

УДК 622

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПОЛИМЕРНОЙ УПАКОВКИ И ТЕХНОГЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Ивановский С.К., Бахаева А.Н., Ершова О.В., Чупрова Л.В.

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»,
Магнитогорск, e-mail: lvch67@mail.ru*

Статья посвящена проблеме ухудшения качества окружающей среды, которая носит глобальный характер и связана с устойчивым ростом промышленного производства, который сопровождается увеличением количества твердых бытовых и промышленных отходов. В статье проведён анализ накопления отходов горно-промышленных предприятий и связанных с ними перерабатывающих производств, а также отходов полимерных материалов. Установлены источники формирования отходов. Рассмотрены вопросы вторичной переработки бывших в употреблении пластмасс. Предложено использовать полимерные отходы для получения композиционных материалов, а в качестве наполнителей для композитов использовать минеральные отходы.

Ключевые слова: экология окружающей среды, твёрдые бытовые отходы, промышленные отходы, полимерные отходы, переработка отходов, вторичная переработка полимерных материалов, композиционные материалы

ECOLOGICAL ASPECTS OF THE PROBLEM OF UTILIZATION WASTE OF THE PLASTIC PACKAGING AND TECHNOGENIC MINERAL RESOURCES

Ivanovsky S.K., Bakhaeva A.N., Yershova O.V., Chuprova L.V.

*Magnitogorsk state technical university named after G.I. Nosov, Magnitogorsk,
e-mail: lvch67@mail.ru*

Article is devoted to a problem of deterioration of environment which has global character and connected, first of all, with the steady growth of industrial production which is followed by increase in quantity of solid household and industrial wastes. In article the analysis of accumulation of waste of the mining enterprises and related processing industries, and also waste of polymeric materials is carried out. Sources of formation of secondary polymeric raw materials are established. Questions of secondary processing of the plastic which were in the use are considered. It is offered to use polymeric waste for receiving composite materials, and as fillers for composites to use mineral waste.

Keywords: environment ecology, municipal solid waste, industrial wastes, polymeric waste, processing of waste, secondary processing of polymeric materials, composite materials

Среди современных проблем, стоящих перед мировым сообществом, наиболее актуальной является проблема ухудшения качества окружающей среды. Она носит глобальный характер и связана, прежде всего, с устойчивым ростом промышленного производства, который сопровождается увеличением количества твердых бытовых и промышленных отходов.

Суммарный объем отходов в России ежегодно составляет около 2,5 млрд. тонн. Только в жилищно-коммунальном хозяйстве образуются твердо-бытовые отходы, в среднем, 350 – 450 кг на человека в год.

Южный Урал считается промышленным регионом и сегодня только в этом округе накоплено свыше 3 млрд. тонн отходов производства. Основное количество создано предприятиями добывающей, металлургической, энергетической, машиностроительной отраслей [12]. Ежегодно образуется 90 млн. тонн отходов, из которых перерабатывается не более 50%. Современный научно-технический подход к переработке шла-

ков позволяет рассматривать их как ценное сырье. Извлеченные дефицитные металлы и минеральные материалы можно использовать в металлургии, сельском хозяйстве, строительстве. В России современные высокоэффективные технологии переработки отходов практически не применяются. Это связано с тем, что, во-первых, новые высокоэффективные технологии имеют достаточно высокую цену, во-вторых, правовая база, регулирующая отношения в этой сфере, несовершенна [1].

В настоящее время разработана программа, рассчитанная до 2015 года, которая предусматривает создание благоприятных условий для привлечения отечественных и зарубежных инвестиций в сферу переработки отходов промышленности и энергетики, стимулирование создания предприятий по переработке шлаков. В случае полной реализации программы объемы шлакоотвалов на территории Челябинской области уменьшатся на 6 000 тыс. тонн, получит развитие минерально-сырьевая база отраслей хозяй-

ственной деятельности, будут созданы конкурентоспособные производства на основе переработки отходов [11,14].

Самый большой объем отходов приходится на отходы горно-промышленных предприятий и связанных с ними перерабатывающих производств, образующихся при добыче, обогащении, переработке полезных ископаемых. За последние 60 лет в Уральском регионе накоплено более 10 млрд. тонн вторичного минерального сырья. Около 25% территории Уральского региона оцениваются как кризисные в связи с загрязнением, связанным с хранением горно-промышленных отходов [3, 13].

Анализ научной и технической литературы позволил отметить, что зольные отходы можно использовать в [6, 7, 16]:

- в дорожном строительстве (при сооружении земляного полотна, для устройства укрепленных оснований, для возведения насыпей, для устройства дорожных одежд);
- при стабилизации фунтов: укрепление слабых фунтов (пески, торфяники), как добавка к вяжущим в целях их экономии при укреплении фунтов;

- в асфальто- и цементобетонах (в качестве заполнителя и минерального порошка в асфальтобетонах);

- для гидротехнических насыпных сооружений;

- золы сухого улавливания (сланцевую электрофильтровую золу) можно применять в качестве самостоятельного вяжущего, а также как активную добавку к неорганическим и органическим вяжущим веществам.

Сланцевую золу можно применять для изготовления:

- товарных бетонов, классом от В15 до В35;

- высокопрочных бетонов, классом от В40 до В80;

- растворов строительных от М50 до М200.

- монолитных и сборных железобетонных изделий;

- конструкций из тяжёлого, лёгкого и ячеистого бетона;

- изделий с хорошей и ровной лицевой поверхностью;

- бетонов с повышенной коррозионной и гидротермической устойчивостью, пониженной водонепроницаемостью и практически безусадочностью [2].

Одними из наиболее ответственных объектов, построенных с использованием зол, являются Галлинская телебашня и Ленинградская атомная электростанция. Из по-

следних объектов, возведенных с использованием зол, следует отметить грузовой порт в Хельсинки (Финляндия) и порт Тронхейм (Норвегия).

Помимо минеральных отходов в современных условиях производства ежегодно возрастает количество также полимерных отходов, которые представляют даже большую опасность для окружающей среды, чем минеральные [15].

Полимерные отходы занимают одно из первых мест в составе твердо – бытовых отходов, по объему образования они уступают отходам из бумаги и картона, но по ежегодному приросту опережают на 4%.

В настоящее время производится примерно 150 видов пластиков. 30% от этого числа представляют смеси разных полимеров. Практика последних десятилетий показала, что сформировался рынок полимеров крупнотоннажного производства. Стандартные термопласты – полиэтилен низкого давления (ПЭВД), полипропилен (ПП), полистирол (ПС), поливинилхлорид (ПВХ) – составляют около 80% выпускаемых полимеров. На долю конструкционных пластиков – поликарбонаты, полиамиды, полиэтилентерефталат (ПЭТФ), полиметилметакрилат (ПММА), полифениленоксид – приходится около 19%. Оставшийся 1% – это полимеры со специфическими уникальными свойствами: полиэфиркетоны, полиимиды, полифениленсульфид и многие другие [5].

В настоящее время проблема переработки отходов полимерных материалов обретает актуальное значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и с экономической точки зрения [5].

Полимерные отходы, а правильное вторичное полимерное сырье, формируются из трех источников: технологические отходы производства, отходы производственного потребления и отходы общественного потребления. Кратко охарактеризуем указанные источники.

Технологические отходы производства возникают при синтезе и переработке полимеров. Они делятся на неустраняемые и устранимые технологические отходы. Неустраняемые – это крошки, высечки, обрезки, литники и т.д. Это отходы, возникающие при чистке реакторов, экструдеров и технологических линий. В отраслях промышленности, занимающихся производством и переработкой пластмасс, таких отходов образуется от 5 до 35%. Неустраняемые отходы, представляющие собой высококаче-

ственное сырье, по свойствам не отличаются от исходного первичного полимера. Переработка его в изделия не требует специального оборудования и производится на том же предприятии. Устранимые технологические отходы производства образуются при несоблюдении технологических режимов в процессе синтеза и переработки, т. е. это – технологический брак, который может быть сведен до минимума или совсем устранен. Технологические отходы производства перерабатываются в различные изделия, используются в качестве добавки к исходному сырью и т.д. Практически полностью перерабатываются технологические отходы литевых изделий (литники), производства труб и листов из полиолефинов (ПЭ, ПП), ПС и конструкционных пластиков (ПВХ, ПА, ударопрочный ПС), а также брак производства. Высок уровень переработки промышленных отходов производства пленки из ПЭ и ПП (до 80%). Значительно ниже уровень переработки отходов производства вакуумформования из ПС, практически не перерабатываются отходы производства литья из пластиков ПВХ, вакуум формованные изделия из жесткого ПВХ, многокомпонентных материалов типа моющих обоев, совсем не перерабатываются в России многокомпонентные материалы.

Отходы производственного потребления накапливаются в результате выхода из строя изделий из полимерных материалов, используемых в различных отраслях народного хозяйства (амортизированные шины, тара и упаковка, детали машин, отходы сельскохозяйственной пленки, мешки из-под удобрений и т.д.). Эти отходы являются наиболее однородными, малозагрязненными и поэтому представляют наибольший интерес с точки зрения их повторной переработки. Согласно банку данных ГУП «Промотходы», самым многоотходным видом в общей массе генерируемых полимерных отходов промышленного потребления являются полиэтиленовые. Рециклинг, повторное использование отходов ПЭ составляет 40%, остальные 60% вывозятся на полигоны. На втором месте по объемам образования среди промышленных отходов потребления являются полипропиленовые. Рециклинг таких отходов оценивается в среднем 64,2%, остальная часть вывозится на полигоны. Важно учитывать, что ценность отходов полимеров определяется их объемами. Чем больше образуется отходов, тем большая привлекательность для переработчиков вывести эти отходы и переработать.

Отходы общественного потребления накапливаются в быту, на предприятиях общественного питания и т.д., а затем попадают на городские свалки; в конечном итоге они переходят в новую категорию отходов – смешанные отходы. Они составляют более 50% всех утилизируемых полимеров. Это самый большой резерв вторичных полимеров. Однако с переработкой и использованием именно этих смешанных отходов связаны наибольшие трудности [9, 10].

Вторичная переработка (рециклинг) бывших в употреблении пластмасс является важной проблемой для полимерной промышленности. Хотя содержание пластмассовых изделий в отходах относительно невелико (около 7-8% по весу), низкий удельный вес делает эти отходы хорошо заметными (около 18-20% по объему) [4]. Благодаря высокой стойкости к воздействию окружающей среды данные материалы сохраняются в естественных условиях в течение длительного времени. Однако с точки зрения влияния на окружающую среду утилизация полимерных отходов может рассматриваться как важный экономический фактор, поскольку энергия и материалы поступают в повторное использование. Это позволяет сократить использование естественных ресурсов, снизить выбросы в окружающую среду, уменьшить потребление энергии и, кроме того, дает экономическую выгоду, при этом необходимо, чтобы техника вторичной переработки позволяла получать чистый и дешевый продукт (энергию или материалы).

В мире предлагаются и разрабатываются различные стратегии вторичной переработки. В настоящее время наибольший прогресс достигнут в механической и химической переработке полимерных отходов. Механическая переработка с помощью соответствующих установок обеспечивает простое вторичное использование тех же самых материалов с учетом некоторых потерь в их свойствах. Восстановление материалов посредством химической переработки выдает продукт в виде мономеров, из которых получается новое полимерное сырье, а также химические вещества и топливо; однако этот метод требует привлечения значительных ресурсов и специального оборудования. Восстановление энергии позволяет полностью ликвидировать материал после извлечения его энергетического содержимого.

Из всех пластиков общего назначения на первое место сегодня выходят ПП и ПЭТ [15]. Причем ПП потеснил все другие поли-

оледины благодаря разнообразию смесей, сплавов и композитов на его основе.

Использование вторичных полимерных материалов имеет ряд преимуществ. Так во многих случаях они продаются по цене на 20-25% ниже цены за оригинальные аналоги. Экологический фактор также важен. Выигрыш заключается в том, что меньше отходов приходится удалять или сжигать. Меньше энергии и сырьевых материалов тратится на производство оригинальных пластмасс [5].

Хороший рынок существует для изделий из вторичного ПП, получаемых литьем под давлением или экструзией. Источником вторичных материалов являются промышленные отходы, сломанная или изношенная тара, сердцевина прядильных нитей, корпуса автомобильных аккумуляторов и бамперы.

С восстановлением использованной упаковки существует ряд проблем. Исследования показали, что во всем мире делалось несколько попыток восстановления бывшего в употреблении ПП, но все они оказались неудачными. Проблемы состоят в следующем:

- низкая доля ПП в уличном мусоре (в основном это упаковка от мороженого и бутылки из-под сока);
- большое разнообразие сортов ПП в потоке отходов;
- отсутствие промышленных установок по автоматической сортировке ПП;
- высокая степень загрязнения остатками пищевых продуктов;
- деструкция ПП во время переработки;
- трудность смешения полимеров с предельной вязкостью (индексом расплава), включая различные сорта ПП и примеси ПЭ;
- разброс состава в различных партиях сырья [13].

Тем не менее, испытания, проведенные различными исследователями, показали, что вторичный полипропилен (ПП) подходит для получения различных материалов, среди которых:

- изделия, которые в настоящее время производятся из оригинального ПП, например, толстостенные цветочные горшки, тара для сбора винограда и т.д.;
- изделия, которые в настоящее время производятся из вторичного ПП, например, пластмассовые брусья, ящики, паллеты, баки для мусора и т.п.

Повторно переработанный ПП находит применение прежде всего в автомобильной промышленности – для изготовления бамперов, обтекателей, элементов системы кондиционирования воздуха, воздухопроводов и клапанов, щитков и приборных панелей.

В начале 1990-х гг. компания Volkswagen (Германия) совместно с компанией REKO начали работу над проектом по разборке и вторичной переработке бамперов от автомобилей FIAT для изготовления воздухопроводов приборного щитка и корпусов для воздушных фильтров. Бамперы гранулируются и рекомпаундируются для производства вторичного ПП под маркой ReFax™. Восстановленный полимер используется также для защиты колесных арок некоторых моделей FIAT. Французский производитель автомобилей Renault использует для своей модели Megan полипропиленовые бамперы из материала, состоящего на 100% из переработанных бамперов. Австралийская компания Omni Plastics перерабатывает бамперы в полимер для наполных ковриков, используемых в автомобилях компании Toyota.

Вторичный ПП используется также для производства таких изделий, как ящики, тара, пластмассовые брусья (с ПЭ) и офисные принадлежности, например, скоросшиватели. В опытном производстве, в рамках совместного проекта нефтяной и полимерной отраслей промышленности Австралии, делалась попытка осуществить «почти замкнутый» цикл переработки загрязненных емкостей из-под нефти. Экспериментальные контейнеры, заменяющие сталь, были успешно получены литьем под давлением при содержании 25% загрязненного нефтью материала.

В последние годы появилось и разрабатывается новое направление применения вторичных полимеров – создание композиционных материалов на основе полимерной матрицы [8]. Композиционные материалы обладают неоспоримыми преимуществами по сравнению с мономатериалами, но и существенный недостаток – высокая цена. Частично эту проблему решает применение в качестве компонентов техногенных минеральных отходов. В Уральском регионе имеются значительные запасы минералов – доменные шлаки, золошлаки и золы электростанций и другие минеральные отходы, которые можно использовать в качестве наполнителей для композитов, а их положительное влияние и простота технологии добавления уже доказана на практике.

Список литературы

1. Барашков Н.Н. Полимерные композиты: получение, свойства, применение – М.: Наука, 1984. – 128 с.
2. Ватин, Н.И., Применение зол и золошлаковых отходов в строительстве [Текст] // Инженерно-строительный журнал. – 2011. – № 4. – С. 16-21.
3. Волков А.М., Рыжикова, И.Г., Агафонова, А.И., Днепропровский, С.Н. Минералонаполненные композиции по-

липропилена. Возможности совершенствования свойств малыми добавками полимерных компатибилизаторов // Пластические массы. – 2004. – №5. – С. 22-26.

4. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантия (ред.); пер. с англ. Под ред. Г.Е.Заикова – СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.

5. Вторичная переработка полимеров и создание экологически чистых полимерных материалов [текст]: учеб. пособие. – Екатеринбург: ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет им. А.М. Горького», 2008

6. Гукова, В.А. Использование вторичного полипропилена и техногенного минерального сырья для создания композиционных материалов [Текст] / Гукова В.А. // Молодежь, наука, будущее. Тез. докл. Конф. Март 2014 г. – Магнитогорск, 2014. – С. 51-54.

7. Гукова В.А., Ершова О.В. Эксплуатационные характеристики композиционных материалов на основе вторичного полипропилена и техногенных минеральных отходов// Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2014. № 11. С. 149–154.

8. Ершова О.В., Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.В. Исследование зависимости свойств древесно-полимерных композитов от химического состава матрицы // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. С. 26; URL: www.science-education.ru/116-12363 (дата обращения: 20.02.2015).

9. Кербер, М.Л., Виноградов, В.М., Головкин, Г.С. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология [Текст]: учеб. пособие / Под ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.

10. Композиционный материал (варианты) и способ его получения [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www1.fips.ru>.

11. Макаров, В.Г., Помещиков, В.И., Синельникова, Р.М. Свойства полипропилена, наполненного тальком // Пластические массы. – 2000. – №12. – с. 32–34.

12. Чел. области накопили 3 млрд тонн отходов [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://lentachel.ru/articles/10314>.

13. Ивановский С.К., Гукова В.А., Ершова О.В. Исследование свойств вспененных композитов на основе вторичных полиолефинов и золы уноса // Тенденции формирования науки нового времени Сборник статей Международной научно-практической конференции: В 4 частях. / отв. редактор А.А. Сукиасян. – Уфа, 2014. – С. 18-24.

14. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р. Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) // Молодой учёный. – 2013. – № 5. – С. 123–125.

15. Чупрова Л.В., Муллина Э.Р., Мишурина О.В., Ершова О.В. Исследование возможности получения композиционных материалов на основе вторичных полимеров // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 212; URL: www.science-education.ru/118-14200 (дата обращения: 20.02.2015).

16. Gukova V.A., Ershova O.V. The development of composite materials based on recycled polypropylene and industrial mineral wastes and study their operational properties // European Conference on Innovations in Technical and Natural Sciences Vienna, 2014. – С. 144-151.