

УДК 666.3.046

**СТЕНОВЫЕ ЗОЛОКЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
НАПОЛНЕННОЙ КАРКАСНО-СОТОВОЙ СТРУКТУРЫ.**

*Е.С. Макарова, инженер, С.И. Федоркин, доктор технических наук, профессор; Н.В. Панченко, кандидат технических наук, доцент  
Национальная академия природоохранного и курортного строительства,  
г. Симферополь*

**Состояние проблемы.** Зола и шлаки ТЭС Украины являются полноценным минеральным вторичным сырьем, которое может быть использовано в производстве различных строительных материалов. Это сырье прошло высокотемпературную обработку, обладает повышенной химической активностью, содержит в своем составе остатки топлива, что делает его эффективным при изготовлении обжиговых материалов, особенно, стеновой золокерамики.

Существующий уровень производства стеновой керамики значительно отстает от современных требований. Это связано с высокой энергоёмкостью, использованием на предприятиях физически и морально устаревшего оборудования, не позволяющего обеспечить необходимую степень переработки сырьевых смесей и расширить сырьевую базу за счет использования многокомпонентных смесей на основе отходов промышленных производств [1]. Значительный интерес для производства стеновой керамики представляет использование крупнотоннажных отходов промышленности – золошлаковых отходов ТЭС. В настоящее время на территории Украины накоплено более 100 млн. тонн золошлаковых отходов [2], которые являются серьезным источником загрязнения окружающей среды и вызывают нарушение сложившихся в природе экологических связей.

Несмотря на широкое использование зол ТЭС в качестве основного компонента золокерамических материалов, их производство отличается повышенной энергоёмкостью. Температура обжига этих изделий колеблется в пределах 1000-1150 °С, что превышает температуру обжига изделий на основе легкоплавных глин. Увеличение объема переработки зол в керамической промышленности связано с необходимостью разработки новых технических и технологических решений.

**Цель работы.** В настоящей статье изложены результаты исследований, целью которых являлась разработка технологии изготовления золокерамических материалов с пониженной температурой обжига и уменьшенным расходом глинистого компонента.

**Результаты исследований.** Авторами усовершенствована технология получения золокерамического кирпича наполненной каркасно-сотовой структуры [3, 4]. Суть этой технологии (рис. 1) состоит в получении гранул из зол ТЭС методом гранулирования, нанесения на полученные гранулы тонкого слоя глины, содержащего добавку-плавень, полусухого прессования и обжига изделий. При этом количество утилизируемой золы может быть увеличено на 20 - 25% по сравнению с традиционной технологией изготовления

золокерамического кирпича [5].

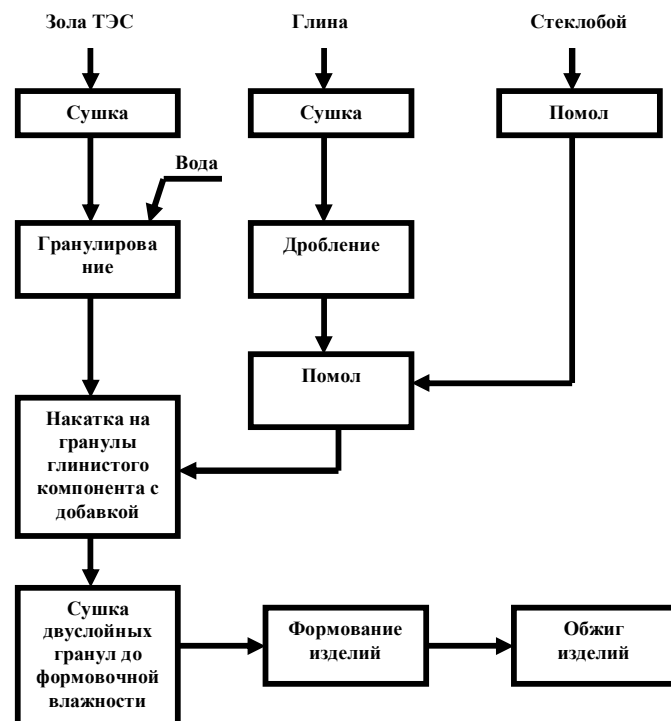


Рис. 1. Технология производства золокерамических стеновых материалов наполненной каркасно-сотовой структуры.

В качестве сырьевых компонентов при отработке технологии в лабораторных условиях была использована зола Приднепровской ГРЭС и глина Зеленогорского месторождения АР Крым. В глину для понижения температуры обжига вводили молотый стеклобой Симферопольского стеклотарного завода в количестве 10 % (мас.). Формование образцов-цилиндров размером 5x5 см осуществляли на гидравлическом прессе при удельном давлении прессования 20 МПа. Отформованные изделия обжигали в муфельной печи при 930-350 °С.

Внутренняя структура образцов [6] представляет собой прочный керамический каркас, который образует замкнутые ячейки – соты, заполненные золой. Механическую нагрузку при механических испытаниях образцов воспринимает керамический каркас. Этот каркас, в основном, определяет механическую прочность образцов.

Одной из основных технологических операций при изготовлении

золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры является получение двухслойных гранул.

Основываясь на результатах экспериментальных данных, авторами предложен механизм образования двухслойных зологлиняных гранул. Его можно представить следующим образом. На первом этапе процесс гранулообразования зольных гранул при увлажнении порошка золы осуществляется за счет капиллярных сил сцепления и сил поверхностного натяжения. Преобладающими на этом этапе являются процессы агломерации частиц и накатки порошка золы на увлажненную поверхность гранул, образующуюся выдавливанием избыточной влаги при перемещении гранул в грануляторе. Полученные гранулы золы для накатки на их поверхность слоя глины направляют в другой гранулятор. На этапе перегрузки гранул происходит выравнивание влажности гранул за счет диффузии влаги в теле гранулы от слоев с большей концентрацией влаги к слоям с меньшей концентрацией влаги. На третьем этапе накатки сухого порошка глины на влажные зольные гранулы происходит дальнейшее выдавливание избыточной влаги на поверхность зольных гранул. Влажная оболочка зольных гранул обеспечивает рост гранул за счет простого наслаивания частиц порошка глины на их поверхность.

Существующий опыт получения гранулированных продуктов свидетельствует о том, что основными параметрами, определяющими качество гранул, являются их влагосодержание и длительность пребывания материала в грануляторе. Для гранулирования методом окатывания характерна очень узкая область оптимальных отношений жидкой и твердой фаз. Влажность материала в грануляторе существенно влияет на выход товарной фракции.

Исследование зависимости выхода товарной фракции зольных гранул (диаметром 5-10 мм) от влажности зол в грануляторе (рис. 2) показало, что по мере увлажнения зольного порошка выход товарной фракции гранул увеличивается.

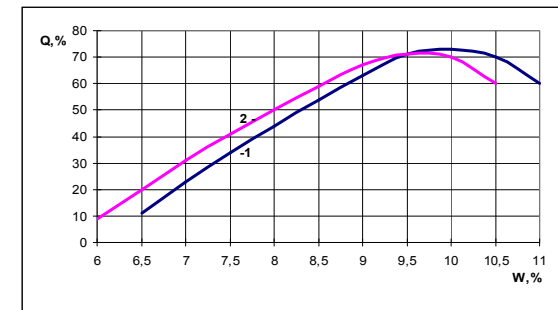


Рис. 2. Зависимость выхода гранул диаметром 5-10 мм ( $Q$ ) от влажности золы в грануляторе ( $W$ ): 1 – зола Приднeпровской ГРЭС; 2 – зола Николаевской ТЭС.

Максимальный выход гранул (65-73 %) фракции диаметром 5-10 мм соответствует оптимальной влажности материала 9-11%. При накатке на зольные гранулы с этой влажностью слоя глины толщиной 0,5-1,5 мм влажность гранул снизилась до 8-9% и стала соответствовать оптимальной формовочной влажности, необходимой для полусухого прессования золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры.

В табл. 1 приведены результаты определения физико-механических характеристик образцов в зависимости от толщины стенок каркаса. Толщину стенок каркаса регулировали путем варьирования в тарельчатом грануляторе времени накатки глиняного порошка с добавкой стеклобоя на зольные гранулы. Средний размер ячеек-сот для испытываемых образцов составлял 5-7 мм.

*Таблица 1*

*Физико-механические свойства золокерамических образцов наполненной каркасно-сотовой структуры в зависимости от толщины стенок каркаса.*

Средняя толщина стенок каркаса, мм	Предел прочности при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Морозостойкость, %
0,2	9,5	1340	20,5	< 50
0,5	14,2	1375	18,3	< 50
1,0	17,6	1405	17,4	50
1,5	20,0	1430	17,0	50
2,0	20,4	1456	15,6	50

Таким образом, из свежееотформованных двуслойных золокерамических гранул можно сразу формовать золокерамические изделия, исключив операцию сушки. Испытания образцов, изготовленных в лабораторных условиях из свежееотформованных двуслойных гранул, подтвердили возможность получения обожженных при 950 °С золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры с пределом прочности при сжатии 17-20 МПа.

Анализ полученных результатов показывает, что по предлагаемой технологии могут быть получены золокерамические материалы, соответствующие, например, марке кирпича М150-М200 по ДСТУ БВ.2.7-61-97.

**Выводы.**

1. Обоснована технология производства золокерамических материалов

наполненной каркасно-сотовой структуры и показана возможность получения золокерамических материалов с пределом прочности при сжатии 17-20 МПа при пониженном расходе глинистого сырья и более низкой температуре обжига.

2. Предложен механизм образования двухслойных зологлиняных гранул в грануляторах окатывания, используемых для изготовления золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры и определена оптимальная влажность золы в грануляторе (9-11%), соответствующая максимальному выходу (65-73 %) зольных гранул необходимой фракции (5-10 мм).

3. Промышленное освоение разработанной технологии позволит получить золокерамический кирпич М150 - М200 для реконструкции и восстановления зданий и сооружений.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Телющенко И.Ф., Сай В.И., Огородник И.В. Современная технология и способы направленного регулирования свойств строительной керамики//Строительные материалы и изделия.-2001. №5-6.-С.22-23.
2. Голубничий А.В., Зарубина Н.В. Застосування золошлаків ТЭС у виробках з важких бетонів для малоповерхневого будівництва//Строительные материалы и изделия. - 2001. № 3.-С.27-28.
3. Устьянов В.Б., Иващенко В.В. Ячеистозаполненная керамика//Стекло и керамика.-1985. № 5.–С. 29-30.
4. Патент 2044642 RU, МПК 6 В28В11/06. Способ производства декоративных изделий/С.И. Федоркин.-№92003738; Заявл. 19.10.92; Оpubл. 27.09.95. Бюл.№ 27.
5. Дё И. Интенсификация физико-химических процессов при обжиге керамических стеновых материалов на основе зол ТЭС: Автореф. диссертации канд. технич. наук: 50.17.11/Алма-Атинский НИПИСМ МПСМ СССР.- Алма-Ата, 1987. – 20 с.
6. Макарова Е.С., Федоркин С.И. Технология производства золокерамических материалов наполненной каркасно-сотовой структуры//Строительство и техногенная безопасность. Сб. научных трудов КАПКС. Вып. 9. Симферополь: КАПКС, 2004. С.76-77.

УДК 624.131

#### ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КАРКАСОВ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

*А.А. Марков*

*ООО «Настрой» г.Запорожье*

Применяется несколько типов сборных железобетонных каркасов многоэтажных зданий: рамные, рамно-связевые и связевые [1]. Каркасы возводятся также из монолитного железобетона. Сборные каркасы, как