

УДК 666.1.031

ПЕНОСТЕКЛО – СОВРЕМЕННЫЙ ЭФФЕКТИВНЫЙ НЕОРГАНИЧЕСКИЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ

Минько Н.И., Пучка О.В., Евтушенко Е.И., Нарцев В.М., Сергеев С.В.

ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Белгород, e-mail: oleg8a@mail.ru

Эффективность применения теплоизоляционных материалов и их свойства оцениваются по следующим критериям: энерго- и ресурсосбережение; физико-химические свойства; экологическая безопасность; безопасность жизнедеятельности; долговечность; себестоимость производства. Установлено, что по комплексу перечисленных показателей пеностекло является наиболее перспективным теплоизоляционным материалом. Технология производства, основные производители и области применения пеностекла – это те основные вопросы, с которыми сталкиваются потребители продукции – строители и архитекторы. Пеностекло идеально подходит для климатических условий России. Использование пеностекла — это экономия в затратах на теплоизоляцию, снижение затрат на монтажные работы, увеличение полезного объема помещения, снижение нагрузок на фундамент и несущие конструкции, повышение безопасности жилья, а значит, и спроса на него в строительстве. На сегодняшний день пеностекло – самый эффективный теплоизоляционный материал, используемый в современном строительстве и архитектуре. Организация производства и разработка проектных по использованию его в строительстве – актуальная задача для промышленности строительных материалов и строительного комплекса.

Ключевые слова: отопление, потери тепла, тепловая энергия, ассортимент, пенопласт, пенобетон, газобетон, минераловатные изделия, кирпич пустотелый, блок из пеностекла, стекловатная пена, утеплитель, конденсация пара, паропроницаемость, водопоглощение, влажность, геометрические параметры, коррозии, температурный диапазон эксплуатации, огнезащитные конструкции, адгезия, мастика, штукатурка, пожароопасность, сертификат, неорганическое стекло, химическая устойчивость, диэлектрик, фасадная система, плитные утеплители, условный срок службы, удельная стоимость, нагрузка на несущие конструкции, полезная площадь, толщина ограждающих конструкций, стекловатной, стекловаренная печь, крупнотоннажное производство, исходное сырье, издержки производства, аморфные горные породы, диатомит, перлит, цеолит, металлургические шлаки, попутно добываемые горные породы, вторичные продукты, понтоновые конструкции, долговременная стабильность размеров, теплоизоляция газопроводов, теплоизоляция трубопроводов, перекрытия, кровли, полы, плавучие конструкции, температура отжига, вспенивание, температурно-временной режим, безопасность жилья, климатические условия

FOAMED GLASS IS A MODERN AND INORGANIC INSULATING MATERIAL

Minko N.I., Puchka O.V., Yevtushenko E.I., Narcev V.M., Sergeev S.V.

FGBOU VPO «Belgorod state technological University. V.G. Shukhov», Belgorod, e-mail: oleg8a@mail.ru

Efficiency of application of heat-insulating materials and their properties are evaluated according to the following criteria: energy and resource saving; physico-chemical properties; ecological safety; safety of vital activity; durability; cost of production. It is established, that on a complex of the listed indicators foamed glass is the most promising heat-insulating material. The technology of production, the main producers and fields of application of foamed glass – these are the main issues faced by the consumers of the products, builders and architects. Foamed glass is ideal for the climatic conditions of Russia. The use of foamed glass is cost savings in the cost of thermal insulation, reduction of costs for Assembly works, the increase of the useful volume of the premises, reduction of loads on the Foundation and load-bearing structures, improving the security of housing, and, hence, the demand for it in construction. Today jewelry is the most effective heat-insulating material, used in modern construction and architecture. The organization of manufacture and development of project on the use of it in construction is an important task for the building materials industry and construction industry.

Keywords: heating, heat losses, thermal energy, range, polyfoam, foam concrete, aerated concrete, mineral products, hollow brick, blocks of foamed glass, glass foam insulation, condensation of steam, vapor permeability, water absorption, humidity, geometrical parameters, corrosion, temperature range of operation, fire-retardant design, adhesion, mastic, plaster, fire safety, the certificate, inorganic glass, chemical resistance, insulation, facade system, slab insulation, probation service, the unit value, the load on the load-bearing construction, usable area, the thickness of the enclosing constructions, glass, glass furnace, large-capacity production, the raw materials, production costs, amorphous rocks, diatomite, perlite, zeolite, metallurgical slag, in passing extracted rocks, secondary products of pontoon design, long-term dimensional stability, thermal insulation of pipelines, heat insulation of pipes, ceilings, roofs, floors, floating structures, annealing, foaming, the temperature-time mode, security of the housing, the climatic conditions

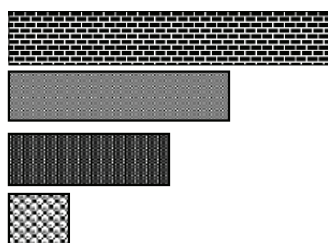
В связи с постоянно возрастающими затратами на отопление и кондиционирование жилых и производственных помещений вопросы энергосбережения всегда находятся под пристальным вниманием всех уровней власти. Нехватка эффективных экологически чистых теплоизоляционных

материалов приводит к большой потере тепловой энергии. Например, при эксплуатации жилых и производственных зданий потери тепла составляют около 30% годового потребления первичных топливно-энергетических ресурсов в России. Через стены жилых помещений теряется до 45% тепла,

через оконные и дверные проемы – 33%, через чердаки и полы – 22% тепловой энергии [9,10]. В расчете на 1000 человек населения в России используется всего 218 м³ теплоизоляции в то время как показатель потребления теплоизоляции в Швеции составляет 600 м³, США – 500 м³, Финляндии – 420 м³, Японии – 350 м³ [18].

Производство эффективных теплоизоляционных материалов в России требует усовершенствования технологии и расширения ассортимента выпускаемой продукции [11, 20, 22].

Целью исследования было изучение рынка теплоизоляционных материалов, оценка экономической целесообразности и эффективности их применения в ограждающих конструкциях зданий и сооружений.



Кирпич пустотелый керамический плотностью 1200 кг/м³
Толщина стены 1600 мм
Блок керамзитобетонный плотностью 800 кг/м³
Толщина стены 1100 мм.
Блок пенобетонный плотностью 400 кг/м³
Толщина стены 670 мм.
Блок из пеностекла плотностью 200 кг/м³
Толщина стены 220 мм

Расчетная толщина слоя ограждающей конструкции для Центрально-Черноземного региона [21]

Потребность в пеностекле в ближайшие годы в России составит 5,5 млн м³ в год [28].

В настоящее время в России на отопление расходуется примерно в 3 раза больше энергии, чем в Скандинавских странах [17], – хотя климат там аналогичен климату Европейской части России. Теплоизоляция – один из самых востребованных материалов на российском строительном рынке. Однако выбор теплоизоляционных материалов, как правило, ограничивался пенопластами, минераловатными изделиями, пено- и газобетоном [23].

Пеностекло – высокоэффективный и технологичный, хотя и дорогой материал, позволяет не только не повысить начальную цену всего объекта, но и сэкономить значительные средства при последующей его эксплуатации за счет применения в меньших объемах (рисунок) [16].

Сравнительная характеристика свойств различных теплоизоляционных материалов представлена в табл. 1.

Таблица 1

Свойства различных утеплителей [9]

Характеристика	Пенополистирол	Плиты из минваты	Керамзит	Газобетон	Пеностекло
Плотность, кг/м	20–150	50–350	210–450	300–800	100–500
Коэффициент теплопроводности, Вт/м·К	0,038–0,06	0,04–0,064	0,21–0,23	0,13–0,4	0,045–0,07
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,05	0,38–0,60	0,21	0,23	0,001–0,005
Водопоглощение, %	0,5–6	Поглощает воду	5–15	5–20	Не более 5
Влажность материала, %	1–10	2–5		8–14	1–2
Необходимость в паро-гидроизоляции	Не требует	Обязательно			Не требует
Стабильность размеров	Дает усадку	Удовлетворительная	—	Удовлетворительная	Отличная
Прочность на сжатие, МПа	0,05–1,0	0,04–0,15	0,4–5	0,4–3	0,7–5
Максимальная температура кратковременного нагрева, °С	100	250	—	450	750
Верхний температурный интервал эксплуатации, °С	80	200	—	400	600

Чтобы сохранять свою тепловую эффективность и теплоизоляционную способность, утеплитель должен оставаться

сухим. Попадание воды или конденсация пара в нем снижает теплоизоляционные свойства практически до нуля. Пеностекло

обладает минимальной паропроницаемостью, водопоглощением и влажностью. Это означает, что опасность конденсации пара внутри пеностекла по сравнению с другими утеплителями исключена. По этой причине теплоизоляционные свойства пеностекла остаются неизменными. Стабильными для пеностекла остаются его геометрические размеры и отсутствие коррозии. Кроме того, пеностекло обладает достаточной прочностью и наиболее широким температурным диапазоном эксплуатации. Это позволяет использовать пеностекло для возведения наиболее ответственных конструкций, в том числе огнезащитных.

Пеностекло прекрасно сочетается с известными строительными материалами, и как жесткий, имеющий прекрасную адгезию материал может быть легко смонтировано при использовании стандартных мастик и штукатурок.

В общем, на сегодняшний день и в ближайшем будущем пеностекло не имеет реальных конкурентов как теплоизоляционный материал. Однако этот материал пока недостаточно известен широкому кругу проектировщиков и строителей.

Широкомасштабное применение утеплителей в российских условиях в последние 15 лет выявил их существенные недостатки, связанные с недолговечностью и потерей теплоизоляционных свойств со временем, пожаро- и экологической опасностью. Причем производители теплоизоляции никогда не говорят о скрытых недостатках своей продукции, прикрываясь всевозможными сертификатами [15]. И только в последнее время в результате участившихся трагических событий как строители, так и собственники помещений начали обращать внимание не только на цену строительных материалов, но и на их реальное, а не декларируемое качество [18].

Пеностекло – **экологически безопасный** утеплитель, так как он полностью состоит из неорганического стекла. Для жизнедеятельности человека очень важны следующие виды безопасности, которые обеспечивает пеностекло [7]:

– **химическая безопасность**, так как не выделяет в воздух помещений никаких вредных веществ и обладает высокой химической устойчивостью;

– **физическая безопасность**, т.к. стекло является диэлектриком и не накапливает зарядов статического электричества, не проводит шума и инфразвук, не экранирует магнитное поле Земли, не является источником мелких волокон и пыли;

– **биологическая безопасность**, так как не способствует росту грибковых коло-

ний и развитию болезнетворных бактерий, устойчиво к грызунам и насекомым;

– **пожарная безопасность**, так как представляет собой на 100% неорганический материал, поэтому может использоваться и в деревянном домостроении;

– **механическая безопасность**, так как оно не разрушается в процессе эксплуатации от воздействия влаги, мороза, вибраций и прочих воздействий (прочность пеностекла в процессе эксплуатации не изменяется).

– **экологическая безопасность**, так как в конце срока своей службы он не загрязняет окружающую среду и имеет массу вариантов по его переработке.

В «Лаборатории теплофизических характеристик и долговечности строительных материалов и изделий» Научно-исследовательского института строительной физики было проведено исследование по долговечности фасадной системы с теплоизоляцией из наиболее применяемых плитных утеплителей [5]. Условный срок службы до капитального ремонта составил с учетом влияния природных факторов для экструзионного пенополистирола – 10 лет; минераловатной плиты на базальтовой основе – 15 лет; блочного пенополистерола – 20 лет; для пеностекла – более 45 лет, т.е. долговечность пеностекла соответствует долговечности зданий и сооружений.

Основная причина остановки производства пеностекла в России кроется в несовершенстве существующей технологии и, как следствие, в высоких издержках производства [6].

Единственным показателем, по которому пеностекло уступает другим, описанным выше теплоизоляционным материалам, является стоимость его кубометра (табл. 2).

Количество пеностекла, необходимое для теплоизоляции квадратного метра, перекрывает эффект кажущейся высокой стоимости кубического метра. В результате стоимость квадратного метра теплоизоляции в ограждающей конструкции становится сопоставима, а в большинстве случаев и ниже, чем для других материалов (табл. 3).

Как видно из таблицы, несмотря на кажущуюся высокую удельную стоимость пеностекляных материалов, их применение в строительстве позволяет на самом деле не только снизить затраты на материалы, но и существенно снизить нагрузку на несущие конструкции, тем самым повысить надежность возводимых зданий и сооружений. И такое снижение стоимости получается даже без учета затрат на работы и выигрыша в полезной площади за счет снижения толщины ограждающих конструкций [20].

Таблица 2

Стоимость 1 м³ утеплителей по России [21, 19]

Утеплитель	Стоимость 1 м ³ , руб.
Пеностекло в изделиях (плиты, блоки, фасонные изделия)	4300–5500
Пеностекло в гранулах	2000–3130
Пенополистирол	1540–2400
Минеральная вата	1050–1200
Минеральная плита	4300–5600
Базальтовая плита	4100–5450
Базальтовая вата	2100–2600
Керамзит насыпной М400	800–900
Керамзитобетон	2400–2800
Пенобетонные блоки	1700–2600

Таблица 3

Стоимость теплоизоляции с одинаковым термическим сопротивлением при утеплении кирпичных стен [21]

№ п/п	Утеплители	Толщина кирпичной кладки, мм	Толщина слоя утеплителя, мм	Площадь изолируемой поверхности с 1 м ³ , м ²	Стоимость изоляции 1 м ² конструкции, руб.
1	Пеностекло	510	155	6,45	667–853
2	Пенобетон		488	2,05	830–1269
3	Керамзитобетон		777	1,28	1875–2187,5
4	Пенополистирол		133	7,5	206–320
5	Минеральная плита		142	7,04	610–796

На цену может влиять метод подготовки исходного стекла: стеклобой или стеклогранулят, полученный в стекловаренной печи [10, 11, 5].

В качестве исходного сырья обычно используют стеклогранулят как продукт стекловарения, или стеклобой, но одного химического состава (любые добавки стеклобоя другого состава должны быть предварительно исследованы). В последние годы получают пеностекло на основе аморфных горных пород: диатомита, перлита, цеолита и др. На основе диатомита получается частично закри-

сталлизованный материал, который получил название «Пеноситал». В Ульяновской области организуется производство пеностекла на основе диатомита с участием РОСНАНО [24]. Также исследуются добавки в пеностекло шихту вторичных продуктов различных производств, например, металлургических шлаков, попутно добываемых горных пород и пр. [1, 4, 12, 14, 15, 25]. В нашем университете разработана технология получения пеностекла на основе шлаков и вторичных продуктов КМА [12, 13]. Характеристики пеностекла приведены в табл. 4–5.

Таблица 4

Физико-механические свойства пеностекла [8]

Свойства \ Вид пеностекла	Изоляционно-строительное	Изоляционно-монтажное	Специального назначения		Влагозащитное
			Бесщелочное	Высококремнезистое	
Плотность, кг/м ³	160–250	130–160	350–500	500–800	140–180
Теплопроводность, Вт/(м °С)	0,07–0,087	0,058–0,07	0,93–0,122	0,127–0,209	0,06–0,07
Прочность, МПа: при сжатии при изгибе	0,8–2,0 0,5–1,0	0,5–0,8 0,3–0,4	3–5 1,0–1,5	5–12 1,4–2,5	1,2–2,5 0,4–0,6
Водопоглощение, %	Данные отсутствуют		5	2	0,5–0,95
Максимальная температура эксплуатации, °С	до 600	до 600	до 600	до 800	до 600

Таблица 5

Сводная таблица свойств различных видов пеностекла [8]

Свойства \ Пеностекло	Влагозащитное	Строительное	Декоративное	Акустическое	Гранулированное
1. Объемная масса, кг/м ³	140–200	150–350	150–300	140–250	160–350 ¹ 80–200
2. Действительная пористость, %	92–94	86–94	88–94	90–94	86–94 ²
3. Коэф. теплопроводности, Вт/(м ² ·°С)	0,045–0,055	0,05–0,09	0,055–0,085	0,055–0,080	0,045–0,085 ¹ 0,025–0,05
4. Водопоглощение, % объема	не более 1	До 10	До 70	До 80	До 5

Примечания:

¹ над чертой – для отдельных гранул, под чертой – для объемно-насыпной массы;

² для гранул.

В настоящее время основным производителем пеностекла является ОАО «Гомельстекло», Республика Беларусь. В России организованы производства пеностекла в Московской области (ООО «Пеностек», Орехово-Зуево), в Перми (АО «Пеностал»), во Владимире («СТЭС-Владимир»), в Чебоксарах («Дизайн-М»), в Калужской области («ДиелНио»), а также в Омской области, г. Томске, Ульяновской области. На Украине в г. Запорожье (ООО «Завод строительных теплоизоляционных материалов»), в г. Шостка (Сумская обл.). За рубежомными странами-производителями пеностекла являются США, Германия, Китай, Чехия, Польша [15, 19]. Основным мировым производителем пеностекла является фирма Pittsburg Corning Europe, которая реализует продукцию 15 типов под торговой маркой «Foamglas». По имеющимся данным, на сегодняшний день стоимость 1 м³ пеностекла марки FOAMGLAS достигает 450 евро.

Пеностекло применяется для теплоизоляции в промышленном и гражданском строительстве (стены, кровля перекрытия), теплоизоляции трубопроводов и газопроводов, в огнеградительных конструкциях (температура до 600°С), для защиты зернохранилищ, продуктовых складов, хозяйственных и жилых помещений; позволяет организовывать сады на кровлях, строить на слабых грунтах, возводить надстройки верхних этажей, изготавливать понтонные и другие плавучие конструкции, сооружать кровли атомных станций.

Таким образом, использовать в строительстве надо только такие материалы, которые являются долговечными и эффективными, жить в окружении которых комфортно и безопасно. Из теплоизоляционных изделий это, в первую очередь, пеностекло. И выход его на российский рынок не остановить, потому что пеностекло – это экономия в затратах на теплоизоляцию, снижение затрат на монтажные работы,

увеличение полезного объема помещения, снижение нагрузок на фундамент и несущие конструкции, повышение безопасности жилья, а значит, и спроса на него. Потому что как материал пеностекло идеально подходит для климатических условий России.

Список литературы

1. Бобкова Н.М. Пеностекло на основе отходов промышленного производства / Н.М. Бобкова, С.Е. Баранцева, Е.Е. Трусова // Стекло мира. – 2011. – № 1. – С. 60–61.
2. Болотин В.Н. Виват, пеностекло! По материалам АО «Гомельстекло» / В.Н. Болотин // Стекло мира. – 2011. – № 1. – С. 28–30.
3. «ДелНиО»: Утеплитель из пеностекла НеоТим® // Стекло мира. – 2011. – № 2. – С. 74–75.
4. Дамдинова Д.Р. Повышение эффективности пеностекла путем использования эффузионных пород и стеклокерамики: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Улан-Удэ, 2007. – 36 с.
5. Кетов А. О причинах отсутствия конкурентов у пеностекла на рынке теплоизоляции, или почему можно использовать кизяк для теплоизоляции, но не хочется // Стекло мира. – 2011. – С. 63–70.
6. Кетов А. Теплоизоляция из пеностекла – воспоминания о будущем с думой о настоящем // Стекло мира. – 2011. – № 1. – С. 71–74.
7. Мальцев В.В. Пеностекло, как эффективный экологически безопасный утеплитель в деревянном домостроении // Стекло и современные технологии – XXI: доклад на международной конференции. – 26.10.2011.
8. Пеностекло. Теория и практика производства стеклообразных пеноматериалов: учеб. пособие / Р.Г. Мелконян, Б.И. Белецкий, Г.Р. Мелконян, П.Д. Саркисов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2011. – 186 с.
9. Пеностекло. Научные основы и технология / Н.И. Минько, О.В. Пучка, В.С. Бессмертный, Р.Г. Мелконян. – Воронеж: Изд-во: «Научная книга», 2008. – 167 с.
10. Перспективы развития технологии производства и применения пеностекла / Н.И. Минько, О.В. Пучка, А.А. Кузьменко, М.Н. Степанова // Стекло мира. – 2006. – № 4. – С. 91–92.
11. Минько Н.И. Получение неорганических декоративно-защитных покрытий на поверхности пеностекла [Электронный ресурс. CDROM] / Н.И. Минько, О.В. Пучка, М.Н. Степанова // Высокотемпературные материалы и технологии XXI века: Международная научно-практическая конференция. – М., 2008.
12. Минько Н.И. Пеноматериал на основе кристаллизующихся стекол / Н.И. Минько, Ю.Л. Белоусов, К.И. Ермоленко, В.А. Фирсов // Стекло и керамика. – 1986. – № 9. – С. 11–12.
13. Минько Н.И. Получение пеностекла на основе кристаллизующихся стекол / Н.И. Минько, Ю.Л. Белоусов, К.И. Ермоленко // Физикохимия строительных материалов. – М., 1983. – С. 13–21.

14. Нагибин Г.Е. Перспективы использования промышленных отходов в производстве пеностекла / Г.Е. Нагибин, В.И. Кирко, М.М. Колосова // *Стекло мира*. – 2011. – № 1. – С. 31.
15. Нестлер А. Виват, пеностекло! Пеностекло – перспективный материал будущего // *Стекло мира*. – 2011. – № 2. – С. 61.
16. ОАО «Гомельстекло»: блоки теплоизоляционные из пеностекла // *Стекло мира*. – 2011. – № 2. – С. 79–81.
17. Орлов Д.Л. Пеностекло теплоизоляционный материал XXI века // *Стекло мира*. – 2011. – № 2. – С. 78–79.
18. «Пеноситал»: производство пеностекла. Огромная гамма выбора. по материалам ЗАО «Пеноситал. www.penosital.ru // *Стекло мира*. – 2011. – № 2. – С. 67–73.
19. Пучка О.В. Использование высокоэффективных утеплителей на основе пеностекла для тепловой изоляции ограждающих конструкций, зданий и сооружений / О.В. Пучка, М.Н. Степанова, Р.А. Ремезов // *Стекло мира*. – 2011. – № 2. – С. 62–64.
20. Пучка О.В. Композиционный теплоизоляционный материал на основе пеностекла с защитно-декоративным покрытием на лицевой поверхности / О.В. Пучка, Н.И. Минько, М.Н. Степанова // *Стекло и керамика*. – 2009. – № 2. – С. 3–5.
21. Пучка О.В. Оценка качества и стоимости теплоизоляционных материалов для ограждающих конструкций зданий и сооружений / О.В. Пучка, Я.Г. Наумова, М.Н. Степанова // *Строительные материалы*. – 2008. – № 12. – С. 42–44.
22. Пучка О.В. Разработка неорганических декоративно-защитных покрытий для теплоизоляционного пеностекла / О.В. Пучка, Н.И. Минько, М.Н. Степанова // *Техника и технология силикатов*. – 2009. – № 2. – С. 9–10.
23. Puchka O.V. Foam-glass composite heat-insulating material with a protective coating on the front surface / O.V. Puchka // *Glass and Ceramics*. – 2009. – № 32. – P. 43–45.
24. Скачилова Е.В. В Ульяновской области будет построен завод пеностеклокерамики // *Стекло мира*. – 2011. – № 2. – С. 77.
25. Тарасова И.Д. Низкотемпературный синтез жидкого стекла и получение теплоизоляционных материалов на его основе: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Белгород, 2005. – 18 с.
26. Тютюнников Н.П. Получение пеностекла на основе отходов промышленного производства / Н.П. Тютюнников, И.В. Чалец, И.А. Туркан // *Стекло мира*. – 2011. – № 2. – С. 67–73.
27. FOAMGLAS. Пеностекло в строительстве. Pittsburg Corning Europe. S.A/N.V. [Электронный ресурс.] Режим доступа: info@foamglas.ru, www.foamglas.ru (дата обращения 25.11.2012).
28. Чернов С.А. Пеностекло – забытый материал будущего // *Стекло мира*. – 2011. – № 1. – С. 84.
10. Minko N.I. Prospects of development of the technologies of production and application of foamed glass / N.I. Minko, O.V. Puchka, A.A. Kuzmenko, M.S. Stepanova // *Glass world* 2006. no. 4. pp. 91–92.
11. Minko N.I. Obtaining of inorganic decorative and protective coatings on the surface of foam glass [Electronic resource. CDROM] / N.I. Minko, O.V. Puchka, M.S. Stepanova // international scientific-practical conference of High temperature materials and technologies of the XXI century. M., 2008.
12. Minko N.I. Foam on the basis of crystallizing glass/ NI. Minko, YU.L. Belousov, K. Ermolenko, V.A. Firsov // *Glass and ceramics*. 1986. no. 9. pp. 11–12.
13. Minko N.I. Receipt of foamed glass on the basis of crystallizing glass / NI. Minko, YU.L. Belousov, K. Ermolenko // *physical chemistry of building materials*. M., 1983. pp. 13–21.
14. Nagibin, G.E.. Prospects for the use of industrial wastes in the production of foamed glass / G.E.. Nagibin, V.I. Kirko, M.M. Kolosova // *Glass world*. 2011. no. 1. pp. 31.
15. Nestler And. Vivat, jewelry! Foamed glass is a promising material of the future. Nestler // *Glass world*. 2011. 32. pp. 61.
16. JSC «Gomelsteklo», units of heat-insulating foamed glass /glass/ *Glass world*. 2011. no. 2. pp. 79–81.
17. Orlov D.. Foamed glass heat-insulating material of the XXI century / D.L. Orlov // *Glass world*. 2011. no. 2. pp. 78–79.
18. «Penosital»: production of foamed glass. A huge gamma selection on the information of « Penosital. www.penosital.ru // *Glass world*. 2011. no. 2. pp. 67–73.
19. Puchka O.V. Using highly efficient thermal insulation materials on the basis of foamed glass for the thermal insulation of protecting constructions, buildings and structures / O.V. Puchka, M.S. Stepanov, R. Remezov // *Glass world*. 2011. no. 2. pp. 62–64.
20. Puchka O.V. Composite heat-insulating material on the basis of foamed glass with protective-decorative coating on the front surface / O.V. Puchka, N.I. Minko, M.S. Stepanova // *Glass and ceramics*. 2009. no. 2. pp. 3–5.
21. Puchka O.V. Evaluation of the quality and value of the heat-insulating materials for enclosing structures of buildings and constructions/ O.V. Puchka, YA.G. Naumova, M.S. Stepanova // *Building materials*. 2008. no. 12. pp. 42–44.
22. Puchka O.V. Development of inorganic decorative and protective coatings for heat-insulating foamed glass / O.V. Puchka, N.I. Minko, M.S. Stepanova // *the engineering and technology of silicates*. 2009. no. 32. pp. 9–10.
23. Puchka O.V. Foam-glass composite heat-insulating material with a protective coating on the front surface / O.V. Puchka // *Glass and Ceramics*. 2009. no. 32. pp. 43–45.
24. Scatilova E.V. In Ulyanovsk region will be constructed the plant foamglassceram/ E.V. Scatilova // *Glass world*. 2011. no. 2. pp. 77.
25. Tarasova I.D.. Low-temperature synthesis of liquid glass and receipt of heat-insulating materials on its basis: Avtoref. dis. candidate of technical Sciences: Belgorod 2005, pp. 18.
26. Tutunnikov N.A. Receipt of foamed glass on the basis of waste products of industrial production / NP. Tutunnikov, I.V. Chalec, I.A. Turcan // *Glass world*. 2011. no. 2. pp. 67–73.
27. FOAMGLAS. Foamed glass in construction. Pittsburg Corning Europe. S.A/N.V. [Electronic resource.] Mode of access: info@foamglas.ru, www.foamglas.ru (the date of the circulation 25.11.2012).
28. Chernov S.. Foamed glass – forgotten material of the future / S.. Chernov // *Glass world*. 2011. no. 1. pp. 84.

References

1. Bobkova N.. Foamed glass on the basis of waste products of industrial production/ NM. Bobkova, S.E. Baranceva, E.E.. Trusov // *Glass world* 2011. no. 1. pp. 60–61.
2. Bolotin V. Vivat, jewelry! On materials of the JSC «Gomelsteklo» / VN. Bolotin // *Glass world*. 2011. no. 1. pp. 28–30.
3. «DelNiO»: Insulation from foamed glass NeoТим Z // *Glass world*. 2011. no. 2. pp. 74–75.
4. Daminova D.R. Increase of Efficiency of foamed glass through the use of affuzion rocks and cullet: Avtoref. dis. doctor of technical Sciences: Ulan-Ude, 2007. pp. 36.
5. Ketov S. About the reasons of the lack of competitors of a foamed glass in the market of heat insulation, or why you can use dung for insulation, but do not want to / And. Kets // *Glass world*. 2011. pp. 63–70.
6. Ketov S. Heat insulation from foamed glass – memories of the future with the Duma about this. Kets // *Glass world*. 2011. no. 1. pp. 71–74.
7. Maltzev V.V. Foamed glass, as an effective environmentally friendly insulating material in a wooden DOMO-structure. Report of the international conference «Glass and modern technologies – XXI» 26.10.2011 g.
8. Melkonyan R.G.. Foamed glass. Theory and practice of production of glassy foam/ R.G.. Melkonian, B.I. Beletskiy, B. Melkonyan, P.D. Sarkisov//Educational aid Moscow to them. D.I. Mendeleev. 2011. 186 p.
9. Minko N.I. Foamed glass. Scientific basis and technology / NI. Minko, O.V. Puchka, V.S. Bessmertny, R.G. Melkonyan Voronezh: Izd-vo: «Scientific book», 2008. 167.

Рецензенты:

Бессмертный В.С., д.т.н., профессор кафедры непродовольственных товаров, Белгородский университет потребительской кооперации, г. Белгород;

Хархардин А.Н., д.т.н., профессор кафедры строительных материалов, изделий и конструкций, ФГБОУ ВПО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород.

Работа поступила в редакцию 07.05.2013.