

УДК 666.777:620.173.25

**ТЕХНОЛОГИЯ НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ
СТЕКЛОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ПЕНОКЕРАМИКИ**

© У. Ш. Шаяхметов, А. Р. Мурзакова*

*Башкирский государственный университет
Россия, Республика Башкортостан, 450076 г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.**Тел./факс: +7 (347) 228 62 78.***Email: mursalina@bk.ru*

Материалы, одновременно сочетающие легкость, малую теплопроводность с достаточной конструкционной прочностью следует рассматривать как наиболее перспективные, прежде всего, для строительной отрасли, поскольку при возведении домов, промышленных зданий одним из важных аспектов в подборе материалов является повышенные тепло- и звукоизоляционные свойства. В настоящее время наиболее полно этим требованиям отвечают высокоэффективные пористые силикатные пеноматериалы: пеностекло, пенокерамика, ячеистые бетоны, пенобетоны и материалы на основе пористых заполнителей. Однако в реальных условиях весьма сложно получить материал, одновременно сочетающий в себе легкость, теплоизоляционные свойства и высокую прочность, поэтому создание таких материалов и эффективных технологий их получения является актуальным вопросом на сегодняшний день. Авторами разработана энерго- и ресурсосберегающая технология получения строительных пенокерамических материалов, преимуществами которых является легкость, малая теплопроводность, достаточная конструкционная прочность. Производство пористых силикатных материалов по данной технологии характеризуется малой материалоемкостью, возможностью использования отходов промышленности, дешевых местных легкоплавких глин, что делает его экономически эффективным. Представленная технология основана на методе вспенивания в обжиге стеклокристаллической матрицы. При этом образуется ячеистая макроструктура (структура неорганической пены), в которой практически все поры закрыты и не сообщаются друг с другом. Главным достоинством этой технологии является возможность регулирования поровой структуры (количества пор и их размер при неизменном типе пористости – закрытая ячеистая) путем изменения средней плотности материала. Представленная технология производства стеклокристаллической пенокерамики позволит получать высокоэффективные материалы и изделия строительного назначения, отличающиеся высокими эксплуатационными характеристиками, звуко-, теплоизоляционными свойствами. Благодаря своим техническим характеристикам пенокерамические материалы и изделия будут широко востребованы в строительной индустрии.

Ключевые слова: наноструктурированная стеклокристаллическая пенокерамика, теплоизоляционные строительные материалы.

Одним из основных функциональных назначений строительных материалов является ограждение части пространства и создание в нем комфортных условий, отличных от окружающей среды. Наиболее полно этим задачам отвечают высокоэффективные пористые силикатные пеноматериалы: пеностекло, пенокерамика, ячеистые бетоны, пенобетоны и материалы на основе пористых заполнителей. Разработка отечественных технологий пористых силикатных материалов ведется уже давно. Однако изделия имеют недостатки: низкая прочность, высокие энергозатраты при их изготовлении и, как следствие, высокая стоимость продукции [1–2]. В связи с этим производство высокопористых керамических изделий для строительства имеет ограниченный характер.

Стеклокристаллическая пенокерамика и изделия из нее являются новейшим достижением строительной и производственной индустрии. Производство таких материалов и изделий перспективно по многим технологическим и экономическим показателям, а по комплексу характеристик и номенклатуре возможной продукции изделия из пенокерамики могут оказаться вне конкуренции на современном рынке строительных материалов.

В настоящее время путем комплексного использования достижений в производстве красного кирпича, керамической плитки, черепицы и пеноматериалов авторами разработана энерго-, ресурсо-

сберегающая технология производства наноструктурированной строительной стеклокристаллической пенокерамики [3–4]. Согласно данной технологии в качестве сырья применялись следующие компоненты: необработанный или предварительно обожженный при 1200 °С пиррофиллит месторождения Куль-Юрт-Тау (республика Башкортостан), глина месторождения Алексеевское (Республика Башкортостан) и неорганические газообразующие добавки – карбид титана.

Разработана технологическая линия для изготовления изделий из стеклокристаллической пенокерамики, которая представлена на рис. 1. Из складских помещений концентрат пиррофиллитового сырья в необходимых количествах с произвольным фракционным составом транспортируют на вход участка 1. На площадке участка 1 с помощью оборудования 4 осуществляют независимый грубый сухой помол компонентов шихты сначала в щековой дробилке до фракции 50–10 мм и затем в виброситовом устройстве (не показаны) до фракции 10–0.5 мм. После этого на шаровых мельницах 5 участка 1 выполняют тонкий сухой и затем мокрый помол упомянутой части пиррофиллитового сырья до фракции 10 мкм. Одновременно на вход участка 1 подают глину из месторождения Алексеевское, обладающую сравнительно низкими стоимостью и температурой обжига, при которой происходит выделение в матрице обжигаемого материала образование стеклофа-

зы. На оборудовании 6 обеспечивается формирование глинистой суспензии заданных однородности, плотности и влажности.

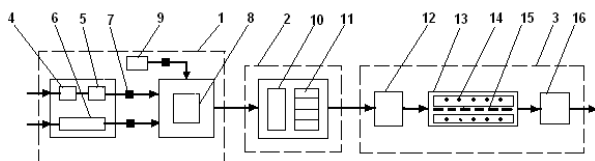


Рис. 1. Технологическая схема для изготовления изделий из наноструктурированной стеклокристаллической пенокерамики.

Подготовленные компоненты шихты через дозаторы 7 в определенном соотношении поступают на вход в устройство 8 для их автоматического смешивания в виде однородной смеси указанных ингредиентов. Одновременно из накопительной емкости 9 через дозатор осуществляется подача в шихту в количестве 0,5 мас.% добавки в виде газообразующего карбида титана дисперсностью 10–20 мкм, в отдельных случаях его дисперсность обеспечивают в пределах 10–1 мкм. Гомогенная шихта указанного состава поступает посредством транспортирующего средства на вход участка 2 для формовки полуфабрикатов изделий. При этом автоматически управляемое оборудование 10 (прессы, экструдеры, сменная оснастка и др.) обеспечивают заполнение и уплотнение типовых форм, выполненных в виде керамических коробов 11 для формования в их объеме полуфабрикатов изделий заданных типоразмеров. Подготовленные полуфабрикаты транспортируют на заданное время на участок 3 – сначала в устройство для сушки 12, а затем в туннельную газопламенную печь 13 с рабочей температурой в средней части 1150 °С, после чего готовые изделия 15 транспортируют на вход леера 16 для отжига выходящих из печи 13 изделий 15.

Готовые изделия из стеклокристаллической пенокерамики имеют следующие технические характеристики: предел прочности при сжатии – не менее 35 МПа, термостойкость (200 °С) не менее 50 циклов, температура применения от –45 до +60 °С. Строительные и теплоизоляционные изделия по данной технологии могут быть изготовлены в виде прямоугольных блоков, пластин, призматической, цилиндрической или иной формы для строительства зданий и сооружений, при использовании в качестве эффективной теплоизоляции теплотрасс и др. Пеноматериалы на основе стеклокристаллических композиций имеют плотность 350–600 кг/м³, характеризуются низкой теплопроводностью (0,2–0,4 Вт/м·К) и приведенной прочностью, более высокой, чем у кирпича марки 150. По этой причине применение производимых по данной технологии материалов позволяет снизить вес стеновых и технологических конструкций в несколько раз при одновременном увеличении их теплового сопротивления, снизить затраты на укладку блоков, расход цемента и др. Сочетание легкости, малой теплопроводности с достаточной конструкционной

прочности делает эти материалы перспективными для гражданского и промышленного строительства.

Разработанная линия для изготовления изделий из наноструктурированной стеклокристаллической пенокерамики позволяет создать ряд высокопроизводительных технологий для изготовления серии теплоизоляционных и строительных изделий различного назначения с высокими характеристиками по прочности, плотности, водонепроницаемости, теплопроводности и морозостойкости. Система комплексного производства строительных материалов и изделий на основе предложенной технологической линии может найти применение на местных предприятиях по изготовлению конструкционных и теплоизоляционных изделий для строительства сооружений гражданского и промышленного назначения. В новой технологии возможно также использование легкоплавких глин, пиррофиллита, других видов дешевого местного сырья (перлитов, цеолитов, базальтов) и отходов промышленности (стеклобой, вскрышные породы, отходы шлифовки стеклоизделий, шлаки), что обеспечивают решение важных проблем энерго- и ресурсосбережения при массовом производстве строительных материалов.



Рис. 2. Строительные блоки на основе наноструктурированной стеклокристаллической пенокерамики.

Таким образом, разработана технология изготовления теплоизоляционных и строительных изделий различного назначения из стеклокристаллической пенокерамики. На рис. 2 показаны строительные пенокерамические блоки, изготовленные на данной технологической линии, обладающие высокими качественными показателями по плотности, прочности, водонепроницаемости, теплопроводности и морозостойкости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Юшкевич М. О., Роговой М. И. Технология керамики. М.: Издательство литературы по строительству. 1969. 175 с.
2. Крупа А. А., Городов В. С. Химическая технология керамических материалов. Уч. пособие. Киев: Выща шк. 1990. 399 с.
3. Мурзакова А. Р., Шаяхметов У. Ш., Васин А. К., Бакунов В. С. Разработка технологии получения эффективного строительного пористого тепло- и звукоизоляционного конструкционного материала // Строительные материалы. 2011. №5. 65–67.
4. Патент RU №120418 U1 от 20.09.2012 г. Бюл. 26. Линия для изготовления изделий из стеклокристаллической пенокерамики. Шаяхметов У. Ш., Мурзакова А. Р., Васин К. А.

Поступила в редакцию 21.05.2014 г.

TECHNOLOGY OF NANOSTRUCTURED VITROCRYSTALLINE CERAMIC FOAM

© U. Sh. Shayahmetov, A. R. Murzakova*

*Bashkir State University
32 Zaki Validi St., 450076 Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia.*

Phone: +7 (347) 228 62 78.

**Email: mursalina@bk.ru*

The materials that are at the same time combining ease, small heat conductivity with a sufficient constructional durability should be considered as the most perspective, first of all, for construction branch as at construction of houses, industrial buildings one of important aspects in selection of materials is the increased warm and sound-proof properties. Now, highly effective porous silicate foam materials meet these requirements mostly: foam glass, foam ceramics, cellular concrete, foam concretes and materials based on porous fillers. However, it is very difficult in actual practice to receive the material which is at the same time combining ease, heat-insulating properties and high durability therefore creation of such materials and effective technologies of their receiving is topical issue today. Authors have developed power- and resource-saving technology of receiving ceramic foam materials which advantages is ease, small heat conductivity, sufficient constructional durability. Production of porous silicate materials on this technology is characterized by a small material capacity, possibility of use of waste of the industry, cheap local fusible clays that does it economically effective. The presented technology is based on a foaming method in roasting of a vitrocrystalline matrix. The cellular macrostructure (structure of inorganic foam) in which practically all time is closed is thus formed and aren't reported with each other. The main advantage of this technology is possibility of regulation of steam structure (quantity of a time and their size at invariable type of porosity – closed cellular) by change of average density of a material. The presented production technology of a vitrocrystalline foam ceramics will allow receiving of highly effective materials and products of the construction appointment, differing high operational characteristics, sound-, heat-insulating properties. Thanks to the technical characteristics, ceramic foam materials and products will be widely demanded in the construction industry

Keywords: *glass ceramic nanostructured ceramic foam, insulating building materials.*

Published in Russian. Do not hesitate to contact us at bulletin_bsu@mail.ru if you need translation of the article.

REFERENCES

1. Yushkevich M. O., Rogovoi M. I. *Tekhnologiya keramiki [Technology of Ceramics]*. Moscow: Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu. 1969.
2. Krupa A. A., Gorodov V. S. *Khimicheskaya tekhnologiya keramicheskikh materialov. Uch. posobie [Chemical Technology of Ceramic Materials. Textbook]*. Kiev: Vyshcha shk. 1990.
3. Murzakova A. R., Shayakhmetov U. Sh., Vasin A. K., Bakunov V. S. *Stroitel'nye materialy*. 2011. No. 5. 65–67.
4. Patent RU No. 120418 U1ot 20.09.2012 g. Byul. 26. Liniya dlya izgotovleniya izdelii iz steklokristallicheskoi penokeramiki. Shayakhmetov U. Sh., Murzakova A. R., Vasin K. A.

Received 21.05.2014.