

## Составы и свойства керамических теплоизоляционных строительных материалов из масс низкотемпературного вспенивания на основе глинистого сырья

*К.т.н., доцент Ю.В. Селиванов;  
д.т.н., профессор А.Д. Шильцина;  
д.т.н., профессор В.М. Селиванов,  
Хакасский технический институт – филиал  
ФГАОУ ВПО Сибирский федеральный университет;  
старший преподаватель Е.В. Логинова\*;  
к.т.н., доцент Н.Н. Королькова,  
ФГАОУ ВПО Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова*

**Ключевые слова:** керамические теплоизоляционные строительные материалы; низкотемпературное вспенивание; пористая структура; фазово-минеральный состав; прочность

Керамические теплоизоляционные строительные материалы являются наиболее перспективными для современного строительства. Долговечные, био- и коррозионностойкие, негигроскопичные и несгораемые они обладают наибольшей стабильностью теплотехнических свойств во времени [1,2,3,4]. Сочетание таких свойств особенно важно при строительстве в сейсмических областях, к которым относятся многие регионы Сибири, в том числе республики Тыва, Хакасия и прилегающие к ним районы юга Красноярского края. Вместе с тем, производство керамических теплоизоляционных материалов в общем объеме выпуска теплоизоляционных изделий составляет незначительный процент [5,6]. Например, в Хакасии и прилегающих районах юга Красноярского края потребность в строительных теплоизоляционных материалах практически полностью покрывается применением пенополистирола и привозных высокообжиговых ( $\approx 1300^{\circ}\text{C}$ ) минераловатных изделий на дорогостоящих полимерных связках, тлеющих с выделением токсичных газов при возникновении пожаров [5,6]. Пенополистирол, в свою очередь, наиболее подвержен разрушению в период эксплуатации в структуре многослойной стены и является более пожароопасным, чем ее конструктивные элементы.

Вместе с тем, анализ данных научно-технической литературы [7,8,9] показывает, что дефицит соизмеримых по долговечности и пожаробезопасности с кирпичом неорганических теплоизоляционных строительных материалов можно снизить за счет выпуска штучных изделий в виде кирпича, плит или блоков из высокопористой керамики на основе широко распространенного и доступного глинистого сырья [7,9,10]. Пористая структура такой керамики может быть создана по энергоэффективной технологии низкотемпературного вспенивания масс при газовыделении. Для получения пористых изделий по такой технологии вспенивание масс проводится при температуре  $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$ , а закрепление ее пористой структуры осуществляется последующим обжигом. В результате, изготовление штучных изделий проводится обжигом в одну стадию, минуя стадию предварительного обжига гранул [7,9].

Технология производства пористых изделий в виде плит или блоков на основе глинистого сырья, разработанная еще в 60-е годы [9], не получила широкого распространения до настоящего времени в связи с трудностями ее реализации, связанными с получением пористой структуры достаточной прочности на стадии вспенивания и достижением необходимой прочности без деформации изделий на стадии спекания.

Цель данной работы – разработка составов масс на основе глинистого сырья, обеспечивающих вспенивание при температуре  $20\text{--}30^{\circ}\text{C}$ , сохранение пористой структуры после него и спекание твердой матрицы пористой керамики.

При исследовании свойств сырья и полученных керамических теплоизоляционных материалов применялись методы химического, рентгенофазового анализа на установке ДРОН-3, комплексный дифференциально-термический анализ с помощью установки Jupiter STAa 449 F1 немецкой фирмы NETZSCH с нагреванием образца в атмосфере инертного газа аргона, микроскопический анализ. Коэффициент теплопроводности определялся с применением электронного измерителя ИТП-МГ4 методом определения плотности стационарного теплового потока и методом теплового зонда в образцах. Прочность масс после вспенивания оценивалась путем определения отношения диаметра шарика размером 3 см к диаметру отпечатка на поверхности вспененных масс и визуальным осмотром состояния углов и ребер после распалубки образцов.

Селиванов Ю.В., Шильцина А.Д., Селиванов В.М., Логинова Е.В., Королькова Н.Н. Составы и свойства керамических теплоизоляционных строительных материалов из масс низкотемпературного вспенивания на основе глинистого сырья

В качестве глинистого сырья использовалась смесь черногорских аргиллитов (Республика Хакасия) желтой и черной разностей в соотношении 1:1, подобранном экспериментально как наиболее оптимальное.

По содержанию  $Al_2O_3$  и  $TiO_2$  (20,89%) в прокаленном состоянии (табл. 1) выбранные аргиллиты являются полукислыми. По содержанию тонкодисперсной фракции размером 0,001 мм аргиллиты относятся к дисперсным (табл. 2). Аргиллиты характеризуются полиминеральным составом. Рентгенофазовым и дериватографическим анализами в качестве глинистых минералов в них установлены монтмориллонит, каолинит и хлорит, в качестве сопутствующих минералов – кварц и анортит. На основании количества и относительных интенсивностей отражений каолинита, хлорита и монтмориллонита на рентгенограмме аргиллитов они диагностируются как хлорит-каолинит-монтмориллонитовые.

**Таблица 1. Химический состав применяемых видов сырья**

Компоненты									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.
Аргиллиты	56,31	18,49	0,26	5,92	2,51	1,99	1,53	2,66	10,34
Диоксидсодержащая порода	57,80	0,18	0,03	0,09	23,30	13,40	0,09	0,06	5,05
Стеклобой	67,40	5,81	-	1,76	7,21	3,38	12,73	2,00	

**Таблица 2. Гранулометрический состав применяемых аргиллитов**

Содержание частиц, %, размером, мм			
1 – 0,05 песчаные	0,05 – 0,005 пылеватые	< 0,05 глинистые	в т.ч. < 0,001
40 – 55 (47,5)	2,5 – 23,5 (13)	26,5 – 47,5 (37)	17,42 – 24,61 (21,01)

Примечание. В скобках приведены средние значения содержания частиц соответствующих размеров

Исследование технологических свойств аргиллитов показало (табл. 3), что они являются умеренно и средне пластичными, малочувствительными к сушке ( $K_{ч}<1$ ) и характеризуются достаточно хорошими связующими свойствами, определяемыми показателем прочности при сжатии образцов из них после сушки, которые находятся в пределах 5,5–6,8 МПа (табл. 3).

**Таблица 3. Свойства применяемых аргиллитов**

Свойство	Показатель
Число пластичности	12 – 20 (16)
Усадка при сушке, %	4,6 – 6,6 (5,55)
Усадка общая, %	6,5 – 7,5 (7,0)
Связность, $\sigma_{сж}$ , МПа	5,5 – 6,8 (6,15)
Коэффициент чувствительности к сушке	0,92 – 1,01 (0,965)
Огнеупорность, °С	1160 – 1235 (1197,5)

Примечание. В скобках приведены средние показатели значений свойств

Аргиллиты являются легкоплавкими. Температура огнеупорности составляет 1160–1235 °С. По данным дифференциального термического анализа, процессы разложения глинистых минералов завершаются при температуре 880 °С. Кристаллизация новых фаз из продуктов их разложения происходит при температуре 945 °С. Причем по данным рентгенофазового анализа в качестве новой фазы интенсивно образуется муллитоподобная фаза, чему способствует наличие каолинита и высокое содержание оксида железа (табл. 1) в применяемых аргиллитах [11].

Приведенные данные показывают, что аргиллиты характеризуются свойствами, позволяющими оценить их как перспективное глинистое сырье для получения керамических теплоизоляционных материалов. Умеренно- и среднепластические свойства аргиллитов в сочетании с их высокими связующими свойствами предполагают вероятность достижения достаточной степени вспенивания масс и возможность сохранения пористой структуры после него. Низкая огнеупорность сырья и формирование муллитоподобной фазы при обжиге, способствующей повышению прочности керамики, являются предпосылкой для обеспечения спекания и прочности твердой матрицы пористой керамики.

Селиванов Ю.В., Шильцина А.Д., Селиванов В.М., Логинова Е.В., Королькова Н.Н. Составы и свойства керамических теплоизоляционных строительных материалов из масс низкотемпературного вспенивания на основе глинистого сырья

Вместе с тем, отсутствие у аргиллитов, как у любого вида глинистого сырья, вяжущих свойств приводит к низкой расплубочной прочности вспененного сырца, в том числе и после сушки его в форме. Повышенная усадка аргиллитов после сушки и обжига (табл. 3) затрудняет получение пористых изделий из них без деформации.

Для улучшения технологических и керамических свойств масс и обеспечения их вспенивания использовался традиционный метод применения добавок [7,9,12,13,14]. Так, для снижения усадки изделий и повышения механических свойств использовалась добавка диоксидсодержащей породы. Было опробовано применение диоксидсодержащей породы месторождения, расположенного на территории Хакасии в 70 км от г. Абакан в урочище Пистах [15]. Порода содержит повышенное количество оксидов кремния, кальция и магния (табл. 1). По данным рентгенофазового анализа она сложена диоксидом (92–95%) и кальцитом (5–8%), имеет температуру плавления 1390°C, характеризуется низким коэффициентом линейного расширения. В процессе обжига диоксидсодержащая порода проявляет свойства структурообразующей добавки, обеспечивающей снижение усадки и повышение прочности керамики [15,16,17,18]. Для обеспечения низкотемпературного спекания пористой керамики в качестве плавнеобразующего компонента в составы масс вводился стеклобой, который, как установлено [19], снижает не только температуру фазообразования и обжига керамики, но и расширяет количественные пределы использования добавок непластичных компонентов.

С целью обеспечения процесса вспенивания масс при температуре 20–30°C в их состав вводился щелочной компонент в виде 2н раствора гидроксида натрия, в качестве газообразователя – алюминиевая пудра марки ПАП-2 (ГОСТ 5494-95), содержание активного алюминия в которой составляло 87–98,5%.

Низкотемпературное вспенивание масс происходит за счет протекания реакции:



Для обеспечения прочности пористой структуры после вспенивания масс применяли добавку гипса строительного марки Г-6, тонкость помола которого по остатку на сите 0,2 мм составляла 14,3%, начало схватывания – 5,2 мин, конец схватывания – 14,6 мин.

**Таблица 4. Составы масс и свойства теплоизоляционной керамики из них**

Компонент	Состав масс					Свойства ячеистого бетона ГОСТ 25485 – 89
	1	2	3	4	5	
	Содержание компонента в составе, % мас.					
Аргиллиты	66,9	69,0	72,4	74,8	81,1	
Диоксидсодержащая порода	17	15	12	10	5	
Стеклобой	11	10,5	10,0	9,5	8	
Гипс Г-6	4,53	4,92	5,01	5,10	5,29	
Гидроксид натрия, 2н	29,4	29,6	29,8	30,0	30,2	
Алюминиевая пудра	0,57	0,58	0,59	0,60	0,61	
Показатель свойства						
В/Г	0,48	0,42	0,43	0,45	0,47	
Коэффициент вспенивания	2,9	2,8	2,7	2,7	2,7	
Осадка массы в возрасте 1 сут, %	3,0	1,0	1,0	0	0	
Отношение диаметра шарика к диаметру отпечатка на поверхности масс в возрасте 1 сут	2,8	2,9	3,0	3,0	3,0	
Температура обжига, °С	950	950	950	950	950	
Усадка, %	1,1	1,3	1,6	1,7	1,9	
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	600	550	500	440	560	600
Водопоглощение, % мас.	35,4	36,1	36,9	37,4	37,1	
Пористость, %	68,4	72,6	73,2	74,1	69,1	
Прочность при сжатии, МПа	2,7	4,9	4,1	3,7	1,9	1,29 – 2,57
Коэффициент теплопроводности, Вт/м ·°С	0,21	0,20	0,17	0,15	0,18	0,14 – 0,18

Компонентный состав масс, их свойства после вспенивания и обжига приведены в табл. 4. Количество 2н раствора гидроксида натрия, алюминиевой пудры, гипса и водоглиняное отношение для

Селиванов Ю.В., Шильцина А.Д., Селиванов В.М., Логинова Е.В., Королькова Н.Н. Составы и свойства керамических теплоизоляционных строительных материалов из масс низкотемпературного вспенивания на основе глинистого сырья

масс, указанные в табл. 4, приняты в пределах интервалов положительного влияния каждого отдельного фактора, установленного экспериментально, на изменение коэффициента вспенивания арриллитов, их осадки через сутки после вспенивания и прочности вспененных арриллитов в этом же возрасте.

Экспериментально установлено, что вспененные массы из арриллитов, содержащие 2н раствор гидроксида натрия в количестве менее 29%, испытывают большую осадку, сопровождающуюся уплотнением и снижением пористости сырца. При увеличении содержания гидроксида натрия в количестве более 30,5% усиливается его миграция на поверхность изделий при сушке, обуславливающая появление высолов.

Неблагоприятным протеканием вспенивания характеризуются массы из арриллитов с водоглиняным отношением ниже 0,4 и выше 0,5. При недостаточном разжижении масс они слабо вспениваются. За счет сильного разжижения, снижения их вязкости и уменьшения в результате этого поверхностного натяжения межфазовой жидкости, массы после вспенивания претерпевают значительную осадку, образцы уплотняются, а вспенивание масс сопровождается формированием открытой пористости.

Открытая пористость так же формируется при введении алюминиевой пудры в количествах более 0,61%. При этом на поверхности вспененных масс образуются трещины и блестящая пленка, что объясняется следующим. Исследованием дисперсного алюминия под микроскопом обнаруживается его неравномерный зерновой состав. Наряду с тончайшими реакционно-активными частицами в порошке имеются частицы размером 0,1–0,5 мм значительно более низкой реакционной способности. При увеличении количества алюминиевой пудры в массах увеличивается количество вносимых активных частиц, интенсифицирующих газовыделение до такой степени, что поверхностное натяжение межпоровой жидкости становится недостаточным и на поверхности масс после вспенивания образуются трещины. Вместе с тем, при увеличении количества алюминиевой пудры в массах увеличивается и количество крупных частиц запоздалого реагирования, дополнительно вызывающего нарушение структуры поризованных смесей в период их загустевания. Не вступившие в реакцию частицы алюминиевой пудры выносятся водой на поверхность, образуя блестящую пленку, тем более заметную, чем больше порошка вводится в массу. Количество алюминиевой пудры в массах менее 0,55 не обеспечивает их эффективного вспенивания.

Экспериментально установлено, что добавка гипса строительного, обладающего вяжущими свойствами в количестве менее 4,5% в составе масс не обеспечивает четкость граней и углов при распалубке пористого сырца. В количестве более 5,5%, обеспечивая необходимую прочность пористого сырца, она ухудшает спекание керамики [20].

Количество добавок стеклобоя и диоксидсодержащей породы выбрано в пределах их наиболее эффективного действия на спекание и прочность образцов из арриллитов после обжига, установленных экспериментально (от 5 до 20%).

Окончательное количественное содержание каждого отдельного компонента в общей совокупности, приведенное в табл. 4, обеспечивает получение наиболее легкоплавких составов, лежащих в поле кристаллизации волластонит-анортит-кварц с эвтектикой при температуре 1165°C на диаграмме состояния  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ .

Выбор тройной диаграммы состояния  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$  для оценки легкоплавкости составов масс обусловлен тем, что в исходных сырьевых материалах преобладают оксиды кремния, алюминия и кальция (табл. 1). При определении расположения составов масс на диаграмме состояния их многокомпонентные составы приводили к трехкомпонентным по правилу Рихтерса путем пересчета щелочных и щелочноземельных оксидов на  $\text{CaO}$ , а оксидов железа и титана – на  $\text{Al}_2\text{O}_3$  [21].

Для экспериментального определения свойств разработанных составов масс после вспенивания и обжига провели изготовление масс и образцов из них по литевой технологии. При изготовлении масс арриллиты подвергались дроблению, сушке и помолу для прохода через сито с размером ячейки 0,16 мм.

Диоксидсодержащую породу и стеклобой из смеси оконного и тарного стекла в соотношении 1:1 измельчали до остатка на сите с размером ячейки 0,063 мм не более 5%. В предварительно подготовленные арриллиты добавляли гипс строительный стандартной тонкости помола, тонкоизмельченную диоксидсодержащую породу и стеклобой и перемешивали в сухом состоянии. Затем в смесь вводили подогретую до 50–60°C воду, температура которой была определена экспериментально как наиболее эффективная для протекания вспенивания масс, и в требуемом количестве – 2н раствор гидроксида натрия. После чего в массу добавляли алюминиевую пудру и производилось перемешивание до однородного текучего состояния.

Селиванов Ю.В., Шильцина А.Д., Селиванов В.М., Логинова Е.В., Королькова Н.Н. Составы и свойства керамических теплоизоляционных строительных материалов из масс низкотемпературного вспенивания на основе глинистого сырца

Полученную жидковязкую массу заливали в формы размером 70,7×70,7×70,7 мм, заполняя их объем на 2/3 высоты. Процесс поризации и вспенивания масс продолжался 30–40 мин. Затем образцы подвергали сушке при температуре 80 °С продолжительностью 10–12 час, после сушки формы снимали, а изделия обжигали в течение 8 часов при температуре 950 °С.

Результаты испытаний показывают (табл. 4), что массы разработанных составов характеризуются высоким коэффициентом вспенивания (2,7–2,9) и низкой осадкой после него.

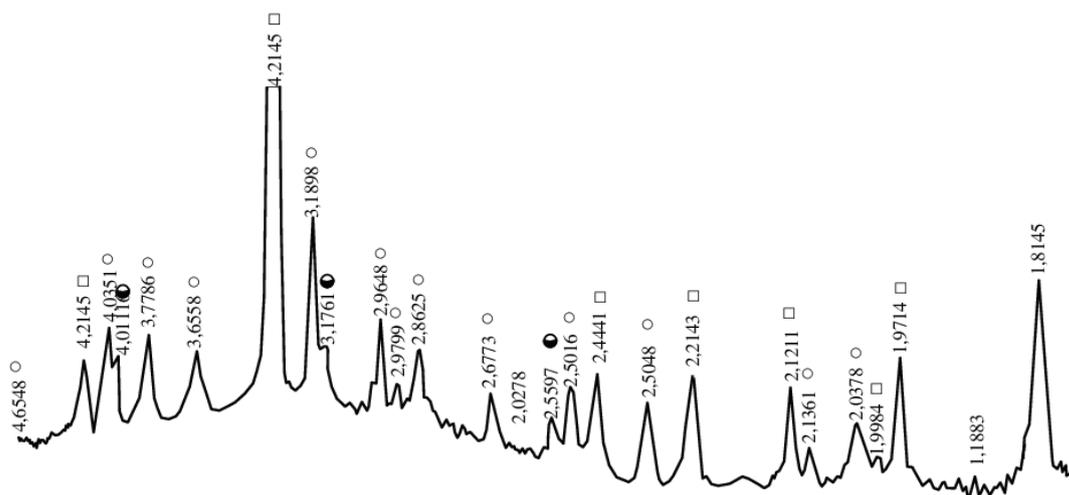
После обжига при температуре 950 °С была получена пористая керамика с мелкими изолированными порами (рис. 1), равномерно распределенными по сечению образца. Между порами размером 0,5–0,8 мм размещались поры размером 0,1–0,2 мм. Внутренние поверхности стенок пор – ровные и блестящие, что свидетельствует об их повышенной прочности. Поры были разделены тонкими одинаковыми по сечению перегородками.

По данным рентгенофазового анализа в перегородках между порами был обнаружен кварц, вносимый с аргиллитами, анортит и альбит, интенсивно кристаллизующиеся при обжиге (рис. 2).

Увеличение 30<sup>x</sup>

500 мкм

**Рисунок 1. Микрофотография структуры теплоизоляционной керамики из массы состава 3**



**Рисунок 2. Рентгенограмма теплоизоляционной керамики из массы состава 3:**  
□ – кварц; ● – альбит; ○ – анортит

Равномерное пористое строение керамики с полидисперсным распределением пор и наличие анортита в стенках между порами обеспечивают достижение благоприятных свойств теплоизоляционной керамики.

Коэффициент теплопроводности керамики, определенный экспериментально с помощью электронного измерителя ИТП-МГ4, составляет 0,15 – 0,21 Вт/м·°С, прочность при сжатии керамики – 1,9–4,9 МПа, плотность – 440–600 кг/м<sup>3</sup>, пористость 68,4 – 74,1% при водопоглощении 35,4–37,4 мас.%. В соответствии с требованиями ГОСТ 25485 – 89 автоклавные пенобетоны с прочностью при сжатии от 1,24 до 4,49 МПа при плотности 500 – 600 кг/м<sup>3</sup>, которые широко применяются в строительстве, относятся к группе конструктивно-теплоизоляционных. Поэтому разработанные материалы могут быть пригодны в качестве элементов жесткой теплоизоляции зданий и сооружений.

## Выводы

1. В результате исследований получены составы масс на основе глинистого сырья, включающие добавки диоксидсодержащей породы, стеклобоя, гипса строительного, алюминиевой пудры и 2н раствора гидроксида натрия.

2. Предложено использование литьевой технологии, обеспечивающей вспенивание полученных составов при температуре 20–30 °С, достижение прочности пористой структуры после него, достаточной для распалубки сырца, и спекание пористых изделий без их деформации.

3. Свойства разработанных составов масс и пористой керамики из них обеспечивают изготовление керамических теплоизоляционных строительных материалов в виде штучных изделий однократным обжигом.

### Литература

1. Сиразин М. Г. Теплая керамика – перспективный материал для жилищного строительства в России // Строительные материалы. 2006. № 4. С. 18 – 19.
2. Krasnyi B. L., Tarasovskii V. P., Rakhmanova E. V., Bondar V. V. Chemical resistance of ceramic materials in acids and alkalis // Class and Ceram. 2004. V. 61. № 9 – 10. Pp. 337 – 339.
3. Abdarakhimova E. S., Abdarakhimov V. Z. Optimization of the content of light fraction ASH in ceramic tile mixtures // Slass and Ceram. 2006. V. 63. № 3 – 4. Pp. 95 – 96.
4. Ананьев А. И., Можаяев В. П., Никифоров Е. А., Елагин В. П. Теплотехнические свойства и морозостойкость кирпича в наружных стенах зданий // Строительные материалы. 2003. №7. С. 14 – 16.
5. Козлов Г. А., Котляр В. Д., Козлов А. В. Особенности получения энергоэффективного пористого заполнителя из керамических пород Ростовской области // Строительные материалы. 2009. № 6. С. 88–89.
6. Manevich V. E., Subbotin K. Yu. Foamglass and problems of energy savings // Glass and ceramics. 2008. № 4. Pp. 3 – 6.
7. Завадский В. Ф., Путро М. Б., Максимова Ю. С. Поризованная строительная керамика // Строительные материалы. 2004. № 2. С. 50 – 51.
8. Клофт Т., Белоусов В. К. Поризованная керамика на русском рынке и энергосберегающий потенциал при ее производстве // Строительные материалы. 2009. №4. С. 54 – 57.
9. Мороз И. И. Технология строительной керамики. Киев: Вища школа, 1980. 384 с.
10. Крысин Д. М. Применение суглинистого сырья в технологии высокопористой керамики // Известия вузов. Строительство. 2001. № 7. С. 34.
11. Blanchart P., Soro N., Bonnet J. P. Structural characterization of Mullite from Fe – Doped Kaolins // Science for New Technologies of Silicate Ceramics: Proc. 10 Jnt. Ceram. Congr. Florenz: 2003. P. 9 – 16.
12. Shcherbina N. F., Kochetkova T. V. Use of nonferrous metal ore concentration wastes in production of ceramics // Class and Ceramics. 2007. V. 64. № 9 – 10. P. 366 – 368.
13. Вакалова Т. В., Погребенков В. М., Верещагин В. И., Ревва И. Б. Управление качеством строительной и теплоизоляционной керамики путем проектирования составов массы // Строительные материалы. 2007. №2. С. 27 – 30.
14. Doldi M., Cappelletti P., Cerri G. Zeolitic Tuffs as paw materials for Lightweight aggregates // Key End. Mat. 2004. V. 264 – 268. P. 1431 – 1434.
15. Логинова Е. В. Оценка свойств диопсидовой породы для применения в составах керамических масс // Вестник хакасского технического института – филиала Сибирского федерального университета. 2010. №29. С. 183 – 185.
16. Верещагин В. И., Алексеев Ю. И., Погребенков В. М. Диопсидовые породы – универсальное сырье для производства керамических и других силикатных материалов. Вып. 2. М.: ВНИИЭСМ, 1991. 60 с.
17. Kienov E., Roeder A., Stradtman J. Synthetic wollastonite, diopsid and moyenite and their roles as industrial minerals // 8 th Jnd. Miner. Jnt Congr., Boston. Pap. London: 1988. Pp. 45 – 58.
18. Bai Zhimin, Ma Hanguen. Влияние диопсида на характеристики трехкомпонентной керамики, полученной из смеси кварц – глина – полевошпат // Cuisuan yuan xuebao – J. Chin Ceram. Soc. 2003. V. 31. № 2. С. 148 – 151.
19. Будников П. П., Балкевич В. Л., Бережной А. С. Химическая технология керамики и огнеупоров. М.: Стройиздат, 1972. 552 с.
20. Селиванов Ю. В., Щильцина А. Д., Логинова Е. В. Теплоизоляционные керамические материалы с использованием вяжущих // Строительные материалы. 2010. № 7. С. 49 – 51.
21. Эйтель В. Физическая химия силикатов. М.: Иностранная литература, 1962. 1055 с.

*\*Елена Владимировна Логинова, г. Абакан, Россия*

*Тел. моб.: +7(913)544-38-36; эл. почта: loginova\_ev@list.ru*

Селиванов Ю.В., Щильцина А.Д., Селиванов В.М., Логинова Е.В., Королькова Н.Н. Составы и свойства керамических теплоизоляционных строительных материалов из масс низкотемпературного вспенивания на основе глинистого сырья

doi: 10.5862/MCE.29.4

## Composition and properties of ceramic heat insulating building materials made of the masses of low temperature foaming on the basis of clay raw material

**Y.V. Selivanov***Khakass Technical Institute, Abakan, Russia***A.D. Shiltsina***Khakass Technical Institute, Abakan, Russia***V.M. Selivanov***Khakass Technical Institute, Abakan, Russia***Y.V. Loginova***Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, Russia***N.N. Korolkova***Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan, Russia*

+7(913)544-38-36; e-mail: loginova\_ev@list.ru

### Key words

ceramic heat insulating building materials; low temperature foaming; porous structure; phase-mineral composition; strength

### Abstract

Ceramic heat-insulating building materials are the most promising for modern construction. Long-lived, bio-resistant and corrosion-resistant, nonhygroscopic and noncombustible, they have the greatest stability of heat engineering properties through time. The combination of these properties is especially important in construction in seismic areas.

The article contains the study results of compositions and properties of ceramic heat-insulating building materials of masses on the basis of clay raw materials, received by power efficient technology of low-temperature foaming. The work was conducted for the purpose of obtaining a porous structure of sufficient durability at the stage of the mass foaming at a temperature of 20-30 °C and achieving necessary durability without porous goods deformation at the stage of firing.

The optimal composition of the masses was obtained by experiment in the course of the studies, also the technology, ensuring the fulfillment of assigned task was developed. The properties of developed masses compositions and porous ceramics of them provide the manufacturing of heat-insulating building materials in the form of single-piece goods by one-time firing.

### References

1. Sirazin M. G. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. 2006. No. 4. Pp. 18 – 19. (rus)
2. Krasnyi B. L., Tarasovskii V. P., Rakhmanova E. V., Bondar V. V. Chemical resistance of ceramic materials in acids and alkalis. *Glass and ceramics*. 2004. Vol. 61, No. 9 – 10. Pp. 337 – 339.
3. Abdarakhimova E. S., Abdarakhimov V. Z. Optimization of the content of light fraction ASH in ceramic tile mixtures. *Glass and ceramics*. 2006. Vol. 63. No. 3 – 4. Pp. 95 – 96.
4. Ananyev A. I., Mozhayev V. P., Nikiforov Ye. A., Yelagin V. P. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. 2003. No. 7. Pp. 14 – 16. (rus)
5. Kozlov G. A., Kotlyar V. D., Kozlov A. V. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. 2009. No. 6. Pp. 88 – 89. (rus)
6. Manevich V. E., Subbotin K. Yu. Foamglass and problems of energy savings. *Glass and ceramics*. 2008. No. 4. Pp. 3 – 6.
7. Zavadskiy V. F., Putro M. B., Maksimova Yu. S. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. 2004. No. 2. Pp. 50 – 51. (rus)
8. Kloft T., Belousov V. K. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. 2009. No.4. Pp. 54 – 57. (rus)
9. Moroz I. I. *Tekhnologiya stroitelnoy keramiki* [The technology of building ceramics]. Kiev: Vishcha shkola, 1980. 384 p. (rus)

Selivanov Y.V., Shiltsina A.D., Selivanov V.M., Loginova Y.V., Korolkova N.N. Composition and properties of ceramic heat insulating building materials made of the masses of low temperature foaming on the basis of clay raw material

10. Krysin D. M. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitelstvo* [News of higher educational institutions. Building]. 2001. No. 7. Pp. 34. (rus)
11. Blanchart P., Soro N., Bonnet J. P. Structural characterization of Mullite from Fe – Doped Kaolins. *Science for New Technologies of Silicate Ceramics: Proc. 10 Jnt. Ceram. Congr.* Florenz: 2003. Pp. 9 – 16.
12. Shcherbina N. F., Kochetkova T. V. Use of nonferrous metal ore concentration wastes in production of ceramics. *Glass and Ceramics*. 2007. Vol. 64. No. 9 – 10. Pp. 366 – 368.
13. Vakalova T. V., Pogrebenkov V. M., Vereshchagin V. I., Revva I. B. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. 2007. No. 2. Pp. 27 – 30. (rus)
14. Doldi M., Cappelletti P., Cerri G. Zeolitic Tuffs as paw materials for Lightweight aggregates. *Key Eng. Mat.* 2004. Vol. 264 – 268. Pp. 1431 – 1434.
15. Loginova Ye. V. *Vestnik khakasskogo tekhnicheskogo instituta – filiala Sibirskogo federalnogo universiteta* [Bulletin of Khakas Technical Institute - a branch of the Siberian Federal University]. 2010. No. 29. Pp. 183 – 185. (rus)
16. Vereshchagin V. I., Alekseyev Yu. I., Pogrebenkov V. M. *Diopsidovyye porody - universalnoye syr'ye dlya proizvodstva keramicheskikh i drugikh silikatnykh materialov* [Diopside rock - the universal material for production of ceramic and other silicate materials]. Vol. 2. Moscow: VNIIESM, 1991. 60 p. (rus)
17. Kienov E., Roeder A., Stradtman J. Synthetic wollastonite, diopsid and moyenite and their roles as industrial minerals. *8 th Jnd. Miner. Jnt Congr., Boston. Pap.* London: 1988. Pp. 45 – 58.
18. Bai Zhimin, Ma Hanguen. Vliyaniye diopsida na kharakteristiki trekhkomponentnoy keramiki, poluchennoy iz smesi kvarts – glina – polevoy shpat. *Cuisuanyuan xuebao – J. Chin Ceram. Soc.* 2003. Vol. 31. No. 2. Pp. 148 – 151.
19. Budnikov P. P., Balkevich V. L., Berezhnoy A. S. *Khimicheskaya tekhnologiya keramiki i ogneuporov* [Chemical Technology of Ceramics and Refractories]. Moscow: Stroyizdat, 1972. 552 p. (rus)
20. Selivanov Yu. V., Shchiltsina A. D., Loginova Ye. V. *Stroitelnyye materialy* [Building materials]. 2010. No. 7. Pp. 49 – 51. (rus)
21. Eytel V. *Fizicheskaya khimiya silikatov* [Physical chemistry of silicates]. Moscow: Inostr. lit. 1962. 1055 p. (rus)

**Full text of this article in Russian: pp. 35-40.**