

*Шелковникова Т.И., канд. техн. наук, доц.,
Баранов Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Пряженцева Е.А., магистрант
Воронежский государственный технический университет*

СТРАТЕГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ОЦЕНКА РЫНОЧНЫХ ПЕРСПЕКТИВ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЕНОСТЕКЛА

tschelk@mail.ru

В современном гражданском и промышленном строительстве применяют разнообразные строительные материалы, созданные на основе керамики, стекла, вяжущих материалов. Но наибольшее значение среди них, приобретают теплоизоляционные материалы, выполняющую роль по сбережению энергетических ресурсов и поддержание необходимого температурного режима внутри помещений. Из всех видов теплоизоляции, пеностекло является наиболее универсальным материалом, сочетающим высокие теплоизоляционные свойства, экологическую безопасность, негорючесть, биостойкость и, практически, неограниченный срок эксплуатации, благодаря преимущественно ячеистой структуре пористости. Разнообразие материалов и изделий из пеностекла (блоки, щебень гравий, гранулированное, микрогранулированное пеностекло) может обеспечить потребности практически всех областей строительства и промышленной теплоизоляции. Масштабным потребителем зернистых материалов из пеностекла может стать дорожное строительство. Относительно высокая стоимость материалов из пеностекла порой является сдерживающим фактором для его применения, однако, особенностью применения пеностекла является отсутствие эксплуатационных затрат благодаря высокой долговечности, что выгодно отличает его от других материалов. Расположение предприятий-производителей пеностекла неравномерно по территории России и не вполне отвечает потребностям рынка. Малочисленность предприятий в восточных и северных регионах должна быть устранена после выполнения маркетинговых и экономических обоснований целесообразности.

Ключевые слова: *теплоизоляция, пеностекло, рынок, щебень из пеностекла, силикатные и щелочные стекла, диапазон отпускных цен, физико-механические свойства, строительство, промышленная теплоизоляция, дорожное строительство, эксплуатационные затраты, топология, предприятия-производители.*

На современном этапе развития общества происходит постоянное повышение требований к комфортности проживания, возрастает спрос на экологическую недвижимость. Одним из эффективных инструментов улучшения среды обитания является развитие «зеленого строительства», целью которого является снижение уровня потребления энергетических и материальных ресурсов на протяжении всего жизненного цикла здания. В связи с этим, перед жилищным строительством ставится задача по расширению производства, номенклатуры и объемов теплоизоляционных материалов, предназначенных для изоляции объектов, эксплуатируемых в различных условиях. Ассортимент теплоизоляционных материалов весьма широк. Однако, для выбора рационального материала необходимо выполнять оценку физико-механических, эксплуатационных свойств и провести анализ единовременных и эксплуатационных затрат. Традиционно, основное внимание потребитель уделяет стоимости материала, забывая, порой, о необходимости периодической полной или частичной замены теплоизоляции в конструкциях. На долю эксплуатационных затрат при длительном сроке

службы зданий приходится весьма большие расходы. Согласно литературным данным, установлено, что минераловатные изделия имеют срок эксплуатации, составляет до 50 лет, пенополистирола – около 20 лет, материалы из пеностекла – более 100 лет [1].

Таким образом, пеностекло, как негорючий, биостойкий, водостойкий, долговечный, экологически безопасный материал, представляет огромный интерес для всех. Важным преимуществом пеностекла по сравнению с некоторыми природными и искусственными изоляционными материалами является его неорганический состав и низкое водопоглощение (2–20 %), а также устойчивость против гнили, микроорганизмов, действия высоких температур, щелочей, кислот [2].

Анализируя европейский опыт применения пеностекла в гражданском строительстве за последние десятилетия, можно выделить характерные типы зданий и сооружений где нашло применение пеностекло:

- высотные здания и небоскребы (головные отделения банков, корпораций и фирм).

- административные и общественные сооружения, имеющие оригинальные архитектурные решения со сложной конструкцией и криволинейными поверхностями (спортивные комплексы, кинотеатры, общественные центры, технопарки).

- здания с историческими формами и фасадами (дворцы, театры, университеты, храмы).

- сооружения с большой площадью кровли (гипермаркеты, терминалы аэропортов, сборочные конвейеры, стадионы и спортивные площадки).

- здания гостиниц и отелей.

Пеностекло, находит все более широкое применение при строительстве дорог, жилых, промышленных зданий, социальных объектов, некоторых станций столичного метрополитена, Северо-Западной хорды в Москве (дорога, тоннель), жилых домов в Калужской области [3].

Весьма значимыми объектами применения блочного пеностекла стали: Большой Кремлевский дворец, парк «Патриот» (г. Москва).

Пеностекольный щебень нашел широкое применение при формировании ландшафтного парка «Зарядье» (г. Москва). Пеностекольный щебень обладает целым рядом полезных свойств: легкий, прочный, устойчивый к агрессивным средам, морозостойкий и долговечный. Удалось решить проблему снижения нагрузки на бетонные перекрытия заглубленных помещений (паркинг, магазины, технические помещения) и сформировать над ними многометровый сложный ландшафт со взрослыми деревьями. При формировании парка было использовано около 16 тыс. куб. м пеностекольного щебня. Насыпная толщина слоя составила от 40 см до 5,2 м в зависимости от характера ландшафта [3].

Сырьевыми материалами в производстве пеностекла традиционно являются силикатные щелочные стекла. В последнее время ассортимент сырьевых материалов для производства пеностекла, значительно расширен (хотя и не новое сырье не нашло своего места в действующем ГОСТе): вулканическое водосодержащее

стекло (перлит), порода с содержанием кристаллических фаз и стекла (базальт), бытовые и промышленные отходы силикатных стекол, шлаки, жидкое стекло, цеолиты, опоки и др. [4, 5, 7, 10].

Широкому применению пеностекла способствуют его высокие физико-механические свойства. Главная особенность пеностекла состоит в том, что этот материал обладает неизменными высокими теплотехническими свойствами, которые не изменяются практически на протяжении всего срока его эксплуатации. Низкая теплопроводность пеностекла объясняется его ячеистой структурой. Большое количество замкнутых ячеек газовой среды разделены тонкими плёнками стекла. Пеностекло обладает уникальным для минеральных пористых материалов соотношением прочность – плотность и имеет среди них высокую прочность на сжатие. Стекланные ячейки пеностекла являются водо- и паронепроницаемыми, что делает невозможным накопление влаги в структуре материала. Пористая структура пеностекла обеспечивает отличные звукоизоляционные свойства.

Пеностекло – это неорганический теплоизоляционный материал на основе стекла и имеет один из высоких классов пожаробезопасности и огнестойкости среди всех классических строительных теплоизоляционных материалов. Температура применения пеностекла находится в пределах от -200 °С до +600 °С.

Высокая химическая и биологическая стойкость и отсутствие соединений, способных синтезировать или выделять вредные вещества, позволяют говорить о его высокой экологической и санитарной безопасности.

Материал имеет длительный срок эксплуатации, высокую стабильность размеров, прочен, не пропускает для влаги, морозостоек, сохраняет свои теплоизоляционные и прочностные характеристики на протяжении всего срока эксплуатации здания.

Основные физико-механические свойства отечественных материалов на основе пеностекла представлены в таблице 1. [2, 11].

Таблица 1

Физико-механические свойства отечественных материалов на основе пеностекла

Характеристика	Пеностекольный щебень	Блочное пеностекло	Гранулированное пеностекло
Средняя плотность, кг/м ³	–	80–200	–
Насыпная плотность, кг/м ³	100–170	–	110–400
Теплопроводность, Вт/(м °С)	0,07	0,08	0,05
Прочность на сжатие, МПа	От 0,4	1–3,5	0,4–1,5
Температура эксплуатации, °С	От -200 до +550	От -200 до +400	От -200 до +450
Водопоглощение, %	5,0	2,5	3,5–5,0
Уровень горючести, группа	НГ	НГ	НГ
Морозостойкость, количество циклов	100	100	100

Проведенный анализ показал, что российский рынок пеностекла находится в зачаточном состоянии. Несмотря на то, что пеностекло выпускается с 30-х гг. 20 века – это малознакомый продукт для российского рынка. Сказывается скованность молодых предприятий, не имеющих пока возможности широко рекламировать свою продукцию, а также предпринимать другие маркетинговые усилия для продвижения продукции, а также отсутствие нормативных документов на применение. Безусловно, рынок пеностекла, несмотря на все эти недостатки, в ближайшие годы будет активно расти.

Ассортимент материалов из пеностекла представлен в основном следующими разновидностями: блочное пеностекло (плиты, блоки); гранулированное пеностекло; пеностекольный щебень. На основании информации официальных сайтов предприятий-производителей изделий из пеностекла, построена структура численности функционирующих предприятий. Всего в России действуют 8 предприятий, строящихся предприятий – 3. Основное количество производителей пеностекольных материалов выпускают щебень и блочное пеностекло (рис. 1) [2, 3].

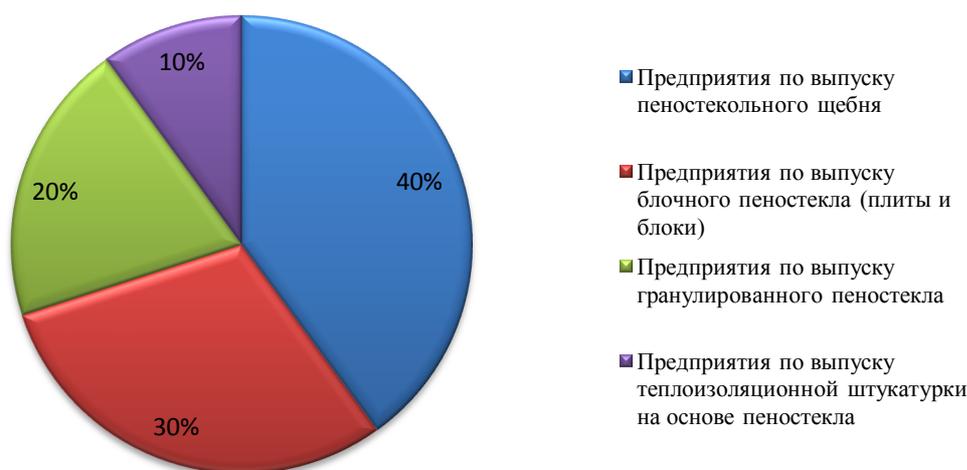


Рис. 1. Структура численности действующих предприятий по выпуску изделий из пеностекла в России

На основании анализа территориального размещения предприятий, производящих пеностекло в России составлена топология предприятий (см. рис. 2), красными флажками обозначены действующие предприятия, а синими – проектируемые, планируемые или предприятия, остановившие производство. Установлено, что большинство предприятий сосредоточено в европейской части России. Лидирующими производителями пеностекла являются: «ICM Glass», «СТЭС-Владимир», «Пеноситал».

Цена материалов из пеностекла не может быть отнесена к низкой ценовой категории (табл. 2). Но высокая химическая устойчивость, длительный (около 100 лет) срок эксплуатации пеностекла позволяют существенно сократить эксплуатационные затраты. Здания и конструкции изготовленные с применением пеностекольных материалов не требуют в своем жизненном цикле замены теплоизоляции, что существенно снижает расходы на закупку материалов и их демонтаж и монтаж.

Таблица 2

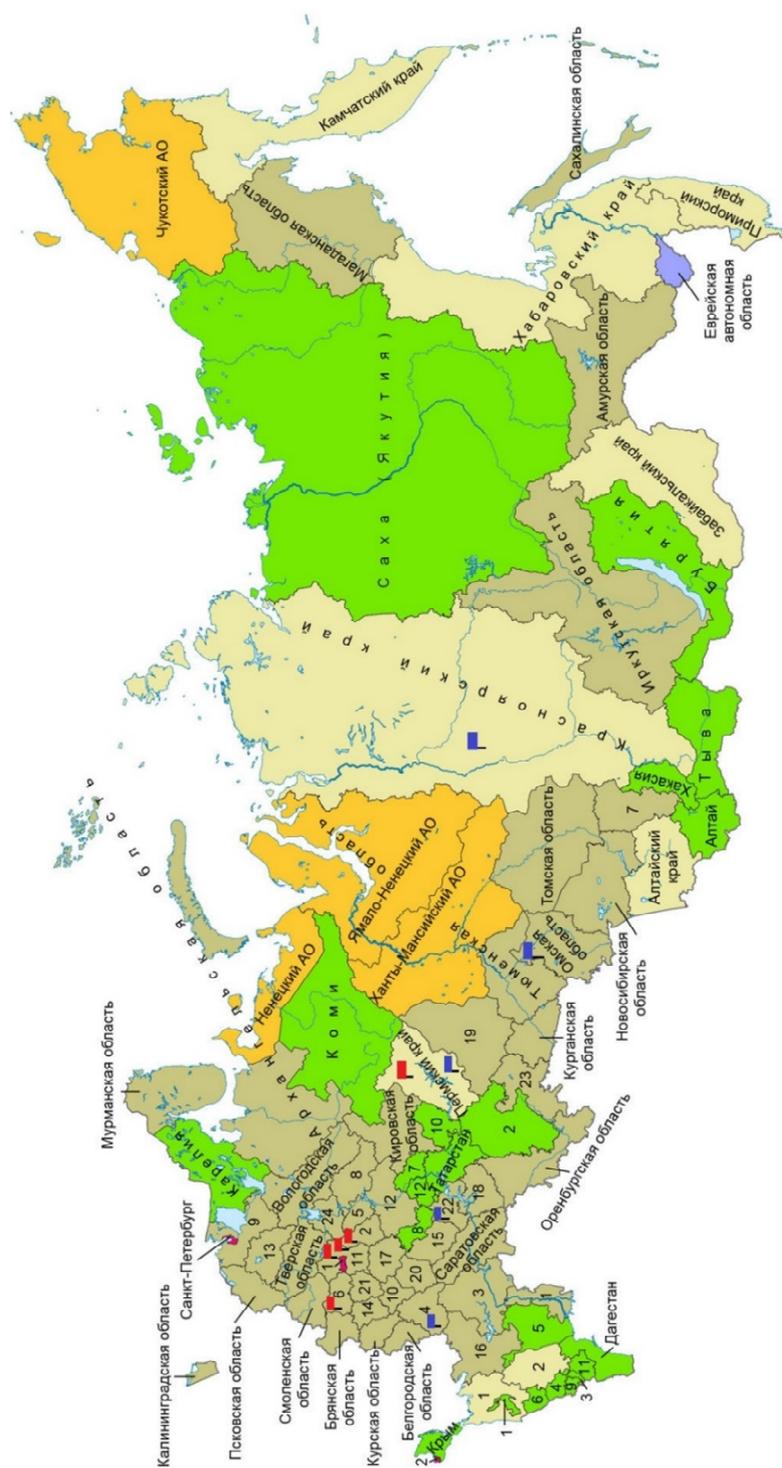
Диапазон отпускных цен на пеностекло

Вид изделий	Отпускная цена, руб/м ³
Пеностекольный щебень	3500–4500
Блочное пеностекло	9700–19500
Гранулированное пеностекло	6000–22500

Представленный диапазон цен рассматривался на основе игроков рынка действующих предприятий по производству пеностекла в России. Отпускная цена на материалы из пеностекла актуальна на начало 2018 года.

Таким образом, пеностекло, как эффективный теплоизоляционный материал, пока еще

не нашел широкого применения в строительной индустрии и основной причиной тому является достаточно высокая стоимость и отсутствие нормативных документов на применение, но несмотря на это в дальнейшем рынок пеностекла несомненно будет развиваться и расти.



Области	Республики	Автономные округа
1 - Астраханская	1 - Адыгея	1 - Москва
2 - Владимирская	2 - Башкортостан	2 - Севастополь
3 - Волгоградская	3 - Ингушетия	
4 - Воронежская	4 - Кабардино-Балкарская	
5 - Ивановская	5 - Калмыкия	
6 - Калужская	6 - Карачаево-Черкесская	
7 - Кемеровская	7 - Марий Эл	
8 - Костромская	8 - Мордовия	
9 - Ленинградская	9 - Северная Осетия - Алания	
10 - Липецкая	10 - Удмуртская	
11 - Московская	11 - Чеченская	
12 - Нижегородская	12 - Чувашская	
13 - Новгородская		
14 - Орловская		
15 - Пензенская		
16 - Ростовская		
17 - Рязанская		
18 - Самарская		
19 - Свердловская		
20 - Тамбовская		
21 - Тульская		
22 - Ульяновская		
23 - Челябинская		
24 - Ярославская		

Рис. 2. Топография действующих предприятий

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Min'ko N.I., Puchka O.V., Stepanova M.N., Vaysera S.S. Теплоизоляционное стекло. Пеностекло. 2-е изд., испр. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016, 262 с.
2. <http://www.eco-penosteklo.ru/> Пеностекло.
3. Пеностекло для "Зарядья". Стеклосоюз [Электронные данные]. URL: <http://steklosouz.ru/news/show&id=4710>
4. Казьмина О.В. Физико-химические закономерности получения пенокристаллических материалов на основе кремниземистого и

- алюмосиликатного сырья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: Томск, НИТПУ, 2010 г.
5. Вайсман Я.И., Кетов А.А., Кетов П.А. Получение вспененных материалов на основе синтезируемых силикатных стекол // Журнал прикладной химии. 2013. Т. 86. № 7. С. 1016–1021.
6. Российский рынок пеностекла. [Электронные данные]. URL: <http://www.samsdom.ru/proizvoditelu-penostekla/>

7. Шелковникова Т.И., Баранов Е.В., Петухова Н.С., Тищенко И.В. Основные физико-химические закономерности получения пористых материалов из техногенных стекол отводенных в различных условиях // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. 2012. №5. С. 50–56.

8. Лесовик В.С., Пучка О.В., Вайсера С.С., Елистраткин М.Ю. Новое поколение строительных композитов на основе пеностекла // Строи-

тельство и реконструкция. 2015. № 3 (59). С. 146–154.

9. Сапочева А.В., Горегляд С.Ю. Пеностекло для экологического строительства в России // Строительные материалы. 2015. № 1. С. 30–31.

10. Дёмин А.М. Расчет свойств сырца пено-стекла в интервале температур термообработки // Физика и химия стекла. 2013. Т. 39. № 4. С. 660–666.

11. ГОСТ 33949-2016 «Изделия из пено-стекла теплоизоляционные для зданий и сооружений» Технические условия.

Информация об авторах

Шелковникова Татьяна Иннокентьевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов изделий и конструкций.

E-mail: tschelk@mail.ru

Воронежский государственный технический университет.
Адрес: Россия, 394060, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.

Баранов Евгений Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных материалов изделий и конструкций.

E-mail: baranov.evg@mail.ru

Воронежский государственный технический университет.
Адрес: Россия, 394060, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.

Пряженцева Екатерина Александровна, магистрант.

E-mail: Priajentsewa.kat@mail.ru

Воронежский государственный технический университет.
Адрес: Россия, 394060, Воронеж, ул. 20 лет Октября, д. 84.

Поступила в марте 2018 г.

© Шелковникова Т.И., Баранов Е.В., Пряженцева Е.А., 2018

T.I. Shelkovnikova, E.V. Baranov, E.A. Pryzhentseva

THE STRATEGIC ANALYSIS AND MARKET PROSPECTS EVALUATION FOR MATERIALS AND PRODUCTS WHICH ARE MADE OF FOAM GLASS

In a modern civilization and industrial construction a variety of building materials is used, which is created on the basis of ceramics, glass and binders. But the most important ones among them are thermal insulation materials, which play a role in saving energy resources and maintaining the necessary temperature inside the buildings. Among all types of insulation, foam glass is the most versatile material that combines high insulating properties, environmental safety, incombustibility and almost an unlimited lifetime due to the predominantly cellular structure of porosity. The variety of materials and products from foam glass (blocks, crushed gravel, granulated, micro-granular foam glass) can meet the needs of almost all areas of construction and industrial thermal insulation. Road construction can be a large-scale consumer of granular materials from foam glass. The relatively high cost of the foamed glass materials is sometimes deterrent to its use. However, the feature of the foam glass using is the lack of operating costs due to its high durability, which distinguished it from other materials. The location of enterprises producing foam glass is uneven across the territory of Russia and does not fully meet the needs of the market. The small number of enterprises in the eastern and northern regions should be eliminated after carrying out marketing and economic feasibility studies.

Keywords: thermal insulation, foam glass, market, crushed stone made of foam glass, silicate and alkali glasses, range of selling prices, physical and mechanical properties, building, industrial thermal insulation, operating costs, topology, manufacturing companies.

REFERENCES

1. Min'ko N.I., Puchka O.V., Stepanova M.N., Vaysera S.S. Heat insulating glass. Foam glass. 2 nd

ed., Rev. Belgorod: BSTU Publishing House, 2016, 262 p.

2. Specifications 5914-001-73893595-2005. Products and materials from foam glass.

3. Foam glass for "Charge". Steklooz [Electronic data]. URL: <http://stekloouz.ru/news/show&id=4710>

4. Kazmina O.V. Physicochemical regularities in the production of penocrystalline materials on the basis of siliceous and aluminosilicate raw materials. The dissertation author's abstract on the competition of a scientific degree of Doctor of Technical Sciences: Tomsk, NITPU.

5. Vaisman Ya.I., Ketov A.A., Ketov P.A. Preparation of foamed materials on the basis of synthesized silicate glasses. Journal of Applied Chemistry, 2013, vol. 86, no. 7, pp. 1016–1021.

6. Russian market of foam glass. [Electronic data]. URL: <http://www.samsdom.ru/proizvoditel-penostekla/>

7. Shelkovnikova T.I., Baranov E.V., Petuhova N.S., Tishchenko N.V. Basic physical and chemical patterns of obtaining porous materials from man-

made glasses discharged under various conditions. Scientific herald of Voronezh State Architectural and Construction University. Series: Physicochemical problems and high technologies of building materials science, 2012, no. 5, pp. 50–56.

8. Lesovik V.S., Puchka O.V., Vaysera S.S. Elistratkin M.Yu. New Generation of Building Composites Based on Foam Glass. Construction and Reconstruction, 2015, no. 3 (59), pp. 146–154.

9. Sapocheva A.V., Goreglyad S.Yu. Foamglass for environmental construction in Russia. Stroitel'nye materialy, 2015, no. 1, pp. 30–31.

10. Demin A.M. Calculation of the properties of raw glass in the temperature range of heat treatment. Physics and Chemistry of Glass, 2013, vol. 39, no. 4, 660–666.

11. GOST 33949-2016 "Products from foam glass heat-insulating for buildings and structures" Technical conditions

Information about the authors

Tatyana I. Shelkovnikova, PhD, Assistant professor.
E-mail: tschelk@mail.ru
Voronezh State Technical University.
Russia, 394060, Voronezh, 20 years of October st., 84.

Evgeny V. Baranov, PhD, Assistant professor.
E-mail: baranov.evg@mail.ru
Voronezh State Technical University.
Russia, 394060, Voronezh, 20 years of October st., 84.

Ekaterina A. Pryazhentseva, Masterstudent
E-mail: Priajentsewa.kat@mail.ru
Voronezh State Technical University
Russia, 394060, Voronezh, 20 years of October st., 84.

Received in March 2018