

Д.Н.Шабанов; А.М.Иваненко, канд.техн.наук  
УО «ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА ПОЛУЧАЕМОГО ИЗ ОТХОДОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В работе представлены результаты исследования влияния структуры на долговечность силикатного автоклавированного материала получаемого с использованием отходов литейного производства. Изучены параметры пористой структуры силикатного материала. Определено влияние структуры на долговечность силикатного кирпича.

Использование при производстве строительных материалов отходов производства позволяет снизить себестоимость продукции, утилизировать отходы производства, улучшить экологическую обстановку. Наиболее широкомасштабной областью применения вторичных ресурсов и отходов является производство вяжущих, заполнителей для бетонов, керамических, автоклавных строительных материалов и изделий. В настоящее время используются для производства автоклавных строительных материалов из плотного и ячеистого бетонов, силикатного кирпича – золы, доменные шлаки, вскрышные горные породы, отходы горных обогатительных комбинатов.

Большое внимание необходимо уделять вопросам долговечности строительных материалов. В работе исследовали свойства структуры силикатного кирпича получаемого с использованием отходов литейного производства – отработанной формовочной смеси и гранулированного ваграночного шлака.

В экспериментах использовали отработанные формовочные смеси литейного завода "Центролит" (Одесская область). Химический состав отработанной формовочной смеси включает  $\text{SiO}_2$  - 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% и органические вещества - 1,34-2,56 %.

В качестве вяжущего использовали известь Рыбницкого цементно-шиферного комбината, отвечающую требованиям предъявляемым к сырью первого сорта. Для уменьшения расхода вяжущего использовали гранулированный ваграночный шлак, получаемый при варке чугуна на литейном заводе "Центролит" (Одесская область). Химический состав ваграночного шлака представлен  $\text{SiO}_2$  - 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%.

Исследования показали, что с использованием отходов литейного производства можно получать силикатный кирпич марок по прочности 125, 150, 175 при соответствии требованиям по морозостойкости предъявляемым к рядовым стеновым изделиям.

При изучении нового материала важным является прогнозирование

его долговечности в процессе эксплуатации. На долговечность материала влияют физико-механические свойства, параметры пористой структуры.

Как показывают многочисленные данные [1, 2], долговечность бетонных изделий зависит от плотности и параметров пористой структуры материала, так как его повреждения связаны с количеством проникающего агрессивного компонента.

Долговечность силикатного материала оценивали по коэффициенту стойкости и коэффициенту морозостойкости. Коэффициент стойкости определяли как отношение прочности водонасыщенных образцов к прочности сухих образцов. Коэффициент морозостойкости оценивали по отношению прочности образцов выдержавших 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания к прочности контрольных образцов.

Параметры пористой структуры образцов исследовали по стандартной методике [3]. Определяли закрытую, открытую пористость, средний размер открытых капиллярных пор. Для оценки влияния данных параметров на морозостойкость был выполнен регрессионный анализ по 29 экспериментальным значениям. Наиболее тесно между собой оказались связанными случайные величины среднего размера открытых капиллярных пор и коэффициента морозостойкости. Коэффициент линейной корреляции  $R = -0,72$ . При этом коэффициенты приближенной прямолинейной регрессии равняются

$$K_{\text{мороз}} = 0,8971 - 0,012 \cdot \lambda.$$

На рис. 1 изображена общая картина зависимости коэффициента морозостойкости от среднего размера открытых пор.

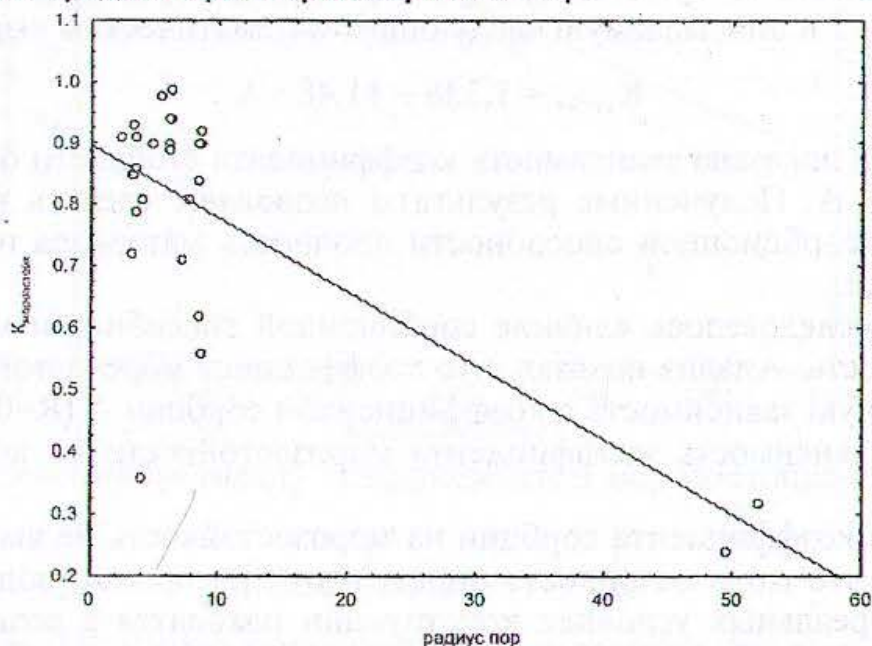


Рис. 1. Зависимость между средним размером пор и коэффициентом морозостойкости

Полученная зависимость позволяет сделать вывод, что с увеличением размера пор морозостойкость снижается. При этом образцы обладающие размером пор в пределах от 0 до 10 мкм показали наибольшее значение коэффициента морозостойкости.

Долговечность капиллярно-пористых строительных материалов, экс-

платируемых в условиях воздействия влажной среды, в значительной степени обусловлены капиллярными явлениями, имеющими место в тонких порах этих материалов [4, 5]. Явление капиллярного впитывания жидкости можно оценить, используя коэффициент сорбции воды, который для каждого конкретного материала определяется по экспериментальным данным [4].

Кинетику одномерного водопоглощения, определяли на образцах в виде прямоугольного параллелепипеда с размерами 4x4x11 см из автоклавного материала различного состава. Боковые поверхности образцов были покрыты водонепроницаемой замазкой (парафином) для исключения бокового подсоса. Вертикально подвешенный образец нижней гранью соприкасался с поверхностью воды и с помощью весов отслеживалось изменение его массы во времени.

С целью определения коэффициента сорбции воды  $A$  каждое замеренное значение приращения массы приводилось к единице площади поперечного сечения образца, и строился график зависимости удельного водопоглощения от времени в степени 0,5. Коэффициент сорбции  $A$  определяется как тангенс угла наклона прямой, проведенной через опытные точки периода капиллярного впитывания воды к горизонтальной оси координат.

Капиллярные явления в материале влияют на его эксплуатационные свойства - изменение прочности в процессе увлажнения, морозостойкость.

Была исследована зависимость коэффициента стойкости материала от коэффициента сорбции. Анализ показал, что экспериментальные данные имеют достаточно тесную связь, характеризующуюся коэффициентом корреляции  $R=0,77$  и описываемую следующим математическим выражением

$$K_{\text{стойк}} = 1,338 - 11,48 \cdot A .$$

На рис. 2 показана зависимость коэффициента стойкости от коэффициента сорбции  $A$ . Полученные результаты позволяют сделать вывод, что с увеличением сорбционной способности прочность материала при увлажнении снижается.

Также исследовалось влияние сорбционной способности материала на морозостойкость. Анализ показал, что коэффициент морозостойкости имеет корреляционную зависимость с коэффициентом сорбции  $A$  ( $R=0,55$ ). На рис. 3 показана зависимость коэффициента морозостойкости от коэффициента сорбции  $A$ .

Влияние коэффициента сорбции на морозостойкость не высоко. Следует отметить, что морозостойкость определяют при полном водонасыщении образцов. В реальных условиях конструкции находятся в воздушно-сухом состоянии, а полное водонасыщение может произойти только при нарушении правил эксплуатации. Поэтому на морозостойкость конструкций будет влиять вода, которую материал будет адсорбировать в своих порах из воздуха, при эпизодических увлажнениях.

Таким образом, управляя пористой структурой материала, размером пор, сорбционной способностью, можно регулировать свойства силикатного материала отвечающие за его долговечность, прочность при водонасыщении, морозостойкость.

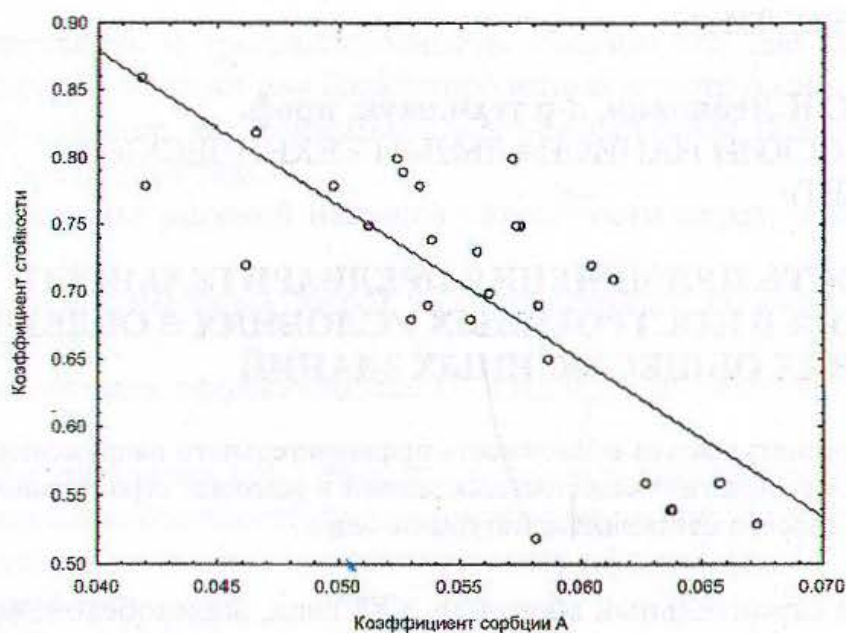


Рис. 2. Зависимость между коэффициентом сорбции А и коэффициентом стойкости

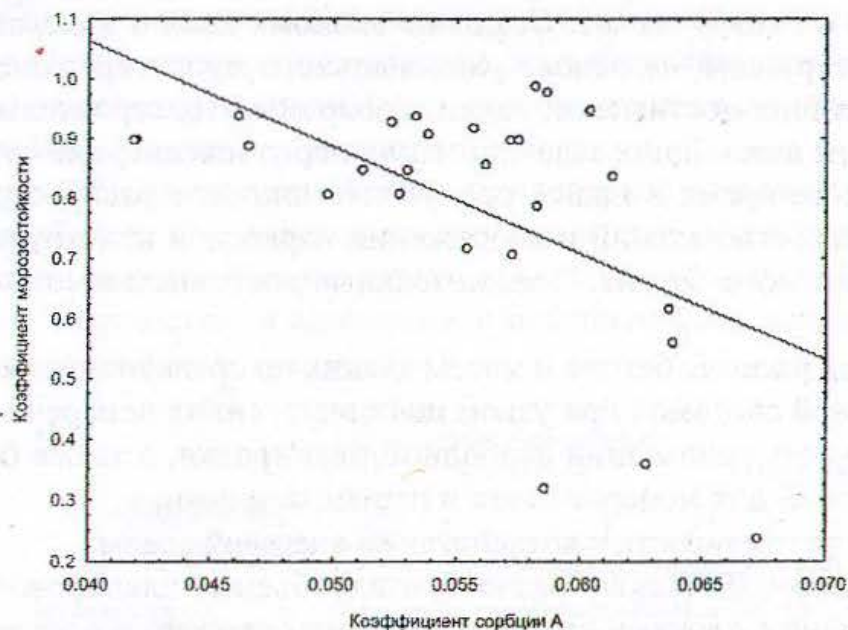


Рис. 3. Зависимость между коэффициентом морозостойкости и коэффициентом А

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабушкин В.И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона / Под ред. В.П.Ратинова. – М.: Стройиздат, 1968. – 187 с.
2. Ахвердов И.Н. Механизм разрушения пористых материалов при насыщении их солями / И.Н.Ахвердов, И.В.Станишевская // ДАН БССР. – Т. XI, 1967. – С. 18-24.
3. ГОСТ 12730.4-78 Бетоны. Методы определения показателей пористости. – Государственный строительный комитет СССР, 1978. – 8 с.
4. L. Pel, Moisture transport in porous building materials, Ph.D. thesis, Eindhoven University of Technology, the Netherlands (1995). 127 p.
5. H. W. Reinhardt, A. Pfingsther Pore-size determination from penetration test on concrete with N-decane // Otto-Graf-Journal, vol.13, 2002. – p. 65-76.