

УДК 691.1

М. Н. ПОПОВА, Д. И. ВЫКОЧКО, И. Ю. ЗАХАРОВ
Московский государственный строительный университет

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ

В статье идет речь о выгоде применения, а также об увеличении влияния вторичного материала на основе полимерных отходов, приведены их прочностные характеристики, приведена сравнительная стоимость, сделаны выводы.

отходы полимерной продукции, окружающая среда, структура пластиковых отходов по видам полимеров, переработка, вторичное сырье, прочностные характеристики, стоимость первичной и вторичной продукции

Современную жизнь невозможно представить без предметов, сделанных из полимеров. Но использование данного материала приводит к загрязнению окружающей среды, т. к. не существует безопасной утилизации пластиковых отходов: их обычно уничтожают захоронением в почву или сжиганием, при захоронении в почву пластиковые отходы не подвергаются гниению, коррозии, а при сжигании в атмосферу выделяется большое количество вредных веществ.

В настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов обретает актуальное значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и связана с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья – пластиковые отходы становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом. Использование отходов полимеров позволяет существенно экономить первичное сырье (прежде всего нефть) и электроэнергию. Также положительной стороной утилизации пластиковых отходов является и то, что в процессе переработки получается дополнительное количество полезных товарных продуктов для различных отраслей народного хозяйства и не происходит повторного загрязнения окружающей среды. По этим причинам переработка пластиковых отходов является не только экономически целесообразным, но и экологически предпочтительным решением проблемы использования полимерных отходов.

Основу вторичных полимеров составляют отходы упаковок пищевых продуктов, корпусных и тарных элементов. Такой вторичный полимер является сегодня основой производства широкой номенклатуры товаров. В частности, в США уже сегодня разработана технология строительства малоэтажных домов, в которых практически все конструкционные материалы, кроме фундаментных бетонных блоков, изготовлены из полимерного сырья, полученного с городской свалки.

Несмотря на то, что Россия по сравнению с другими странами характеризуется сравнительно невысоким уровнем производства и потребления полимерных материалов, образование пластиковых отходов в России составляет значительную величину – около 3,3 млн тонн в год.

34 % из полимерных отходов составляют отходы из полиэтилена, 20 % – из ПЭТ, 17 % – из ламинированной бумаги, 14 % – отходы из ПВХ, 8 % – из полистирола, 7 % – из полипропилена (рис. 1). Объём полимеров в структуре ТБО в 2010 году составил 3 277 тыс. тонн, из которых около 30 % (983 тыс. тонн) попали на переработку.

Наиболее многотоннажными полимерными материалами являются полиолефины. Основной представитель этой группы – полиэтилен низкого и высокого давления. Практическое значение имеют также полипропилен и полиизобутилен. Перспективным способом утилизации отходов полиолефинов, как и других термопластов, является их повторная переработка. Отходы предварительно сортируют и очищают от инородных включений, а затем подвергают измельчению, агломерации и грануляции. Из гранулята получают различные изделия, в том числе и строительного назначения.

Структура пластиковых отходов по видам полимеров

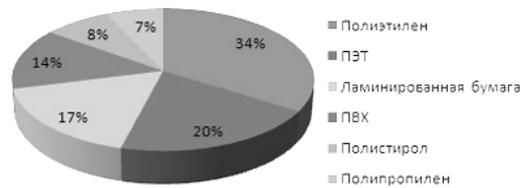


Рисунок 1 – Структура пластиковых отходов по видам полимера.

Вторичное сырье целесообразно вводить в полимерные композиции в количестве до 40–50 % первичного вместе с пластификаторами, наполнителями и стабилизаторами. Для получения высококачественных полимерных материалов из вторичных полиолефинов эффективна их модификация – экранирование функциональных групп и активных центров химическими или физико-химическими способами (например введением различных добавок, обработкой кремнийорганическими жидкостями и др.). Упаковочная и бутылочная полимерная тара может быть переработана в отделочные плитки и другие изделия. Полимерной основой указанных видов отходов являются полиэтилен и полиэтилентерефталат. Оба полимера относят к термопластам с температурой плавления 130 и 265 °С соответственно. Это создает возможность изготовления изделий из композиций на основе данных отходов методом горячего прессования. Полимерные отходы подвергают сначала грубому, а затем тонкому измельчению, смешивают с наполнителями и прессуют.

В МГСУ ведутся работы по разработке новых строительных материалов на основе отходов полимеров.

При испытании образцов первичного и вторичного ПП на прочность получены графики, показывающие зависимости напряжения от деформации при сжатии (рис. 2, 3).

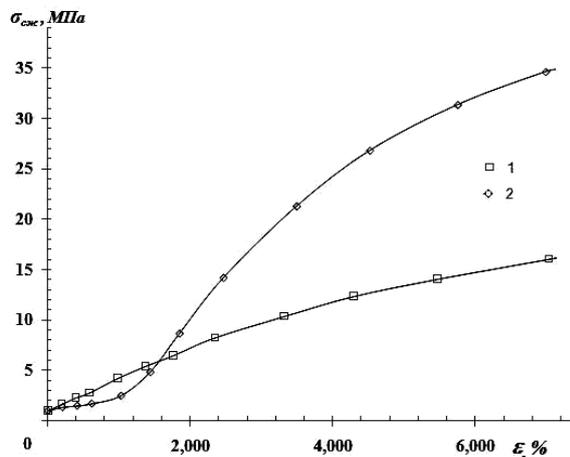


Рисунок 2 – Диаграмма напряжений для полипропилена.

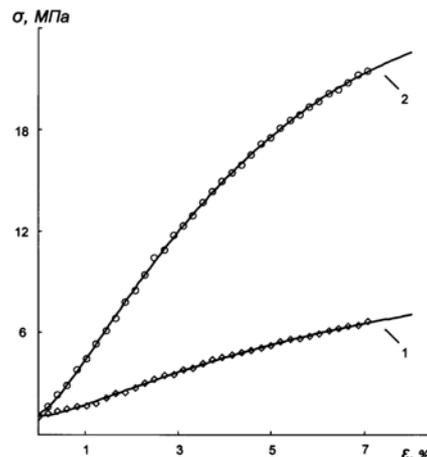


Рисунок 3 – Кривые сжатия первичного и вторичного ПЭВД.

Кривые сжатия и релаксации напряжения измеряли на блочных микрообразцах размером 4×4×6 мм на приборе для микромеханических испытаний. Скорость деформации при получении кривых сжатия составляла 0,0468 мм/мин.

С помощью данного эксперимента рассчитаны механические характеристики исследуемых материалов. Модули упругости первичного и вторичного ПП имеют значения 300 МПа и 822 МПа. Предел прочности для вторичного ПП равен 29,7 МПа, а первичного – 16,4 МПа. Таким образом, более совершенная структура вторичного ПП приводит к увеличению прочности и модуля упругости по сравнению с первичным ПП.

Поскольку образцы первичного и вторичного ПЭВД были одного и того же происхождения, а условия их переработки совершенно одинаковыми (температура, давление, время выдержки, скорость

нагрева и охлаждения), можно предположить, что различие в степени кристалличности обусловлено присутствием упомянутых выше примесей. В результате существенно изменяются механические свойства, что выражается в резком увеличении модуля упругости и предела прочности. Из графика видно, что механические характеристики (прочность и модуль упругости) у вторичного ПЭВД существенно выше, чем у первичного. Для пленок первичного ПЭВД прочность при растяжении 12,5 МПа, модуль упругости 330 МПа, а для вторичного ПЭВД прочность 22,7 МПа, модуль упругости 950 МПа. В то же время удлинение при разрыве для вторичного ПЭВД (5 %) значительно ниже, чем для первичного (800 %).

Хорошо видно, что наклон начальных участков кривых сжатия для вторичного ПЭВД существенно выше, чем для первичного, т. е. модуль упругости у вторичного ПЭВД значительно больше, чем у первичного (модуль упругости для первичного ПЭВД равен 94 МПа, а для вторичного ПЭВД – 400 МПа). Такое различие связано, по-видимому, с более высокой степенью кристалличности вторичного ПЭВД.

Результаты описанных выше исследований доказывают несомненное влияние микроструктуры материала на их прочностные свойства и этим выводом нельзя пренебрегать при создании новых полимерных материалов различного назначения, полученных путем рециклинга.

Итак, из вышеперечисленного видно, что сырьё, полученное на основе вторичного, по свойствам не уступает первичному, при этом цена на переработанный материал гораздо ниже первичного аналога. Так, для полипропилена цена варьируется в рамках 48–57 рублей за кг для первичного сырья и 28–35 рубля за кг для вторичного. Для полиэтилена следующие данные: 55–67 рублей за кг для первичного и 38–46 рублей за кг для переработанного.

Таким образом, сырьё из переработанных полимерных отходов лучше по физико-механическим свойствам, дешевле первичных аналогов. С развитием производства и применения такого материала решается ряд проблем: экологических, сырьевых, экономических. Совершенно очевидно, что в будущем переработка отходов будет иметь все большее значение, особенно для полимеров, и этому свидетельствуют вышеизложенные выгодные предпосылки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аскадский, А. А. Производство вторичного поливинилхлорида и исследование его прочностных и деформационных свойств [Текст] / А. А. Аскадский, М.Н. Попова, Е. В. Аскадский // Сборник научных трудов Института строительства и архитектуры МГСУ/ Московский Государственный строительный университет. – М., 2008. – Выпуск 1. – С. 30–32.
2. Орлова, А. М. Современные проблемы твердых бытовых отходов [Текст] : монография / А. М. Орлова, М. Н. Попова ; под ред. В. И. Сидорова. – М. : МГСУ, 2010. – 215 с. : ил. – (Библиотека научных разработок и проектов МГСУ). – Библиогр.: с. 170–175. – ISBN 978-5-7264-0501-8 : Б. ц.
3. Попова, М. Н. Структура и свойства вторичных полиолефинов и поливинилхлорида [Текст] : дис... д-ра хим. наук : 02.00.04 / Попова Марина Николаевна ; науч. конс. А. А. Аскадский ; Российская академия наук РФ, Ин-т элементоорганических соединений им. А. Н. Несмеянова. – М., 2011. – 380 с. : ил., [72] табл. – Библиогр.: с. 356–380 (263 назв.)

Получено 06.03.2013

М. Н. ПОПОВА, Д. І. ВИКОЧКО, І. Ю. ЗАХАРОВ
 НОВІ МАТЕРІАЛИ В БУДІВНИЦТВІ НА ОСНОВІ ПОЛІМЕРНИХ ВІДХОДІВ
 Московський державний будівельний університет

В статті йдеться про вигоду вживання, а також про збільшення впливу вторинного матеріалу на основі полімерних відходів, наведені їх міцнісні характеристики, приведена порівняльна вартість, зроблені висновки.

відходи полімерної продукції, довкілля, структура пластикових відходів по видах полімерів, переробка, вторинна сировина, міцнісні характеристики, вартість первинної і вторинної продукції

MARINA POPOVA, DENIS VIKOCHKO, IVAN ZAHAROV
NEW MATERIALS IN BUILDING ON THE BASIS OF POLYMERIC WASTES
Moscow State University of Civil Engineering

In this article it is told about the benefit of application, increase of influence of the second material on the basis of polymeric wastes, their strength properties are resulted, a comparable worth has been resulted, conclusions have been done.

wastes of polymeric products, environment, structure of plastic wastes on the types of polymers, processing, second raw material, strength properties, cost of primary and second products