# ПЕРЕРАБОТКА ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ В СОРБЕНТЫ

Косинцев В.И., Бордунов С.В., Пилипенко В.Г.[1], Сечин А.И., Куликова М.В., Прокудин И.А.

*Томский политехнический университет*

*[1]Управления Роспотребнадзора по Томской области*

*Томск, Россия*

Создание новых отраслей промышленности, укрупнение городов и вовлечение в среду обитания человека новых синтетических материалов, без учета возможных экологических последствий, привело к резкому росту количества отходов, в биосфере резко возросла концентрация вредных и особо вредных отходов [1].

Широкое применение в промышленности нашли волокна из капрона, полипропилена (ПП), поливинилхлорида (ПВХ), полиэтилентерефталата (ПЭТФ). Эти волокна обладают хорошими фильтрующими свойствами, высокой химической стойкостью и низкой влагоёмкостью, но не выдерживают более высокой температуры, чем ткани на основе лавсана и нитрона [2-3].

Волокнистые сорбенты, применяемые для очистки воды и воздуха достаточно дороги, поэтому важной задачей является создание производства дешевых волокнистых сорбентов. Сырьем, доступным в любых нефтедобывающих районах России, являются отходы и утиль термопластов бытового назначения, которые составляют от 9 до 13 % массы твердых отходов, или более 13 кг на одного среднесписочного жителя России.

Проблема утилизации полимерных отходов в настоящее время является планетарной, поэтому законодательством ряда стран поощряется деятельность сборщиков отходов бытовых термопластов. Задача одна - снизить стоимость переработки и утилизации термопластов. Таким образом, задача создания высоко рентабельной промышленной технологии и оборудования по переработке отходов термопластов в волокнистые материалы с последующим их использованием в промышленном оборудовании для очистки воды и воздуха представляется достаточно актуальной и согласуется с Концепцией устойчивого развития общества.

В процессе исследований по переработке термопластов в волокнистые материалы применялось следующее сырье: товарный полипропилен марки 21030-16 ÷ 21060-16, дробленные одноразовые шприцы (штоки и корпуса отдельно), дробленную полиэтиленовую пленку, дробленые катушки из полистирола и дробленые бутылки из-под напитков из полиэтилентерефталата. При проведении экспериментов гранулированные или предварительно измельченные отходы термопластов загружались в экструдер, в котором нагревались и расплавлялись до 150-300 $^0$C (в зависимости от температуры плавления исходного сырья) и шнеком экструдера подавались во вращающийся реактор, снабженный нагревателем для нагрева пленки расплава на стенках реактора до температуры, обеспечивающей необходимую для формования волокна вязкость расплава полимера.

Производительность установки и диаметр получаемого волокна определяются расходом расплава полимера из экструдера, скоростью вращения чаши и температурой внутренней стенки чаши, при которой обеспечивается прогрев массы расплава полимера до требуемой вязкости с минимальной его деструкцией. Для увеличения производительности установки возможна подача расплава полимера в несколько рабочих органов от одного высокопроизводительного экструдера. Вертикальное расположение рабочего органа позволило решить еще одну важную задачу – механизированный сбор волокна на ленточном транспортере в виде ленты нетканого волокнистого материала. Плотность укладки, толщину ленты волокнистого материала и прочностные характеристики волокна можно регулировать расходом воздуха вытяжного вентилятора под транспортером, расстоянием между транспортером и рабочим органом, а также температурой и расходом воздуха, подаваемого из кольцевого распределителя для формирования волокна.

Определяющими технологическими параметрами получения волокна являются температура расплава, окружная скорость на кромке вращающегося реактора и массовый расход термопласта. Методом ортогонального планирования эксперимента были определены оптимальные параметры технологии получения волокна:

$$G = 42 + 40T + 3{,}5V + 3{,}5TV \qquad (1)$$

$$d = 130 - 110T - 35V + 25TV \qquad (2)$$

где G – выход волокна, % мас.;
d – диаметр получаемого волокна, мкм;
T – температура расплава, $^0$C;
V – окружная скорость на кромке вращающегося реактора, м/с.

С ростом температуры расплава и окружной скорости на кромке реактора, увеличивается выход волокнистого материала при одновременном уменьшении его диаметра. Оптимизацией технологических режимов получения волокон на установке удалось увеличить выход волокна из исходного сырья до 94 % массовых и получить ленту нетканого волокнистого материала.

Полученные волокнистые материалы из отходов полипропилена обладают высокой устойчивостью к воздействию минеральных и органических кислот, щелочей и имеют верхнюю рабочую температуру 90 - 110 $^0$C. Полиэфирные волокна из отходов полиэтилентерефталата устойчивы к воздействию кислот, органических растворителей, окислительных и восстановительных реагентов, однако они подвержены воздействию щелочей. Верхняя рабочая температура этих волокон составляет 140 $^0$C. Низкая верхняя температурная граница применения полученных волокон обусловлена деструкцией полимеров при их повторной термической переработке и, как следствие, снижением молекулярной массы и температуры плавления полученных материалов. По данным термогравиметрического анализа проведенного на дериватографе Q-1500D потери массы товарного гранулированного полипропилена начинаются при 300 $^0$C (7,8 %), а для волокна полученного из измельченных изделий полипропилена такой же марки, в частности корпусов одноразовых шприцов, потеря массы 0,3 % зафиксирована при 200 $^0$C.

Товарный гранулированный лавсан начинает терять массу при 350 $^0$С, а волокно полученное из измельченных изделий (бутылки), теряет 0,5 % массы уже при 250 $^0$С.

В ходе экспериментов были оптимизированы режимы получения волокон как из индивидуальных термопластов так и из их смесей. Необходимость постановки таких исследований диктовалась исключительно требованиями рынка – минимальные затраты при первичном сборе и сортировке сырья. Определены температурные режимы переработки отходов термопластов и их смесей при окружной скорости на кромке реактора более 7,1 м/с в волокнистые сорбенты и определены возможные области применения получаемых материалов.

На основании проведенных исследований показано, что на установке безфильерного формования получены волокнистые сорбенты из отходов термопластов, которые могут эффективно применяться для сбора нефти и нефтепродуктов с поверхности воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ламед Франсуа. Основы прикладной экологии / Пер. с франц. - Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 187 с.
2. Новые химические волокна технического назначения. - Л., «Химия», 1973. – 200с.

Ужов В.Н.. Очистка промышленных газов фильтрами / Ужов В.Н., Мягков Б.И. Из-во «Химия», М., 1970 – 320с