

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕНОСТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА ПО ОДНОСТАДИЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ С ПОНИЖЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ ЩЕЛОЧИ

А.Ю. ВОЛКОВА

Томский политехнический университет

E-mail: ayv10@tpu.ru

PRODUCTION OF GRANULAR FOAM GLASS CRYSTALLINE MATERIAL WITH A LOW CONTENT ALKALI

A.Y. VOLKOVA

Tomsk Polytechnic University

***Abstract.** Granulated foam glass is an effective insulation material based on natural raw and technogenic materials. Its manufacture on the technology of low temperature foaming, excluding pre-melting of glass or the use of scrap and waste glass, comprises the steps of drying and grinding of tripoli of Potaninsk deposit (Chelyabinsk region). After that, we should to mix the crushing product with a sodium hydroxide aqueous solution in the intensive mixer granulator for forming of granulated material, its drying at temperature of 200°C and foaming at temperature of 830-850°C. The choice of tripoli as a silica component for insulating filling agents on the technology of low temperature foaming is caused by a high content of active silica in the rock, the constancy of the composition and porous structure. The quality (density, strength and thermal conductivity characteristics) of the developed heat insulating crystalline granulated material is comparable to the best foreign models.*

Пеностекло – экологически безопасный, долговечный и эффективный теплоизолятор. Его эффективность обусловлена уникальным сочетанием таких свойств как низкое водопоглощение, морозостойкость, устойчивость к агрессивным средам, относительно высокая прочность. В настоящее время расширяется область использования гранулированного пеностекла, которое применяется как для теплоизоляционной засыпки, так и в качестве эффективного наполнителя различных композитов, например, при производстве теплых штукатурок, в виде легкого заполнителя для бетона и тампонажных растворов.

Основной проблемой производства теплоизоляционных материалов является повышение качества и снижение стоимости готовых изделий. Стоимость готового изделия зависит от себестоимости, которую можно снизить как за счет снижения расхода сырьевых материалов, так применения более дешевого сырья.

Гранулированное пеностекло можно синтезировать на основе природного и техногенного сырья [1, 2]. В данной работе рассматривается вариант получения пеностекла по технологии, исключая предварительную варку стекла и использование стеклобоя, с применением в качестве основного компонента природного кремнеземсодержащего материала – трепела Потанинского месторождения (Челябинская область). Одностадийная технология получения гранулированного пеностекла позволяет снизить энергозатраты на его производство.

Выбор трепела в качестве кремнеземистого компонента обусловлен высоким содержанием активного кремнезема в породе и постоянством состава. Дополнительно в состав шихты вводился микрокремнезем, применение которого позволяет не только снизить себестоимость готовой продукции, но и улучшить экологическую ситуацию за счет утилизации отхода. Химический и

гранулометрический состав кремнеземистого сырья приведен в таблице 1. В качестве щелочного компонента в работе использован гранулированный гидроксид натрия.

Таблица 1 - Химический и гранулометрический состав кремнеземистых компонентов

<i>Химический состав</i>						
Наименование материала	Содержание оксидов, мас. %					
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Δm _{пр.}
трепел	76,16	7,52	4,10	1,05	0,75	8,73
микрокремнезем	91,70	0,50	0,40	1,20	-	2,00
<i>Гранулометрический состав</i>						
Размер частиц, мкм	Содержание фракций, %					
	> 0,5	0,5 – 1	1 – 5	5 – 10	10 - 50	50 – 100
трепел	17,0	30,8	26,4	6,6	18,4	0,8
микрокремнезем	73,0	8,0	1,0	1,0	1,0	16,0

Получение пеностекла проводили по схеме, представленной на рисунке 1. Предварительно исходное сырье проходит подготовку, заключающуюся в сушке, просеивании материалов, при необходимости их измельчении. Подготовленные материалы перемешивали сначала друг с другом в чаше смесителя-гранулятора, далее гранулировали с использованием связки в количестве 30 ± 2 мас. %. Однородность шихты на стадии приготовления зависит не только от ее компонентного состава, но и от последовательности введения компонентов и их агрегатного состояния. Опробованы два варианта использования NaOH как в твердом, так и в жидком виде. По первому варианту последовательность приготовления шихты следующая: подготовленную смесь твердых компонентов увлажняли водой, перемешивали и после этого в композицию вводили NaOH в виде сухого гранулята. По второму варианту: подготовленную смесь компонентов увлажняли 45 % раствором NaOH в количестве 23 мас. %, смешивали в течение двух минут, после чего в гранулятор подавали воду в количестве 7 мас. %, снижали число оборотов вращения, и гранулировали еще две минуты.

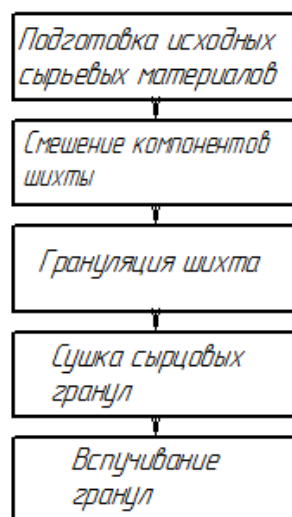


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема получения пеностекляного материала по одностадийной технологии на основе трепела

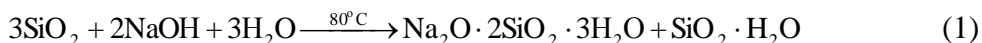
Секция 4. Силикатные и тугоплавкие неметаллические материалы из природного и технического сырья

В таблице 2 приведен компонентный состав исследуемых шихт, на основе которых получены гранулированные образцы вспененного материала. Содержание в шихте микрокремнезема изменяли от 10 до 50 мас. %.

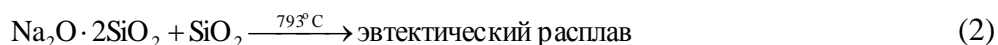
Таблица 2 - Химический и компонентный состав исследуемых шихт

№ состава	Компонентный состав шихты, мас. %			Оксидный состав стеклофазы, мас. %					
	трепел	микро-кремнезем	45 % раствор NaOH	SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
1.1	100	0	23	73,67	13,36	1,02	0,73	7,26	3,96
1.2	90	10	23	74,86	13,31	1,03	0,65	6,56	3,59
1.3	80	20	23	76,05	13,25	1,03	0,57	5,88	3,22
1.4	70	30	23	77,24	13,19	1,04	0,5	5,17	2,86
1.5	60	40	23	78,41	13,14	1,05	0,43	4,48	2,49
1.6	50	50	23	79,57	13,09	1,06	0,36	3,79	2,13

На стадии приготовления и гранулирования шихт всех составов наблюдается саморазогрев увлажненной шихты до 80 °С, что обеспечивает образование гидросиликатов натрия и геля кремниевой кислоты в коллоидном состоянии. Взаимодействие щелочного раствора с аморфными кремнеземистыми компонентами шихты протекает по реакции 1.



При нагревании гранулированного материала до 200 °С на стадии сушки происходят реакции силикатообразования за счет дегидратации кристаллогидратов силиката натрия. При нагревании гранулированного материала до 750 °С и выше на стадии вспенивания наблюдаются процессы стеклообразования, по окончании которых готовый пористый материал имеет остеклованную поверхность. Процесс протекает постадийно. Первый этап - появление эвтектического расплава за счет плавления тройной эвтектики, образующейся между Na₂O·2SiO₂ и SiO₂ и альбитом, при температуре 740 °С и двойной эвтектике между Na₂O·2SiO₂ и SiO₂ при температуре 793 °С (2). На втором этапе, при температурах вспенивания (800-900 °С), происходит растворение в первичном расплаве остаточного кремнезема и при последующем охлаждении гранул образование натрий-алюмо-силикатного стекла.



По данным рентгенофазового анализа установлено, что на рентгенограммах, высушенных (до 200 °С) гранул, всех составов присутствуют максимумы отражения, отвечающие различным силикатам натрия. С увеличением в шихте микрокремнезема интенсивность дифракционного максимума дисиликата растет, что указывает на более интенсивное развитие процессов силикатообразования. Количественный рентгенофазовый анализ синтезированного пеностекла показал, что количество стеклофазы в готовом продукте зависит от содержания в исходной шихте микрокремнезема. Различное содержание стеклофазы в готовом продукте объясняется процессами кристаллизации стекла, протекающими на стадии

вспенивания гранул. На рентгенограммах образцов присутствуют максимумы отражения, отвечающие кварцу, и появляются новые максимумы отражения, соответствующие кристобалиту (рис. 2). С увеличением в шихте кремнезема интенсивность максимумов кристобалита повышается.

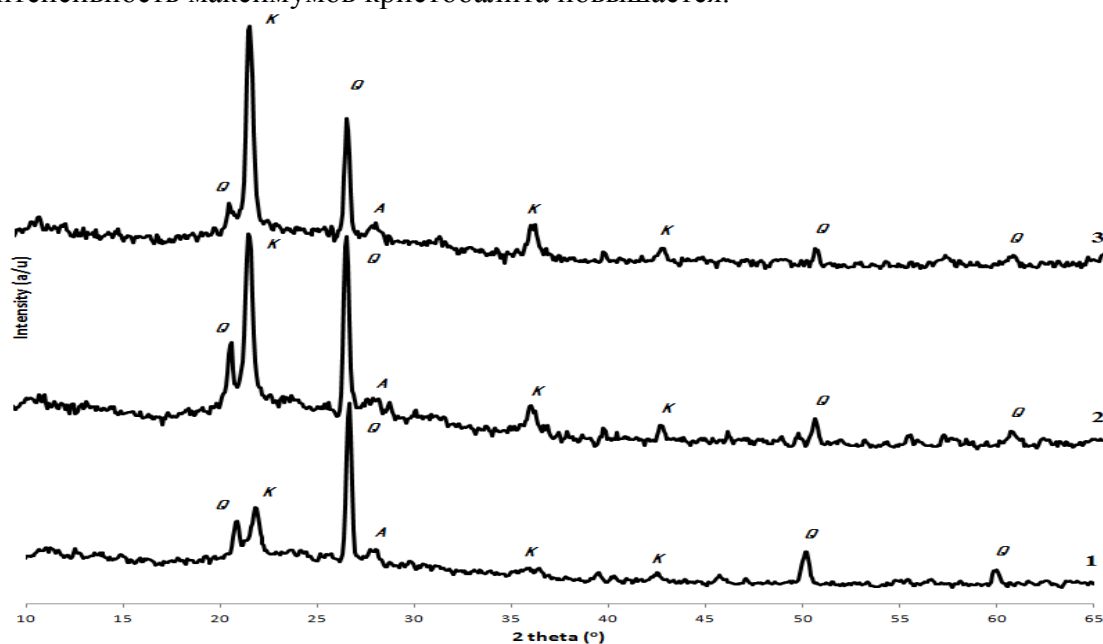


Рисунок 2 - Рентгенограммы вспененных гранул в зависимости от содержания в шихте микрокремнезема мас. %: 1) 0; 2) 20; 3) 50. (Q – кварц, К – кристобалит; А – альбит)

Значения прочности гранулированного материала, установленные по стандартным методикам, показали следующее. С увеличением содержания в шихте микрокремнезема до 30 % механическая прочность гранул увеличивается до 3,9 МПа, свыше этого количества прочность снижается до 3,3 МПа, но превышает прочность гранулированного пеностекла без добавок микрокремнезема 1,5 МПа. Свойства полученного пеностеклокристаллического материала сравниваем с известным мировым аналогом Dennert Poraver, а так же с гранулами на основе чистого трепела производства «Баскей Керамик». Сравнительный анализ свойств пеностекольных материалов показал, что пеностекольные материалы, полученные на основе трепела с микрокремнеземом, имеют максимальную прочность. При плотности 500 кг/м³ прочность пеностекла с микрокремнеземом в два раза превышает прочность пеностекла, полученного по одностадийной технологии на основе трепела, и в 1,3 раза прочность пеностекла Poraver.

Эти данные позволяют сделать вывод, что используя природное и техногенное кремнеземистое сырье можно получить качественный пеностеклокристаллический материал, по одностадийной технологии.

Список литературы

1. Казанцева Л.К., Сторожено Г.И. Теплоизоляционный материал на основе опокового сырья // Строительные материалы. – 2013. – № 5. – С. 85-88.
2. Верещагин В.И. Оценка составов и компонентов для получения пеностеклокристаллических материалов на основе алюмосиликатного сырья // Вестник. Технические и физико-математические науки. – 2013. – № 3. – С. 14-21.