

УДК 691.175

Ищенко А.К. к.т.н., доц., Артеменко Д.А. студ. гр. 192м-19-1ФБ,
*Национальный технический университет «Днепровская политехника»,
г. Днепро, Украина*

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Применяемые технологии при ликвидации отслуживших свой срок строительных объектов путем сноса и взрыва с последующей утилизацией груд бетона и стекла на специальных полигонах в эпоху экономии ресурсов и земельных площадей становится неприемлемым. Сегодня, одной из перспективных сфер развития строительного рынка является рециклинг, т.е. переработка и вторичное использование материалов.

В странах ЕС свалки строительного мусора запрещены законодательно, а в Соединенных Штатах складирование отходов на полигоне обойдется дороже, чем их переработка. Законодательное регулирование привело к тому, что во всех развитых государствах на долю рециклинга выпадает почти 50% реализуемой на рынке стройматериалов продукции. В Швеции, Дании, Нидерландах этот показатель доведен до 90%.

Количество ежегодно образующихся в Украине строительных отходов составляет около 18 млн. тонн, и эта цифра постоянно растет. Руководствуясь зарубежным опытом, правительство страны стимулирует развитие перерабатывающей отрасли, в связи с чем нагрузка на свалки строительных отходов постепенно снижается. При этом бизнес-ниша предприятий, занимающихся рециклингом, все еще далека от заполнения.

Основными достоинствами переработки строительного мусора являются:

- возможность выполнения большинства операций непосредственно на демонтируемом объекте, то есть отсутствует необходимость в перевозке, хранении и погрузочно-разгрузочных работах;
- возможность реализации переработанного материала с привлечением транспорта покупателя (самовывоз);
- в случае если на месте демонтированного объекта предполагается возведение нового, большая часть продуктов рециклинга может быть использована на нем (например, щебень, арматура) [1];

Примеры повторного применения строительных материалов показывают, что существует два способа повторного использования строительных отходов: путем повторного использования стройматериалов или их компонентов, или же путем переработки (переработка отходов в сырье, используемое при производстве строительных материалов). В качестве примера можно рассмотреть композиты, полученные в результате переработки отходов:

пеностекло и ударопрочный полистирол, возможности их использования в качестве модификаторов состава основных строительных материалов.

Стеклопена изготовлена из стеклобоя. Она положительно влияет на поглощение звука и работоспособность. Благодаря сферической форме и низкой плотности она используется в качестве сверхлегкого наполнителя. Ударопрочный полистирол (HighImpactPolystyrene – сокращенно HIPS), который представляет собой модифицированный бутадиеновый каучук. С изменением количества каучука механические и физические свойства материала также изменяются, например, за счет увеличения ударной вязкости HIPS.

Из-за свойств используемых добавок: ячеистого стекла (хорошая термическая и акустическая изоляция) и ударопрочного полистирола (высокая ударопрочность), были проведены испытания на использование цементного раствора в качестве основания полов.

Образцы были подвергнуты многочисленным испытаниям, в том числе: насыпная плотность свежего и затвердевшего раствора, водопоглощение, прочность на изгиб и прочность на сжатие.

В результате испытаний, опытным путем была доказана рациональность использования рассматриваемых полимеров, в частности, имели положительный результат такие характеристики как:

1. Насыпная плотность – результаты испытаний насыпной плотности материалов показали, что с увеличением содержания полимера насыпная плотность уменьшается. Кроме того, большее влияние на снижение плотности оказывает пеностекло, чем для HIPS – что связано с разницей в плотности добавок.

2. Гигроскопичность – обратно пропорциональна насыпной плотности. Стеклопена представляет собой легкую добавку, которая значительно заполняет образец и снижает вес, но увеличивает пористость, а также с увеличением количества пеностекла увеличивается водопоглощение.

3. Прочность на изгиб и сжатие – по мере роста плотности прочность на сжатие затвердевшего раствора увеличивается. При этом с уменьшением насыпной плотности теплоизоляция материалов увеличивается. Анализируя результаты прочности на изгиб и прочность на сжатие, можно увидеть, что с увеличением количества пеностекла прочность уменьшается, но HIPS повышает прочность на сжатие до 15%. Это позволяет сделать вывод, что ударопрочный полистирол благотворно влияет на изучаемые признаки.

Наибольшая прочность на сжатие может быть достигнута в образцах с содержанием ударопрочного полистирола 90 г (19% массы цемента). Образец этой смеси достигает прочности, превышающей 40 МПа. Несмотря на различия в прочности на сжатие (в зависимости от количества используемых добавок), все образцы достигли значений, превышающих минимальные из PN-EN 13813.

В вышеупомянутом стандарте минимальная прочность на сжатие указана равной 5 МПа класса С5 [2].

При строительстве гражданских зданий, в Украине на одного человека приходится около 13 м³ пластика, этот объём включает в себя материалы для утепления и внутренней отделки таких зданий, а также установленные окна и двери. Эти цифры также остаются актуальными и по завершению срока эксплуатации здания – вышеприведенные материалы подлежат обязательной утилизации.

Применение описанной технологии позволит не только повысить технические характеристики будущих строительных конструкций, но и позволяет решить вопрос утилизации и рециклинга пластиковых отходов, оставшихся от демонтируемого объекта.

Использование отходов жизнедеятельности человека в строительстве за рубежом и в Украине, а также и рециклинг стройматериалов требует определенного уровня сознательности населения, включая наличие соответствующей правовой базы, которая позволит производить надлежащий контроль производства, использования и утилизации строительных материалов, а также стимулирование именно вторичного их применения.

Украинец в среднем выбрасывает около одного килограмма мусора, а промышленные отходы в расчете на одного человека составляют 30 килограммов в день, таковы данные американского агентства «24/7 Wall Street», которое провело исследования и составило рейтинг стран, производящих больше всего бытовых и промышленных отходов. В нём Украина заняла 9 место, наша страна за последние 2 года произвела 500 млн тонн мусора, из которых только 3% было переработано.

Полиэтиленовые пакеты изготавливаются из нефти. Ежегодно более четырех процентов от всей мировой добычи нефти и газа уходит на изготовление полиэтиленовых пакетов. В 2019 году только в Киеве использовали около 3 млрд пакетов. Один легковой автомобиль мог бы проехать более 1,8 млн километров на потраченную на их изготовление нефть.

Одна из территориальных громад в Винницкой области запустила производство тротуарной плитки. В составе присутствует около 30% переработанного пластика. Пластик, как главный компонент выбрали из-за непопулярности у переработчиков. Его практически не покупают в Украине, но в лесополосах сырья в излишке. Сейчас в ОТГ только полигон для органики. Старую свалку засадили деревьями, а рядом сделали сортировочную линию. Дважды в месяц со свалок забирают пластиковые бутылки и полиэтилен, который и является основой плитки. В обмен община получает бесплатный стройматериал.

Оборудование для плитки приобрели совместными силами общины и экологического фонда за 800 тыс. грн. В перспективе сверхпрочные плиты начнут стелить возле детских садов, школ и зон отдыха на всей ОТГ. Когда

производство сможет покрывать потребности населения, плитку планируется продавать на рынке Украины и Европы [3].

В Европе в последнее время появляется всё больше компаний, которые ставят своей целью создание строительных проектов из полностью переработанных материалов.

Архитектурная студия «LendagerArkitekter» из Дании спроектировала дом, полностью построенный из переработанных материалов. Дом площадью 130 м² расположен в датском городе Ньюборг.

Несущая конструкция дома состоит из двух сборных транспортных контейнеров. Крыша и фасад изготовлены из алюминиевых банок. Фасадные панели содержат прессованную и термообработанную гранулированную бумагу. Пол на кухне состоит из использованных бутылочных пробок, а плитка для ванной изготовлена из переработанного стекла. Стены и полы покрыты OSB-панелями из прессованной древесной стружки. Дизайн дома основан на принципе пассивной солнечной архитектуры с точки зрения ориентации дома, температурного зонирования, оптимизации естественного освещения, затенения и естественной вентиляции.

Дом был построен исключительно из переработанных материалов. Результатом проделанной работы стал реализованный проект с современным дизайном, который выглядит так, как будто он построен из более дорогих материалов.

Европейские инвесторы отдают предпочтение таким экологичным проектам, так как это позволяет снизить проектную стоимость за счет повторного использования материалов, уменьшению затрат на утилизацию мусора, а также такие проекты находят финансовую поддержку из государственного бюджета – правительство готово компенсировать до 30% всего объема такого проекта [4].

Проведенный анализ способов решения проблем, связанных с переработкой и повторным использованием промышленных, в том числе и строительных, отходов, позволяет сделать следующие выводы.

1. Как показывают вышеприведенные примеры, использование в строительстве переработанных материалов находится на стадии формирования и внедрения в разных странах мира. На данный момент все подобные проекты реализуются не как обязательные, а в рекламных целях отдельных архитектурных бюро или же энтузиастами на местном, а не государственном уровне. Для эффективного применения таких технологий необходимо более массированное внедрение таких проектов на международном и общемировом уровне.

2. На основе исследований полимерных цементных растворов мы можем оценить влияние добавок на такие свойства, как насыпная плотность, прочность на изгиб, прочность на сжатие и водопоглощение. Полимеры на основе пластикового сырья оказывают существенное влияние на свойства цементных

растворов, что зависит от типа добавки и ее количества. Добавление ППС улучшает прочность на сжатие и не оказывает существенного влияния на изменение водопоглощения, а использование измельченного ППС и гранул пеностекла можно рассматривать как способ утилизации этих отходов. Добавление вспененного стекла способствует водопоглощению материала, а также снижает прочность на сжатие этих продуктов. Применение пластика в качестве компонента в цементных растворах приводит к снижению насыпной плотности и, следовательно, к снижению веса готового материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рециклинг строительных материалов / maistro.ru/articles/building-materials-and-technologies/recikling-stroitelnyh-materialov
2. The Use of Waste Materials in the Construction Industry / World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium 2016, WMCAUS 2016 / Ryszard Dachowski, Paulina Kostrzewa // 1,2,5 с.
3. ubr.ua/ukraine-and-world/society/v-vinnitskoj-oblasti-budut-delat-trotuarnuju-plitku-iz-musora-3884103.
4. Buildings from recyclable materials / VIII International Conference Industrial Engineering and Environmental Protection 2018, Zrenjanin, Serbia / Jasmina Radosavljević, Amelija Đorđević, Ana Vukadinović, Zoran Nikolić // 3-4 с.