

## АНАЛИЗ И СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ СВЕДЕНИЙ О ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Профатило И.В., Сафончик Д.И.

На современном этапе постоянно развивающаяся промышленность, непрерывно сопровождается образованием большого количества отходов. В Беларуси образуется около 800 видов отходов с широким спектром физико-химических свойств, в том числе опасных [1]. Складирование их занимает всё больше территорий. Отвалы отходов производства и потребления приводят в конечном этапе к экологической дестабилизации, и представляют серьезную угрозу здоровью населения. Во всём мире вопрос утилизации отходов является очень актуальным и, как следствие, появляется всё больше технологий, направленных на переработку как образующихся, так и накопленных ранее отходов.

В 2004 году Национальной комиссией по устойчивому развитию разработана «Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г.» (НСУР–2020). В НСУР–2020 главное внимание уделено особенностям прогнозного периода, дальнейшей реализации «Повестки дня на XXI век», гармонизации социального, экономического и экологического развития как равноценных взаимодополняющих составляющих в едином сбалансированном комплексе «человек-окружающая среда-экономика» [1]. Составляющей частью указанного документа является раздел, содержащий информацию об использовании и обезвреживании отходов производства и потребления. В сфере обращения с отходами в Беларуси устойчиво доминирует их удаление с неизбежным накоплением на полигонах. Это приводит к исчерпанию эксплуатационных мощностей полигонов, а в дальнейшем – к необходимости появления новых полигонов для хранения отходов.

Исходя из вышесказанного, для нашей страны для улучшения ситуации с отходами может быть определена следующая цель – снижение (стабилизация) отрицательного влияния отходов на состояние окружающей среды и предотвращение негативных последствий на здоровье людей.

Серьезное внимание должно быть также уделено твердым коммунальным отходам (ТБО), к которым относятся отходы потребления и отходы, образующиеся в процессе экономической деятельности, необходимой для обеспечения жизнедеятельности человека в населенных местах [1].

На сегодняшний момент уже ведётся раздельный сбор и сортировка коммунально-бытовых отходов. В крупных городах активно функционируют мусороперерабатывающие комплексы, обеспечивающие возможность использования отходов как в качестве источников вторичного сырья, так и в качестве источников энергии. Разрабатывается большое количество технологий по использованию вторичного сырья при изготовлении строительных материалов и изделий. Разработан ряд нормативных документов, которые определяют правила обращения с отходами. Основным является Закон Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20 июля 2007 г. № 271-3, определяющий правовые основы обращения с отходами и направленный на уменьшение объёмов их образования, предотвращение вредного воздействия на окружающую среду, а также здоровье граждан и имущество [2].

Согласно ст. 1 п. 1 Закона Республики Беларусь «Об обращении с отходами» от 20 июля 2007 г. № 271-3 (с изм. и доп.) отходами называются вещества или предметы, образующиеся в процессе осуществления экономической деятельности, жизнедеятельности человека и не имеющие определённого предназначения по месту их образования либо утратившие полностью или частично потребительские свойства [2]. Однако такое определение нельзя назвать всеобъемлющим. К примеру, нет точной границы, разделяющей понятия «вторичного» и «техногенного сырья». Возникает много вопросов, связанных с классификацией отходов и возможных вариантов их переработки. В строительстве, например, действует ТКП 17.11-10-2014 (02120) «Правила обращения со строительными отходами». В нём помимо правил сбора, учёта, хранения и перевозки отходов, приведены рекомендуемые направления их рационального использования [3].

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [4] составлена диаграмма образования, использования и удаления отходов (рисунок 1). Из неё видно, что за последние годы количество переработанных отходов осталось на том же уровне, тогда как количество образовавшихся отходов увеличилось. Это говорит о том, что всё ещё не улучшена ситуация с повторным использованием отходов.

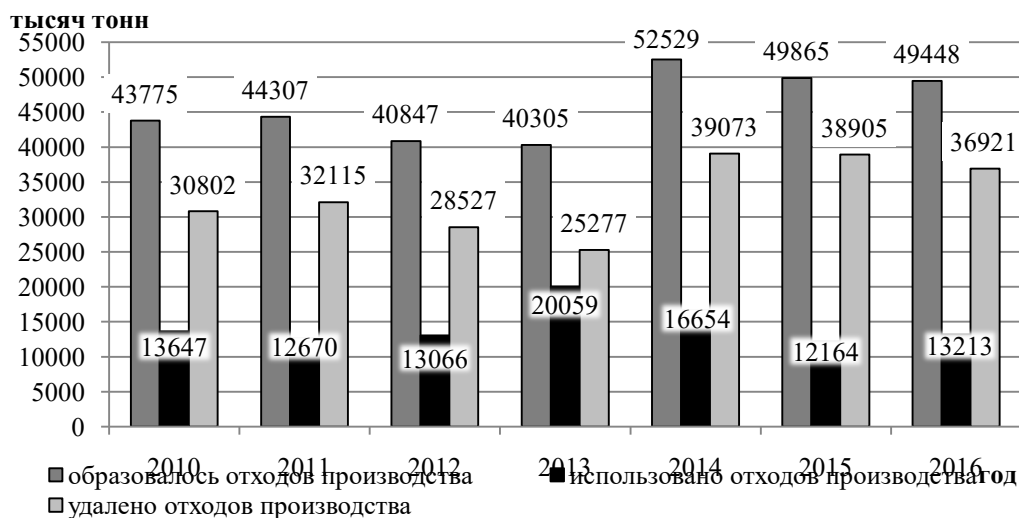


Рисунок 1 – Диаграмма образования, использования и удаления отходов

На рисунке 2 представлена диаграмма, отображающая количество отходов, приходящихся на душу населения нашей страны.

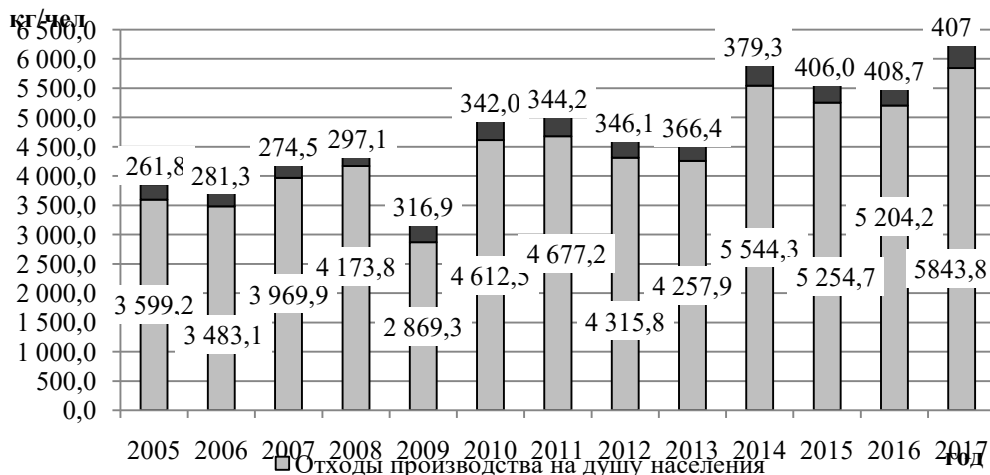


Рисунок 2 – Диаграмма образования количества отходов, приходящихся на душу населения, кг/чел

Из диаграммы (рисунок 2) видно, что отходы производства значительно превышают бытовые отходы.

Производства по классам опасности формируются в соответствии с классификатором отходов, образующихся в Республике Беларусь, где 1 класс опасности - чрезвычайно опасные отходы; 2 - высокоопасные; 3 - умеренно опасные; 4 – малоопасные, а также неопасные отходы.

В 2017 г. в Республике Беларусь образовалось 16,1 % неопасных отходов; 80,9 % малоопасных; 2,9 % умеренно опасных; 0 % высокоопасных; 0,1% чрезвычайно опасных.

На диаграмме (рисунок 3) показано количество переработанных опасных отходов, а также тех, что подверглись сжиганию, захоронению или прочим видам удаления [5].

Обобщенность понятия «отходы производства» не позволяет отделить, те, что перерабатываются сразу на месте их образования. Большинство проблем возникает не с производственными отходами, а с твердыми коммунальными. Зачастую такие отходы сложно очистить от загрязнений, и вообще выделить по тем, или иным свойствам. Всё это затрудняет процесс вторичного использования материалов.

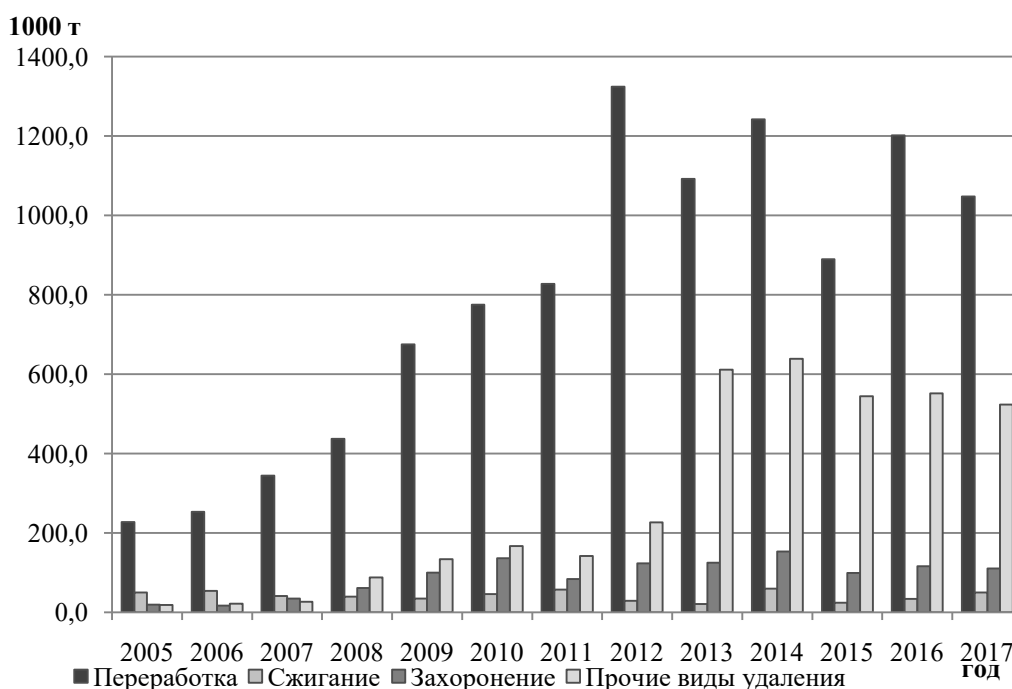


Рисунок 3 – Диаграмма видов управления опасными отходами (для 1-3 классов опасности)

Зачастую возникают большие проблемы, связанные с утилизацией изделий из пластика. Это связано с тем, что полимеры почти не разлагаются в природе. При этом постоянно увеличивающиеся объёмы производства изделий из термопластов приводят к его накоплению. Частично эту проблему решают различные способы переработки пластика: литьё под давлением, получение гранулята, экструзия. Все эти способы основаны на принципе плавления под давлением.

Экструзии могут подвергаться не все виды пластика, а только: полиамиды, полиэтилен низкой и высокой плотности, поливинилхлорид, ABS-пластики, полиэтилентерефталат. При этом не все из перечисленных видов пластика безопасны в процессе перехода в пластичное состояние. Большинство из них выделяют опасные для здоровья вещества (таблица 1) [6].

Таблица 1 – Вещества, выделяемые при нагревании полимеров

Вид полимера	Температура плавления $t_{\text{плав.}}^{\circ\text{C}}$	Опасность
1. PET или PETE (ПЭТ) – полиэтилентерефталат	260	При плавлении может высвобождаться сурьма и канцерогены
2. HDPE (ПНД) – полиэтилен высокой плотности или полиэтилен низкого давления	120-135	Не выделяет опасных веществ
3. PVC (ПВХ) – поливинилхлорид	150-220	Выделяет канцерогены, а также свинец и диоксины
4. LDPE (ПВД) – полиэтилен низкой плотности или полиэтилен высокого давления	90	Безопасен, но быстро переходит из стадии плавления в стадию горения
5. PP (ПП) – полипропилен	160-170	Частично безопасен, может выделять биоцид
6. PS или ПС – полистирол	240	Выделяет канцероген стирол
7. OTHER (ДРУГОЕ) – различные пластики, не указанные выше	различная	Безопасность определяется для каждого конкретного типа.

В Гродненском государственном университете имени Янки Купалы начаты работы по изучению проблем утилизации полимерных отходов. Осуществлены попытки получения полимерного композита из полиэтилентерефталата (рис. 4, а) и при его смешивании с полиэтиленом (рис. 4, б). Установлено, что при смешивании происходит расслоение материала, в местах соприкосновения двух пластиков, что приводит к ухудшению физико-механических характеристик. Всё это сказывается на качестве материала. Требуется дополнительная работа с уточнением технологии смешивания.

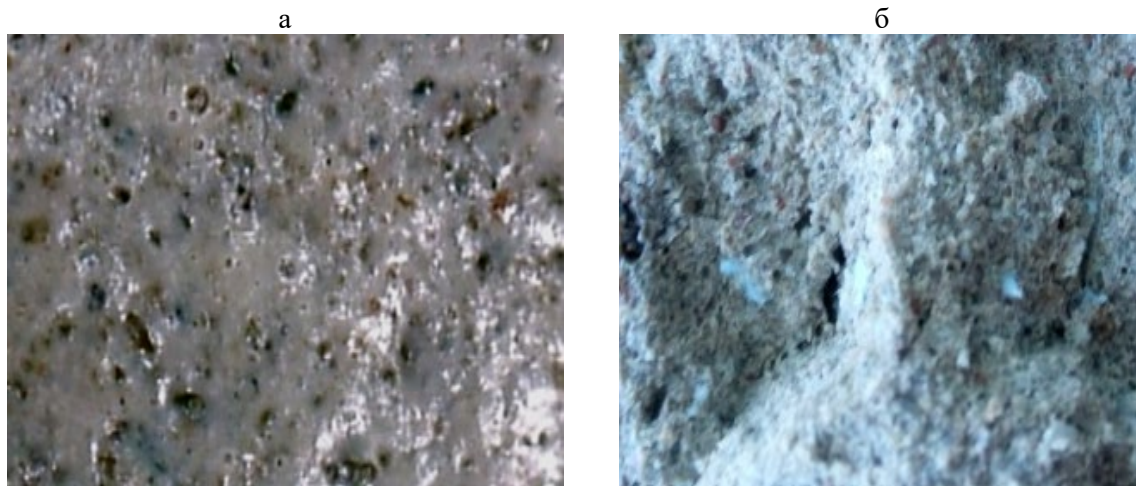


Рисунок 4 – Поверхность образцов (а – из отходов полиэтилентерефталата, б – из отходов полиэтилентерефталата и полиэтилена)

Попытки ученых из разных стран позволили уже определить некоторые пути утилизации отходов. Такие работы продолжаются и в Республике Беларусь, что позволяет надеяться на то, что постепенно возможно будет улучшить экологическую ситуацию.

Несмотря на создание ряда нормативных и правовых документов, регламентирующих правила обращения с отходами, всё ещё возникает множество вопросов, связанных с их классификацией, переработкой и возможным использованием. Кроме того, не все отходы могут быть подвергнуты переработке. Это происходит из-за отсутствия технологий по использованию многих видов отходов. Проблема также возникает при сортировке и дальнейшей переработке смешанных отходов из-за наличия пищевых и иных органических веществ. В некоторых случаях удаление этих веществ, приведёт к удорожанию процесса переработки. Еще одной немаловажной проблемой является наличие в отходах различных типов термопластов, которые не совместимы при совместной тепловой обработке. Все эти проблемы требуют решения. Следует разрабатывать новые технологические линии по переработке отходов, чтобы максимально включить отходы во вторичное использование.

#### Список источников

1. Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 г./Национальная комиссия по устойчивому развитию Респ. Беларусь; Редколлегия: Я.М. Александрович и др. — Мн.: Юнипак. — 200 с.
2. Об обращении с отходами: Закон Респ. Беларусь, 20 июля 2007 г., № 271-3 (с изм. и доп.: Закон от 8 июля 2008 г. № 367-3) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2007. – № 183. – 2/1368; 2008. – № 170. – 2/1464.
3. Охрана окружающей среды природопользование. Отходы. Правила обращения со строительными отходами = Ахова навакольнага асяроддзя прыродакарыстанне. Адыходы. Правілы абыходжання з будаўнічымі адыходамі: ТКП 17.11-10-2014 (02120) – Введ. 01.03.15. – Минск : РУП «Центр международных экологических проектов, сертификации и аудита «Экологияинвест» », 2015. – 8 с.
4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayuschaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/i-othody/i-1-obrazovanie-othodov/>. – Дата доступа: 25.09.2018.
5. Национальный статистический комитет Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayuschaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/i-othody/i-2-upravlenie-opasnymi-othodami/>. – Дата доступа: 25.09.2018.
6. Nature time [Электронный ресурс] / Сайт экологической грамотности. – 2018. - Режим доступа : <https://nature-time.ru/2014/06/gorenie-i-plavlenie-plastika/>. – Дата доступа : 25.09.2018.