

# СТРОИТЕЛЬСТВО. СБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

---

УДК 666.3/7

МРНТИ 67.15.47

**С. А. Монтаев**, д.т.н., проф., **А.Т. Таскалиев**,  
**Н. Б. Адилова**, к.т.н., **Н. С. Монтаева**, **А. С. Монтаева**,  
**Е. М. Онаев**, **Ч. А. Кошалаков**

Западно-Казахстанский аграрно-технический университет  
им. Жангир хана,  
г. Уральск, Казахстан

## РАЗРАБОТКА СОСТАВОВ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННО-КОНСТРУКЦИОННОЙ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ

---

Приведены результаты экспериментальных исследований по разработке составов теплоизоляционно-конструкционной стеновой керамики. Установлены основные закономерности изменения физико-механических свойств термообработанных образцов в зависимости от компонентного состава. Предлагаемая технология позволяет уменьшить материальные ресурсы и строительный объем на 20-25 %, снизить затраты на отопление - до 20-30 %, повысить долговечность до 80-100 лет и обеспечить 100 %-ную огнестойкость, создать комфортабельные условия для людей внутри зданий и сооружений зимой и летом. Энергетические затраты на производство предлагаемых композиционных теплоизоляционно-конструкционных керамических материалов в 1,5 раза меньше, чем затраты на производство материалов конкурентов традиционного кирпича.

**Ключевые слова:** лессовидный суглинок, теплоизоляционно-конструкционные материалы, стеновая керамика, пористый наполнитель, дробленый керамзит.



Жылуоқшаулағыш құрылымдық қабырға керамиканы алу мақсатында керамикалық массалар құрамын жасау бойынша эксперименталды зерттеулердің нәтижелері көрсетілді. Шикізат массасының компоненттік құрамына қарай жоғары температурада өңделген үлгілердің физико-механикалық қасиеттерінің өзгеру заңдылықтары анықталды. Ұсынылатын технология материалдық ресурсты және құрылыс көлемін 20-25 %, ал ғимарат-

ты жылыту шығынын 20-30% төмендетуге, сонымен қатар ұзақмерзімділікті 80-100 жылға дейін арттыруға және отқа төзімділікті 100% қамтамасыз етуге мүмкіншілік береді. Зерттелген композициялық жылуоқшаулағыш-құрылымдық керамикалық материалдарды өндірудің энергетикалық шығындары кәдімгі кірпіш бәсекелестік материалдарды өндіруге кететін шығындарынан 1,5 есеге төмен болады.

**Түйінді сөздер:** лессты саз, жылуоқшаулағыш құрылымдық материал, қабыр-ғалық керамика, кеукеті толтырғыш, уатылған керамзит.



Results of studies on development of the insulating - constructional wall ceramics are given. The main consistent patterns of change of the physicist - mechanical properties of the samples depending on component structure determined. The proposed technology can reduce the material resources and building volume by 20-25 %, reduce heating costs - 20-30 %, improve the durability of up to 80-100 years and provide 100% fire resistance, to create comfortable conditions for people inside buildings in winter and summer . Energy production costs of the proposed composition thermal insulation of structural ceramic materials 1,5 times less than the cost of production materials competitors traditionally brick.

**Key words:** loam, heat-insulating - constructional materials, wall ceramics, a porous filler, shredded expanded clay.

**Введение.** Анализ рынка строительных материалов позволяет заключить, что наибольший спрос существует в настоящее время на теплоизоляционные материалы. Причем следует ожидать стабильного роста именно этого сектора промышленности строительных материалов. Действительно, например, объем выпуска теплоизоляционных материалов на 1000 жителей составляет в Швеции 600 м<sup>3</sup>, США – 500 м<sup>3</sup>, в Финляндии – 420 м<sup>3</sup>, в России – 90 м<sup>3</sup>, в то время как в Казахстане аналогичные материалы не производятся [1].

Разработка технологических основ композитов, позволяющих замещать на рынке Казахстана импортные теплоизоляционные материалы, такие, как пенополистирол, и материалы на основе стекловолокон, которые имеют ряд недостатков. Это обусловлено деструкцией полимеров в атмосферных условиях. Реальный срок службы полимерных теплоизоляционных материалов не превышает 10-15 лет [2-5]. Такие материалы не рекомендуются к использованию при температурах выше 80-100 °С, а при

180-250 °С начинают интенсивно разлагаться с выделением токсичных и пожароопасных веществ. Кроме того, они подвержены разрушению грызунами, мыши едят полимерные материалы.

Другими материалами, используемыми в настоящее время для теплоизоляции, являются минеральная вата и стекловолокно. Основной их недостаток – низкая долговечность теплоизоляции. Ориентировочная долговечность теплоизоляции из минеральной ваты в слое материала, примыкающего к наружной оболочке панели, составляет примерно 10-12 лет. Другой недостаток – пыление при изготовлении и монтаже, что может привести к заболеванию рабочих силикозом. Уложенная в конструкцию минеральная вата уплотняется в процессе эксплуатации, а при попадании влаги стекловолокно сильно поглощает и удерживает ее и, как следствие, увеличивает среднюю плотность, ухудшает теплоизоляционные свойства. Дополнительно снижаются противопожарные характеристики материалов и их долговечность, полимерная связка, используемая для скрепления волокон. Следовательно, минеральную вату также нельзя считать полностью неорганическим материалом, что приводит к указанным выше проблемам полимеров [6,7]. Поэтому большое значение имеет разработка технологии новых композиционных материалов на основе неорганических силикатных материалов и сырья, обладающих легкостью, негорючестью, экономичностью, экологичностью, долговечностью, технологичностью с улучшенными теплоизоляционными свойствами.

**Методы исследования.** Целью исследования является разработка компонентного состава керамической композиции для получения теплоизоляционно-конструкционного стенового материала. В качестве основного сырьевого материала использовался (табл. 1) лёссовидный суглинок Чаганского месторождения, в качестве пористого наполнителя – дробленый керамзит, производимый ТОО "Стройкомбинат" (г. Уральск), который имеет среднюю плотность 400-450 кг/м<sup>3</sup> и в основном используется для производства легких бетонов, а также как насыпная теплоизоляция при строительстве зданий и сооружений. Для проведения научно-экспериментальных работ лёссовидный суглинок

Таблица 1

**Химический состав лёссовидного суглинка  
Чаганского месторождения**

Содержание оксидов, асс.%							
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	п.п.п
51,27	12,13	11,97	2,09	4,88	2,43	3,56	11,67

сушили в сушильном шкафу ШСП-0,5-70 при температуре 80-90 °С до остаточной влажности 3-5 %. Затем высушенный лёссовидный суглинок загрузили в лабораторную шаровую мельницу марки МШЛ-1П и произвели помол до удельной поверхности 1200-1500 см<sup>2</sup>/г. Для подготовки пористого наполнителя керамзит насыпной плотности 400 кг/м<sup>3</sup>, подвергали дроблению в лабораторной мельнице МШЛ – 100х250 до образования фракций 1-10 мм.

Приготовленные сырьевые материалы взвешивались на электронных весах, затем составлялась двухкомпонентная сырьевая композиция "лёссовидный суглинок – пористый наполнитель" в следующих предельных концентрациях составляющих компонентов, мас. %: лёссовидный суглинок – 40-70, пористый наполнитель – 30-60 (табл. 2).

Из исследуемых составов методом полусухого прессования формовались образцы-цилиндры (50х50 мм) под прессом

Таблица 2

**Компонентные составы керамической композиции**

Номер состава	Компонент, асс. %	
	лёссовидный суглинок	пористый наполнитель
1	70	30
2	60	40
3	50	50
4	40	60
5	30	70

ПГМ-500 МГ4 при давлении 15 МПа. Формовочная влажность составляла 8-10 % от массы сухих компонентов. Отформованные образцы обжигались без предварительной сушки в электрической печи СНОЛ 80/12 по специально разработанному режиму.

При максимальной температуре обжига, составляющей 950-1000 °С образцы выдерживались в течение 1 ч, охлаждались в отключенной печи. Обожженные образцы после охлаждения подвергались испытанию с целью определения физико-механических свойств (табл. 3).

Таблица 3

**Физико-механические свойства исследуемых образцов**

Номер состава	Коэффициент чувствительности к сушке по экспресс-методу Чижского, с	Температура обжига, °С	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Теплопроводность, Вт/м·К	Водопоглощение, %
1	95	950±20	1,51	14,5	0,53	20,6
2	112		1,36	12,7	0,36	23,2
3	118		1,25	11,2	0,25	27,7
4	123	1000±20	1,15	8,6	0,15	28,1
5	130		1,08	7,8	0,12	29,2

**Результаты исследования.** Как показывают результаты экспериментальных исследований, с увеличением содержания пористого наполнителя за счет уменьшения лёссовидного суглинка наблюдается снижение средней плотности от 1,51 до 1,08 г/см<sup>3</sup> и коэффициента теплопроводности – от 0,53 до 0,12 Вт/м·К. При этом прочность при сжатии образцов находится в пределах 7,8-14,5 МПа. Несмотря на значительное снижение средней плотности по прочностным показателям, термообработанные образцы сохраняют требования ГОСТ 530-95 "Кирпич и камни керамические".

Анализ теплопроводных свойств наглядно показывает, что исследуемые составы № 4 и № 5 согласно классификациям теплоизоляционных материалов соответствуют

классу В (0,1-0,175 Вт/м·К). Анализ изменения водопоглощения показывает, что, несмотря на значительное содержание пористого наполнителя (до 70 %), повышение показателей водопоглощения в исследуемых составах находится в пределах от 20,6 до 29,2 %. Общее повышение показателей водопоглощения составляет 8,6 %. По-видимому, пористый наполнитель фракций 1-10 мм в виде дробленого керамзита играет роль и армирующего компонента, а также пористого наполнителя в составе керамической массы. Вероятно, дробленный керамзит, будучи компонентом, прошедшим высокотемпературную обработку, обладает повышенной активностью по отношению к процессу спекания с глинистой массой. При этом пористый наполнитель в составе керамической массы проходит повторную термообработку в процессе обжига исследуемой композиции.

Судя по изменениям физико-механических свойств исследуемых образцов, пористый наполнитель активно участвует в твердофазовом спекании, а также в присутствии жидкой фазы образующихся за счет появления легкоплавких эфтевтик в керамической композиции «лессовидный суглинок – дробленный керамзит». Этот процесс происходит за счет взаимодействия прочных кристаллических фаз, уже присутствующих в структуре дробленого керамзита и образующихся стекло- и кристаллических фаз при совместном спекании с лессовидным суглинком. В результате образуется спеченная керамика с пористой макро- и микроструктурой. При этом пористая макроструктура получается за счет дробленого керамзита, который занимает основной объем (до 90 %), и пористая микроструктура за счет спеченного тонкомолотого лессовидного суглинка, которая заполняет объем вокруг пористого наполнителя.

### **Выводы**

Таким образом, установлена принципиальная возможность получения теплоизоляционно-конструкционного керамического материала на основе композиции «лессовидный суглинок - дробленный керамзит». Предлагаемая технология позволяет уменьшить материальные ресурсы и строительный объем на 20-25 %, снизить затраты на отопление до 20-30 %, повысить долговеч-

ность до 80-100 лет, обеспечить 100 %-ную огнестойкость, создать комфортабельные условия для людей внутри зданий и сооружений зимой и летом. Энергетические затраты на производство предлагаемых композиционных теплоизоляционно-конструкционных керамических материалов в 1,5 раза меньше, чем затраты на производство материалов конкурентов традиционного кирпича.

### **Литература**

1 Орлов Д. Л. Пеностекло – эффективный теплоизоляционный материал // *Стекло мира*. – 1999. – № 4. – С. 66-68.

2 Монтаев С. А. Таскалиев А. Т., Жарылгапов С. М., Монтаева А. С. Использование опоки Западно-Казахстанского месторождения для модификации составов керамических масс с целью получения эффективной стеновой керамики // *Теория и практика повышения эффективности строительных материалов: матер. VI Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Пенза: ПГУАС, 2011. – С. 139-143.

3 Устинов А. В. Прочность опок при производстве керамического кирпича способом пластического формования // *Теория и практика повышения эффективности строительных материалов: матер. VI Междунар. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых*. – Пенза: ПГУАС, 2011. – С. 238-242.

4 Попова В. В. *Материалы для теплоизоляционных работ*. - М.: Высшая школа, 1988. – 151 с.

5 Сулейменов С. Т. *Физико-химические процессы структурообразования в строительных материалах из минеральных отходов промышленности*. – М.: Манускрипт, 1996. – 298 с.

6 Голенков В. А. Кисляков А. А., Степанов Ю. С. и др. Производство и применение универсального теплоизоляционного материала ТИСМ // *Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века*. – 2000 – № 11. – С. 34.

7 Козубская Т. Г. *Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов* // *Строительные материалы*. – 2002. – № 2. – С. 10.