

УДК 691.175;504.062.2

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Поздеева К. Э.

СПбГАСУ, Санкт-Петербург, Россия

E-mail: kepalterego@gmail.com

Одна из главных экологических проблем сегодня – утилизация бытовых, коммунальных и производственных отходов. Более 89% отходов в России сжигаются или складываются на мусорных полигонах, наблюдается дефицит перерабатывающих компаний, пунктов раздельного сбора, экологического просвещения. Использование вторичного сырья в производстве новых изделий и материалов экономически эффективно для предприятий (за счет экономии природных ресурсов), себестоимость продукции снижается в силу доступности исходного сырья.

В данной статье рассмотрены способы использования переработанных отходов в строительстве; приведен обзор и сравнение по техническим характеристикам строительных материалов из вторсырья, производимых отечественными компаниями: полимерпесчаная черепица, полимерпесчаная тротуарная плитка, утеплители – эковата и гранулированное пеностекло. В работе изложены основные достоинства экологических материалов в сравнении с "классическими".

Ключевые слова: строительные материалы, переработка, экология, защита окружающей среды, строительство, зеленое строительство

RECYCLED BUILDING MATERIALS

Pozdeeva K. E.

SPSUACE, Saint-Petersburg, Russia

E-mail: kepalterego@gmail.com

One of the most important environmental problems today is the disposal of waste products. More than 89% of the refuse in Russia are burned or dumped in landfills. There is a shortage of recycling companies, separate collection points, environmental education. The use of secondary raw materials in the production of new products and materials is cost-effective for enterprises (due to saving natural resources), the cost of production is reduced due to the availability of raw materials.

This article describes how to use recycled waste in construction, provides an overview and comparison of recycled building materials produced by Russian companies: polymer-sand tiles, polymer-sand paving slabs, insulation - ecowool and granulated foam glass. The paper outlines the main advantages of environmentally friendly materials in comparison with the "classical" ones.

Keywords: building materials, recycling, ecology, environmental protection, construction, sustainable building

На сегодняшний день одна из главных экологических проблем, несущих угрозу окружающей среде и здоровью населения, – это твердые коммунальные отходы (ТКО), твердые бытовые отходы (ТБО), отходы производства. В среднем на одного россиянина приходится 400–500 кг мусора в год. При этом на 2022 год около 11% отходов в стране перерабатываются¹, оставшаяся часть подвергается сжиганию или захоронению. Складирование мусора приводит к загрязнению атмосферы, почвы, грунтовых вод. При мусоросжигании в воздух выбрасываются диоксины и тяжелые металлы, что провоцирует развитие онкологии, аллергии, респираторных заболеваний. [3]

В то же время при производстве нового сырья истощаются невозобновляемые природные ресурсы. Таким образом, переработка отходов и их повторное использование – наиболее рациональное решение.

Вторичное сырье (вторсырье) – это отходы потребления или производства, пригодные к повторному использованию после переработки. Вторичное сырье можно разделить на следующие типы: макулатура, стекло, металлолом, химикаты, нефтепродукты, электроника, пластмассы, резина, органические отходы, древесина [5]. Макулатура может быть использована для производства теплоизоляционных плит и эковаты, полимеры – для черепицы, тротуарных плит и полимербетона, стекло – как наполнитель в дорожном строительстве и при производстве кирпича, при изготовлении пеностекла. [2]

Такие материалы могут широко применяться в зеленом строительстве, набирающем популярность в развитых странах.

Зеленое строительство – способ строительства и эксплуатации, при котором воздействие на окружающую среду минимально в течение всего жизненного цикла здания.

Активное использование переработанных материалов является рациональным, экономически эффективным и экологичным решением сразу нескольких вопросов: утилизации отходов, снижения объемов производства нового сырья, энергосбережения. Несмотря на остро стоящие экологические проблемы, в отечественной науке слабо разработана тема применения вторичного сырья в строительстве.

Цель данной работы – изучение строительных материалов из вторсырья, производимых в России. Задачи: выявить основные направления производства, определить технические характеристики и свойства изделий, провести сравнение.

Материалы и методы

¹ По данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ. URL: <https://mnr.gov.ru/>

В ходе работы в качестве фактического материала были использованы научные статьи, опубликованные в российских и международных журналах в период с 2012 по 2021 год, а также информация о продукции отечественных компаний, полученная напрямую от производителя – сертификаты качества, технические характеристики материалов и т.д. Были применены сравнительный и аналитический методы.

Полимерпесчаная черепица

Сырьем для производства изделий являются полимерные отходы: тара, упаковка, пленка; песок фракцией до 3 мм в качестве наполнителя. Отсортированные пластики измельчаются и перемешиваются под нагревом в экструзионной машине. Затем полученную массу остужают в воде, измельчают повторно, нагревают с добавлением песка до 190 °С и укладывают в формы [6]. Достоинства полимерпесчаной черепицы: долговечность (срок службы >100 лет), высокая прочность и стойкость к внешним воздействиям, малый удельный вес, низкая пористость, а также невысокая стоимость, обеспеченная доступностью исходного сырья.

Сравнение продукции двух российских производителей приведено в Таблице 1.

| Производитель | Вес м ² , кг | Водопоглощение, % | Морозостойкость |
|---------------|-------------------------|-------------------|-----------------|
| "Нострома" | 20 | 0,4 | ≥ 50 циклов |
| "ГринТехКоми" | 27 | 0,15 | > 500 циклов |

Таблица 1. Сравнение полимерпесчаной черепицы разных производителей

Полимерпесчаная тротуарная плитка

Основными достоинствами покрытия из полимеров (в отличие от цементной плитки) являются прочность, долговечность, простота монтажа, невозможность появления цементной пыли во время использования, отсутствие необходимости закупать запасной материал на случай боя, высокая морозостойкость.

Было определено, что среди продукции, представленной на отечественном рынке, нет большого различия в технических характеристиках. Так, например, плитка компаний "Тара и полимеры" и "ГринТехКоми" обладают идентичными свойствами (табл. 2):

| Производитель | Водопоглощение, % | Истираемость, г/см ² | Морозостойкость |
|-------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------|
| "Тара и полимеры" | 0,15 | 0,05 - 0,1 | > 500 циклов |
| "ГринТехКоми" | 0,15 | 0,05 - 0,1 | > 500 циклов |

Таблица 2. Сравнение полимерпесчаной тротуарной плитки разных производителей

Эковата

Сыпучий утеплитель из макулатуры, превосходящий по своим характеристикам многие современные теплоизоляционные материалы. Примерно на 80% эковата состоит из измельченной бумаги. В состав также входят антисептики, предотвращающие гниение, и антипирены, обеспечивающие пожаробезопасность. Монтаж эковаты может проводиться как способом сухой задувки, так и влажно-клеевым методом, при котором состав дополнительно смачивается водным раствором клеевого вещества. Основные достоинства эковаты: материал пожаробезопасен, не дает усадки, теплопроводность не превышает $0,042 \text{ Вт/м}\cdot\text{°C}$, при этом свойства сохраняются при намокании, шумоизоляция при толщине слоя 5 см составляет 60 дБа.

Необходимо отметить, что производители эковаты в США и Европе используют фосфаты и сульфаты аммония, а количество добавок достигает 25%, поэтому, если экологичность монтажа имеет значение, стоит отдавать предпочтение отечественной продукции [1].

Ниже приведена сравнительная характеристика эковаты двух отечественных производителей (табл. 3).

| Производитель | Паропроницаемость, мг/м·ч·Па | Воздухопроницаемость, мЗ/м·с·Па | Горючесть | Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°C |
|------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------|---------------------------------------|
| "Эковата Экстра" | 0,35 | $80 \cdot 10^{-6}$ | Г2 | 0,038 - 0,041 |
| "Теплый дом" | 0,30 | $(80 - 120) \cdot 10^{-6}$ | Г2 | 0,039 |

Таблица 3. Сравнение эковаты разных производителей

Гранулированное пеностекло

По сравнению с пожароопасным пенопластом и минеральной ватой, обладающей высоким влагопоглощением, пеностекло отлично удовлетворяет требованиям по безопасности и эффективности. Достоинства пеностекла: низкий объемный вес, малое водопоглощение, пожаростойкость, неограниченный срок службы. Темпы производства пеностекла в России в конце XX века были существенно снижены в силу несовершенства технологии и издержек. Однако уже сегодня на российском рынке можно найти компании, занимающиеся производством теплоизоляционных материалов из стеклобоя [4]. Таблица со сравнением технических характеристик гранулированного пеностекла приведена ниже (табл. 4).

| Производитель | Плотность, кг/м ³ | Прочность, МПа | Водопоглощение по объему, % | Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С |
|---------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------------|---|
| "Сайтакс" | 100 - 190 | 0,45 - 0,55 | < 5 | 0,060 - 0,061 |
| "Пеноситал" | 151 - 200 | 1,5 | 2 | 0,055 |

Таблица 4. Сравнение гранулированного пеностекла разных производителей

Результаты

Были изучены строительные материалы из переработанных отходов: выявлены основные направления в производстве, определены свойства материалов, проведена сравнительная характеристика.

Заключение

Утилизация отходов – приоритетная задача в сокращении негативного влияния человека на окружающую среду. Использование вторичного сырья в производстве способствует снижению себестоимости изделия. Кроме того, по техническим характеристикам некоторые материалы из переработанных отходов не уступают своим конкурентам из первичного сырья.

В данной работе был проведен обзор доступных на сегодняшний день строительных материалов, в производстве которых используется вторичное сырье. Было установлено, что в России есть ряд компаний, занимающихся производством таких материалов, однако в данной нише все равно наблюдается дефицит производителей: только 11% отходов в стране поступают в переработку. Основные направления производства – тротуарное покрытие, кровельные и теплоизоляционные материалы.

На сегодняшний день можно отметить недостаток фундаментальной базы по теме строительных материалов из вторсырья и способам усовершенствования технологии их производства, хотя данная тема весьма актуальна и требует дальнейшей разработки.

Литература

1. Голубятникова И.Н. Эковата – как самый экологичный материал для утепления // Вестник магистратуры. 2019. №6-2 (93).
2. Ильиных Г. В. Оценка потенциала твердых бытовых отходов при использовании продуктов их переработки в строительной отрасли // Строительные материалы. 2012. №8.

3. Кривулькин Дмитрий Андреевич, Ефремова Л. Б. Международный опыт утилизации ТБО и возможности его применения в России // Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral". 2019. №2.
4. Стаховская Н.Э., Червонный А.И. Пеностекло из несортированных отходов стекла // Construction materials. 2012. №11.
5. Сухинина Е. А. Строительство зданий из вторичного сырья с учетом требований экологических стандартов // Вестник МГСУ. 2021. №2.
6. Хабибуллина Л. А., Тазетдинова Р. М., Филиппова К. Г. Использование отходов в производстве полимерпесчаной черепицы // Инновации в науке. 2011. №2-1.

References

1. Golubyatnikova I.N. Ekovata – kak samyj ekologichnyj material dlya utepleniya // Vestnik magistratury. 2019. №6-2 (93).
2. Ilinykh G. V. Ocenka potentsiala tverdykh bytovykh othodov pri ispolzovanii produktov ih pererabotki v stroitelnoj otrasli // Stroitelnye materialy. 2012. №8.
3. Krivulkin Dmitriy Andreevich, Efremova L. B. Mezhdunarodnyj opyt utilizacii TBO i vozmozhnosti ego primeneniya v Rossii // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh nauk i tehnologij "Integral". 2019. №2.
4. Stahovskaya N.E., Chervonyj A.I. Penosteklo iz nesortirovannyh othodov stekla // Construction materials. 2012. №11.
5. Suhinina E. A. Stroitelstvo zdaniy iz vtorichnogo syrya s uchetom trebovanij ekologicheskikh standartov // Vestnik MGSU. 2021. №2.
6. Habibullina L. A., Tazetdinova R. M., Filippova K. G. Ispolzovanie othodov v proizvodstve polimerpeschanoj cherepicy // Innovacii v nauke. 2011. №2-1.