

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **ВУ** (11) **21412**

(13) **С1**

(46) **2017.10.30**

(51) МПК

C 03B 19/08 (2006.01)

C 03C 11/00 (2006.01)

C 04B 38/02 (2006.01)

(54) **СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ВСПЕНЕННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО
СИЛИКАТНОГО МАТЕРИАЛА**

(21) Номер заявки: а 20140596

(22) 2014.11.11

(43) 2016.06.30

(71) Заявитель: Учреждение образования
"Белорусский государственный
технологический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Терещенко Игорь Михай-
лович; Дормешкин Олег Борисо-
вич; Волочко Александр Тихоно-
вич; Радюкевич Павел Иванович;
Кравчук Александр Петрович; Жих
Божена Петровна (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-
зования "Белорусский государствен-
ный технологический университет"
(ВУ)

(56) ЭЙНЕ И.А. и др. Экотехнологии и
ресурсосбережение. - 2000. - № 5. -
С. 13-18.

SU 742408, 1980.

RU 2272007 C1, 2006.

SU 1689364 A1, 1991.

ВУ 14393 C1, 2011.

RU 2490219 C1, 2013.

(57)

Способ получения вспененного гранулированного силикатного материала, при кото-
ром осуществляют тонкое измельчение смеси, включающей 96-98 мас. % кремнеземисто-
го компонента и 2-4 мас. % водоупрочняющей добавки, в качестве которой используют
 $Al(OH)_3$ или AlF_3 , до размера частиц менее 10 мкм, измельченную смесь перемешивают с
водным раствором $NaOH$, полученный продукт реакции охлаждают, дробят и подсуши-
вают при температуре не более 90 °С с последующим вспениванием в процессе термиче-
ской обработки.

Изобретение относится к способу получения вспененных водостойких силикатных ма-
териалов широкого применения. Производство традиционных пористых материалов на
неорганической основе связано с высокими материальными издержками и значительными
затратами топливно-энергетических ресурсов. В первую очередь, это определяется необ-
ходимостью высокотемпературной обработки (> 800 °С) исходных сырьевых смесей, гро-
моздкостью технологических схем и сложностью применяемого оборудования.

Так, используемая в Республике Беларусь технология производства пеностекла по-
рошковым способом (ОАО "Гомельстекло") жестко привязана к сырью - стеклянному бою
определенного химического состава, который является дефицитным. Изменения химиче-
ского состава боя вызывают резкое ухудшение качества продукта. Термообработка по-
рошковой шихты является весьма затратным процессом (температура - 820-840 °С,
длительность - 2,5-3,0 ч) с дальнейшим длительным отжигом (8-10 ч). Современная прак-
тика показывает, что не всегда выгодно производить пеностекло в виде блоков.

В последнее время существенно возрос интерес к гранулированным вспененным ма-
териалам (гравий, щебень). За рубежом накоплен опыт использования в строительстве
вспененного гравия "Poraver" и щебня "Shaumglas". Особенно выгодным считается произ-

ВУ 21412 С1 2017.10.30

водство мелкогранулированного легкого материала ($d = 1-4$ мм), более эффективного с точки зрения теории теплообмена.

При изготовлении стеновых панелей в качестве теплоизоляционной засыпки широко используется керамзит, обжиг которого осуществляется при температуре 1150-1250 °С. Недостатком данной технологии являются высокие энергозатраты при повышенной плотности конечного продукта (от 400 кг/м³) [1].

Принципы получения новых эффективных вспененных материалов, описанные в источнике [2], базируются на следующих положениях:

вспениванию подвергается не порошок, а гранулированный полуфабрикат, что обеспечивает возможность получения на его основе как блоков, так и щебня и гравия, снижает трудоемкость процесса производства и энергозатраты;

в качестве сырья используется не стеклобой и не механическая смесь компонентов, а химические соединения, содержащие в своем составе компоненты, требуемые как для стеклообразования, так и для вспенивания;

конечный продукт получается путем гидротермального синтеза стекла из силикатов с одновременным вспениванием;

синтез осуществляется при более низких температурах (350-600 °С) в сравнении с традиционными способами;

вспенивание осуществляется при пиропластическом состоянии материала парами воды, выделяющимися из него.

Таким образом, новые технологии обеспечивают получение гранулированного теплоизоляционного материала по одностадийной технологии, исключающей предварительную варку стекла или использование стеклобоя, а также низкотемпературный синтез продукта.

Это предопределяет применение в качестве основного сырьевого компонента кремнеземистого сырья, например цеолитов, диатомитов, трепелов и щелочесодержащих реагентов (Na₂CO₃, NaOH и др.).

Главной проблемой при эксплуатации подобных материалов, однако, является их недостаточная химическая стойкость, прежде всего, водо- и паростойкость, что ограничивает их применение. Поэтому весьма актуальным является получение высокоэффективных вспененных гранулированных материалов низкотемпературного синтеза, обладающих повышенной водостойкостью.

Так, известен способ получения пористого материала типа пеностекла [3], где вспениванию подвергается шихта, содержащая, мас. %: цеолитсодержащая порода 75,0-80,0; NaOH 15,0-20,0 при температуре 680-800 °С. Недостатками известного способа являются большая продолжительность производственного цикла, повышенная температура вспенивания. Конечный продукт обладает недостаточной стойкостью к воде.

Наиболее близким к предлагаемому по своей технической сущности и полученным результатам является способ производства пористого наполнителя [4], который включает интенсивное перемешивание при температуре 80-90 °С природного аморфного кремнезема (трепела, диатомита) с гидроксидом натрия NaOH с получением исходного продукта для вспенивания в виде гомогенной твердой массы плотностью 1450-1700 кг/м³ с содержанием влаги до 38 %. Охлажденный полупродукт дробят, а полученные частицы равномерно подают на вспенивание в рабочую камеру аппарата кипящего слоя и вспенивают до размера частиц 0,2-10,0 мм при температуре 200-300 °С.

При этом получают материал с низкой насыпной плотностью (70-150 кг/м³), который используется для получения тепло- и звукоизоляционных материалов. Однако получаемые по данной технологии гранулы не обладают водостойкостью. Водостойкость даже не упоминается в числе основных характеристик материала, в связи с чем она определялась нами экспериментально в ходе лабораторных испытаний. В итоге полученный по данной технологии материал выдерживает менее 5 мин кипячения в дистиллированной воде. Для сравнения керамзит и пеностекло выдерживают трехчасовое кипячение без деградации структуры, значения эффективной водостойкости N для них не превышают 0,1 мг/см³.

ВУ 21412 С1 2017.10.30

Задачей предлагаемого изобретения является создание усовершенствованного способа получения вспененного силикатного гранулированного материала низкотемпературного синтеза, обладающего повышенной водостойкостью.

Поставленная задача решена за счет того, что способ получения вспененного гранулированного силикатного материала, включающий интенсивное перемешивание кремнеземистого сырья с едким натром, охлаждение и дробление полученного продукта с последующим вспениванием в ходе термической обработки, отличается тем, что вначале осуществляют тонкое измельчение смеси, включающей кремнеземистый компонент в количестве 96-98 мас. % и водоупрочняющую добавку, в качестве которой используется $Al(OH)_3$ или AlF_3 в количестве 2-4 мас. %, до размера частиц менее 10 мкм, а затем подсушку дробленого продукта реакции твердых компонентов с раствором NaOH при температуре не более 90 °С.

Предложенный способ получения вспененного силикатного материала поясняется следующим примером. Смесь, включающая природный или техногенный аморфный кремнезем в количестве 96 % и AlF_3 в количестве 4 %, тонко измельчается до размера частиц менее 10 мкм. Измельченная смесь увлажняется при перемешивании водным раствором NaOH при нагреве до 80 °С в течение 0,5 ч. Полученная однородная масса с влажностью около 50 % охлаждается, дробится до размеров кусков до 5 мм и подается на вспенивание в трехступенчатую установку псевдоожиженного слоя. На первой ступени осуществляется подсушивание дробленого продукта при температуре не более 100 °С, для чего используются отходящие газы с последующих стадий термообработки. Вспенивание продукта осуществляется на второй стадии термообработки при 300-350 °С. Вспенивание осуществляется парами воды, выделяющимися по всему объему исходных частиц. На третьей стадии термообработки осуществляется фиксация структуры образовавшихся гранул. Общее время обработки 35-40 мин. Вспененный продукт подается на классификацию (грохот) и далее поступает в бункера на хранение (пофракционное).

При принятых условиях синтеза получены легковесные материалы со следующими техническими характеристиками (таблица) в зависимости от размера фракции.

Насыпная плотность, кг/м ³	Синтезированный материал			Прототип
	Фракции, мм			
	10-15	2,0-5,0	0,5-2,0	
Насыпная плотность, кг/м	80-90	120-130	170-180	110-120
Прочность при раздавливании, МПа	0,4-0,6	1,0-1,2	1,3-1,4	1,3-1,5
Морозостойкость, 20 циклов, потеря массы, %	0,3	0,1	0,05	0,1
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,05	0,06	0,065	0,06
Эффективная водостойкость, мг/см ³	0,9	0,5	0,35	8,3
Стойкость против силикатного распада (продолжительность кипячения без деградации структуры, ч)	>3,0	>3,0	>3,0	0,07

Как следует из приведенных данных, полученный по предложенной технологии продукт по прочности, морозостойкости и теплоизоляционным характеристикам близок к прототипу, однако характеризуется повышенной водостойкостью. Это объясняется влиянием модифицирующей добавки, а также механоактивацией смеси при ее тонком измельчении, положительно влияющими на кинетику гелеобразования и поликонденсации кремниевых кислот в высококонцентрированных суспензиях.

Удаление избыточной влаги в период подсушивания дробленого продукта обеспечивает повышение механической прочности гранул и снижение открытой пористости.

ВУ 21412 С1 2017.10.30

Предлагаемый способ может быть использован предприятиями промышленности строительных материалов в качестве заполнителей для легких бетонов, теплых и sani-рующих штукатурных смесей и кладочных растворов, служить основой для термоизоляции. Материалы, полученные по предложенному способу, могут быть использованы в качестве сорбирующей и фильтрующей среды.

Источники информации:

1. Мороз И.И. Технология строительной керамики. - Харьков: Вища школа, 1972. - 416 с.
2. Малявский Н.И. Щелочносиликатные утеплители. Свойства и химические основы производства // Журнал Рос. хим. об-ва им. Д.И.Менделеева. - 2003. - Т. XLVII. - № 4. - С. 39-45.
3. Патент RU 2490219, МПК С 03С 11/00, 2013.
4. Эйне И.А., Хвастухин Ю.И. Кремнезит - новый энерго- и ресурсосберегающий строительный материал // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 2000. - № 5. - С. 13-18 (прототип).