

**Министерство образования и науки РФ
Российская академия архитектуры
и строительных наук
Ассоциация строительных вузов
Правительство Белгородской области
Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»**

**Международная
научно-практическая конференция
НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ИННОВАЦИИ
(XXII научные чтения)**



**Сборник докладов
Белгород 6 – 7 октября 2016 г.**

Белгород 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Абуханов А.З., Хадисов В.Х., Хаджиев М.Р. Теплотехнические и физико-механические характеристики легких керамокомпозиционных материалов на основе вторичных заполнителей из кирпичного боя.....	7
Бессмертный В.С., Жерновая Н.Ф., Дорохова Е.С., Изотова И.А. Изучение фазового состава макро – и микроструктуры стеклокерамита полученного вне изотермических условий	15
Бессмертный В.С., Жерновая Н.Ф., Изотова И.А., Дорохова Е.С. Перспектива и основные направления использования боя тарных стекол для получения эффективных стеклокерамических композитов.....	21
Болотин В.Н. Стратегические вопросы развития стеклоделия, в том числе – в подотрасли пеностекла и пеностеклокерамики – в СНГ в 2016 – 2020 годах.....	26
Братчун В.И., Беспалов В.Л., Пактер М.К., Стукалов А.А., Ромасюк Е.А. Литые асфальтополимерсеробетонные смеси для ямочного ремонта и строительства покрытий нежестких дорожных одежд автомобильных дорог повышенной долговечности.....	32
Будникова В.С., Мишин Д.А., Перескок С.А. Эффективность использования марганецсодержащего известняка в качестве минерализатора обжига портландцементного клинкера на ООО «Староцементный завод».	37
Вайсера С.С., Пучка О.В. Оценка физико-технических параметров волновых и структурных характеристик акустических стеклокомпозитов	42
Воронцов В.М., Лесовик Р.В., Помошников Д.Д. Воронов В.В. Пенобетон на основе высокоэффективного композиционного вяжущего	48
Гливуку А.С., Гливуку Е.А., Онищук В.И., Дороганов Е.А. Исследование влияния условий получения на свойства стекольной вяжущей суспензии и пористого материала на ее основе	54
Гликин Д.М., Литовченко А.В., Коновалов В.М. Аллюмосиликаты – эффективная минеральная добавка	65

Степанова М.Н., Пучка О.В. Анализ современных теплоизоляционных материалов на основе пеностекла	385
Столбоушкин А.Ю., Фомина О.А., Иванов А.И. Получение ячеистой керамики с пространственным стеклокристаллическим каркасом	390
Суворова О.В., Макаров Д.В., Манакова Н.К. Использование отходов переработки апатито-нефелиновых руд для получения пеностеклокристаллических материалов	396
Сыса О.К., Оболенская Ю.В. Изучение свойств каолинов, используемых для производства керамических изделий	401
Терещенко И.М., Жих Б.П., Кравчун А.П. Получение вспененных неорганических материалов на основе отхода химических производств	406
Тимошенко Т.И., Зайцева Е.А. Особенности синтеза белого цемента на основе пиррофиллитсодержащего сырья и каолиновой глины	411
Тимошенко Т.И., Посохова М.В. Изучение влияния вида и состава добавок на формирование фаз при синтезе белого цемента на основе техногенных отходов.....	416
Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Буянтуев С.Л. Влияние углеродных наноматериалов на изменение пористости цементного камня	422
Черкасов А.В. Оксидная композиция с управляемым расширением	427
Черкасов А.В., Щеголькова А.С. Влияние минералогического состава глины на подвижность глиняного шлама.....	435
Чернышева Н.В., Дребезгова М.Ю. Способы повышения водостойкости гипсовых вяжущих.....	440
Чернышева Н.В., Дребезгов Д.А. Оптимизация структуры композиционных гипсовых вяжущих за счет применения микроармирующих волокон	447
Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Володченко А.А., Глаголев Е.С., Дребезгова М.Ю. Композиционные материалы с использованием энергосберегающего техногенного сырья для 3д аддитивных технологий	452
Чернышева Н.В., Лесовик В.С., Дребезгова М.Ю., Герасимов А.В., Фишер Х.-Б. Особенности формирования структуры композиционного гипсового вяжущего с минеральными добавками разного генезиса.....	457

ПОЛУЧЕНИЕ ЯЧЕИСТОЙ КЕРАМИКИ С ПРОСТРАНСТВЕННЫМ СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКИМ КАРКАСОМ

Столбоушкин А.Ю., д-р тех. наук, доц.,

Фомина О.А., канд. тех. наук,

Иванов А.И., инженер

Сибирский государственный индустриальный университет

Для возведения однослойных наружных стен с учетом современных нормативных требований по теплозащите актуально использование материалов, относящихся к группам изделий повышенной и высокой эффективности со средней плотностью менее 1000 кг/м^3 .

Сегодня производители кирпича все чаще сталкиваются с необходимостью использования тощего малопластичного сырья, требующего введения значительного количества пластичной глины в состав шихты [1]. В тоже время, получение керамических изделий с заданным набором свойств из мало- и умеренно пластичных суглинков и кремнистых пород может быть обеспечено за счет направленного формирования рациональной упорядоченной структуры уже на стадиях массоподготовки и прессования сырца [2]. Для решения актуальной задачи получения эффективного кирпича авторами был разработан новый способ изготовления теплоэффективных стеновых керамических изделий на основе нетрадиционного низкокачественного природного сырья с пространственно организованной ячеистой структурой [3].

Целью настоящей работы являлось получение ячеистой керамики с упорядоченным каркасом вокруг макропор, имеющих стеклокристаллическую оболочку.

Работа выполнялась при поддержке Федерального Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках программы «У.М.Н.И.К.-2015», договор № 0015495.

Реализация возможности получения эффективных стеновых керамических материалов с ячеистой структурой была проведена на примере гранулированного пеностекла и природного кремнистого сырья. В работе использовался гранулированный пеностежлоккристаллический теплозвукоизоляционный материал (ГПСЖМ) «Кервуд» производства ООО «Баскей Керамик» (г. Челябинск) из кремнистых пород Потанинского месторождения (Челябинская область). ГПСЖМ представляет собой пористый стеклокристаллический материал, стенки пор которого остеклованы и водонепроницаемы. Гранулометрический

состав 0,63-2,5 мм, насыпная плотность 260 кг/м³. Минеральный состав представлен в основном рентгеноаморфной фазой, кварцем и полевым шпатом [4].

В качестве добавки, используемой для формирования каркаса ячеистой структуры керамических изделий, был выбран трепел Потанинского месторождения, который является тонкопористой умереннопластичной опаловой осадочной породой и состоит из мелких сферических опаловых телец (глобул) размером 0,01-0,001 мм. По химическому составу (таблица 1) сырье кислое с высоким содержанием красящих оксидов.

Таблица 1 – Химический состав сырьевых материалов

Наименование сырья	Массовая доля компонентов в % на абсолютно сухую навеску								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	TiO ₂	MgO	CaO	R ₂ O	ппп
ГПСКМ «Кервуд»	78,43	7,81	4,45	-	0,45	0,75	0,22	7,89	-
Потанинский трепел	81,16	8,52	4,64	-	0,43	0,75	1,45	2,23	7,5

При планировании и проведении исследований на начальном этапе была разработана схема формирования структуры кирпича-сырца из увлажненного ГПСКМ, опудренного природным силикатным тонкодисперсным материалом (рисунок 1).

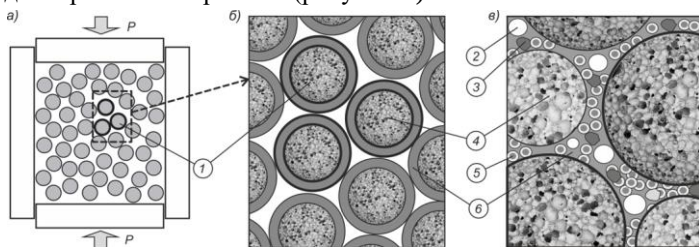


Рисунок 1 – Схема формирования ячеисто-заполненной структуры кирпича-сырца: а – схема компрессионного формования; б – опудренные гранулы из пеностекла до формования; в – структура сырца после формования: 1 – гранулированный пресс-порошок, 2 – поры, 3 – неглинистые минералы, 4 – пеностеклокристаллическая структура гранул, 5 – коллоидная фракция глинистых минералов, 6 – опудривающий слой из тонкодисперсного силикатного сырья

При компрессионном формовании сырца вначале возникают переорганизация и сближение гранул. Далее при нарастании прессового

давления происходят удаление воздуха из межгранульного пространства и одновременно необратимая пластическая деформация опудривающего слоя, в результате которой создается непрерывный каркас. Установлено, что при оптимальном давлении прессования в процессе уплотнения сырца гранулы ГПСМК не деформируются и не разрушаются.

Схема формирования ячеистой структуры керамического черепка в процессе обжига сырца из гранулированного пеностекла и природной алюмосиликатной связки представлена на рисунке 2.

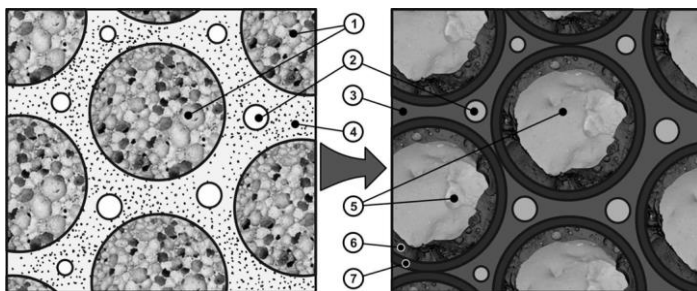


Рисунок 2 – Схема формирования ячеистой структуры керамического черепка из гранулированного сырья: 1 – пеностеклокристаллическая гранула; 2 – пора; 3 – твердая фаза черепка; 4 – матрица из глины; 5 – воздушная ячейка гранулы; 6 – внутренний оплавленный слой гранулы; 7 – граничный стеклокристаллический слой матричного композита

Керамическая шихта оптимизированного состава готовилась способом грануляции с опудриванием [4]. Состав шихты (мас. %): ГПСМК – 70, трепел потанинский – 30. Изучение ячеистой структуры полученных керамических композиционных материалов проводилось на лабораторных образцах и керамическом кирпиче, выпущенном в условиях Бердского (Новосибирская область) кирпичного завода, которые показали высокие эксплуатационные характеристики (средняя плотность менее 1000 кг/м^3 , морозостойкость более 50 циклов, предел прочности при изгибе более 4 МПа). Полученные физико-механические свойства керамического материала обычно нехарактерны для изделий полусухого прессования.

На рисунке 3 показана макроструктура эффективного керамического кирпича, обожженного при 900°C . При наблюдении поперечного разреза кирпича можно отметить развитую поровую текстуру материала. На макроуровне отмечается равномерное распределение пор округлой формы в твердой фазе керамического

черепка, сформированной при обжиге из опудривающего слоя трепела по поверхности гранул. Наличие системы из пространственно-организованного каркаса и макропор с преимущественными размерами 0,5-2 мм обеспечивает ячеистую структуру полученного керамического матричного композита.

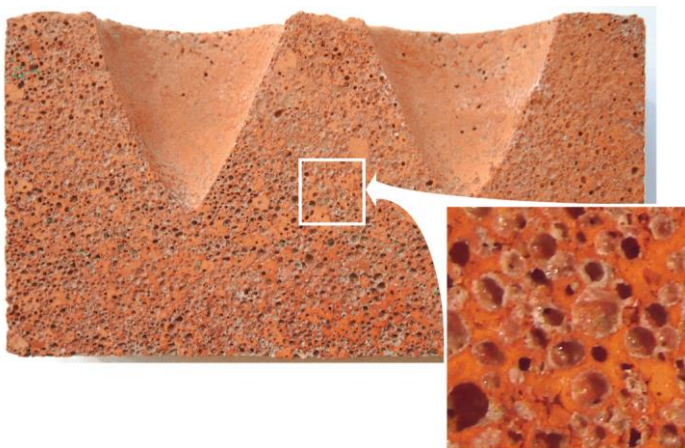


Рисунок 3 – Ячеистая структура на изломе керамического кирпича из ГПСМ и трепела

Исследование микроструктуры керамики (рис. 4) под электронным микроскопом показало особенности строения микро- и макропор. Поровые ячейки в основном округлой формы состоят из газовой фазы. На границе раздела между твердой и газовой средой (рис. 4, б) можно отметить выраженный оплавленный слой толщиной 30-100 мкм, представляющий собой цельную сферическую водонепроницаемую оболочку, имеющую стеклокристаллическое строение.

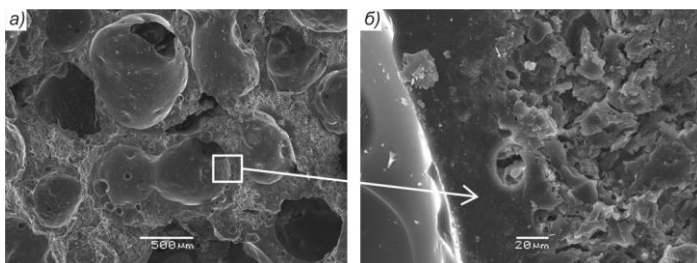


Рисунок 4 – СЭМ микрофотографии ячеистой структуры керамического черепка

на основе трепела Потанинского месторождения с использованием ГПСМК

Особенности структуры можно объяснить тем, что в процессе обжига при температуре 850-900°С внутреннее вещество пеностеклокристаллических гранул переходит в пиропластичное состояние и образовавшаяся из него жидкая фаза выстилает внутреннюю поверхность макропоры, образовавшейся на месте гранулы за счет сил парциального давления нагретой газовой фазы и поверхностного натяжения образовавшейся жидкой фазы внутри гранулы. В результате при охлаждении расплава на месте гранул образуется стеклокристаллическая оболочка, обеспечивающая формирование замкнутых, водонепроницаемых пор и равномерно распределенную ячеистую структуру керамики.

Исследования минерального фазового состава методами петрографии и рентгеновской дифрактометрии показали, что в аморфной остеклованной массе внутренней поверхности пор находятся оплавленные и частично растворенные обломки исходных реликтовых минералов кварца и полевого шпата, а также минеральные новообразования, синтезированные в процессе обжига из твердой фазы ГПСМК и трепела.

Выводы по результатам проведенных исследований:

- установлено, что внутренняя поверхность пор, сформированная из расплава ГПСМК, представлена аморфной фазой с частично растворенными в ней и оплавленными обломками реликтового кварца и полевого шпата;

- полученные по разработанному способу керамические стеновые материалы ячеистой структуры соответствуют требованиям ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия» для марки М150 и относятся по теплотехническим характеристикам к классу изделий повышенной эффективности.

Список литературы:

1. Шлегель, И.Ф. Проблемы полусухого прессования кирпича / И.Ф. Шлегель // Строительные материалы. 2005. № 2. С.18–19.
2. Столбоушкин, А.Ю. Рациональные способы массоподготовки сырья в технологии стеновой керамики компрессионного формования / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко, А.И. Иванов, В.А. Сыромясов, Д.В. Актет // Строительные материалы. 2016. № 04. С. 26–30.
3. Патент № 2593832 Российская Федерация, МПК С1 С 04 В 33/13. Способ изготовления стеновых керамических изделий / А.И. Иванов, А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко; опубл. 10.08.2016, Бюл. № 22.

4. Никитин, А.И. Теплоизоляционные материалы и изделия на основе трепелов Потанинского место рождения / А.И. Никитин, Г.И. Стороженко, Л.К. Казанцева, В.И. Верещагин // Строительные материалы. 2014. № 8. С. 34–37.