

## ЛІТЕРАТУРА

1. Астрелін І.М. Екологічні проблеми виробництва і застосування фосфорних добрив в Україні / І.М. Астрелін, В.Г. Рогачов// Хімічна промисловість України. – 1998. – № 1. – С. 54-55.
2. Перспективні методи утилізації фосфогіпсу – багатотоннажного відходу виробництва фосфорної кислоти / Л.Д. Пляцук, М.С. Мальований, Л.І. Марченко – Тезиси докладов научно-техн. конференции ["Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов"]. (Запорожская обл., п. Кирилловка, 1-5 июля 1998 г.) - Харьков. - 1998 - 127 с.
3. Фосфогипс и его использование / Под ред. С.Д. Эвенчика, А.А. Новикова. - М.: Химия, 1990.
4. Обоснование снижения энергопотребления при переработке отвального фосфогипса на вяжущее / С.В. Вакал, Э.А. Карлович, Р.В. Сидоренко, А.Г. Аблеев. – V Міжнародна ювілейна науково-практична конференція ["Екологія. Економіка. Енергозбереження"], (Суми, 14-16 травня 2009 р.)
5. Предотвращение дополнительных энергозатрат при переработке фосфогипса на вяжущее / С.В. Вакал, Э.А. Карлович, Р.В. Сидоренко, А.Г. Аблеев. – 1 Міжнародний конгрес ["Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування"], (Львів 28-29 травня 2009 р.). – 110 с.

УДК 666.9

## ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА НА ОСНОВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

**Гвоздь В.С.**

**Постановка проблемы в общем виде.** Силикатный кирпич по основным физико-техническим свойствам и технико-экономическим показателям является одним из наиболее эффективных строительных материалов. Однако силикатный кирпич при всех технических и экономических преимуществах имеет существенный недостаток – высокую теплопроводность, которая находится в пределах 0,85... 1,12 Вт/(мК). Поэтому одним из основных направлений дальнейшего повышения технического уровня и эффективности производства силикатного кирпича является организация производства низкотеплопроводного кирпича.

**Анализ предыдущих исследований и публикаций.** По данным различных испытаний [1] теплопроводность силикатных кирпичей и стеновых камней находится в прямой зависимости от их средней плотности. Также известно, что кристаллические материалы по сравнению со стекловидными материалами такого же химического состава имеют более высокую теплопроводность [2]. Снижение теплопроводности силикатного кирпича достигается также путем применения для его изготовления легких силикатных смесей и конструктивным путем – формованием кирпича с технологическими пустотами.

**Формулировка целей статьи.** Провести исследование влияния гранулированного шлака от выплавки силикомарганца на теплопроводность силикатного кирпича путем замены части его сырьевой смеси.

**Изложение основного материала.** Гранулированный шлак от выплавки силикомарганца Никопольского завода ферросплавов содержит стеклофазу в количестве 85...95%. По химическому составу шлак можно отнести к ультракислому ( $M_o = 0,3-0,4$ ). По зерновому составу шлак представляет собой крупнозернистый песок ( $M_k = 2,8...3,4$ ). Шлак использовали как в виде пористого заполнителя силикатной смеси, так и в качестве компонента вяжущего.

Образцы для испытаний формовали при удельном давлении 18...20 МПа, гидротермальную обработку проводили в автоклаве при давлении пара 1,0 МПа по режиму 2+7+2 часа.

Для приготовления образцов использовали известь 3-го сорта Шидловского месторождения, песок с. Баничи, гранулированный шлак силикомарганца. Расход компонентов сырьевой смеси приведен в табл. 1.

Теплофизические испытания проводились на образцах размером 70×70×35 мм. Исследования выполнялись импульсным методом с линейным источником Е.Е. Вишневого [3,4]. Источником тепла служила нихромовая проволока диаметром 1·10<sup>-4</sup> м. Время действия источника задавалось электронным реле времени ПВ-5ЭЛ и регистрировалось электрическим секундомером. Зависимость избыточной температуры от времени регистрировалась электронным самопишущим потенциометром.

Таблица 1

Состав силикатной смеси и физико-технические свойства изделий

| № п/п | Состав смеси, %             |       |                     | Плотность, кг/м <sup>3</sup> | Водопоглощение, % | Прочность при сжатии, МПа |
|-------|-----------------------------|-------|---------------------|------------------------------|-------------------|---------------------------|
|       | Известково-песчаное вяжущее | Песок | Шлак силикомарганца |                              |                   |                           |
| 1     | 22                          | 78    | -                   | 1880                         | 12,1              | 28,4                      |
| 2     | 19,8                        | 70,2  | 10                  | 1930                         | 8,9               | 39,0                      |
| 3     | 17,6                        | 62,4  | 20                  | 1960                         | 8,5               | 48,1                      |
| 4     | 15,4                        | 54,6  | 30                  | 1950                         | 8,1               | 53,1                      |
| 5     | 13,2                        | 46,8  | 40                  | 1950                         | 7,8               | 55,0                      |

Относительная погрешность для коэффициента теплопроводности 6,5% при доверительной вероятности  $\alpha = 0,8$ . Испытания проводились на образцах, высушенных до постоянной массы, при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ . Анализ результатов испытаний (табл. 2) показал, что добавка гранулированного шлака силикомарганца в силикатную массу ведет к снижению теплопроводности кирпича с одновременным повышением его прочностных характеристик.

Уменьшение коэффициента теплопроводности силикатного кирпича, вызванное введением шлака силикомарганца, сопровождается некоторым увеличением его средней плотности. И эта зависимость прослеживается в большей степени для образцов, у которых в качестве компонента сырьевой смеси содержится большое количество шлаковой добавки. В свою очередь, увеличение количества шлаковой добавки приводит к увеличению прочности образцов на сжатии. Рентгеноструктурными, дифференциально-термическими и петрографическими исследованиями установлено, что рост прочности силикатного кирпича вызван комплексом новообразований цементирующей связи. Установлен качественный состав новообразований силикатного кирпича, который в основном представлен низкоосновными гидросиликатами типа CSH (В) и гидрогранатами. Составы силикатных смесей со шлаковой добавкой подобраны таким образом, чтобы в составе вяжущего не оставалось свободного СаО, т.е. смесь имела изначально низкую концентрацию СаО. Образующиеся при этом низкоосновные силикатные фазы приобретают вид пленок, лент, скрученных в спирали, или волокон. Переплетение этих новообразований, названных «кристаллическим войлоком» [5], создает цементирующий каркас с субмикроскопическими замкнутыми порами. Подтверждением этому могут быть результаты определения коэффициента массопереноса, пористости и плотности силикатного кирпича в зависимости от количества вводимой шлаковой добавки.

Таблица 2

## Физико-технические параметры силикатного кирпича с добавкой шлака силикомарганца

| № п/п | Количество шлака, % | Коэффициент массопереноса, $\text{м}^2/\text{с} \times 10^{-8}$ | Пористость, % | Плотность в сухом состоянии, $\text{кг}/\text{м}^3$ | Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт}/(\text{мК})$ |
|-------|---------------------|---|---------------|---|---|
| 1     | 0                   | 8,6   | 30,4          | 1880  | 1,04  |
| 2     | 5                   | 2,6   | 26,9          | 1905  | 0,93  |
| 3     | 10                  | 2,2   | 26,1          | 1930  | 0,80  |
| 4     | 20                  | 1,0   | 25,7          | 1950  | 0,89  |
| 5     | 30                  | 0,5   | 22,3          | 1960  | 0,74  |
| 6     | 40                  | 0,3   | 21,8          | 1965  | 0,71  |
| 7     | 10-молотный шлак    | 0,2   | 21,5          | 1970  | 0,68  |

Анализ результатов исследований (табл. 2) показывает, что с увеличением количества вводимой шлаковой добавки значительно снижается коэффициент массопереноса и общая пористость. Такой характер изменения пористости и массопереноса, очевидно, является результатом увеличения закрытой пористости в материале, что, в свою очередь приводит к снижению коэффициента теплопроводности силикатного кирпича.

Как уже отмечалось выше, наличие шлакового стекла существенно влияет на коэффициент теплопроводности материала, а также на его физико-технические свойства. Это достигается в результате взаимодействия аморфного кремнезема,  $\text{MnO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$  и  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , находящихся в составе стеклофазы шлака. В результате такого взаимодействия образуется цементный камень с субмикropористой структурой. Необходимо отметить, что снижение коэффициента теплопроводности силикатного кирпича происходит еще в большей степени, если шлаковую добавку вводить в силикатную смесь совместно с компонентами вяжущего и крупнопористого заполнителя.

Учитывая значительное снижение величины сорбционной влажности и водопоглощения изделий на основе исследованных составов, можно ожидать, что в условиях эксплуатации увеличение теплопроводности их за счет увлажнения будет не столь значительным, чем у кирпича традиционного состава.

### Выводы

В результате проведенных исследований влияния добавок гранулированного шлака силикомарганца на физико-технические свойства силикатного кирпича установлено, что указанные добавки существенно повышают механическую прочность изделий, снижают водопоглощение и теплопроводность. Это будет способствовать улучшению температурно-влажностного режима помещений. Утилизация отходов ферросплавных производств также является частичным решением важнейшей народнохозяйственной проблемы – охраны окружающей среды.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ананьина Н.М. Теплопроводность стен из силикатного кирпича и камней / Н.М. Ананьина, Н.А. Ткачева, М.И. Архангельская. – 1979. – 11 с. – (Строительные материалы; №11).
2. Федьнин Н.И. Изготовление высокопрочного мелкозернистого силикобетона / Н.И. Федьнин. – 1971. – 21 с. – (Строительные материалы; №7).
3. Вишневский Е.Е. Методы определения термических характеристик неметаллических материалов / Е.Е. Вишневский. – М.: Изд. АН СССР, 1958. – 96 с.

4. Лещинский М.Ю. Испытание бетона: Справочное пособие / М.Ю. Лещинский. – М.: Стройиздат, 1980. – 254 с.
5. Бутт Ю.М. Сборник трудов по изучению золы и сланцев / Ю.М. Бутт, Л.Л. Шмидт, Г.Ф. Грюнер. – Изд. Таллинского политехнического института. – 1968. – серия А, том IV, №272 – с. 47 – 52.

УДК 666.965.2-405

## **ЯЧЕИСТЫЕ БЛОКИ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ ТЭС**

**Гвоздь В.С., Ткаченко В.Б.**

**Постановка проблемы в общем виде.** В современном строительстве важное место занимают теплоизоляционные материалы и изделия. Ежегодно в Украине в качестве теплоизоляции используется более 0,3 млн. м<sup>3</sup> изделий из ячеистого бетона. В связи с введением новых норм проектирования, предусматривающих увеличение термического сопротивления ограждающих конструкций в 2.5 раза, резко возрастает потребность в теплоизоляционных материалах. В то же время принятые Госстроем Украины ограничения по применению пенопластов, из-за недостаточной теплостойкости и малого срока эксплуатации, значительно сужают выбор теплоизоляционных материалов. В этих условиях целесообразно увеличение производства ячеистобетонных теплоизоляционных изделий.

**Анализ предыдущих исследований и публикаций.** В связи с резким ростом производства ячеистого бетона возникает необходимость в расширении видов применяемых сырьевых материалов. В ряде стран Европы – Чехии, Польши, Венгрии, Швеции золы получили широкое распространение в производстве ячеистого бетона, в то время как в Украине золы ГРЭС для этой цели практически не применяются. Утилизация зол при производстве ячеистого бетона особенно перспективна в связи с их низкой рыночной ценой, повышенной активностью в сочетании с высокой дисперсностью. В отличие от кварцевого песка золы ТЭС содержат большое количество алюмосиликатов в стекловидном и кристаллическом состоянии (в частности муллита) и кремнезема в аморфном виде.

Использование золы ТЭС в бетонах и растворах даёт возможность управлять процессами структурообразования, регулировать удобоукладываемость бетонной и растворной смеси, скорость твердения и прочность в требуемом возрасте. Свойства бетонов и растворов зависят не только от химических свойств золы, но и часто более существенно от физических характеристик – дисперсности, зернового состава, формы зёрен. Физические свойства золы обуславливают её активное воздействие на твердеющую систему, вызывая изменение водопотребности, вязкости и пластичности теста смешанного вяжущего цемент плюс зола. Введение золы в бетонную или растворную смесь в значительной мере повышает водоудерживающую способность растворной части бетона, что имеет существенное значение при низком расходе цемента [1].

**Формулировка целей статьи.** Проведение исследований по разработке технологии производства стеновых блоков из ячеистого бетона с использованием в качестве кремнеземистого компонента золы Сумской ТЭС.

**Изложение основного материала.** В ПО «Сумстройматериалы» были проведены исследования с целью определения принципиальной возможности замены песка на золу ТЭС при производстве изделий ячеистого бетона.

В качестве кремнеземистого компонента использовали золу Сумской ТЭС с удельной поверхностью 3500-4000см<sup>2</sup>/г. В состав исходной сырьевой смеси вводили