

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (СИБСТРИН)
РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК
РЕГИОНАЛЬНЫЙ АКАДЕМИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР

КАЧЕСТВО. ТЕХНОЛОГИИ. ИННОВАЦИИ

**Материалы IV Международной
научно-практической конференции**

Совместно с генеральным партнером



НОВОСИБИРСК 2021

УДК 691+006
ББК 38.30.607
Н 76

Материалы IV Международной научно-практической конференции «Качество. Технологии. Инновации». – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2021. – 408 с.

ISBN 978-5-7795-0927-5

В сборнике представлены доклады по вопросам экологически безопасных ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов, рассмотрению проблемы расширения сырьевой базы производства строительных материалов, управлению и контролю качества строительных материалов и технологий, а также по современным материалам для дорожного строительства.

*Тексты докладов печатаются с оригиналов,
представленных авторами.*

Ответственные за выпуск:

Смирнова О.Е., канд. техн. наук, доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);

Туляганов А.К., старший преподаватель, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);

Шоева Т.Е., канд. техн. наук, доцент, Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);

Шашкова Т.В., директор по маркетингу, ООО ЛКЗ «Колорит», Новосибирск.

ISBN 978-5-7795-0927-5

© Новосибирский государственный
архитектурно-строительный
университет (Сибстрин), 2021

© ООО Лакокрасочный завод
«Колорит», 2021

РАЗРАБОТКА СОСТАВА ШИХТЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОВАНИЯ

А.Ю. Столбоушкин¹, д-р техн. наук, профессор; Е.В. Истерин², магистр;
О.В. Фомина^{1,2}, канд. техн. наук

¹Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк,
Россия; ²Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской
академии наук, Новокузнецк, Россия

Аннотация. Приведены результаты исследований керамических шихт для получения эффективной стеновой керамики пластического формования. Определены технологические параметры изготовления ячеистых керамических образцов. Установлены зависимости изменения физико-механических свойств керамических образцов от содержания порообразующей добавки в составе шихты.

Ключевые слова: эффективный керамический материал, гранулированное пеностекло, пластическое формование, ячеистая керамика.

Annotation. The results of studies of ceramic charges for the production of effective wall ceramics of plastic molding are presented. The technological parameters of manufacturing cellular ceramic samples are determined. The dependences of changes in the physical and mechanical properties of ceramic samples on the content of the poreforming additive in the composition of the charge are established.

Keywords: efficient ceramic material, granular foam glass, plastic molding, cellular ceramics

Введение. Значительное повышение требований к энергосбережению зданий [1, 2], начиная с 2000 годов, привело к необходимости создания новых теплоэффективных стеновых материалов. Несмотря на активные исследования в этой области, в производстве керамического кирпича доступной и широко распространенной технологии пока не разработано [3, 4]. В отличие от цементных бетонных материалов стабилизировать вспененную глиномассу перед обжигом намного сложнее, те же проблемы возникают и при использовании газообразователей [5]. Поэтому перспективным направлением, по мнению авторов, является формирование упорядоченной ячеистой структуры за счет использо-

вания агрегированных гранул из материалов, имеющих более низкую температуру эвтектики по сравнению с керамическим черепком. Таким образом, при обжиге на месте гранул в материале формируется поровое пространство размером, сопоставимым с их диаметром [6].

Цель исследования заключалась в разработке оптимального состава шихты в зависимости от объемного содержания гранулированного компонента для получения эффективной керамики пластического формирования.

Методы и объекты исследования. В качестве базового керамического сырья использовалась заводская шихта кирпичного завода ООО «ЛИКОЛОР». Глинистая компонента относится к умереннопластичному, полиминеральному сырью с высоким содержанием красящих оксидов ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$ более 6%). По количеству глинозема принадлежит к группе полукислого сырья (Al_2O_3 более 14%).

По минералогическому составу глинистые минералы представлены группами каолинита, иллита (гидрослюда) и монтмориллонита (смектит, нонтронит). Преобладающим глинистым минералом является гидрослюда, общее содержание глинистой компоненты составляет порядка 30%. Из неглинистых минералов диагностируются кварц, полевые шпаты (ортоклаз, микроклин) и кальцит.

В качестве «порообразующей» компоненты шихты использовался гранулированный пеностеклокристаллический материал из кремнеземистых пород опытного производства (г. Челябинск). Гранулированное пеностекло (ГПС) имеет фракционный состав класса -2,5+0,14 мм. По фазовому составу ГПС содержит рентгеноаморфную фазу, кварц и полевые шпаты, преимущественно анортитовой природы. Детальная характеристика гранулированного пеностекла представлена в работе [7].

Результаты и обсуждение. Для керамических образцов с ячеистой структурой были приготовлены три двухкомпонентные шихты с различным содержанием гранулированного пеностекла. С учетом низкой насыпной массы ГПС использовалась объемная дозировка компонентов. Предложены следующие составы шихт (об.%):

- шихта № 1: – глина 100%;
- шихта № 2: – глина 70%;
– ГПС 30%;
- шихта № 3: – глина 50%;
– ГПС 50%.

Глинистое сырье высушивалось в сушильном шкафу при температуре 100°C и подвергалось двухстадийному измельчению в лабораторных щековой дробилке и двухкатковых бегунах. Сухая измельченная глина тщательно перемешивалась с гранулированным пеностеклом и увлажнялась до формовочной влажности с образованием пластичного теста.

После выравнивания влажности из приготовленных масс пластическим способом формовались кубики размером $45 \times 45 \times 45$ мм. Сушка образцов проводилась по деликатному режиму: сначала в эксикаторе, затем кубики выдерживались при комнатной температуре и на конечном этапе сушились в сушильном шкафу до постоянной массы. Обжиг осуществлялся в муфельной печи при температуре 800°C по ступенчатому режиму, представленному на рис. 1.

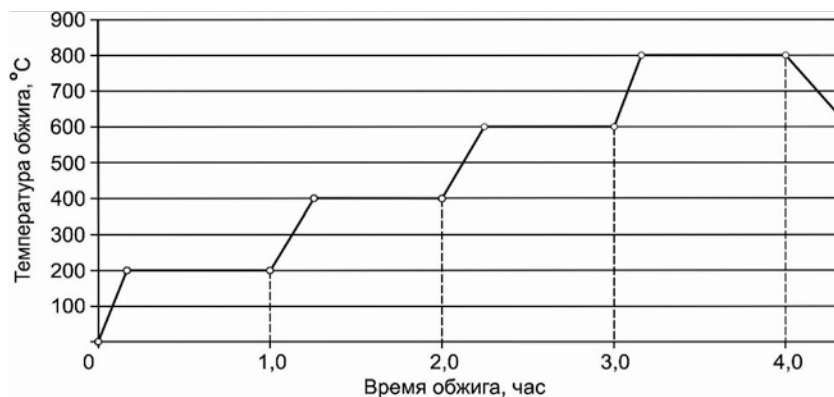


Рис. 1. Режим обжига керамических образцов на основе глинистого сырья и гранулированного пеностекла

Внешний вид образцов эффективной керамики после обжига представлен на рис. 2. Следует отметить выраженное изменение размера образцов после обжига в зависимости от количества гранулированного пеностекла. В таблице приведены результаты определения воздушной, огневой и общей усадки образцов. С увеличением добавки ГПС в составе шихты уменьшается воздушная и общая усадка образцов, при этом их огневая усадка возрастает.



Рис. 2. Керамические образцы пластического способа формования:
а – глина 100%; б – глина 70%, гранулированное пеностекло 30%;
в – глина 50%, гранулированное пеностекло 50%

Результаты исследования усадки и физико-механических свойств керамических образцов после обжига приведены в таблице.

Таблица. Усадка и физико-механические свойства ячеистых керамических образцов

№ № п/п	Состав шихты, об. %	Проч- ность при сжатии, МПа	Средняя плот- ность, кг/м ³	Водо- погло- щение, %	ККК	Усадка, %		
						воз- душ- ная	огне- вая	об- щая
1	Глина – 100	29,3	1836	13,0	16,0	11,5	0,4	11,9
2	Глина – 70, ГПС – 30	12,3	1423	14,2	8,6	6,3	0,9	7,2
3	Глина – 50, ГПС – 50	7,9	1259	15,6	6,2	5,4	1,1	6,5

На рис. 3, 4 представлены графические зависимости изменения усадки и физико-механических свойств керамических образцов от объ-
емного содержания гранулированного пеностекла в составе шихты.

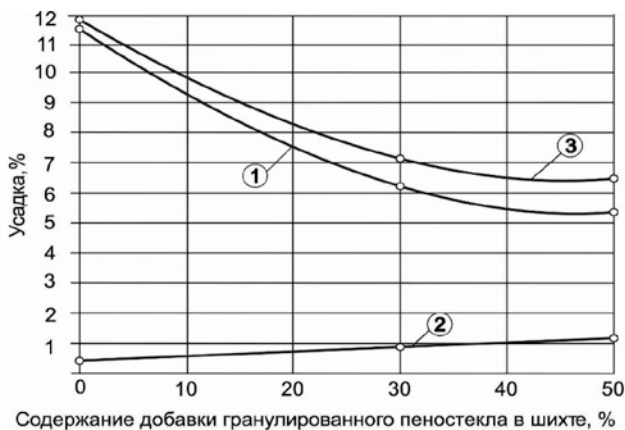


Рис. 3. Зависимость усадки керамических образцов от количества добавки гранул: 1 – воздушная; 2 – огневая; 3 – общая

В результате интерпретации экспериментальных данных по усадке ячеистой керамики выявлено, что введение ГПС снижает общую усадку практически в два раза (с 11,9 до 6,5%). Аналогичная картина наблюдается и для воздушной усадки образцов (с 11,5 до 5,4%). Следовательно, наряду с формированием развитого порового пространства внутри материала, гранулированное пеностекло выступает в роли отошающей добавки, что необходимо учитывать при оценке формовочных параметров пресс-массы и размеров пресс-формы для получения керамического кирпича.

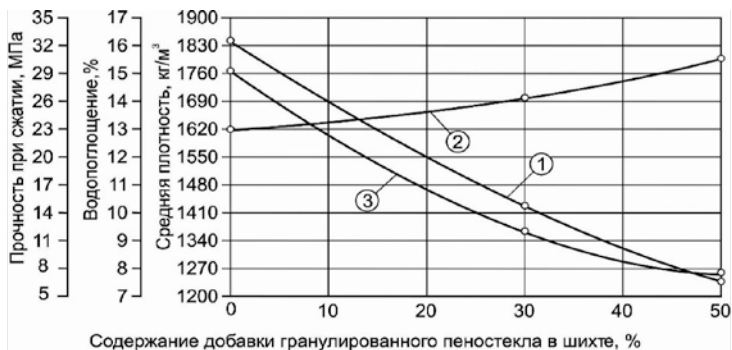


Рис. 4. Зависимость физико-механических свойств образцов от количества содержания гранул: 1 – средняя плотность; 2 – водопоглощение; 3 – прочность при сжатии

Анализ зависимости изменения физико-механических свойств образцов эффективной керамики от количества пеностекла в составе шихты показал, что наименьшую среднюю плотность (1259 кг/м^3) имеют образцы с 50% содержанием ГПС. Однако ее увеличение приводит к снижению прочности (с 29,3 до 7,9 МПа) и повышению водопоглощения образцов с 13 до 15,6% (Рис. 4).

При параметрах обжига, использованных в работе, увеличение добавки ГПС в составе шихты более 40% по объему нецелесообразно, так как приводит к уменьшению прочности образцов ниже 10 МПа. При перерасчете прочностных характеристик в реальное изделие (кирпич формата 1 НФ) этот параметр составит не более 5-6 МПа, что не соответствует требованиям ГОСТ 530-2012 к минимальной марке по прочности.

Таким образом, необходимо, с одной стороны, сохранить в шихте гранулированное пеностекло в количестве 40-50% для обеспечения требуемых теплотехнических показателей материала. С другой стороны, необходимо разработать режим обжига, обеспечивающий спекание и повышение прочности изделий.

Заключение. В результате проведенных исследований установлены зависимости изменения физико-механических свойств керамических образцов пластического формования от количества гранулированного пеностекла в составе шихты. Содержание ГПС должно быть не менее 40-50% для получения ячеистой структуры керамики, относящейся к классу условно-эффективных и эффективных изделий.

Низкие прочностные показатели полученных керамических образцов (7,9-12,3 МПа) предполагает проведение дальнейших исследований.

Список литературы:

1. Гагарин В.Г. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП “Тепловая защита зданий” / В.Г. Гагарин, В.В. Козлов // Жилищное строительство. – 2011. – № 8. – С. 2–6.
2. Письмо Госстроя России от 01.02.2000г. №НМ-368/3 «О теплозащите строящихся и эксплуатируемых зданий». Информационный бюллетень «Нормирование, стандартизация и сертификация в строительстве» №2. 2000.
3. Котляр В.Д. Высокоэффективная стеновая керамика на основе пористо-пустотелого силикатного заполнителя / В.Д. Котляр, А.В. Козлов, А.В. Котляр // Научное обозрение. – 2014. – № 10. – С. 392.

4. Гурьева В.А. Пористая керамика на основе легкоплавких глин и шламов / В.А. Гурьева, А.В. Дорошин, К.М. Вдовин, Ю.Е. Андреева // Строительные материалы. – 2017. – № 4. – С. 31-37.
5. Береговой В.А. Ячеистые керамические материалы // Теория и практика повышения эффективности строительных материалов: Материалы Международной научно-технической конференции / Под. общ. ред. М.О. Коровкина и др. Пенза: ПГУАС, 2018. – С. 7-12.
6. Столбоушкин А.Ю. Новые подходы повышения эффективности стеновых керамических материалов / А.Ю. Столбоушкин, Е.В. Истерин // Эффективные методологии и технологии управления качеством строительных материалов. – 2021. – С. 192-194.
7. Столбоушкин А.Ю. Влияние температуры обжига на формирование структуры ячеистой керамики со стеклокристаллическим каркасом / А.Ю. Столбоушкин, О.А. Фомина // Строительные материалы. – 2019. – № 4. – С. 20-26.

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «ПРОБЛЕМЫ РАСШИРЕНИЯ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Н.Г. Стенина

ИННОВАЦИОННЫЙ ОТВЕТ ПРИРОДОПОДОБНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ НА ВЫЗОВЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ 3

Г.И. Стороженко, В.Н. Зырянова, Н.А. Дворников

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СУШКИ И ОБОГАЩЕНИЯ
КАОЛИНА В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ... 12

Odontuya Enkhbold, Donguk Choi,

Duinkherjav Yagaanbuyant, Sugar Mijir

INVESTIGATION ON MECHANICAL PROPERTIES
OF RFA, RFA MORTAR 22

А.Ю. Столбоушкин, Е.В. Истерин, О.В. Фомина

РАЗРАБОТКА СОСТАВА ШИХТЫ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОЙ
СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОВАНИЯ 30

А.Ф. Косач, Р.Б. Курбанова, К.А. Мемячкин

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО ТОРФО-МИНЕРАЛЬНОГО
СЫРЬЯ В СОСТАВЕ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ 37

Т.Т. Шакиров, У.А. Газиев, Ш.Т. Рахимов,

И.О. Номазов, А. Нормуродов

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЛЕГКОГО БЕТОНА 44

Р.О. Резаев, И.М. Себелев, А.А. Дмитриев

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ КОМПЛЕКСНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СОСТАВОВ ТОВАРНОГО БЕТОНА 53

П.М. Плетнев, С.А. Шахов

ФЕРРИТОВЫЕ ПОГЛОТИТЕЛИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
ОТ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ 61