

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Кафедра технологии нефтехимического синтеза и переработки
полимерных материалов**

**Методические указания, программы и Контрольные вопросы
по курсу РЕЦИКЛИНГ ПЛАСТМАСС для студентов
специальности 1-48 01 02 «Химическая технология
органических веществ, материалов и изделий»
специализации 1-48 01 02 06 «Технология переработки
пластмасс»**

заочной формы обучения

РЕЦИКЛИНГ ПЛАСТМАСС

Вторичная переработка (рециклинг) бывших в употреблении пластмасс и изделий из них является важной проблемой для полимерной промышленности. Благодаря высокой стойкости к воздействию окружающей среды данные материалы сохраняются в естественных условиях в течение длительного времени. С точки зрения влияния на окружающую среду утилизация полимерных отходов может рассматриваться не только как экологический, но и как важный экономический фактор, т. к. энергия и материалы поступают в повторное применение. Это позволяет сократить использование естественных ресурсов, снизить выбросы в окружающую среду, уменьшить потребление энергии и дает экономическую выгоду.

В мире предлагаются и разрабатываются различные стратегии вторичной переработки. В настоящее время наибольший прогресс достигнут в механической и химической переработке и в получении энергии. Эти методы различаются по степени распространения, а также по своим достоинствам и недостаткам. Механическая переработка 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. Воспроизводство энергии позволяет полностью ликвидировать материал после извлечения его энергетического содержимого. Этому и посвящена дисциплина «Рециклинг пластмасс».

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентами при изучении теоретических, общеинженерных химических дисциплин, логически связана с дисциплинами «Теоретические основы химии»; «Неорганическая химия»; «Органическая химия»; «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»; «Физическая химия»; «Химия и физика полимеров»; «Процессы и аппараты химической технологии»; «Общая химическая технология»; «Технология пластмасс»; «Технология переработки пластмасс»; «Технология композиционных материалов»; «Оборудование и основы проектирования предприятий по переработке пластмасс»; «Охрана труда».

Основной целью дисциплины является получение студентами знаний, заключающихся в освоении методов и технологий вторичной переработки пластмасс в изделия, способов определения их технологических и физико-механических свойств, методов утилизации пластмасс, назначения и применения вторичных материалов и изделий из пластмасс.

Задача дисциплины – изучение основных технологических процессов утилизации и переработки пластмассовых изделий.

Программа дисциплины разработана с учетом последних достижений технологии и науки переработки полимеров.

Целью дисциплины является: дать представление о современном состоянии проблемы утилизации использованных полимерных материалов; рассмотреть основные способы предварительной обработки отходов; изучить поведение вторичного сырья при переработке, свойства исходного и вторичного перерабатываемого полимера, модификацию вторично перерабатываемых полимеров; дать представление об основном оборудовании для вторичной переработки пластмасс; показать основные направления применения вторично перерабатываемых пластмасс; изучить химическую переработку и утилизацию полимеров и извлечение энергии из полимерных отходов.

В результате изучения дисциплины студент должен знать номенклатуру отходов пластмассовых производств; физико-химические закономерности смешения полимеров с ингредиентами; технологико-химические закономерности смешения исходного и вторичного сырья. Кроме того, студент должен уметь оценивать вероятность совмещения вторичного сырья и исходного полимера; использовать теоретические и практические знания, полученные при изучении специальных технологических дисциплин.

9.1. Программа курса

Введение

Общие сведения о полимерных материалах. Виды полимерных отходов. Классификация полимерных отходов. Основные источники образования полимерных отходов. Методы утилизации и регенерации полимерных отходов.

9.1.1. Физико-химические закономерности совмещения и смешения основного и вторичного полимерного сырья

Свойства: поведение вторичного сырья при переработке. Влияние многократной переработки на структуру, технологические и эксплуатационные свойства вторичного полимерного сырья. Вторичная переработка пластмасс общего назначения, технических термопластов и полимерных композиционных материалов.

Совмещение основного и вторичного полимерного сырья. Влияние состава на свойства смесей. Технология переработки, физико-механические свойства смесей. Реологические и технологические свойства смесей. Технологии и оборудование для получения и переработки смесей основного и вторичного полимерного сырья.

Модификация свойств вторичного полимерного сырья. Деструкция вторичного полимерного сырья. Восстановление свойств вторичного полимерного сырья. Рекуперированные добавки для улучшения технологических и эксплуатационных свойств вторичного полимерного сырья: пластификаторы, стабилизаторы, смазки, антипирены, антистатика. Смешение с первичным сырьем. Технологии и оборудование для получения, модификации и переработки смесей основного и вторичного полимерного сырья.

9.1.2. Технология переработки би- и поликомпонентных вторичных полимерных материалов

Технологические процессы рециклинга. Общие положения. Типовые технологии: способы сортировки измельченного вторичного полимерного сырья, удаление металлов. Специализированные технологии рециклинга для ПА, ПЭТФ, рециклинг вторичного полимерного сырья без сортировки компонентов.

Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процессы разделения, отделение металлов, стекла, бумаги и других твердых примесей и измельчения. Промывка, сушка, уплотнение (агломерация), дегазация, гранулирование.

Технологии химической переработки (рециклинга) вторичного полимерного сырья: гидролиз, гликолиз, реакции деполимеризации, химической модификации, получения исходных мономеров.

Извлечение энергии из вторичного полимерного сырья. Методы получения энергии из вторичного полимерного сырья: сжигание, газификация, пиролиз. Особенности технологии сжигания вторичного полимерного сырья. Технология газификации вторичного полимерного сырья. Методы и виды пиролиза вторичного полимерного сырья.

9.1.3. Методы получения и применения регенератов из пластмассового сырья

Использование вторичного полимерного сырья. Ограничения и особенности использования для вторичного полимерного сырья. Выбор областей применения для вторичного полимерного сырья. Уничтожение отходов пластмасс.

Ограничения и особенности для использования вторичного полимерного сырья из полиолефинов (ПЭНП; ПЭВП; ПП), стиролсодержащих пластмасс (ПС; УПС; УПМ; АБС-пластика).

Области применения вторичного полимерного сырья из полиолефинов и стиролсодержащих пластмасс: пленка, трубы, упаковка, строительные материалы, изделия технического назначения. Ограничения и особенности использования вторичного полимерного сырья из полиолефинов и стиролсодержащих пластмасс. Ограничения и

особенности использования вторичного полимерного сырья из ПВХ, фторопластов, полиакрилатов, полиэфиров и полиамидов. Основные направления и области использования вторичного полимерного сырья из этих полимеров: волокна, нетканые материалы, строительные и конструкционные изделия, упаковка, изделия технического назначения.

9.2. Контрольные вопросы

1. Виды полимерных отходов.
2. Классификация полимерных отходов.
3. Основные источники образования полимерных отходов.
4. Методы утилизации полимерных отходов.
5. Методы регенерации полимерных отходов.
6. Поведение вторичного сырья при переработке.
7. Влияние многократной переработки на структуру и эксплуатационные свойства вторичного полимерного сырья.
8. Вторичная переработка пластмасс.
9. Совмещение основного и вторичного сырья.
10. Влияние составов на свойства смесей вторичных полимеров.
11. Технологические свойства смесей основного и вторичного полимерного сырья.
12. Технология переработки смесей полимеров.
13. Оборудование для переработки смесей первичного и вторичного полимеров.
14. Модификация свойств вторичного полимерного сырья.
15. Причины склонности к деструкции вторичных полимеров.
16. Причины дополнительной стабилизации вторичного сырья.
17. Методы сохранения эксплуатационной долговечности вторичного сырья. Стабилизация.
18. Методы сохранения эксплуатационной долговечности вторичного сырья. Наполнение.
19. Улучшение совместимости полимеров (первичных и вторичных).
20. Нерактивные агенты совместимости.
21. Рекуперирующие добавки для улучшения технологических свойств вторичного полимерного сырья. Смазки, антипирены, антистатика.
22. Способы сортировки измельченного вторичного полимерного сырья.
23. Удаление металлов из полимерных отходов.
24. Рециклинг вторичного полимерного сырья без сортировки компонентов.
25. Специализированные технологии рециклинга для ПЭТФ.

26. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс разделения.
27. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс отделения металлов, бумаги.
28. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс измельчения.
29. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс промывки.
30. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс сушки.
31. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс агломерации.
32. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс дегазации.
33. Технологии подготовки и переработки вторичного полимерного сырья: процесс гранулирования.
34. Технологии химической переработки вторичного полимерного сырья: гидролиз, гликолиз.
35. Технологии химической переработки вторичного полимерного сырья: реакции деполимеризации.
36. Технологии химической переработки вторичного полимерного сырья: химическая модификация.
37. Технологии химической переработки вторичного полимерного сырья: получение исходных мономеров.
38. Извлечение энергии из вторичного полимерного сырья: сжигание, газификация, пиролиз. Методы и виды пиролиза вторичного полимерного сырья.
39. Области применения вторичного полимерного сырья из полиолефинов.
40. Области применения вторичного полимерного сырья из стиролсодержащих пластмасс.
41. Области применения вторичного полимерного сырья из ПВХ.
42. Области применения вторичного полимерного сырья из фторопластов.
43. Области применения вторичного полимерного сырья из полиакрилатов.
44. Области применения вторичного полимерного сырья из полиамидов.
45. Области применения вторичного полимерного сырья из ПЭТФ.
46. Ограничение и особенности использования вторичного сырья.
47. Основные области использования вторичного полимерного сырья.
48. Области применения вторичного полимерного сырья.

Рекомендуемая литература

Основная

1. Вторичная переработка пластмасс / под ред. Ф. Ла Мантиа; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2009. – 400 с.
2. Тагер, А. А. Физико-химия полимеров / А. А. Тагер. – М.: Научный мир, 2007. – 573 с.
3. Аверко-Антонович, Н. Ю. Методы исследования структуры и свойств полимеров / Н. Ю. Аверко-Антонович, Р. Т. Бикмуллин. – Казань: КГТУ, 2007. – 602 с.
4. Липик, В. Т. Рециклинг и утилизация полимерных отходов / В. Т. Липик, Н. Р. Прокопчук. – Минск: БГТУ, 2008. – 260 с.
5. Шаповалов, В. М. Многокомпонентные полимерные системы на основе вторичных материалов / В. М. Шаповалов, З. Л. Гартаковский; под общ. ред. Ю. М. Плескачевского. – Гомель: ИММС НАН Беларуси, 2003. – 262 с.

Дополнительная

1. Активирующее смешение в технологии полимеров / под ред. В. В. Богданова. – СПб.: Проспект науки, 2008. – 328 с.
2. Химические добавки к полимерам. Справочник / под ред. И. П. Масловой. – М.: Химия, 1981. – 250 с.
3. Штарке, Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс / Л. Штарке. – Л.: Химия, 1987. – 175 с.
4. Вторичное использование полимерных материалов / под ред. Е. Г. Любешкиной. – М.: Химия, 1985. – 195 с.
5. Пол, Д. Полимерные смеси. Т. 1. Систематика / Д. Пол, К. Бакнелл; пер. с англ. под ред. В. Н. Кулезнева. – СПб.: НОТ, 2009. – 618 с.