

ПЕНОСТЕКЛО ИЗ УЖУРСКИХ НЕФЕЛИНОВ

А. В. ПЕТРОВ, С. С. НЕСТЕРЕНКО, Ж. В. РОДИОНОВА

(Представлена научным семинаром кафедры технологии силикатов)

Тепло и звукоизоляционный материал ячеистого строения, называемый пеностеклом, находит все большее применение для теплоизоляции холодильников, тепловых агрегатов и как звукопоглощающий материал в строительстве [1].

Производство пеностекла основано на вспенивании стекольного порошка газообразователями в температурном интервале 700—900°.

Ужурские нефелины, являющиеся одним из месторождений нефелинсодержащих пород Красноярского края, в последние годы исследуются на кафедре технологии силикатов как сырье для стекольной промышленности, заменяющее дефицитные щелочсодержащие и другие сырьевые материалы. Возможность использования нефелинсодержащих пород в производстве стекла, как показано ранее [2], обуславливается сходством их составов с составами стекломасс. Содержание щелочей, которые являются наиболее ценной составной частью, доходит в Ужурских нефелинах до 13%, высокое содержание окиси алюминия (до 25%) придает стеклу высокую термическую и механическую прочность и высокую химическую устойчивость по отношению к щелочам и воде. Значительное количество окислов железа (до 10%) позволяет вырабатывать стекла темно-зеленого и черного цветов в виде строительных марблитов, облицовочных плиток, зеленых бутылок и других изделий. Из литературы [3, 4] известно, что пористый материал из горных пород можно получать без перевода их в стеклообразное состояние и из стекольного порошка, полученного в результате плавления шихт, содержащих горные породы.

В задачу нашего исследования входило получение пористого материала непосредственно из нефелиновой породы и из стекольного порошка, приготовленного на ее основе. Проведенные исследования показали, что измельченная и смешанная с газообразователем (карбидом кремния) нефелиновая порода вспучивается при температуре около 1200°C (температура плавления породы — 1220°C), образуя пористый материал неравномерной структуры с широким диапазоном по объемному весу 0,5—1,3 г/см³. Введением плавикового шпата и кальцинированной соды удается снизить температуру вспенивания до 1100°C, но вследствие короткого интервала спекания (20°C) процесс вспенивания породы и ее синтетических смесей становится чрезвычайно чувствительным к колебаниям теплового режима печи, в результате чего образцы быстро деформируются и плавятся. Добавка кварцевого песка до 30% способст-

вует образованию расплава, обладающего способностью резко уменьшать вязкость даже при незначительном повышении температуры, отчего интервал спекания так же почти не расширяется (25—30°C), поэтому получать пористый материал по указанной технологии из исследуемого сырья в промышленных условиях невозможно.

Дальнейшие работы основывались на предварительном получении стекол из шихт, содержащих 50 и выше процентов нефелиновой породы, с последующим их вспениванием. Для этой цели использовался один из разработанных нами составов стекла (табл. 1). В состав шихты вводились нефелиновая порода, обогащенный кварцевый песок Туганского месторождения, мел и сульфат натрия, расчетные химические составы и весовые количества которых приведены в табл. 1.

Таблица 1

Расчетные химические составы и весовые количества сырьевых материалов

| Сырьевые материалы | Кол-во в г | Химический состав в % | | | | | | | |
|----------------------------------|------------|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------|------|--------------------------------------|-------|
| | | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | TiO ₂ | CaO | MgO | Na ₂ O + K ₂ O | сумма |
| Нефелин | 60,31 | 25,13 | 15,36 | 4,57 | 0,66 | 4,92 | 0,18 | 5,1 | 55,92 |
| Песок | 29,39 | 29,10 | 0,06 | 0,006 | — | 0,02 | 0,01 | 0,04 | 29,24 |
| Сульфат | 20,33 | — | — | — | — | — | — | 8,86 | 8,86 |
| Мел | 10,50 | — | — | — | — | 5,88 | — | — | 5,88 |
| Восстановитель . . | 0,97 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| Сумма | 121,50 | 54,23 | 15,42 | 4,576 | 0,66 | 10,82 | 0,19 | 14,00 | 99,90 |
| Заданный состав стекла | | 55,0 | 20,0 | — | — | 11,0 | — | 14,0 | 100 |

Приготовленные шихты помещались в корундизовые тигли емкостью 100 см³ и варились в электрической печи с силитовыми нагревателями при температуре 1350°C. До полного осветления расплавы не доводились, быстро охлаждались в холодной воде и полученный гранулированный порошок измельчался в фарфоровой шаровой мельнице емкостью 3 л до прохождения через сито 0,15 мм. В качестве газообразователя был выбран коксик, вводимый в количестве 3% от веса шихты. Из хорошо перемешанной и увлажненной шихты под давлением 400 кг/см² прессовались образцы цилиндрической формы, диаметром 25 мм, затем подвергались вспениванию в силитовой печи при установленных опытом температурах: 780, 820, 860, 880 и 900°C с выдержкой в 5, 10, 15 и 20 минут. Вспенивание стекольного порошка происходит газовой фазой, образующейся в результате термического разложения газообразователя и химических реакций, протекающих между газообразователем и некоторыми компонентами стекла.

Нами установлено, что в основе метода получения пористого материала из нефелинсодержащих стекол лежит реакция восстановления серы, содержащейся в стекле, углеродом газообразователя до сульфидной, как указывается в литературе [5], так как стекла, сваренные на кальцинированной соде не вспучивались ни при каких условиях. Вспененные образцы отжигались в муфеле. Отжиг тонких стенок изолированных пор пеностекла может быть завершен в короткий срок, но вследствие низкой теплопроводности его температурный перепад между поверхностью и ядром изделия сохраняется продолжительное время, поэтому для предотвращения появления напряжений, резко снижающих

механическую прочность, охлаждение образцов пеностекла велось со скоростью, не превышающей 5—7°C в минуту. После охлаждения образцы подвергались определению различных видов физико-механических свойств. Из стекла, приготовленного на основе Ужурских нефелинов в лабораторных условиях, получено пеностекло с объемным весом

0,36—0,5 г/см³ (в плотном теле), водопоглощением до 30%, истинной пористостью около 85% и механической прочностью до 30 кг/см². Температура начала размягчения пеностекла 700°C, коэффициент линейного расширения $\alpha = 80 : 10^{-7}$ град.⁻¹. Структура полученного пеностекла — однородная мелкопористая с максимальным размером отдельных пор в 3—5 мм.

Петрографическим и рентгенофазовым исследованиями установлено, что при температуре 870°C и выше стенки ячеек пеностекла начинают интенсивно кристаллизоваться, образуя структуру типа пеноситалла. На это указывает также и быстро возрастающая механическая прочность об-

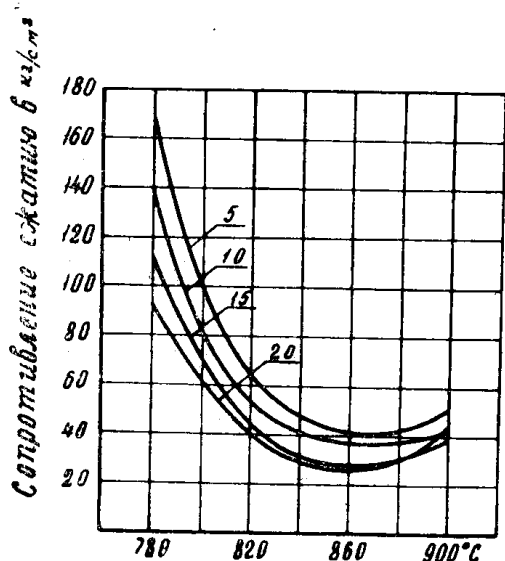


Рис. 1. Изменение прочности пеностекла при сжатии от температуры и времени выдержки

разцов (рис. 1), вспененных при температуре 900° ($\sigma_{сж} > 50$ кг/см²). В качестве кристаллической фазы образуются пироксен, плагиоклаз и волластонит.

Таким образом, нефелинсодержащие породы Красноярского края с подшихтовкой сульфата натрия, мела и кварцевого песка могут быть использованы для получения пеностекла, удовлетворяющего требованиям, предъявляемым к теплоизоляционным и звукопоглощающим материалам. При этом экономия щелочей может достигать 65%.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. И. Китайгородский. Стекло и стекловарение, Промстройиздат, 1950.
2. А. В. Петров, С. С. Нестеренко, Г. П. Анпилогова. Стекло из Горячегорских нефелинсодержащих пород, Труды ВХО им. Менделеева, Томск, 1969.
3. Способ получения пеностекла, патент США № 3174870, РЖХ, 16, 1966.
4. И. И. Китайгородский, Т. Н. Кешишян. Пеностекло, Промстройиздат, 1953.
5. F. Schill. Penove sklo, Praha, 1962.