более) в сравнении с чистыми выгорающими компонентами, что связано с уменьшением доступа кислорода к частицам добавок. Эндотермические максимумы разложения карбонатов также смещаются к более высоким температурам.

Результаты исследования физико-химических свойств использованы для определения полиномиальных моделей второго порядка $Y=f\{X_1, X_2\}$ и послужили основой для построения регулировочных диаграмм для всех видов выгорающих добавок. В качестве переменных факторов приняты: X_1 – содержание выгорающего компонента, X_2 – температура обжига; в качестве параметров оптимизации – водопоглощение, кажущаяся пористость, кажущаяся плотность и механическая прочность.

Проведенные исследования позволили установить, а построенные регулировочные диаграммы наглядно представить особенности формирования комплекса физико-химических свойств в зависимости от вида выгорающего компо-

нента.

Наибольшие значения кажущейся пористости характерны для материалов, полученных с применением опилок, наименьшие – сапропеля и угля, промежуточные – торфа, лигнина и кокса, что объясняется соответствующими значениями потерь при прокаливании (п.п.п.) выгорающих добавок.

В равной степени зависимость кажущейся плотности (рис.1) определяется количеством введенного выгорающего компонента и температурой обжига при использовании сапропеля и угля. В случае применения торфа и кокса наблюдается большее влияние содержания, а при малых количествах выгорающих добавок равное воздействие на данное свойство, как содержания, так и температуры обжига. При введении лигнина и опилок кажущаяся плотность образцов меньше зависит от конечной температуры синтеза, но в большей степени от содержания порообразователя. Полученные результаты объясняются тем, что заметное повышение степени спекания материалов с ростом температуры обжига характерно лишь для образцов, поризованных высокозольными сапропелем и углем.

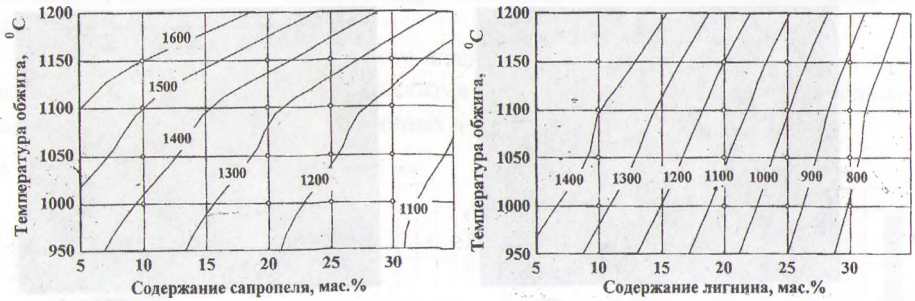


Рис.1. Регулировочные диаграммы кажущейся плотности (кг/м^3) для получения теплоизоляционных материала.

С ростом пористости за счет разрыхления структуры и уменьшения площади так называемого «живого сечения» образца при введении выгорающих добавок, прочность при сжатии разработанных легковесов резко снижается.

Определяющее влияние величина пористости оказывает и на коэффициент теплопроводности.

Согласно данным РФА фазовый состав исходных материалов представлен α -кварцем, муллитом и кристобалитом (присутствуют в шамоте), гематитом. В легковесах, полученных с применением лигнина и кокса, дополнительно кристаллизуется незначительное количество авгита; при использовании торфа – анортита; угля – авгита, анортита и шпинели. Введение сапропеля, содержащего значительное количество оксида кальция, способствует интенсивному образованию анортитовой фазы.

При визуальном и электронно-микроскопическом изучении строения разработанных материалов определено, что структура образцов представляет собой прерывистый каркас зернистого строения с микротрещинами и неплотными

контактами между зернами, поверхность пор шероховатая. Каркасообразующими элементами являются крупные зерна шамота и кварца, связанные аморфизированной минеральной композицией и прослойками стеклофазы.

Характер пористости полученных теплоизоляционных материалов приближается к структурам, описываемым простейшей моделью четочных (бутылкообразных) пор, в которой подчеркивается наличие расширений и сужений и которая отображает строение так называемых губчатых пористых систем.

Введение в массу неизометрических частиц торфа, лигнина (рис.2 а), кокса, опилок приводит к образованию пор неправильной формы и сравнительно большого размера: от десятых долей до 2-х и более мм.

В случае использования сапропеля форма воздушных включений приближается к изометричной (рис.2 б), средний размер пор составляет около 1 мм, закрытая пористость – порядка 10 %. Такая равномерная по объему материала мелкопористая структура наряду с другими факторами обеспечивает повышенную прочность и теплоизолирующую способность разработанных легковесов.

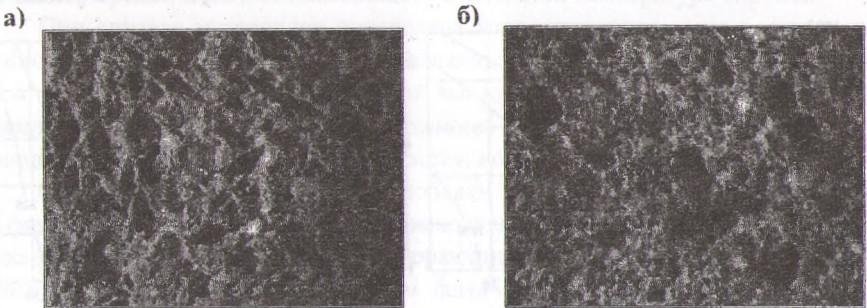


Рис.2. Структура теплоизоляционных материалов, полученных с применением: а) лигнина ($\times 3$); б) сапропеля ($\times 6$).

Таким образом, наилучшими параметрами физико-химических свойств обладают образцы, синтезированные с использованием сапропеля (характеризуются повышенной прочностью при достаточной кажущейся плотности) и лигнина (имеют невысокую кажущуюся плотность при необходимой прочности). Получение качественных теплоизоляционных тугоплавких материалов со свойствами, удовлетворяющими требованиям действующего стандарта, при принятых условиях синтеза, с применением кокса и бурого угля, не целесообразно.

Дальнейшие исследования проводились на составах, содержащих значительно отличающиеся формой частиц, температурным интервалом газовой выделение, величиной и составом зольного остатка выгорающие добавки – лигнин (п.п.п. – 95 %) и сапрпель (п.п.п. – 57 %).

В четвертой главе установлена степень влияния гранулометрического состава, как порообразователя, так и огнеупорного наполнителя на структуру и свойства теплоизоляционных материалов, а также возможность и эффектив-

ность совместного введения в массу различных выгорающих компонентов (применение комплексных порообразователей).

Определено, что дисперсность выгорающих компонентов предопределяет формирование структуры теплоизоляционных материалов и, следовательно, зависящие от структурных параметров свойства – теплопроводность и прочность. Гораздо менее ошутимое влияние зерновой состав добавок оказывает на значения кажущейся плотности и пористости.

Установлено также, что образцы материалов, полученных с применением шамота различного гранулометрического состава, характеризуются практически равными показателями прочности и теплопроводности. Полученные результаты, видимо, объясняются тем, что использование мелкозернистого шамота, безусловно, способствует некоторому уплотнению и упрочнению керамического черепка, но вместе с тем, плотносспекшие зерна крупного шамота образуют высокопрочный каркас, являются недоступными для проникновения газов и практически не имеют внутризерновой пористости. Учитывая близость значений свойств, сделан вывод о нецелесообразности дополнительного помола шамота.

С помощью стереологического анализа, установлена количественная корреляция между структурой и свойствами материалов, полученных с использованием лигнина и сапропеля различных фракций (рис.3).

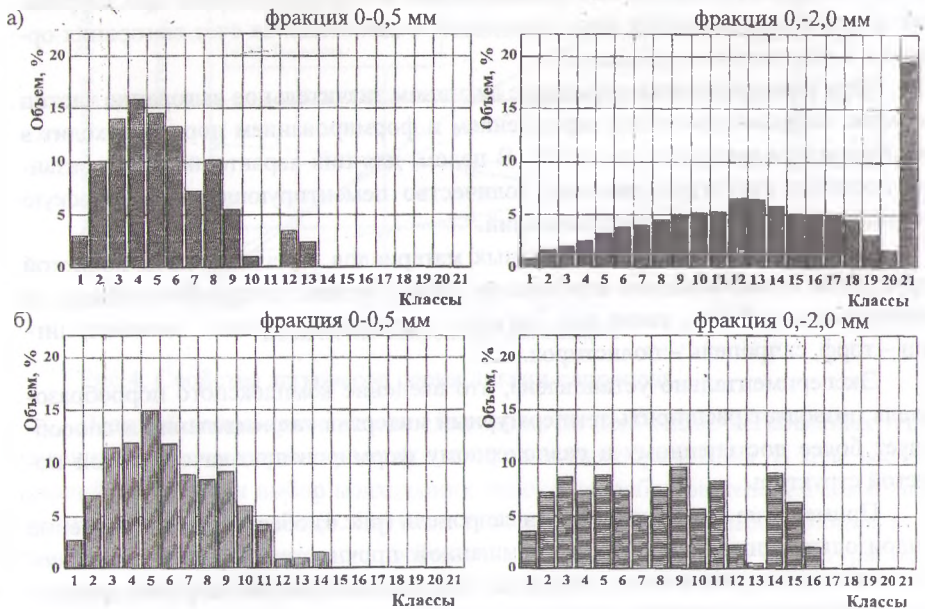


Рис.3. Гистограммы распределения пор по объему материалов (параметр «средний габарит»), полученных с применением лигнина (а) и сапропеля (б) различных фракций (класс 1 – размер пор 0 – 100 мкм; класс 2 – 100-200 мкм . . . класс 21 – более 2000 мкм).

При использовании мелкофракционных добавок, как лигнина так и сапропеля, близость размеров пор по всем исследуемым параметрам (средний габарит, длина, ширина) позволяет судить о некоторой изометричности формы воздушных включений, образующихся при выгорании частиц обоих порообразователей. В этом случае структура и свойства теплоизоляционных материалов определяются в первую очередь не конфигурацией частиц порообразователя, а следовательно, и формой пор, а количеством и химическим составом зольного остатка.

При введении крупнофракционных выгорающих компонентов с размером частиц до 2 мм аналогий в распределении пор при применении различных порообразователей не наблюдается, распределение пор характеризуется дискретностью и полимодальностью. При использовании лигнина большой объем материала занимает порами с размером более 2 мм. И их конфигурация играет важное значение в формировании структуры и свойств.

При нагревании опытных шихт, полученных с применением лигнина и сапропеля установлены различия в особенностях протекания физико-химических процессов поро- и фазообразования.

Определено, что процессы минералообразования протекают более интенсивно в образцах с сапропелем, что обеспечивает большую степень закристаллизованности керамической матрицы, и обуславливает повышенные значения прочности образцов. Процессы газовыделения и порообразования при нагревании сапропельсодержащих масс происходят в два этапа: за счет выгорания органики и разложения карбонатов.

При термообработке образцов с лигнином значительное выгорание частиц добавки, сопровождающееся зарождением и формированием пор происходит в температурном интервале до 650°C. В целом, для них характерна более развитая пористая структура, меньшее количество цементирующей керамическую матрицу стеклофазы и новообразований.

Для создания теплоизоляционных материалов с регулируемой пористой структурой использовались комбинации органических, органоминеральных и минеральных добавок, такие как: лигнин – сапропель, лигнин – доломит, лигнин – торф, сапропель – полистирол.

Экспериментально установлено, что введение комплексного порообразователя позволяет расширить температурный интервал газовыделения и способствует более постепенному и равномерному формированию качественной пористой структуры.

Применение комплекса лигнин-сапропель (рис.4) обеспечивает получение теплоизоляционных материалов повышенной прочности. С увеличением содержания в исходных массах сапропеля доля анизометричных пор, обусловленных применением лигнина, уменьшается, появляются округлые поры со средним размером около 0,5 мм; также происходит интенсивное образование анортитовой фазы, при этом прочность образцов закономерно увеличивается.

При введении в массы доломита образуется крупнопористая рыхлая структура, обуславливающая невысокую механическую прочность. Поэтому его количество в лигнинсодержащей массе рекомендуется ограничить 5 %.

Установлено, что комбинация лигнин-торф не изменяет структуру материалов, изготовленных из масс с одним из порообразователей. Зависимости свойств от соотношения выгорающих компонентов имеют, как правило, прямолинейный характер.

При использовании добавки полистирола происходит формирование мелкопористой структуры с достаточно высокой долей закрытых сферических пор, что положительно сказывается на величине теплопроводности материалов и препятствует резкому снижению прочности образцов.

Проведенный комплекс исследований позволил определить в качестве оптимальных составы ЛС2 (отношение лигнин/сапропель = 1/1) – характеризуется повышенным значением прочности при сжатии 7,0 МПа при величине коэффициента теплопроводности 0,43 Вт/м·К и кажущейся плотности 1050 кг/м³, и ЛТ2 (отношение лигнин/торф = 1/1) – отличается меньшим значением теплопроводности 0,35 Вт/м·К и кажущейся плотности 910 кг/м³, при удовлетворительной прочности 3,4 МПа. Предельная температура эксплуатации материалов оптимальных составов – 1150°С.

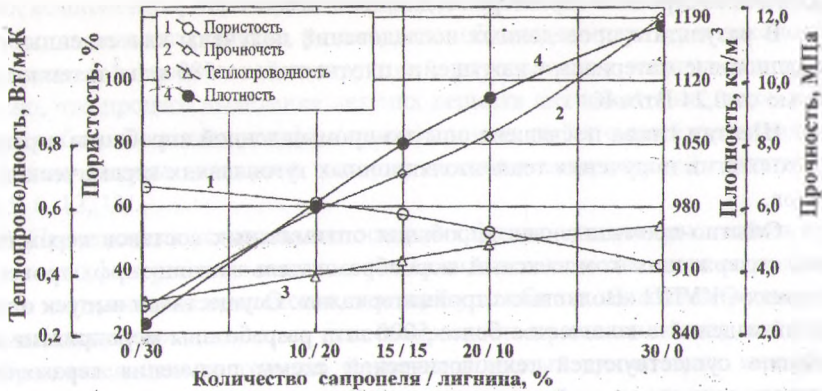


Рис.4. Свойства легковесов серии лигнин-сапропель.

В пятой главе приведены исследования по получению легковесных теплоизоляционных материалов методами пено- и газообразования. В ходе исследований произведен выбор подходящих пено- и газообразователей, а также закрепителей пено- и газомасс. Изучены свойства синтезированных образцов, выявлены особенности процессов формирования высокопористой структуры материалов, полученных указанными способами.

В качестве пенообразователя экспериментально подобран И-1 (на основе аминола с добавками), дающий 7-10 кратный объем пены при перемешивании в течение 2-4 мин и обладающий достаточной пеноустойчивостью. Определено, что лучшими закрепителями пенокерамических масс являются гипс в сочетании

с портландцементом и активной минеральной добавкой – низкоожженным каолином.

Установлено, что структура и свойства пеноматериалов зависят от содержания пены, которое регулируется соотношением объема пены к объему суспензии ($Vп/Vс$). По мере увеличения количества вводимой пены (пористости), поры меняют свою геометрию, преобразуясь из почти сферических в неправильные многогранники, при этом толщина стенок пор уменьшается, наблюдается седиментационное расслоение. Оптимальное соотношение $Vп/Vс$ признано равным 3–4.

Исследование свойств газокерамических материалов, поризация которых осуществлялась с помощью химической реакции между доломитом и серной кислотой, показало, что с увеличением количества введенного в массу доломита пористость образцов несколько повышается за счет дополнительного газовыделения, при этом ухудшается спекание материала, что отражается на снижении его кажущейся плотности, теплопроводности и прочности. Замена части шамота на глину вызывает улучшение спекания.

Структура образцов газоматериалов неоднородна. По высоте изделия наблюдается следующая закономерность: развитая пористая структура в верхних слоях образца и снижение пористости и размеров пор – в нижних. Примерно аналогичное строение характерно и для пенолегковесов.

В результате проведенных исследований получены качественные теплоизоляционные материалы с кажущейся плотностью от 580 кг/м^3 и теплопроводностью от $0,24 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$.

Шестая глава посвящена опытно-промышленной апробации и разработке технологии получения теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов.

Опытно-промышленная апробация оптимальных составов керамических масс, содержащих комплексный порообразователь лигнин-торф, проведена в условиях ОКУПП «Волковыкстройматериалы». Осуществлен выпуск опытных партий изделий в количестве более 5000 шт., разработаны мероприятия по изменению существующей технологической схемы получения керамического кирпича и рациональный технологический процесс производства теплоизоляционных керамических изделий с использованием выгорающих добавок.

Для аппаратурного оформления технологических стадий применяется стандартное технологическое оборудование, широко используемое в производстве керамического кирпича. Разработан и утвержден технологический регламент производства легковесных теплоизоляционных изделий на ОКУПП «Волковыкстройматериалы».

Выпущенные изделия характеризуются следующими показателями свойств: кажущаяся плотность – 910 кг/м^3 , теплопроводность – $0,35 \text{ Вт/м}\cdot\text{К}$, прочность при сжатии – 3,4 МПа, пористость – 61,9 %, температура эксплуатации – 1150°C , и могут применяться для тепловой изоляции стен и свода камер-

ных, проходных, колпаковых, муфельных и др. печей в машиностроении и металлургии; электропечей в радиопромышленности; камерных, конвейерных, туннельных печей в керамической и ваннных печей в стекольной промышленности и т.п.

Экономическая эффективность от внедрения разработанной технологии заключается в сокращении импорта аналогичных изделий, экономии валютных средств предприятий: сокращаются материальные и транспортные затраты за счет применения местных сырьевых ресурсов и отходов промышленности. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработанных составов теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов на ОКУПП «Волковыскстройматериалы» составляет около 340 млн. руб. при производительности 1,7 млн. шт. в год.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные комплексные исследования свойств и структуры теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов, полученных на основе сырья Республики Беларусь, методами введения в массу выгорающих добавок, а также пено- и газообразования позволяют сделать следующие выводы:

1. Впервые проведена комплексная сравнительная характеристика выгорающих компонентов, определены потери при прокаливании, химический и фазовый состав зольного остатка, установлены области температур и закономерности процессов термической деструкции с определением энергии активации. Показано, что процесс выделения летучих веществ для некоторых видов выгорающих добавок (лигнина, торфа, опилок) состоит из 2-х стадий с различными величинами энергии активации, которые на низкотемпературной ступени выше /3, 5, 6, 12, 13/.

2. Проведенные исследования основных физико-химических свойств синтезированных материалов в зависимости от вида и количественного содержания в массах выгорающего компонента, температуры обжига позволили установить принципиальную возможность и целесообразность применения того или иного порообразователя для получения теплоизоляционных тугоплавких керамических материалов. На основании полученных данных впервые определены полиномиальные статистические модели 2-го порядка и построены регулировочные диаграммы свойств, позволяющие решать рецептурно-технологические задачи получения теплоизоляционных материалов с применением шести исследованных добавок. Установлено, что характер пористости полученных материалов приближается к структурам, описываемым простейшей моделью четочных (бу-тылкообразных) пор /2-10, 12, 13, 17, 18/.

3. Впервые предложен механизм процессов поро- и фазообразования, происходящих при нагревании шихт керамических масс, содержащих различающиеся по величине, химическому и фазовому составу зольного остатка, температурным интервалам газовыделения выгорающие компонен-

ты. Определено, что прочность теплоизоляционных материалов во многом определяется природой кристаллизующих фаз, источниками образования этих фаз, а также наличием и свойствами стеклофазы, содержащейся в системе. Установлено, что применение сапропеля карбонатного типа, зольный остаток которого обогащен оксидом кальция, способствует повышению степени закристаллизованности керамической матрицы за счет интенсивного образования анортитовой фазы, что предопределяет формирование высокопрочной пористой структуры /3, 5, 6, 12, 13/.

4. Предложен метод направленного формирования структуры и свойств путем применения комплексных органо-минеральных и органических порообразователей, а также выгорающих добавок различного гранулометрического состава, что позволяет регулировать характер пористой структуры (величину пористости, размер и конфигурацию пор) и получать теплоизоляционные материалы с необходимым комплексом физико-химических свойств /9–12, 14–17/.

Установлены структурные особенности теплоизоляционных материалов в зависимости от дисперсности используемых выгорающих компонентов различных видов: при применении мелкофракционных (до 0,5 мм) добавок они определяются не столько конфигурацией частиц порообразователей, а следовательно, и формой пор, а скорее количеством и химическим составом их зольных остатков; в случае введения в массы крупнофракционных (до 2,0 мм) добавок – конфигурацией частиц, величиной и составом зольных остатков /10, 11, 17/.

5. Определены закономерности формирования высокопористой структуры и получения теплоизоляционных материалов пониженной кажущейся плотности (менее 800 кг/м^3) методами пенообразования и химического газообразования. Подобраны порообразователи, а также закрепители пено- и газомасс, обеспечивающие достаточную стабильность отливок и прочность полуфабрикатов в воздушно-сухом состоянии (лучшими закрепителями пенокерамических масс являются гипс в сочетании с портландцементом и активной минеральной добавкой – низкоожженным каолином) /1, 2, 8, 14, 17/.

6. Разработанные составы керамических масс, содержащих выгорающие добавки, прошли опытно-промышленную апробацию на технологической линии производства керамического кирпича в условиях ОКУИП «Волковскстройматериалы» /5, 6, 17/. Осуществлен выпуск трех опытных партий изделий в количестве более 5000 шт., разработаны мероприятия по изменению существующей технологической схемы получения керамического кирпича, разработан и утвержден технологический регламент. Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения разработанных составов составляет около 340 млн. руб. при производительности 1,7 млн. шт. теплоизоляционного тугоплавкого кирпича в год за счет импортозамещения. Социальный эффект работы заключается в ежегодной утилизации отходов (гидролизный лигнин, бой и лом огнеупорных изделий).

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Тугоплавкие теплоизоляционные материалы, полученные способами пено- и газообразования / Е.М. Дятлова, С.А. Гайлевич, Г.Я. Миненкова, С.Л. Радченко // Стекло и керамика. – № 2. – 2002. – С. 20–23.

2. Получение теплоизоляционных керамических материалов с использованием различных методов поризации / Е.М. Дятлова, С.Л. Радченко, С.А. Гайлевич, В.А. Бирюк // Труды БГТУ. Серия химии и технологии неорг. веществ. – Мн.: БГТУ. – 2002. – Вып.Х. – С. 174–178.

3. Особенности формирования пористых структур керамических материалов с различными выгорающими компонентами / С.Л. Радченко, Е.М. Дятлова, Т.В. Колонтаева, В.А. Бирюк // Весці Нац. акадэміі навук Беларусі. Сер. хіміч. навук. – 2003. – № 1. – С. 107–110.

4. Теплоизоляционные тугоплавкие керамические материалы на основе сырья Республики Беларусь / Е.М. Дятлова, Т.В. Колонтаева, А.В. Финская, С.Л. Саулевич // Разработка импортозамещающих технологий и материалов в химико-лесном комплексе: Материалы межд. науч.-техн. конф., Минск, 27-28 октября 1997 г. – Мн.: БГТУ. – 1997. – С. 130–133.

5. Получение тугоплавких теплоизоляционных материалов на основе природного сырья и топливных ресурсов Республики Беларусь / Е.М. Дятлова, С.Л. Радченко, В.А. Бирюк, Т.В. Колонтаева // Создание и применение высокоэффективных наукоемких ресурсосберегающих технологий, машин и комплексов: Материалы межд. науч.-техн. конф., Могилев, 25-26 октября 2001 г. – Могилев: МГТУ. – 2001. – С. 290–291.

6. Дятлова Е.М., Радченко С.Л., Бирюк В.А. Керамические тугоплавкие теплоизоляционные материалы на основе местного сырья и отходов промышленности Республики Беларусь // Новые технологии рециклинга вторичных ресурсов: Материалы межд. науч.-техн. конф., Минск, 24-26 октября 2001г. – Мн.: БГТУ. – 2001. – С. 255–257.

7. Радченко С.Л. Использование местного сырья Республики Беларусь, и отходов промышленности в производстве теплоизоляционных керамических материалов // Техника и технология экологически чистых производств: Материалы VI межд. симпозиума мол. ученых, аспирантов и студентов, Москва, 15-16 мая 2002г. – М.: МГИЭУ. – 2002. – С. 122–124.

8. Структура и свойства теплоизоляционных материалов при различных способах получения / Е.М. Дятлова, С.Л. Радченко, С.А. Гайлевич, В.А. Бирюк // Современные технологии, материалы, машины и оборудование: Материалы межд. науч.-техн. конф., Могилев, 16-17 мая 2002 г. – Могилев: МГТУ. – 2002. – С. 174–175.

9. Дятлова Е.М., Радченко С.Л., Бирюк В.А. Получение эффективных теплоизоляционных керамических материалов с использованием органоминеральных порообразователей // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: Материалы докладов 5-й межд. науч.-техн. конф., Гродно, 25-

26 июня 2002г. – Гродно.: ГрГУ. – 2002. – С. 79–80.

10. Радченко С.Л. Исследование влияния технологических факторов на свойства теплоизоляционных керамических материалов // «НИРС-2002»: Сборник статей VI респ. научн. конф. студентов и аспирантов Беларуси, Витебск, 22-23 октября 2002 г. – Витебск: ВГТУ. – 2002. – С. 130–132.

11. Дятлова Е.М., Радченко С.Л., Бирюк В.А. Роль технологических факторов в формировании пористой структуры и свойств теплоизоляционных керамических материалов // Новые технологии в химической промышленности: Материалы межд. науч.-техн. конф., Минск, 20-22 ноября 2002 г. – Мн: БГТУ. – 2002. – С. 110–111.

12. Радченко С.Л., Воскобович М.А. Получение керамических легковесных материалов на основе органоминеральных композиций // Сборник материалов III межд. межвуз. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и магистрантов, Гомель, 24-25 апреля 2003 г. – Гомель: ГГТУ. – 2003. – С. 148–151.

13. Дятлова Е.М., Радченко С.Л., Бирюк В.А. Легковесные керамические материалы на основе природного сырья Республики Беларусь // Прогрессивные технологии, процессы и оборудование: Материалы межд. науч.-техн. конф., Могилев, 15-16 мая 2003 г. – Могилев: МГТУ. – 2003. – С. 149–150.

14. Получение легковесных тугоплавких керамических материалов с использованием различных способов поризации / Е.М. Дятлова, В.А. Бирюк, С.Л. Радченко, С.А. Гайлевич // Наука и технология силикатных материалов – настоящее и будущее: Труды межд. науч.-практ. конф., Москва, 14-17 октября 2003 г. – М.: РХТУ. – 2003. – Т.2. – С. 161–171.

15. Дятлова Е.М., Радченко С.Л. Формирование пористой структуры и свойства легковесных керамических материалов при использовании комплексных порообразователей // Ресурсо- и энергосберегающие технологии промышленного производства: Материалы межд. науч.-техн. конф., 20 ноября 2003г., г. Витебск. – Витебск: УО «ВГТУ». – 2003. – С. 101–105.

16. Дятлова Е.М., Радченко С.Л., Бирюк В.А. Получение легковесных тугоплавких материалов с применением комплексных порообразователей // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов: Материалы межд. науч.-техн. конф., 26-28 ноября 2003 г., г. Минск. – Мн.: БГТУ. – 2003. – С. 79–82.

17. Тугоплавкие керамические материалы с широким диапазоном теплофизических характеристик Е.М. Дятлова, С.Л. Радченко, С.А. Гайлевич, В.А. Бирюк // Тезисы докладов Белорусско-польского научно-практического семинара, Брест, 9-11 октября 2002 г. – Брест: БрГТУ. – 2002. – С. 196.

18. Заявка № а 20010900 от 26.10.2001 г. Шихта для изготовления теплоизоляционного тугоплавкого материала / Е.М. Дятлова, С.Л. Радченко, В.А. Бирюк, Т.В. Колонтаева // Официальный бюллетень. – 2003. – №2. – С.36.

РЕЗЮМЕ

РАДЧЕНКО Светлана Леоновна

**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ТУГОПЛАВКИЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ****ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ, КЕРАМИЧЕСКИЙ ЛЕГКОВЕС, ВЫГОРАЮЩАЯ
ДОБАВКА, ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ, СТРУКТУРА, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ,
ПЛОТНОСТЬ, ПОРИСТОСТЬ, МЕХАНИЧЕСКАЯ ПРОЧНОСТЬ**

Объект исследования – легковесные теплоизоляционные тугоплавкие керамические материалы на основе природного сырья Республики Беларусь и отходов промышленности. Предмет исследования – сырьевые материалы, шихтовые составы, технологические процессы производства (формование, сушка, обжиг), физико-химические и механические свойства, структура пористых материалов.

Цель работы – разработка составов масс и технологии получения тугоплавких теплоизоляционных керамических материалов на основе сырья Республики Беларусь, путем детального исследования различных методов порообразования и видов порообразователей.

В работе использованы современные методы исследования (рентгенофазовый, дифференциально-термический, электронно-микроскопический, стереологический) с применением математических методов обработки результатов. Использована следующая аппаратура: дериватограф OD-103, дифрактометр ДРОН-3 (излучение CuK_α), сканирующий электронный микроскоп JSM-5610 LV, автоматический анализатор изображения «Mini-Magiscan» с программой «Genias 26».

Впервые получены теплоизоляционные тугоплавкие керамические материалы на основе местного сырья Беларуси; установлены особенности процессов поро- и фазообразования, происходящих при нагревании шихт керамических масс, содержащих выгорающие компоненты, отличающиеся температурными интервалами деструкции и газовой выделению, величиной и составом зольного остатка; предложены комбинированные порообразователи, применение которых позволяет получать материалы с регулируемой пористой структурой.

Разработана промышленная технология получения тугоплавких теплоизоляционных керамических материалов на основе сырья Республики Беларусь и отходов производства.

Опытно-промышленная апробация оптимальных составов керамических масс, содержащих выгорающие добавки, проведена в условиях ОКУПП «Волковыскстройматериалы». Осуществлен выпуск опытных партий изделий в количестве более 5000 шт., разработаны мероприятия по изменению существующей технологической схемы получения керамического кирпича, утвержден технологический регламент.

РЭЗІЮМЭ

РАДЧАНКА Святлана Леонаўна

**ЦЕПЛАІЗАЛЯЦЫЙНЫЯ ТУГАПЛАЎКІЯ МАТЭРЫЯЛЫ
НА АСНОВЕ СЫРАВІНЫ РЭСПУБЛІКІ БЕЛАРУСЬ**

**ЦЕПЛАІЗАЛЯЦЫЯ, КЕРАМІЧНЫ ЛЕГКАВАГ, ВЫГАРАЮЧАЯ ДАБАЎКА,
ЦЕПЛАПРАВОНАСЦЬ, СТРУКТУРА, ФАЗАВЫ САСТАЎ, ШЧЫЛЬНАСЦЬ,
ПОРЫСТАСЦЬ, МЕХАНІЧНАЯ ТРЫВАЛАСЦЬ**

Аб'ект даследавання – легкаважныя цеплаізаляцыйныя тугаплаўкія керамічныя матэрыялы на аснове прыроднай сыравіны Рэспублікі Беларусь і адходаў прамысловасці. Прадмет даследавання – сыравінныя матэрыялы, шыхтавыя саставы, тэхналагічныя працэсы вытворчасці (фармаванне, сушка, абпал), фізіка-хімічныя і механічныя ўласцівасці, структура порыстых матэрыялаў.

Мэта работы – распрацоўка саставаў і тэхналогіі атрымання цеплаізаляцыйных тугаплаўкіх керамічных матэрыялаў на аснове сыравіны Рэспублікі Беларусь шляхам дэтальвага даследавання розных метадаў пораўтварэння і відаў пораўтваральнікаў.

У працы выкарыстаны сучасныя метады даследаванняў (рэнтгенафазавы, дыферэнцыяльна-тэрмічны, электронна-мікраскапічны, стэрэалагічны) з прымяненнем матэматычных метадаў апрацоўкі вынікаў. Выкарыстана наступнае абсталяванне: дэрыватограф OD-102, дыфрактометр ДРОН-3, сканіруючы электронны мікраскоп JSM-5610 LV, аўтаматычны аналізатар выяўлення «Mini-Magiscan» з праграмай «Genias 26».

Упершыню атрыманы цеплаізаляцыйныя тугаплаўкія керамічныя матэрыялы на аснове мясцовай сыравіны Беларусі; устаноўлены асаблівасці працэсаў пора- і фазаўтварэння, якія адбываюцца пры награванні шыхт керамічных мас, што змяшчаюць выгараючыя кампаненты, адрозныя па тэмпературным інтэрвале дэструкцыі і газавыдзялення, велічыні, хімічным і фазавым саставе попельнага астатку; прапанаваны камбінаваныя пораўтваральнікі, прымяненне якіх дазваляе атрымліваць матэрыялы з рэгуляванай порыстай структурай.

Распрацавана прамысловая тэхналогія атрымання тугаплаўкіх керамічных матэрыялаў на аснове прыроднай сыравіны Рэспублікі Беларусь і адходаў прамысловасці.

Вопытна-прамысловая апрацацыя аптымальных саставаў керамічных мас, якія змяшчаюць выгараючыя дабаўкі, праведзена ва ўмовах АКУПП «Ваўка-выскбудматэрыялы». Здзейснены выпуск вопытных партый вырабаў у колькасці больш за 5000 шт., распрацаваны мерапрыемствы па змяненні існуючай тэхналагічнай схемы атрымання керамічнай цэгля; зацверджаны тэхналагічны рэгламент.

SUMMARY

RADCHENKO Svetlana L.

**HEAT-INSULATING REFRACTORY MATERIALS
ON THE BASE OF RAW MATERIALS OF THE REPUBLIC OF BELARUS****HEAT-INSULATING, CERAMIC LIGHT-WEIGHT MATERIALS,
COMBUSTIBLE ADDITIVE, THERMAL CONDUCTIVITY, PHASE
COMPOSITION, DENSITY, POROSITY, MECHANICAL DURABILITY**

The research object is light-weight heat-insulated refractory ceramic materials of the Republic of Belarus and industrial wastes.

The research subject is raw materials, batch compositions, technological processes of production (forming, drying, firing), physical-chemical and mechanical properties and porous structure.

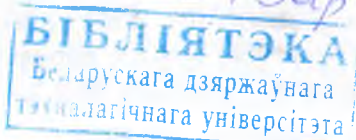
The subject-matter of the work is development of mass composition and technology of the production of refractory heat-insulating ceramic materials on the base of raw materials of the Republic of Belarus by detailed investigation of different methods of pore-formation and types of porophore.

Up-to-date research method (X-ray analysis, differential-thermal analysis, electron-microscopical and stereological analysis) with application of mathematical methods of results proceeding have been used.

The following equipment such as derivatograph OD-103, diffractometer DRON-3 (CuK_α radiation), scanning electronic microscope JSM-5610 LV, automatic analyses of the image «Mini-Magiscan» with the program «Genias 26» have been used in the work.

Heat-insulated refractory ceramic materials on the base of local raw materials of the Republic of Belarus have been received for the first time; peculiarities of pore- and phase formation, taking place at heating ceramic batches comprising combustible additives different by chemical and phase composition of ash residue have been established; combined porophores, which allow to produce ceramic materials with regulated pore structure have been suggested.

Industrial technology of the production of the refractory heat-insulating ceramic materials on the base of raw materials of the Republic of Belarus industrial wastes has been developed. Experimental-industrial approbation of optimal composition of ceramic masses, comprising combustible additives has been carried out at «Volkovyskstroimaterialy». The research of pilot lot of ceramic material in quantity more than 5000 items has been carried out, the measures on change of existing technological scheme of production of ceramic brick have been developed, the technological rules are authorized.



Радченко Светлана Леоновна

**ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ТУГОПЛАВКИЕ МАТЕРИАЛЫ
НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

Подписано в печать 30.04.04. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,4. Уч.-изд. л. 1,2.

Тираж 80 экз. Заказ 235.

Учреждение образования

«Белорусский государственный технологический университет».
220050. Минск, Свердлова, 13а. Лицензия ЛВ № 276 от 15.04.03.

Отпечатано на ротапринтере учреждения образования
«Белорусский государственный технологический университет».
220050. Минск, Свердлова, 13.