

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Инж. ШАБАНОВ Д. Н., канд. техн. наук ИВАНЕНКО А. М.

Учреждение образования «Полоцкий государственный университет»

Возрастающие объемы капитального строительства требуют значительного расширения производства всех видов строительных материалов и изделий, в том числе и силикатного кирпича, который является одним из самых распространенных и экономичных стеновых материалов. Заводы по производству силикатного кирпича работают на природном сырье [1]. Одним из методов ресурсосбережения является замена природных материалов на отходы промышленного производства, что позволит, во-первых, уменьшить расходы, связанные с удалением отходов в отвалы, а во-вторых, снизить себестоимость продукции.

В работе исследована возможность получения силикатного кирпича с использованием отходов литейного производства завода «Центролит» (Одесская область) – отработанной формовочной смеси (ОФС) и гранулированного ваграночного шлака.

Химический состав ОФС:  $\text{SiO}_2$  – 92,17–95,74 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 3,69–5,18;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 1,0–5,37;  $\text{CaO}$  – 0,84–1,4;  $\text{MgO}$  – 0,20–1,50; органические вещества – 1,34–2,56 %. Исследование гранулометрического состава ОФС показало, что до 93 % частиц не проходят через сито с размером ячеек 0,14 мм. При этом до 90 % представлены фракциями 0,315–0,14 мм. Модуль крупности ОФС изменяется в пределах от 1,159 до 1,445. Пустотность – 47,81–51,09 %.

В качестве части вяжущего для производства силикатного кирпича использовался гранулированный ваграночный шлак, получаемый при варке чугуна на литейном заводе «Центролит». Шлак представляет собой стекловидный сыпучий материал с размерами зерен до 5 мм. Химический состав ваграночного шлака:  $\text{SiO}_2$  – 48,10 %;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 15,30;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 8,57;  $\text{CaO}$  – 28,28;  $\text{MgO}$  – 3,0;  $\text{MnO}$  – 13,66; органические вещества – 0,248 %.

По классификации [2] данный вид шлака можно отнести к кислому сырью ( $K_{\text{осн}} = 0,44$ ), которое при автоклавном производстве силикатных материалов требует дополнительного обогащения сырьевой смеси известью. В исследованиях использовали известь 1-го сорта, производимую на Рыбницком цементно-шиферном комбинате.

Силикатные материалы относятся к одной из разновидностей композиционных строительных материалов [3]. Считается [2], что качественные характеристики строительных материалов зависят от грубозернистой составляющей, а мелкозернистая выполняет роль фиксатора, не позволяющего крупным зернам менять свое положение. Структурообразование композиционных строительных материалов происходит не только в результате физико-химических превращений вяжущего, но и в результате физико-механических явлений взаимодействия отдельных компонентов и целых структур.

Взаимодействие между частицами порошков изучали по силе сцепления частиц (аутогезионной прочности порошков) и структурной прочности порошков. Силу сцепления частиц оценивали по разрывной прочности сыпучих и слабоуплотненных порошков. Для этого приводили в соприкосновение со слоем порошка пластину известной площади. Затем ее поднимали с помощью торсионных весов. В момент отрыва пластины фиксировали силу отрыва. Структурную прочность порошков определяли по методике, основанной на внедрении в образец конусообразного штампа с использованием пластометра Ребиндера.

На первом этапе исследовали свойства порошков разных фракций, получаемых дроблением отработанной формовочной смеси и гранулированного ваграночного шлака. Результаты аутогезионной прочности порошков при-

ведены на рис. 1, структурной прочности – на рис. 2. Анализ результатов показал, что с увеличением дисперсности частиц происходит увеличение прочностных показателей порошков.

Силы сцепления частиц ОФС выше, чем у ваграночного шлака. Структурная прочность ОФС ниже структурной прочности ваграночного шлака при сопоставимых размерах частиц.

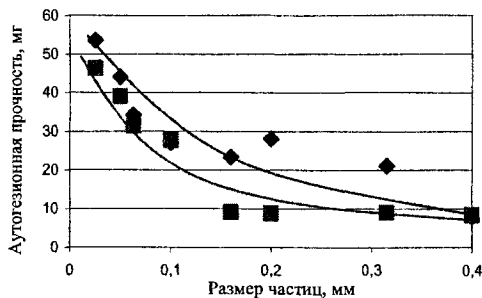


Рис. 1. График зависимости силы сцепления частиц от размера фракции: ■ – гранулированный ваграночный шлак; ♦ – отработанная формовочная смесь

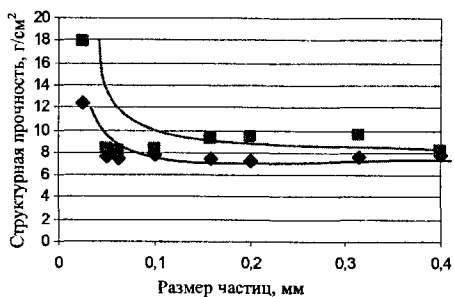


Рис. 2. График зависимости структурной прочности от размера фракции (обозначения – на рис. 1)

Строительные материалы формируются из порошков, включающих частицы разных размеров. Более мелкие частицы заполняют пустоты между более крупными, что способствует плотной упаковке частиц и увеличению физико-механических свойств материала.

На втором этапе исследовали свойства порошков, состоящих из смеси частиц различных фракций. В качестве мелкого наполнителя была принята фракция менее 0,05 мм, которую вводили в количестве 20, 40, 60 и 80 % общей массы смеси. Наиболее характерные результаты определения аутогезионной, структурной прочности полученных составов приведены на рис. 3 и 4.

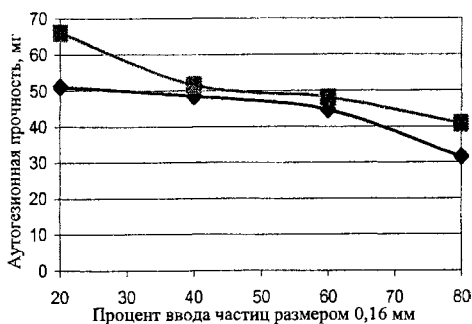


Рис. 3. График зависимости аутогезионной прочности смеси частиц фракции 0,16 мм с частицами фракции менее 0,05 мм (обозначения – на рис. 1)

Полученные результаты позволяют сделать вывод, о том что с увеличением количества частиц крупных фракций силы сцепления снижаются.

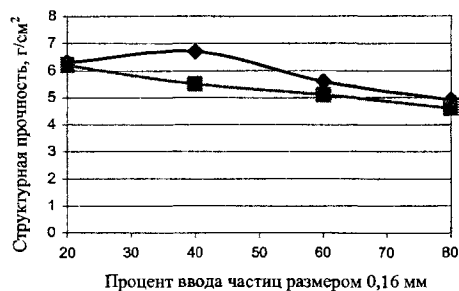


Рис. 4. График зависимости структурной прочности смеси частиц фракции 0,16 мм с частицами фракции менее 0,05 мм (обозначения – на рис. 1)

Анализ полученных данных показал, что рост количества мелких частиц приводит к увеличению прочностных характеристик порошков, это можно объяснить повышением количества контактов между частицами.

Отработанная формовочная смесь – это порошок с преобладанием фракций 0,315–0,14 мм, поэтому представляет интерес изменение структурно-механических свойств двухкомпонентных составов данных фракций с добавлением фракции менее 0,05 мм. Анализ результатов свидетельствует о том, что при увеличении доли мелких фракций прочностные характеристики возрастают. Следовательно, при содержании крупных частиц в пределах 40–80 % прочностные характеристики изменяются незначительно.

На следующем этапе исследовали свойства образцов, отформованных из многокомпонент-

ных порошков, полученных при введении в исходный ОФС смеси мелкодисперсных компонентов в количестве 30 %. В качестве мелкодисперсного наполнителя использовали смесь ОФС и извести, полученную совместным помолом до удельной поверхности  $350 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Соотношение извести к ОФС изменялось от 0,5 до 1,5. В качестве части вяжущего в состав вводили шлак фракции 25, 75 и 125 мкм в количестве от 0 до 100 % массы наполнителя. Отношение количества воды к мелкому наполнителю равнялось 0,25. Образцы формовали при удельном давлении 20 МПа. Изделия, для которых прочность на сжатие сырца оказывалась более 0,4 МПа, подвергали автоклавной обработке в течение 7 ч при давлении пара 1,0 МПа. Результаты изучения прочностных показателей образцов представлены на рис. 5.

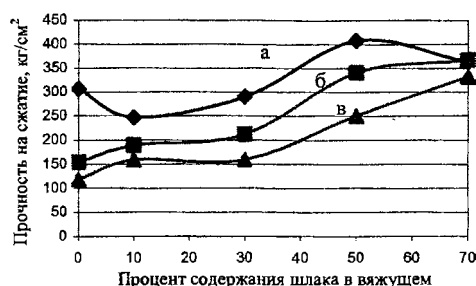


Рис. 5. График зависимости прочности на сжатие автоклавированного материала от процента содержания шлака фракции 75 мкм в вяжущем при отношении В/ОФС: а – 1,5; б – 1,0; в – 0,5

УДК 536.62.50

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПЕРЕНОСА В СТРОИТЕЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Канд. техн. наук, доц. **ВОРОНОВА Н. П., ПИСАРИК С. П.**

*Белорусский национальный технический университет*

Ограждающие конструкции представляют собой сложные системы, состоящие из разных строительных материалов. Для исследования процессов теплопередачи в них необходимо рассматривать краевые задачи для геометриче-

ских тел различной конфигурации; знать теплофизические характеристики строительных материалов ( $c$  – коэффициент теплоемкости;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $\rho$  – плотность вещества); начальное распределение тем-

## ВЫВОД

Увеличение отношения И/ОФС приводит к повышению прочности на сжатие материала от 11,8 до 41 МПа. Введение шлака в состав сырьевой смеси также способствует возрастанию прочностных показателей. С использованием отработанной формовочной смеси и гранулированного ваграночного шлака можно получать силикатные материалы прочностью на сжатие от 10 до 40 МПа.

## ЛИТЕРАТУРА

1. **Боженев, П. И.** Технология автоклавных материалов / П. И. Боженев. – Л.: Стройиздат, 1978. – 368 с.
2. **Боженев, П. И.** Комплексное использование минерального сырья и экология / П. И. Боженев. – М.: Изд-во АСВ, 1994. – 264 с.
3. **Соломатов, В. И.** Элементы общей теории композиционных строительных материалов / В. И. Соломатов // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1980. – № 8. – С. 61–70.

Поступила 30.06.2006