

13. Есмагамбетов, Т.У. Информационно-аналитическая поддержка принятия решений по формированию оптимальных маршрутов перемещения спасательных подразделений и эвакуируемого населения в условиях чрезвычайных ситуаций [Текст] / Есмагамбетов Т.У. // Успехи современной науки и образования 2016. Т. 5. № 12. С. 40-42

© Т. У. Есмагамбетов, О. М. Шиккульская

Ссылка для цитирования:

Есмагамбетов Т. У., Шиккульская О. М. Моделирование системы управления процессами экстренного реагирования при ЧС и пожарах // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 4 (38). С. 123–129.

УДК 691.7: 69.003.12

DOI 10.52684/2312-3702-2021-38-4-129-133

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕНОСТЕКЛА КАК АЛЬТЕРНАТИВЫ СУЩЕСТВУЮЩИМ МАТЕРИАЛАМ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ В РОССИИ

В. К. Лихобабин¹, Н. М. Акмамбетова¹, М. А. Беззубикова¹, А. В. Рукавишникова¹, М. Л. Саксон²

¹Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия;

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы

при президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия

Приведена историческая справка о создании пеностекла. Выполнен анализ экономической эффективности использования пеностекла как современного альтернативного теплоизоляционного материала в условиях Российской Федерации. Разобраны преимущества и недостатки изоляционного материала, проблемы при его создании и использовании. Приведены виды выпуска материала и способы его монтажа на различные поверхности. Описаны стартовые инвестиции, необходимые для создания бизнеса по производству пеностекла. Выполнено сравнение рынков пеностекла России и США, описаны крупнейшие в мире разработки пеностекла. Приведены сведения об организации производства плоского проката из нержавеющей стали в промузле в г. Волжский Волгоградской области. Добавлено предложение по переоборудованию завода под производство пеностекла в Астраханской области. Сопоставлены качественные и стоимостные характеристики.

Ключевые слова: пеностекло, теплоизоляционный материал, альтернатива, высокоэффективный, экологически чистый, обратимый процесс воспроизводства, нержавеющая сталь.

ANALYSIS OF ECONOMIC EFFICIENCY OF FOAM GLASS USE AS ALTERNATIVES TO EXISTING HEAT INSULATION MATERIALS IN RUSSIA

V. K. Likhobabin¹, N. M. Akmambetova¹, M. A. Bezzubikova¹, A. V. Rukavishnikova¹, M. L. Saxon²

¹Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia;

²Russian Academy of National Economy and Public Administration

under the President of the Russian Federation, Moscow, Russia

The historical information about the development of foam glass is given. There have been analyzed the economic efficiency of using foam glass as a modern alternative thermal insulating material in the Russian Federation. The advantages and disadvantages of the insulating material, problems in its production and use are discussed. There are given types of the material and the ways of its installation on various surfaces. The description of the startup investments, which are necessary to start the business of foam glass production. A comparison of the Russian and U.S. foam glass markets is made. Description of the largest domestic development of foam glass in the world. Information on the organization of the flat-rolled stainless-steel production in Volzhskiy promuzhle in Volgograd region is given. A proposal to reequip the plant for the foamglass production in the Astrakhan region is presented. Qualitative and cost characteristics are compared.

Keywords: foam glass, heat insulation material, alternative, high-efficiency, environmentally friendly, reversible reproduction process, stainless steel.

Целью данной работы является исследование экономической эффективности использования пеностекла как альтернативы существующим материалам теплоизоляции.

Материалы и методы исследования: сравнение, анализ и синтез, а также математико-статистические методы – графики.

Введение

Концепция экономики замкнутого цикла и общее движение общества к переработке и повторному использованию материалов показывают важность решения проблем вторичной переработки стекла. Перерабатываются бутылки, банки и прочие тары, а также стекло. Пеностекло – высокоэффективный и технологичный, теплоизоляционный материал, состоящий из герметичных не сообщающихся между собой пузырьков стекла. Его использование сокращает

цену всего объекта в целом, способствует удешевлению его эксплуатации в дальнейшем за счет долговечности самого материала [1].

Изобрел пеностекло советский физико-химик, специалист в области технологии изготовления стекол Исаак Ильич Китайгородский. В 40-х годах в США его изобретение было усовершенствовано и поставлено на производство в качестве плавающего материала. Выяснилось, что пеностекло обладает еще звуко- и теплоизоляционными свойствами. Благодаря этим качествам и податливости в обработке, данный материал начал широко использоваться в строительстве.

Первое здание, для утепления которого использовалось пеностекло, было построено в 1946 году в Канаде и имело ошеломительный успех. Это обеспечило новомодному материалу высокий

спрос на строительном рынке. Но на родине изобретателя пеностекло не вошло в массовое производство из-за недостаточного изучения технологического производства и высокой себестоимости. Пик производства пришелся на 70-е гг. XX века, его изготавливали четыре завода, которые вскоре были закрыты [2].

Данный материал не имеет реальных конкурентов в области теплоизоляции. Редкость его применения же обоснована малой известностью среди широкого круга проектировщиков и строителей. Необходимо повышение узнаваемости уникального по своим свойствам материала, ведь проверка временем показала, что у многих утеплителей наблюдаются недостатки, связанные с недолговечностью, пожарной и экологической опасностью, потерей теплоизоляционных свойств [3].

Изготавливают пеностекло в различных конфигурациях. Стандарт отчетливо нормирует комплекции выпуска, однако любой производитель способен создать собственную конфигурацию. В случае если заявлять о базисных конфигурациях, то создают пеностекло в простых гранулах и блоках. Промышленные свойства пеностекла в варианте гранул неповторимы. Весьма простой и легкий материал, и в целом никак не подвергается ржавчине. Он устойчив к грибковым поражениям и плесневелости, в нем не образуются разрушения. Пеностекло в гранулах имеет очень большой срок в эксплуатации. Трудно отыскать наиболее стабильный к внешним влияниям используемый материал. Главный минус пеностекла - его плотность, как в форме блоков, так и в форме гранул [4].

Чаще всего пеностеклом в гранулах используют при отделке каркаса жилья. Гранулы смешивают с клеем, замешивая как наполнитель. В результате получается клей, имеющий теплоизоляционные качества. Такой клей повышает теплоизоляционные свойства конструкции. Пеностекло в блоках представляет собой жесткие, но относительно легкие элементы, которые во многом напоминают минераловатные образцы и пенополистирольные плиты. Пеностекло по своей текстуре представлено закрытыми пористыми ячейками, вследствие чего располагают следующими преимуществами:

- химическая безопасность (не выделяет в воздух помещений никаких вредоносных веществ и обладает высокой химической устойчивостью);
- физическая безопасность (пеностекло не накапливает зарядов статического электричества, не проводит шума и инфразвук, не экранирует магнитное поле Земли, не является источником незначительных волокон и пыли);
- пожарная безопасность (неорганический материал);
- механическая безопасность (не разрушается в ходе эксплуатации от влияния влажности, холода, вибраций, а также других климатических условий);

- отличные изоляционные свойства (рис. 1) [11];

- классифицируется как огнестойкий строительный материал класса А1;
- водонепроницаемое;
- высокая прочность на сжатие даже при длительных тяжелых нагрузках;
- устойчиво к вредителям, паразитам, не способствует увеличению грибковых колоний и формированию патогенных микроорганизмов;
- легкое и удобное в работе.

У любого строительного материала есть и свои отрицательные моменты, и пеностекло не стало исключением:

- высокая цена;
- отсутствие паропроницаемости;
- разрушение под влиянием щелочей и плавиковой кислоты;
- сырьё имеет большой вес;
- низкая ударная прочность.

Несмотря на все вышеперечисленные минусы, стоит отметить, что большинство применяемых в настоящее время теплоизоляционных материалов как на органической, так и на неорганической основе уступают пеностеклу во многих аспектах [5].

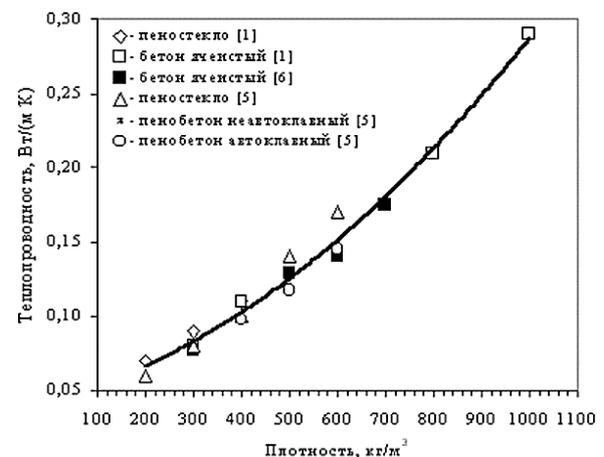


Рис. 1. График зависимости теплопроводности материала от его плотности

Производство такого эффективного теплоизоляционного материала как пеностекло в России требует разработки новых технологий, а также расширения ассортимента вида выпускаемой продукции. На данный момент можно наблюдать как остро эта нехватка эффективных и экологически чистых теплоизоляционных материалов отражается на экономии тепловой энергии. Потеря тепла в жилых помещениях через стены составляет - до 45 % тепла, через двери и оконные проемы до -33 %, а через чердаки и полы - 22 % тепловой энергии.

Таким образом, основные недостатки данного материала не в эксплуатационных характеристиках, а в технологии производства и нормативных актах, регулирующих строительство и эксплуатацию зданий. Вторая проблема выражается в объ-

активном стремлении потребителей снизить эксплуатационные расходы, связанные с отоплением и, как следствие, в повышении теплоизоляционных характеристик зданий и в увеличении спроса на теплоизоляционные материалы. Производство пеностекла всегда было более сложной технологией, чем любого другого теплоизоляционного материала [6].

Установка блоков изготовленного из пеностекла не вызывает трудностей. Они крепятся на клей или укладываются на подготовленный каркас. Для крепежа на деревянных поверхностях используют специализированные дюбеля. В связи с тем, что дерево подвергается температурному расширению, плиты должны закрепляться механическим методом. Это обеспечит пеностекольным блокам «двигаться» вслед за деревом. Перед монтировкой плит на отвесные плоскости на уровне цоколя устанавливается горизонтальная планка под уровень. Если возникает необходимость, то между основанием и рейкой подбиваются клинья, пустоты заполняются пеной [7].

Принцип установки блоков пеностекла на стены и наклонные крыши – снизу вверх, а на горизонтальных поверхностях начинают с дальнего угла, в направлении «на себя». Укладка пеностекольных блоков осуществляется основательно друг другу со смещением одного ряда относительно другого, перевязкой швов.

Плиты из вспененной стекломассы вокруг оконных и дверных проемов, труб дымоходов, а также других подобных конструкций устанавливаются целостными фигурами. Соединение конструкций пеностекла на угловых линиях не допустимо. Способ крепления данного материала, позволяющий осуществить легко монтируемое и надежное утепление различных объектов строительства. Правильное размещение абсолютно всех слоев значительно увеличивает эффективность теплоизоляции. Уникальные физико-технические характеристики дают возможность сократить толщину «пирога», а также воздержаться от применения дополнительных слоев защиты от ветра и влаги [8].

Стены построенные из пено- или газобетонных блоков, пеностекольные маты закрепляются с помощью клеевой смеси. Плиты покрываются сеткой внахлест (не меньше 100 мм), перед тем как нанести отделочный материал. Она крепится тарельчатыми дюбелями с прижимными шайбами. Толщина штукатурки может составлять не более 30 мм.

Стены под облицовочный кирпич сначала оклеиваются пеностекольными плитами. Эластичные связи выводятся после укладки утеплителя, но никак не до его монтажа. Затем производится кирпичная кладка, также можно применить гранулированный материал. Такой материал засыпают между основной и облицовочной стеной. Дистанция между кладками должна быть не меньше 250 мм.

Стеновые поверхности под профилированный лист сначала оклеиваются пеностекольными матами. Поверх крепят обрешетку из деревянных реек или металлического профиля.

Работы с внутренними стенами практически ничем не отличаются от внешнего монтажа этого утеплителя. На поверхность крепится утеплитель, который покрывается слоем штукатурки. Также можно установить профиль под гипсокартонные листы.

При устройстве кровли под рулонные материалы, железобетонная плита сначала укладывается битумно-полимерным праймером для обеспечения высокого уровня влагозащитных свойств. Следом на пеностекольные блоки наносят горячую мастику на битумной основе или клеевой смеси, а затем крепят на поверхность. Полотно, которое готов к использованию заливается горячим битумом. С помощью горелки наплавляется гидроизоляционный слой, а затем рулонный материал.

Пеностекольные блоки для кровли с небольшим уклоном приклеиваются на перекрытие из армированного бетона. Используются специальные клеевые составы и битумные мастики. Затем поверхность пеностекла покрывают горячей битумно-полимерной массой. Для улучшения влагозащитных свойств слоя используют рулонные материалы, после застывания которых, производят обрешетку, соответствующую материалу кровли.

Для деревянной кровли на стропилах монтируется сплошной настил. Сверху располагают слой гидроизоляционных материалов на битумной основе, который крепится механическим способом. Следом устанавливается пеностекло, поверх него – водоизолирующий материал.

В утеплении полов используют пеностекольные плиты, которые плотно выкладываются на бетонное основание или на утрамбованный слой песка или цемента. От предполагаемых нагрузок определяется толщина плиты. Затем в два слоя покрывают полиэтилен, поверх которого заливается песчано-цементная смесь. На эту сформированную основу далее укладывают различные отделочные материалы: линолеум, паркет, керамическую плитку и т. д. [9].

В Астраханском промузле есть достаточно много мощностей, занятых на 10–15 % – это ЖБК 124 и КПД 2, которые можно будет переориентировать, то есть изменить технологическое оборудование для производства пеностекла, так как из него можно изготавливать различные ограждающие конструкции.

Пеностекло изготавливается из недорогого сырья, так как данный процесс дорогостоящий. Высокая стоимость оборудования и сложных технологий влияет на конечную цену продукта. Примерно так складываются стартовые инвестиции в бизнес:

- открытие предприятия, получение лицензии и разрешения от соответствующих органов – от 50 тыс. руб.;

- аренда помещения, его подготовка – от 150 тыс. руб.;
- приобретение оборудования, проведение пуско-наладочных работ – от 2,5 млн руб.;
- заготовка сырья – от 400 тыс. руб.

Примерная сумма – 3,1 млн руб. Транспортные расходы сюда не включены. При расширении ассортимента потребуются дополнительные вложения. Цена на пеностекло зависит от качества и формы изготовления. В среднем разница между стоимостью гранулированного теплоизолятора и его оптовой ценой составляет 2–3 тыс. рублей за кубический метр. При стабильной производственной загрузке в течение года проект полностью окупится. Главное условие – определиться с продавцами, привлекая оптовых покупателей. Экономическая рентабельность бизнеса по производству пеностекла полностью оправдана тем, что этот материал конкурентоспособен благодаря уникальным теплоизоляционным свойствам и пользуется большим спросом.

Для сравнения, типичная стоимость Foamglas T4 + (наиболее распространенного продукта для теплоизоляции зданий) в США составляет около \$ 1,00 за дощатый фут, что примерно в два с половиной раза выше стоимости экструдированного полистирола (XPS), который в среднем составляет около \$ 0,40 за дощатый фут.

За счет замены других слоев в строительной системе, можно сократить расходы, в силу большей прочности и экологических характеристик. Пеностекло производится на двух заводах в США и может быть доставлено в различные страны. Большая часть продукции распространяется через несколько десятков дилеров, которые продают в основном промышленную продукцию. Наиболее близкий к общим транспортным доступом завод по производству пеностекла находится в Гомеле (Беларусь).

В России до недавнего времени реального производства пеностекла не было (рис. 2) [12]. В нынешней ситуации выгодно производить пеностекло производительностью не менее 30–40 тыс. м³ в год.

Стоит отметить успешное отечественное производство пеностекла компанией ICM Glass. Она производит изоляционный материал из вспененного стекла под брендом «Пеностекло»

в индустриальном парке «Ворсино». Эта разработка – одна из крупных в мире, ее мощность составляет 300 тыс. м³ утеплителя в год. На данный момент аналогов в этом производстве нет, так как здесь одновременно устанавливаются четыре газовые плиты, что вместе с современным оборудованием из Германии дает возможность изготавливать продукцию по невысокой цене и тем самым приводит к значительной экономии на этапе строительства и в последующей эксплуатации. Благодаря этому компании удастся добиваться положительных результатов и удваивать объем производства ежегодно в течение трех лет [10].

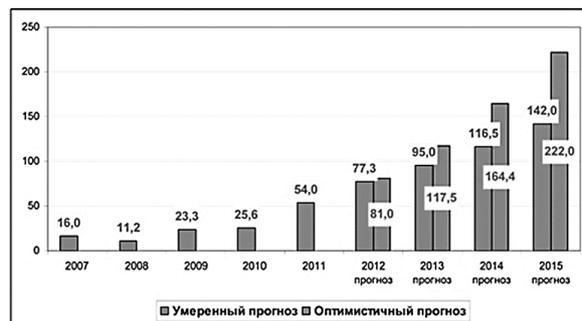


Рис. 2. График прогноза динамики российского рынка пеностекла

На рынке существует более дешевый аналог. Изготовлен он из жидкого стекла, но готовое изделие не имеет достаточно прочностных и влагонепроницаемых характеристик.

Выводы

Таким образом, исследование экономической эффективности использования пеностекла как альтернативы существующим материалам теплоизоляции, показало, что достойных аналогов пеностеклу, для строительства доступного, безопасного и надежного жилья в настоящее время на рынке нет. Этот материал в будущем будет востребован в строительстве в полной мере, так как его свойства наилучшим образом подходят под разные климатические условия. Он удобен в работе, является экологически чистым материалом, обладает высокой прочностью и устойчивостью к внешним факторам среды. И на сегодняшний день вопрос лишь в том, какой утеплитель из пеностекла будет использован в России, импортный или отечественный.

Список литературы

1. Минько Н.И., Пучка О.В., Евтушенко Е.И., Нарцев В.М., Сергеев С.В. Пеностекло – современный эффективный неорганический теплоизоляционный материал // *Фундаментальные исследования*. – 2013. – № 6-4. – С. 849-854;
2. Данные о строительстве завода в Волжском <https://volpromex.ru/proizvodstvo/metalurgija/tmk-sozdast-v-volzskom-proizvodstvo-nerzhaveshhego-proekta-stoimostju-100-mlrd-rublej.html>
3. «Строительные материалы» Научно-технический и производственный журнал, июль 2007. Тенденции развития технологии пеностекла.
4. Демидович Б.К. Пеностекло. Минск, "Наука и техника", 1975
5. Анахин Н.Ю., Грошев Н.Г., Онопричук Д.А. Исследование современных строительных материалов. Территория науки. 2016. №6. С.120125.
6. Григорян А.А., Мелконян Г.С., Саркисян А.А. Способ получения пеностекла. А. с. СССР №1571015. Оpubл. 15.06.90. Б.И. № 22.
7. Недостатки пеностекла. Теплоизоляционные материалы. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <https://www.tproekt.com/nedostatki-penostekla-teploizolacionnye-materialy>
8. Утепление пеностеклом: пошаговая инструкция. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <http://strport.ru/izolyatsionnye-materialy/utepliteli/uteplenie-penosteklom-poshagovaya-instruktsiya>

9. Пеностекло: что это такое и где применяется. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <https://housechief.ru/penosteklo-v-stroitelstve-primenenie.html>
10. Преимущества и недостатки блоков из пеностекла. [Электронный ресурс]. – Условия доступа: <https://uteplimvse.ru/vidy/penosteklo.html>
11. Пеностекло https://m.vuzlit.ru/740912/penosteklo_nezasluzhenno_zabytyy_material_budushego
12. Российский рынок пеностекла <https://vsedlyastroiki.ru/ru/stroitelnyiy-ryinok-obzoryi-issledovaniya/rossiyskiy-ryinok-penostekla/>

© В. К. Лихобабин, А. А. Бикмамбетова, К. В. Загоруйко, А. В. Рукавишникова, М. Л. Саксон

Ссылка для цитирования:

В. К. Лихобабин, А. А. Бикмамбетова, К. В. Загоруйко, А. В. Рукавишникова, М. Л. Саксон Анализ экономической эффективности использования пеностекла как альтернативы существующим материалам теплоизоляции в России // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. № 3 (37). С. 129–133.

УДК 691.7: 69.003.12

DOI 10.52684/2312-3702-2021-38-4-133-137

СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ В АРМИРОВАНИИ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

В. К. Лихобабин¹, А. В. Рукавишникова¹, М. Л. Саксон², Е. А. Суханова³

¹Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия;

²Российская академия народного хозяйства и государственной службы при президенте Российской Федерации, г. Москва, Россия;

³ПАО «Астраханская энергосбытовая компания», г. Астрахань, Россия

В работе представлен анализ экономической эффективности использования композитов как современного альтернативного способа армирования бетона в условиях Российской Федерации. Детально представлены виды композитов, их качественные характеристики, история происхождения, мировая практика производства. Освещены уникальные показатели, преимущества и недостатки применения композитной арматуры. Отмечена роль композитов в борьбе за сохранность конструкций, подверженных деструктивной коррозии. Затронуты вопросы комплексного использования стальной и композитной арматуры в статически неопределимых системах. Используя цены Российских производителей строительных материалов, проведен ценовой анализ стальной и композитной арматуры. Обоснована экономическая и экологическая целесообразность применения композитов в строительной отрасли.

Ключевые слова: армирование бетона, композитная арматура, стеклопластик, углеволокно, проектирование конструкций из бетона, замена металлической арматуры на композитную в бетонных изделиях.

MODERN MATERIALS IN REINFORCEMENT OF CONCRETE STRUCTURES AND THEIR EFFICIENCY

V. K. Likhobabin¹, A. V. Rukavishnikova¹, M. L. Saxon², E. A. Sukhanova³

¹Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia;

²Russian Academy of National Economy and Public Administration under the President of the Russian Federation, Moscow, Russia;

³PJSC "Astrakhan Energy Sales Company", Astrakhan, Russia

The paper presents an analysis of the economic efficiency of using composites as a modern alternative method of concrete reinforcement in the conditions of the Russian Federation. The types of composites, their quality characteristics, history of origin, world production practice are presented in detail. The unique indicators, advantages and disadvantages of using composite reinforcement are highlighted. The role of composites in the struggle for the safety of structures subject to destructive corrosion is noted. The issues of complex use of steel and composite reinforcement in statically indeterminate systems are touched upon. Using the prices of Russian manufacturers of building materials, a price analysis of steel and composite reinforcement was carried out. The economic and environmental feasibility of using composites in the construction industry has been substantiated.

Keywords: concrete reinforcement, composite reinforcement, fiberglass, carbon fiber, design of concrete structures, replacement of metal reinforcement with composite reinforcement in concrete products.

Введение

В последние десятилетия мировой строительный комплекс активно реагирует на революционные достижения химической отрасли, используя на практике инновационные материалы с высокими прочностными параметрами.

Спрос на использование подобных инновационных продуктов продиктован динамичным строительством многофункциональных зданий внушительных размеров, где необходимо соблюсти баланс прочностных и стоимостных характеристик используемых материалов.

В свою современное бетоноведение отдает лидирующее место композитным материалам в борьбе с деструкцией металлов коррозионной природы. Исследования инженеров-коррозионистов три четверти железобетонных конструкций испытывают влияние агрессивных сред. Среди таких конструкций дорожные и мостовые системы, подземные коммуникации коммунального и бытового назначения.

Экономически развитые страны уже длительное время анализируют ущерб от коррозии и траты на финансирование мер, препятствующих