

Жакипбаев Б. Е., докторант PhD
Есимов Б. О., д-р геол.-минер. наук, проф.,
Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауезова
Бессмертный В. С., д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛА НА ОСНОВЕ КРЕМНИСТЫХ ПОРОД ЮЖНО-КАЗАХСТАНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Bibol_8484@mail.ru

В статье рассмотрены мировые производители пеностекла, эколого-экономические недостатки классического способа получения пеностекла, технология производства пеностекла на основе кремнистых пород Южно-Казахстанской области.

Ключевые слова: пеностекло, кремнистые аморфные породы, опока.

Пеностекло является востребованным и универсальным теплоизоляционным материалом, обладающее целым рядом преимуществ, такими как огнестойкость, негорючесть, устойчивость к воздействию воды, устойчивость в химической и биологически активной среде, надежность и долговечность эксплуатации, прочность и устойчивость к деформации, экологическая чистота и санитарная безопасность, надежная и эффективная эксплуатация в дымоходах и вентканалах, а также в качестве теплоизоляционного материала при обустройстве теплозащиты на объектах пищевой промышленности, оптимальный материал для обустройства конструкций зданий АЭС [1].

Пеностекло – это материал из замкнутых стеклянных ячеек, имеющих сферическую и гексагональную форму. Водопоглощение пеностекла при полном погружении в жидкость не превышает 5% от общего объема материала и обусловлено лишь накоплением влаги в поверхностном слое, это свидетельствует о том, что гидроизолирующие и пароизолирующие свойства пеностекла работают на 100%.

При его эксплуатации не происходит изменения теплопроводности, прочности, стойкости, формы и т.д. Этот материал не дает усадки и не изменяет геометрические размеры с течением времени под действием веса строительных конструкций эксплуатационных нагрузок. Пеностекло самый прочный из всех эффективных теплоизоляционных материалов. Прочность пеностекла на сжатие в несколько раз выше, чем у волокнистых материалов и пенопласта.

Оно абсолютно устойчиво ко всем химическим реагентам как неорганической, так и органической природы. Активная биологическая среда также не может оказать заметного влияния на пеностекло, так как в пеностекле полностью

исключена почва для развития любых активных жизненных форм [2].

Несмотря на перечисленные преимущества пеностекла и то, что технология его получения была впервые предложена еще в 1932 г. И.И.Китайгородским на Всесоюзной конференции по стандартизации и производству новых материалов, в Республике Казахстан производство пеностекла практически отсутствует.

Зарубежные страны, к примеру, США (Pittsburg Corning), крупнейший изготовитель пеностекла в мире, имеющий мощности по его производству и переработке в Северной Америке, Европе (Бельгии, Германии, Чехии), а с недавних пор и в России (цех по изготовлению фасонных изделий из пеностекла в Москве) опередили на целые десятилетия освоение технологии производства и ассортимента готовой продукции пеностекла. Помимо этой компании в настоящее время существует еще три крупных производителя пеностекла: в Японии (в 1960-е), в Китае (в 1980-е) и в Беларуси, в г. Гомеле (с середины 1950-х) [1].

В России пеностекло в незначительных объемах выпускают фирма «СТЕС» в г.Владимире и производство пеносиликатов в г.Перми. Опытные производства существуют в гг. Томск, Воронеж и Белгород.

В настоящее время производство основной массы пеностекла связано с применением отходов заводов по выпуску строительного и тарного стекла. Нередко в качестве сырья используются специальные стекольные грануляты, составы которых характеризуются содержанием (в масс %) SiO_2 70-72, CaO 7-8, MgO 3-4, Na_2O 15-16, Al_2O_3 до 2. Для удовлетворения данных соотношений химического состава, как правило, разрабатывают шихтовые смеси из кварцевых песков, известняков, доломитов, соды и сульфата. Как

видно, состав шихты не простой. Если учесть все требования по стандартам к компонентам, то можно представить всю сложность и трудоемкость формирования шихт. А также немаловажно учесть, что производство пеностекла по такой схеме технологически сложно и весьма энергоемко.

Пеностекло является грубодисперсной системой, газообразная дисперсная фаза которой распределена в меньшей по объему дисперсной среде – стекломассе. Газовая фаза в пеностекле занимает 80-95%, а стекловидная 20-5% объема. В зависимости от химического состава применяемых газообразователей в газовой фазе пеностекла могут содержаться: углекислый газ, оксид углерода, сернистый газ, сероводород, пары воды, кислород, азот [3].

Механизм образования пеностекла по классической технологии налагает ряд ограничений на процесс его изготовления. Прежде всего, стеклобой должен содержать компонент, который при температурах процесса должен взаимодействовать с углеродом для обеспечения газообразования. В этом случае, с химической точки зрения, окисленная сера S^{+6} переходит в восстановленную серу S^{-2} , которая присутствует в структуре готового пеноматериала либо в виде газа – сероводорода, либо в твердой фазе материала в виде соединений – сульфидов. Причем сульфиды при взаимодействии с парами воды, всегда содержащимися в воздухе, подвергаются реакции гидролиза, при которой в воздух выделяется все тот же сероводород [4].

Отсюда следует, что пеностекло, полученное по классической технологии, содержит в своем составе токсичный сероводород и его производство требует обязательной варки специального стекла или же требует энергоемкого

сырья – отсортированного стеклобоя. Это в свою очередь достаточно энергоемкий процесс.

Республика Казахстан располагает практически неисчерпаемыми запасами высококачественных кремнистых пород (диатомиты, трепелы, опоки) практически во всех областях страны.

До настоящего времени опокам не уделялось должного внимания. Тем временем они являются весьма перспективными видами кремнистого сырья для производства теплоизоляционных материалов.

Опоки представляют собой легкие, плотные тонкодисперсные кремнеземистые осадочные горные породы. Опоки до 97% состоят из мельчайших (0,005 – 0,001 мм) изометричных и неправильных частиц водного аморфного кремнезема. В виде примеси в них обычно присутствуют глины, мел, глауконит и другие. Цвет породы светло-серый, желтоватый.

Опоки широко развиты среди морских отложений верхнего мела и палеогена. Они сложены в основном опаловым кремнеземом, количество которых может уменьшаться за счет увеличения глинистого вещества.

На территории Южно-Казахстанской области зафиксировано более 20 месторождений и проявлений опок и опоковидных глин, приуроченных к сузакскому и ханаватскому ярусам палеогена. Опоковидные породы развиты в районах Кынтракского, Дарбазинского, Жилгинского и других куполообразных поднятий палеогена.

В табл. 1 приведены химические составы опок из месторождений Кынтракское и Дарбазинское Южно-Казахстанской области, выбранных нами для экспериментальных исследований, которые очень близки между собой и характеризуются нижеследующими пределами содержания [5].

Таблица 1

Химические составы опок

Содержание оксидов, % по массе										
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	H ₂ O	ппп
69,97- 78,63	6,11- 10,38	2,37- 3,44	0,25- 0,45	0,3-2,19	0,98- 1,82	0,55- 1,07	0,69- 1,12	0,76- 3,75	3,34- 4,36	3,97- 6,53

Были проведены рентгенофазовые анализы кремнистой породы в чистом виде и с добавлением 8% раствора щелочного раствора NaOH с соотношением компонентов (1:1) в автоматизированном режиме на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 по методу порошка в диапазоне

двойных углов 2θ 4÷56 с использованием программы PELdos.

На рис. 1 представлена рентгенограмма кремнистой породы (опоки), которая практически полностью состоит из аморфного кремнезема преимущественно в виде опала SiO₂·nH₂O

(межплоскостное расстояние $d=4,133; 2,51 \text{ \AA}$), а также значительного количества аморфной кремнистой составляющей, о чем характеризует наличие значительного фона рентгенограммы, а

также присутствием четко выраженным кристаллическим кварцем SiO_2 (межплоскостное расстояние $d=3,35; 4,281 \text{ \AA}$).

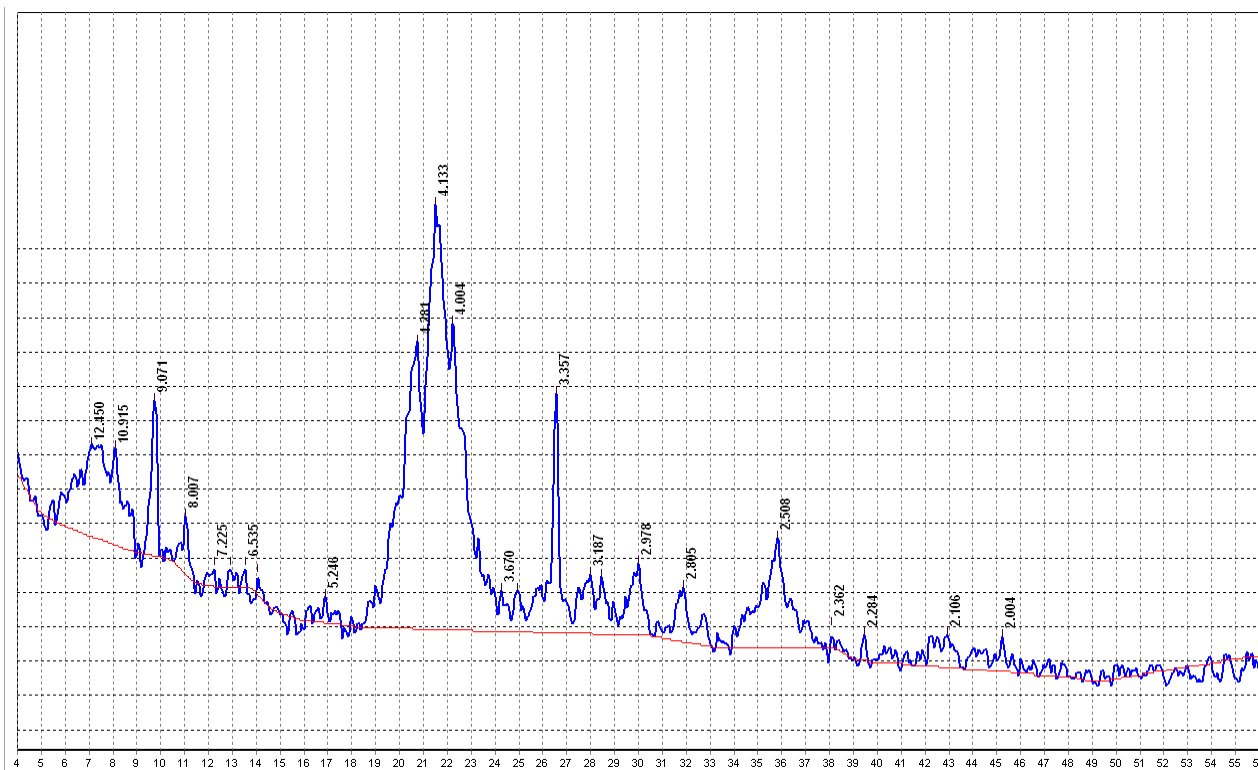


Рисунок 1. Рентгенограмма кремнистой породы (опоки) Кынгракского месторождения

На рис. 2 представлена рентгенограмма исходной двухкомпонентной шихты, т.е. кремнистой породы (опоки) с добавлением 8% щелочного раствора NaOH с соотношением компонентов (1:1), которая в сравнении с рентгенограммой, представленной на рисунке 1, показывает, что аморфная составляющая при взаимодействии со щелочным раствором NaOH способствует значительному прохождению реакции силикатообразования типа:



Основными задачами при разработке технологии получения пеностекла было расширение минерально-сырьевой базы кремнеземсодержащими аморфными кремнистыми породами и отказ от применения серных соединений в технологии. По этой технологии классический стеклобой можно полностью заменить кремне-

земсодержащими аморфными кремнистыми породами, а в качестве газообразователя использовать щелочной компонент.

Для удовлетворения растущей потребности населения в основных строительных материалах предлагается производство низкотемпературных пеностекляных стеновых блоков на основе кремнеземистых горных пород на территориях Сарыагашского и Туркестанского районов с использованием сырьевых материалов Кынгракского, Дарбазинского и Туркестанского месторождений. Данное производство будет высокотехнологичным, малоэнергоёмким, а продукция экологически благоприятной и механически прочной.

Таким образом, использование дешевого природного кремнеземистого сырья в качестве компонентов для получения пеностекла является основополагающим фактором в производстве экологически безопасного пеностекла.

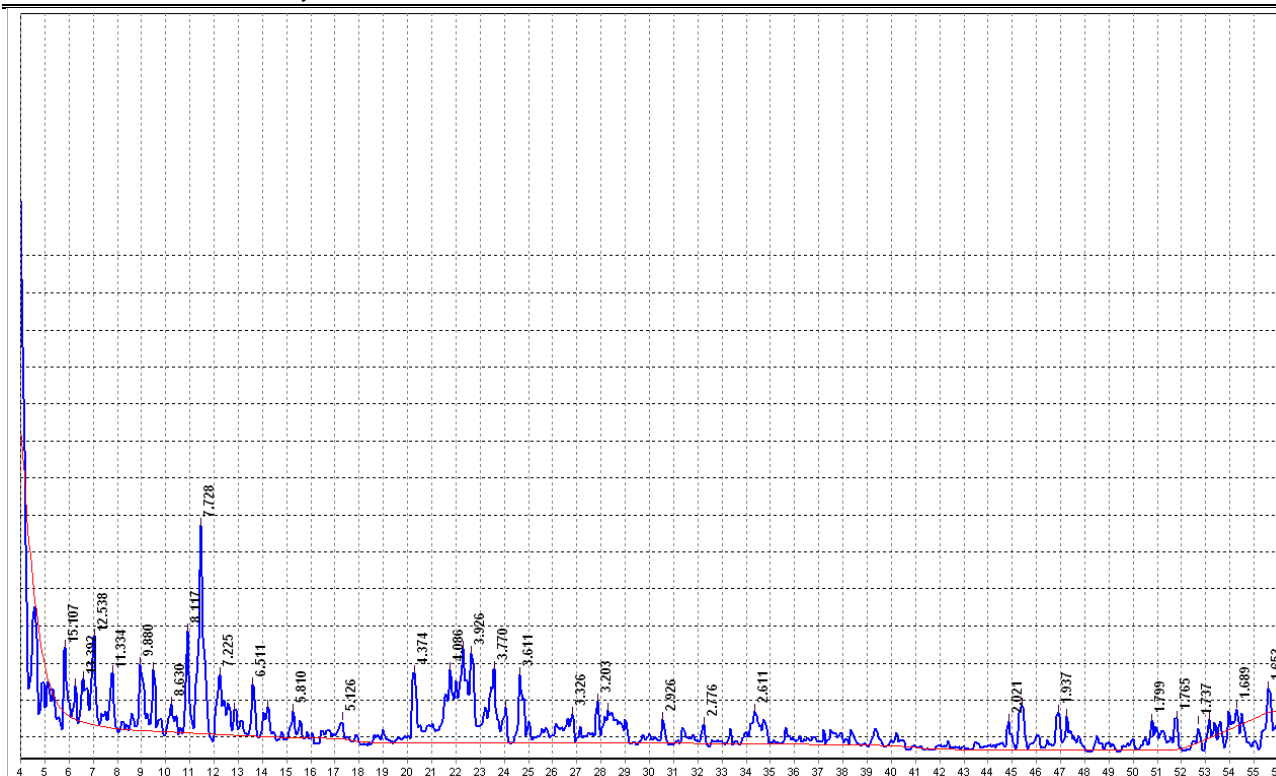


Рисунок 2. Рентгенограмма двухкомпонентной шихты

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Сосунов, Е.* Зарубежный опыт применения пеностекла [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.penosteklo.narod.ru>
2. *Сосунов, Е.* Пеностекло – эффективный теплоизоляционный материал [электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.gomelglass.com>
3. *Китайгородский, И.И.* Пеностекло [Текст] / И.И. Китайгородский, Т.Н. Кешишян // Москва: изд-во ЛСМ, 1953. – 79 с.

4. *Кетов, А.* Нанотехнологии при производстве пеностеклянных строительных материалов нового поколения [Текст] / А. Кетов, С. Пузанов // Строительство: Новые технологии – новое оборудование. – 2010. - №1. – С. 15–19.

5. Минерально-сырьевая и технологическая база южно-Казахстанского кластера строительных и силикатных материалов [Текст] / В.К. Бишимбаев [и др.] // Алматы: изд-во Раритет. Монография – 2009. – 266 с.