

3. Караханян С. С., Сагарунян С. А.—Арм. хим. ж., 1975, т. 28, № 1, с. 20.
4. Карякин Ю. С., Ангелов Н. И.—Чистые химические вещества. М., Химия, 1977, 407 с.
5. Васильев В. А., Лобанов Г. А.—ЖНХ, 1965, № 11, с. 699.
6. Леонидов В. Я., Медведев В. А.—Фторная калориметрия. М., Наука, 1978, 296 с.
7. Воробьев Г. Я.—Коррозионная стойкость материалов. М., Химия, 1967, 386 с.

*Армянский химический журнал, т. 40, № 10, стр. 624—628 (1987 г.)*

УДК 666.1893

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВСПЕНИВАНИЯ СИСТЕМЫ $\text{SiO}_2\text{—Me}_2\text{O}_3\text{—MeO—Me}_2\text{O}$ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ШИХТЫ

Л. О. ШАТИРЯН и Т. С. АЗАТЯН

Научно-производственное объединение «Камень и силикаты», Ереван

Поступило 31 X 1985

Исследованы процессы вспенивания системы  $\text{SiO}_2\text{—Me}_2\text{O}_3\text{—MeO—Me}_2\text{O}$  непосредственно после смешения исходных компонентов, а также после гидрохимической обработки шихты. Изучены физико-технические свойства полученных материалов. Показано, что выбор способа приготовления шихты определяется свойствами получаемого теплоизоляционного материала и областью его применения.

Рис. 2, табл. 2, библиограф. ссылок 7.

Проблема экономии материальных и энергетических ресурсов весьма актуальна в производстве пеностекла, где расходы на сырье и топливо особенно велики. Относительно высокая себестоимость пеностекла по сравнению с другими теплоизоляционными материалами сдерживает развитие его производства, в то время как неорганический состав пеностекла, физико-технические показатели, большой срок службы выгодно выделяют его среди теплоизоляционных материалов [1].

В НПО «Камень и силикаты» разработаны составы для получения пеностекла методом непосредственного вспенивания на основе горных пород вулканического и осадочного происхождения [2, 3].

В настоящей работе отражены результаты исследования процессов образования пеностекла оптимального состава системы  $\text{SiO}_2\text{—Me}_2\text{O}_3\text{—MeO—Me}_2\text{O}$  при непосредственном вспенивании. Изучение данной системы—известково-алюминатно-щелочных стекол представляет значительный интерес, т. к. на ее основе могут быть получены ячеистые стекла с повышенными прочностными показателями, термостойкостью и химической стойкостью.

Для приготовления пенообразующих смесей использованы следующие материалы (%): перлит арагацкий—83, гидроксид натрия—9 (в пересчете на  $\text{Na}_2\text{O}$ ) и оксид кальция—8. Образцы для вспенивания готовились как путем предварительной гидротермальной обработки (ГТО) шихты, так и без ГТО тщательным смешением компонентов. Тонина помола исходных материалов не более 0,125 мм. Образцы вспенивались в

муфельной печи при одинаковых условиях: скорость нагрева  $7^{\circ}/\text{мин}$ , время выдержки 10—15 мин при  $850^{\circ}$ .

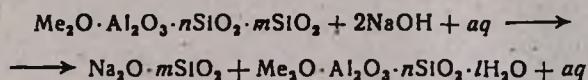
Определены некоторые физико-химические показатели перлитового сырья с указанной тониной помола. Данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

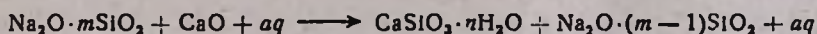
| Химический состав, масс. % |                         |                         |              |              |                       |                      |           | Насынная плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$ | Водопоглощение, масс. % | Пористость, % | Удельная поверхность, $\text{см}^2/\text{г}$ |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------|--------------|-----------------------|----------------------|-----------|--------------------------------------------|-------------------------|---------------|----------------------------------------------|
| $\text{SiO}_2$             | $\text{Al}_2\text{O}_3$ | $\text{Fe}_2\text{O}_3$ | $\text{CaO}$ | $\text{MgN}$ | $\text{Na}_2\text{O}$ | $\text{K}_2\text{O}$ | ппп + вл. |                                            |                         |               |                                              |
| 73,21                      | 13,02                   | 0,78                    | 0,93         | 0,4          | 3,81                  | 3,71                 | 3,6       | 843                                        | 3,49                    | 6,82          | 3620                                         |

Процесс гидротермальной обработки заключался в следующем. Исходный перлит перемешивался с  $\text{NaOH}$  (соотношение Ж : Т = 0,5—0,8) и обрабатывался в течение 60 мин при  $120$ — $150^{\circ}$ . Далее в полученную пульпу добавлялся оксид кальция и обработка продолжалась еще 30 мин.

Перлит представляет собой эвтектическую смесь кремнезема и щелочных алюмосиликатов. При взаимодействии его со щелочью слабо связанный диоксид кремния ( $m$ ) породы в виде силиката щелочного металла (жидкого стекла) переходит в раствор, сильно связанный диоксид кремния ( $n$ ) остается в составе щелочного гидроалюмосиликата. Осуществляется образование жидкого стекла и щелочного гидроалюмосиликата в осадке:



Величина модуля жидкого стекла зависит от степени измельчения перлита, соотношения Ж : Т, продолжительности и температуры щелочной обработки, а также от соотношения количеств щелочи и кремнезема [4]. В рассматриваемых условиях значение  $m$  составляет 2,5—2,8. При добавлении  $\text{CaO}$  образуется смесь гидросиликата кальция с силикатом натрия.



Таким образом, в процессе гидрохимической обработки в смеси протекают реакции силикатообразования. Синтезированная пенообразующая смесь содержит силикаты натрия, кальция, щелочные гидроалюмосиликаты, являющиеся основными компонентами силикатного стекла.

Готовая смесь подсушивалась до определенной влажности, формовалась и подвергалась вспениванию. Поскольку дополнительного газообразователя в смесь не вводилось, вспенивание осуществлялось за счет структурной воды перлита. Способность перлита вспучиваться при нагревании обусловлена содержанием структурной воды, выделение которой возможно только при разрушении алюмосиликатного каркаса, что требует высокой температуры и должно сопровождаться плавлением перлита [5, 6].

Вспенивание полученной однородной смеси аморфных веществ осуществлялось при  $850^{\circ}$ . Исследовалась зависимость плотности полученных образцов материала от влажности вспениваемой смеси (рис. 1). При гидрохимической подготовке шихты процессы силикатообразования в определенной степени завершены и наличие влаги несущественно влияет на химизм явлений, протекающих при вспенивании. Этим объясняется отсутствие влияния влажности на плотность конечного материала (рис. 1, кр. 1). Однако чрезмерное увеличение начальной влаги (при данных условиях вспенивания более 15%) приводит к ухудшению качества материала, что связано с неравномерностью процессов, протекающих на поверхностных и в глубинных слоях образца. В результате получается неоднородный по сечению материал.

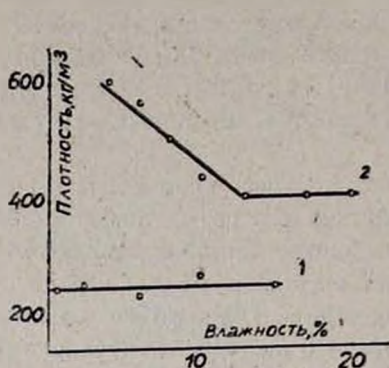


Рис. 1. Зависимость плотности образцов пеностекла от начальной влажности: 1 — для образцов с предварительной гидрохимической обработкой, 2 — для образцов, полученных непосредственно после смешения компонентов.

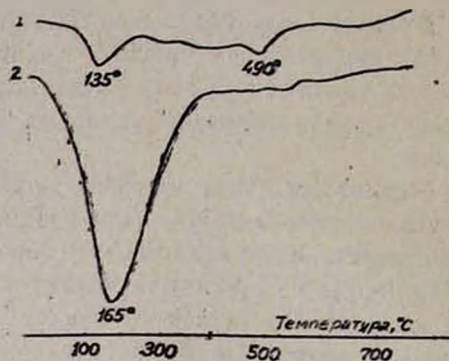


Рис. 2. Кривые ДТА образцов без гидрохимической обработки с различной начальной влажностью: 1 — влажность 4%, 2 — влажность 13%.

Предварительная гидрохимическая обработка требует определенных энергетических затрат, в связи с чем представляет интерес получение пеностекла без ГТО, т. е. непосредственно после смешения компонентов.

На рис. 1 (кр. 2) представлена зависимость плотности конечного материала от начальной влажности образцов, вспененных непосредственно после смешения исходных компонентов. Показано, что с увеличением влажности уменьшается плотность конечного материала. Подобное явление следует объяснять благоприятными условиями для образования силикатов натрия и кальция в процессе вспенивания при наличии влаги. Оптимальное значение влажности 13—15%, превышение его не приводит к изменению плотности материала.

Проведен ДТА смесей без ГТО с различным содержанием влаги. На термограмме образцов с малым количеством влаги (4%) (рис. 2, кр. 1) имеется эндотермический эффект при  $490^{\circ}$ , соответствующий разложению  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . На термограмме образца с большим количеством влаги (13%) (рис. 2, кр. 2) указанный эффект не наблюдается. Полученные

данные свидетельствуют о том, что ко времени установления температуры  $490^{\circ}$  в образце с содержанием влаги 13%  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  успевает прореагировать с силикатом натрия с образованием силиката кальция. Таким образом, с увеличением начальной влаги реакции силикатообразования протекают при более низких температурах, способствуя формированию структуры пористого стекла и уменьшению плотности материала.

Физико-химическими методами исследования полученных вспененных образцов установлено, что они представляют собой стекло, стекловидная матрица которого содержит единичные кристаллические включения. Это свидетельствует о том, что процессы стеклообразования при температуре  $850^{\circ}$  в основном завершены.

Рентгенографические исследования шихт показали, что кристаллические включения не превышают 5% как в образцах, полученных при смешении компонентов, так и подвергнутых гидрохимической обработке, что выявляет аморфный характер полученных при ГТО силикатов натрия и кальция.

Таблица 2

Физико-химические показатели пеностекла

| Метод подготовки вспениваемых образцов       | Плотность, $\text{кг/м}^3$ | Предел прочности при сжатии, МПа | Коэффициент теплопроводности при $20^{\circ}$ , Вт/м·К | Водопоглощение, об. % | Термо-стойкость, $^{\circ}\text{C}$ | Химическая стойкость к воде, гидр. класс |
|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
| Гидрохим. обработка                          | 240—270                    | 2,1—2,4                          | 0,0765—0,0872                                          | 3,4                   | 350                                 | 1                                        |
| Непосредственное смешение (влажность 15—15%) | 400—500                    | 7,8—8,3                          | 0,0998—0,1253                                          | 3,2                   | 400                                 | 1                                        |

В табл. 2 приведены физико-технические показатели полученных образцов пеностекла. Получение более легкого пеностекла при вспенивании шихты, подвергнутой гидрохимической обработке, свидетельствует об образовании легкоплавких эвтектик, способствующих снижению температуры размягчения смеси, совпадающей с процессом удаления структурной воды перлита, протекающим выше  $450\text{—}500^{\circ}$  [6, 7]. Значение верхнего предела плотности ( $500 \text{ кг/м}^3$ ), соответственно и прочности (8,3 МПа), позволяет расширить область применения пеностекла и использовать его в качестве устройств несущих элементов зданий, что по сравнению с традиционными строительными материалами более экономично [1].

В результате проведенных исследований показано, что предварительная гидрохимическая обработка шихты создает возможность получения более легкого пеностекла по сравнению с материалом, полученным при тех же условиях вспенивания непосредственно после смешения исходных компонентов. Если влажность вспениваемого образца не влияет на свойства материала, полученного после ГТО, то свойства материала, полученного без ГТО, существенно зависят от начальной влажности.

**$\text{SiO}_2\text{—Me}_2\text{O}_3\text{—MeO—Me}_2\text{O}$  ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ՓՐՓՐԱՑՄԱՆ ՊՐՈՑԵՍԻ  
ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԿԱԽՎԱԾ ԲՈՎԱԽԱՐՆՈՒՐԴԻ  
ՊԱՏՐԱՍՏՄԱՆ ԵՂԱՆԱԿԻՑ**

Լ. Օ. ՇԱՏԻՐԻԱՆ Լ Տ. Ս. ԱԶԱՏԻԱՆ

*Ուսումնասիրված է  $\text{SiO}_2\text{—Me}_2\text{O}_3\text{—MeO—Me}_2\text{O}$  համակարգի փրփրացման ինչպես ելանյութերի խառնումից անմիջապես հետո, այնպես էլ բովախառնուրդի հիդրոչեմիական մշակումից հետո:*

*Ուսումնասիրված են ստացված նյութերի ֆիզիկաքիմիական հատկությունները:*

*Ցույց է տրված, որ բովախառնուրդի պատրաստման եղանակի ընտրությունը պայմանավորված է ստացվող ջերմամեկուսիչ նյութի հատկություններով և օգտագործման բնագավառով:*

**AN INVESTIGATION OF THE FOAMING OF  $\text{SiO}_2\text{—Me}_2\text{O}_3\text{—MeO—Me}_2\text{O}$  SYSTEM RELATED TO THE BLEND MANUFACTURING METHOD**

L. O. SHATIRIAN and T. S. AZATIAN

The foaming in situ of  $\text{SiO}_2\text{—Me}_2\text{O}_3\text{—MeO—Me}_2\text{O}$  system after mixing of ingredients as well as after hydrochemical treatment of the blend has been investigated. The physical and the technological properties of the obtained materials have been studied. It has been shown that the choice of the blend manufacturing method depends on the properties of the resulting heat-insulator and the sphere of its application as well.

**Л И Т Е Р А Т У Р А**

1. Демидович Б. К. — Производство и применение пеностекла. Минск, Наука и техника, 1972.
2. Авт. свид. 1071587 (1981), СССР/Шатирян Л. О., Мелконая Г. С. — Бюлл. изобр. 1984, № 5.
3. Авт. свид. 1158550 (1981), СССР/Шатирян Л. О., Мелконая Г. С. — Бюлл. изобр. 1985, № 20.
4. Мелконая Г. С. — Гидротермальный способ приготовления комплексного стекольного сырья «Каназит» на основе горных пород и продуктов их переработки. Ереван, Айастан, 1977, с. 34.
5. Кашкай М. А., Мажедов А. И. — Закономерности формирования и размещения месторождений вулканического стекла. М., Наука, 1969, с. 119.
6. Мануйлова Н. С. — Микроструктура природных перлитов и ее изменение в процессе вспучивания. Сб. тр. РОСНИИМС, № 19, М., 1961, с. 90.
7. Наседкин В. В., Пилоян Г. О. — Технологическая модель дегидратации перлита. Тез. докладов всесоюзн. школы-семинара по теме: «Новое в исследованиях и применении перлитов», Ереван, 1985.