

О. А.*МИРЮК

Рудненский индустриальный институт

ТЕРМИЧЕСКОЕ ВСПУЧИВАНИЕ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СИЛИКАТА НАТРИЯ

Представлены результаты исследований процессов поризации композиций на основе жидкого стекла. Показано влияние минеральных наполнителей на термическое вспучивание гранул на основе силиката натрия. Установлено, что механическая активация наполнителя позволяет снизить температуру вспучивания композиций. Выявлена целесообразность предварительного подогрева жидкого стекла для улучшения формовочных свойств и поризации композиций. Предложены композиции для получения пористого гранулированного материала с насыпной плотностью до 300 кг/м³.

Ключевые слова: жидкое стекло, термическое вспучивание, наполнитель, пористая структура.

Мақала сұйық шыны негізіндегі композицияларды үлестіру процестерін зерттеуге арналған. Минералды толтырғыштардың натрий силикаты негізінде түйіршіктерді термиялық кебу әсері көрсетілген. Толтырғыштың механикалық іске қосылуы композицияның суыту температурасын төмендетуге мүмкіндік береді. Композицияларды үлестіру және қалыптау қасиеттерін жақсарту үшін сұйық шыныны алдын ала қыздырудың орындылығы анықталды. Кеукті түйіршіктелген материалдарды алу үшін 300 кг/м³ дейін үйінді тығыздығы бар композициялар ұсынылды.

Түйін сөздер: сұйық шыны, термиялық кебу, толтырғыш, кеукті құрылым.

The article is devoted to the study of the porisation processes of compositions based on liquid glass. The effect of mineral fillers on the thermal expansion of granules based on sodium silicate is shown. It is established that mechanical activation of the filler allows to reduce the temperature of expansion of the compositions. The feasibility of preheating liquid glass to improve the molding properties and porosity of the compositions was revealed. Compositions are proposed for producing a porous granular material with a bulk density of up to 300 kg/m³.

Key words: liquid glass, thermal swelling, filler, porous structure.

Энергоэффективность строительства в значительной степени определяется качеством теплоизоляционных материалов. Многочисленные разработки последних лет посвящены технологии пористых заполнителей легких бетонов за счет техногенных источников [1–4]. Эффективны гранулированные заполнители: стеклопор, термогран, пеностекло [4 – 9]. Дальнейшее совершенствование технологии пористых заполнителей обеспечивается направленным уменьшением плотности и повышением прочности гранул, снижением энергоемкости производства. Актуальны разработки по созданию ячеистых структур, которые сочетают высокую пористость, устойчивость формы с высокими теплофизическими свойствами. Перспективным сырьем является жидкое стекло, представляющее гидратированный щелочной силикат, например, силикат натрия [2, 6, 10].

Цель исследований – разработка сырьевой смеси для пористого заполнителя легких бетонов с насыпной плотностью до 300 кг/м³.

Объектом исследования послужили сырьевые массы, состоящие из натриевого жидкого стекла ($\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 + n\text{H}_2\text{O}$) и наполнителя. Жидкое стекло плотностью

1400 кг/м³ послужило связующим и порообразователем в композиции. Наполнители жидкостекольных композиций: бой стекла; минеральные вещества, содержащие выгорающий или газообразующий компонент. При выборе наполнителей предпочтение отдано техногенным материалам, что обеспечивает ресурсосберегающую и экологическую направленность работы: опока (вскрышная порода); отходы обогащения магнетитовых руд; некондиционная порода – лигнит-боксит; зола ТЭС; горючие сланцы.

Методика экспериментальных исследований предусматривала помол сырьевых материалов до удельной поверхности 400 – 450 м²/кг; смешивание твердых компонентов с жидким стеклом; формование гранул диаметром 10 – 15 мм; сушку сырцовых гранул при температуре 150 – 300⁰С; обжиг гранул при температуре 650 – 900⁰С. Коэффициент вспучивания определяли как отношение размеров гранул до и после обжига. Термические превращения в сырьевой массе оценивали по характеру пористой структуры и плотности гранул.

Твердой основой сырьевой массы принят бой стекла. Для улучшения технологических характеристик гранул и повышения пористости материала исследовано влияние минеральных добавок. Наибольший коэффициент вспучивания при температуре 850⁰С достигнут введением 20% опоки, лигнит-боксита или отходов обогащения руд (рисунок 1).

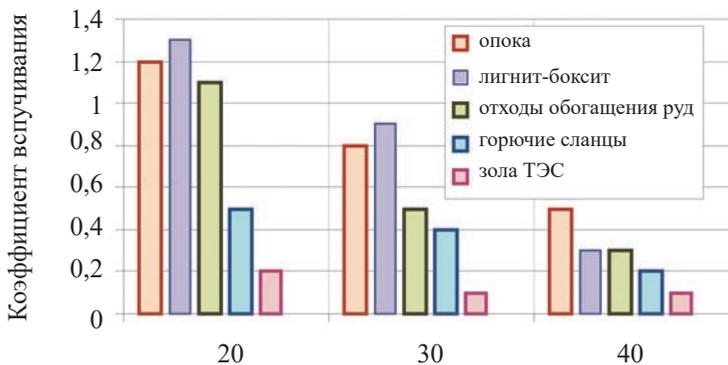


Рисунок 1 – Влияние минеральных добавок на вспучивание гранул

Формирование пористой структуры – сложный процесс, зависящий от ряда технологических факторов: дисперсности сырьевых материалов; вида и количества порообразователя; режима термической обработки.

Исследовано влияние механической активации сырьевых компонентов и массы в целом на температуру обжига. Механическую активацию материалов осуществляли в вибрационной мельнице «Етах». Удельную поверхность порошков оценивали на фотоседиментометре. Увеличение дисперсности каждого из компонентов до 500 м²/кг благоприятствует поризации гранул при пониженных температурах. Наибольший эффект достигнут при использовании механоактивированной сырьевой композиции:

снижение температуры обжига на 50⁰С, уменьшение размера пор, увеличение коэффициента вспучивания (таблица 1).

Таблица 1 – Влияние механической активации на поризацию гранул

Активированный компонент	Коэффициент вспучивания	Размер пор, мм
Стеклобой	1,2	1,0
Опока	1,3	0,9
Отходы обогащения магнетитовых руд	1,2	1,2
Лигнит-боксит	1,2	0,9
Сырьевая смесь	1,4	0,5

Натриевое жидкое стекло – многофункциональный компонент сырьевой смеси: на стадии формования обеспечивает скрепление порошкообразной массы и образование гранул. При тепловой обработке снижает температуру спекания, обеспечивает формирование пористости. Исследовано влияние количества жидкого стекла в формовочной смеси. Выявлено, что по мере повышения доли жидкого компонента происходит увеличение среднего размера пор. Предпочтительны сырьевые смеси с содержанием 45% жидкого стекла. Однако при повышенном расходе жидкого стекла увеличивается подвижность смеси, что усложняет формование. Подогрев жидкого стекла до 70⁰С улучшает формовочные свойства массы, ускоряет упрочнение сырцовых гранул, обеспечивает более равномерную поризацию структуры (рисунок 2).

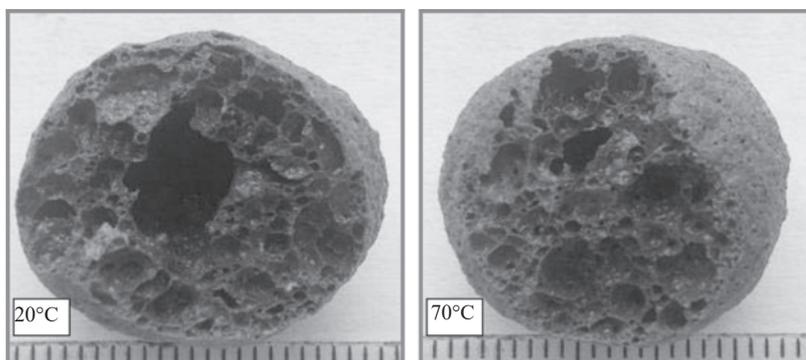


Рисунок 2 – Влияние температуры жидкого стекла на структуру гранул

Для упрочнения сырцовые гранулы подвергают сушке. Установлено, что тепловая обработка гранул при 250⁰С придает гранулам требуемую прочность и способствует предварительному вспучиванию жидкого стекла, что увеличивает общую пористость обожженных гранул.

Важным фактором влияния на процессы поризации является температура обжига гранулированного материала. Исследование поризованных материалов различного

состава, обожженных в интервале температур 775 – 900^oC, показало, что механоактивированная смесь вкупе с подогретым жидким стеклом позволяет получать гранулы равномерной пористой структуры при пониженной температуре (рисунок 3).



Рисунок 3 – Влияние температуры обжига на вспучивание гранул из смесей различного приготовления

Поризованный гранулированный материал характеризуется размером пор 0,3 – 0,5 мм; насыпной плотностью 300 кг/м³; прочностью 1 – 2 МПа. Полиmodalность ячеек структуры гранул (рисунок 4), обусловленная участием в процессе порообразования всех составляющих композиции, обеспечивает материалу низкую теплопроводность 0,05 – 0,06 Вт/(м·°C).

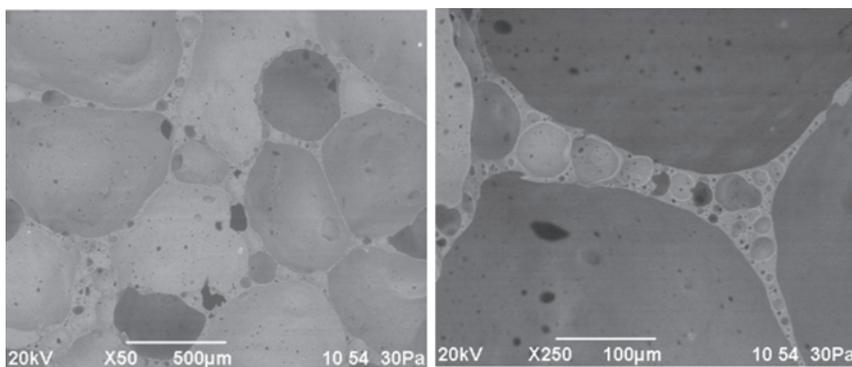


Рисунок 4 – Микроструктура поризованных гранул

Выводы. Многокомпонентная смесь, подвергнутая механической активации и затворенная подогретым жидким стеклом, характеризуется пиропластическим вспучиванием при пониженной температуре и образованием полиmodalной ячеистой структуры. Сочетание технологических факторов, определяющих поризацию жидкостекольной композиции, обеспечивает получение гранулированного материала с насыпной плотностью 300 кг/м³.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Уфимцев В.М. Техногенные заполнители высоких кондиций // Технологии бетонов. – 2017. – № 1 – 2. – С. 39 – 41.
- 2 Mizuriev S.A., Zhigulina A.Yu., Solopova G.S. Production technology of waterproof porous aggregates based on alkali silicate and non-bloating clay for concrete of general usag // Procedia Engineering. – 2015. – Т.111. – Р. 540 – 544.
- 3 Абдрахимов В.З., Никулина Е.С., Абдрахимова Е.С. Инновационные направления по использованию отходов топливно-энергетического комплекса в производстве керамических материалов // Известия вузов. Строительство. – 2015. – №9. – С. 31 – 43.
- 4 Ibrahim N. M., Ismail K. N., Johari N. H. Utilization of fly ash in lightweight aggregate foamed concrete // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2016. – № 8. – P.5413 – 5417.
- 5 Вайсман Я.И., Кетов А.А. Вторичное использование пеностекла при производстве пено-стеклокристаллических плит // Строительные материалы. – 2017. – № 5. – С. 56 – 59.
- 6 Лотов В.А., Кутугин В.А. Формирование пористой структуры пеносиликатов на основе жидкостекольных композиций // Стекло и керамика. – 2008. – № 1. – С. 6 – 10.
- 7 Куликов А.Л., Орлов А.Д., Ведяков И.И., Васкалов В.Ф. Заполнитель для особо легких бетонов «Пеностеклокерамика» // Газета. Стройинвестиндустрия. – 2013. 03. – № 20.
- 8 Мирюк О.А. Влияние вещественного состава сырьевой массы на структуру пеностекло-материала // Современное строительство и архитектура. – 2016. – №3. – С.13 – 18.
- 9 Бакунов В.С., Кочетков В.А., Надденный А.В. Многофункциональный керамический строительный материал керпен // Строительные материалы. – 2004. – № 11. – С. 10 – 11.
- 10 Верещагин В.И., Борило Л.П., Козик А.В. Пористые композиционные материалы на основе жидкого стекла и природных силикатов // Стекло и керамика. – 2002. – № 9. – С. 26 – 28.