Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 02.10.2023 15:42:25
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета химической технологии и биотехнологии
_____ Ю.В. Данильчук
«__» 07 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Вторичная переработка и рециклинг материалов безотходных производств

Направление подготовки
20.03.01 «Техносферная безопасность»

Профиль подготовки
Безотходные производственные технологии (2022)

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Москва 2022

1. Цели освоения дисциплины

«Вторичная переработка и рециклинг материалов безотходных производств» является профилирующей дисциплиной, с изучением которой начинается подготовка инженера по **20.03.01 «Техносферная безопасность»**. В связи с этим, целью преподавания данной дисциплины является приобретение студентами как общих представлений о промышленности переработки пластмасс, так и специальных теоретических знаний, а также практических навыков в области технологии переработки пластмасс.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина «Вторичная переработка и рециклинг материалов безотходных производств» относится к дисциплине по выбору профессионального цикла.

Вторичная переработка и рециклинг материалов безотходных производств - является одним из приоритетных направлений развития науки и техники на ближайшее десятилетие. Представляет собой совокупность различных процессов, с помощью которых исходный полимерный материал превращается в изделия с заданными эксплуатационными свойствами. Большинство методов переработки пластических масс представляет собой формование изделий из полимеров, находящихся в вязкотекучем состоянии.

Отдельные методы основаны на формовании материалов в высокоэластическом состоянии. Существуют также методы формования из растворов и дисперсии полимеров получения изделия методом заливки, полива и т.д. Для усвоения курса студенты должны быть знакомы с физико-химическими основами полимерных материалов, в объеме соответствующих дисциплин: Химия, Физика, Реология полимеров.

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

ОК-1, ОК-10, ПК-1, ПК-2, ПК-4, ПК-7

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- владением культурой мышления, способностью к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей ее достижения (ОК-1);
- использованием основных положений и методов социальных, гуманитарных и естественных наук при решении социальных и профессиональных задач (ОК-10);
- использованием основных законов естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применением методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-1);
- способностью использовать основные естественнонаучные законы для понимания окружающего мира и явлений природы (ПК-2);
- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, наличием навыков работы с компьютером как средством управления информацией (ПК-4);
- способностью использовать современные информационные технологии, проводить обработку информации с использованием прикладных программ и баз данных для расчета технологических параметров оборудования и мониторинга природных сред (ПК-9);

В результате изучения данной дисциплины студент должен:

Знать:

- основные виды полимерных материалов и химических волокон; методы переработки их в изделия, области применения полимерных материалов; биохимические процессы и их преимущества перед химическими;
- основные типы пластмасс и области их применения, закономерности формирования основных типов надмолекулярных структур и их взаимосвязи с физико-механическими свойствами полимеров, существо методов их переработки в изделия;
- теоретические основы процессов переработки пластмасс и методов расчета технологических параметров, определяющих режим формования детали;
- взаимосвязь между технологическими параметрами процессов переработки и эксплуатационными свойствами, а также качеством готовых изделий.

Уметь:

- выбирать тип пластмасс для получения того или иного изделия, основываясь на требованиях к его эксплуатационным свойствам;
- выбирать экономически наиболее целесообразный метод переработки того или иного типа пластмасс;
- рассчитывать технологические параметры процессов переработки пластмасс;
- определять технологические свойства полимерных материалов;
- пользоваться учебной и периодической литературой;
- выбирать экономически целесообразные и экологически безопасные методы утилизации технологических отходов пластмасс и вышедших из эксплуатации полимерных изделий.

Владеть:

основами методов рационального выбора материалов для изготовления изделий с учетом конструкции, назначения, условий эксплуатации, материальных и производственных факторов, потребности рынка в данном типе изделий; способами и методами изготовления изделий и конструкций из полимерных материалов; элементарными навыками работы с технологической документацией, технической литературой, научно - техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками.

Применять:

Полученные знания и умения при выборе полимерных материалов и методах их переработки;
Демонстрировать способности и готовность применять полученные знания в практической деятельности на различных этапах жизненного цикла изделий.

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часа, из них 90 часов самостоятельной работы).

Структура и содержание «Вторичная переработка и рециклинг материалов безотходных производств» по срокам и видам работы изложены в Приложении № 1.

6 семестр: лекции – 2 часа в неделю (36 часов), лабораторные работы – 1 час в неделю (18 часов), форма контроля – зачет.

4.1.Содержание разделов дисциплины

Введение

Значение полимерных материалов в народном хозяйстве страны. Перспективы развития промышленности пластмасс. Структура потребления полимеров за рубежом и в России. Задачи курса. Понятие о полимерах. Принципы классификации и терминология.

Структура и свойства полимеров.

Молекулярная масса полимеров. Понятие о молекулярно-массовом распределении. Приборы и методы определения молекулярных масс. Специфические свойства высокополимеров. Внутреннее вращение молекул. Гибкость полимерных цепей. Стуктурообразование в полимерах. Межмолекулярное взаимодействие. Основные типы надмолекулярных структур полимеров. Кристаллические, аморфные и фазовые состояния полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров.

Основные типы полимерных материалов.

Термореактивные пластические массы. Основные типы пресспорошков и их состав. Фено- и аминопласты. Основные типы волокнистых материалов. Волокниты, стекловолокниты, асбоволокниты и слоистые пластики. Свойства, методы переработки и области применения. Термопластичные полимеры. Полиолефины. Типы полиолефинов. Поливинилхлорид и сополимеры винилхлорида. Полистиролы и сополимеры стирола. Полиамиды. Фторопласты. Полисилоксаны и др. Химическая структура, свойства, методы переработки и области применения указанных термопластов. Основные типы каучуков и резиновых смесей и их назначение. Вулканизация резиновых смесей. Механизм вулканизации. Методы переработки резиновых смесей. Особенности переработки резиновых смесей на прессах, литьевых машинах и червячных прессах.

Технологические свойства полимерных материалов и классификация методов их переработки.

Влажность, сыпучесть, гранулометрический состав и насыпная масса полимеров. Методы их определения. Скорость отверждения (термореактивных) и текучесть полимеров. Приборы и методы их определения. Классификация методов переработки полимеров.

Технология переработки пластмасс методом прессования.

Подготовка прессматериала. Таблетирование и предварительный подогрев. Прямое, литьевое и инжекционное прессование пластмасс. Технологические параметры прессования и их расчет. Влияние параметров прессования на физико-механические свойства изделий. Расчет технологических параметров прессования

Технология переработки и рециклинга полимеров методами экструзии и пневмовакуумного формования.

Сущность и классификация процессов экструзии. Технологические параметры процессов экструзии. Специфические явления при экструзии полимеров – «дробление» расплава и разбухание экструдата. Критическая скорость экструзии. Особенности экструзии листов, пленок, труб, объемных изделий. Разнотолщинность изделий и причины ее появления. Расчет технологических параметров экструзии.

Технологические разновидности метода пневмовакуумного формования.

Технология переработки и рециклинга полимеров методом литья под давлением

Технологические параметры литья под давлением. Расчет технологических параметров литья под давлением. Влияние параметров литья на физико-механические свойства изделий. Ориентационные явления при литье под давлением. Внутренние напряжения в литых изделиях. Литье под давлением термопластов и реактопластов. Особенности литья под давлением реактопластов.

Сварка пластмасс.

Классификация. Технологические параметры процесса. Прочность сварных швов.

4.2.Лабораторный практикум

№ п/п	*Наименование лабораторных работ*
1	Получение пресспорошков суховальцевым методом
2	Получение резиновых смесей
3	Определение показателя текучести термопластов
4	Прессование резиновых смесей (пресспорошков)
5	Формование и вулканизация резин
6	Получение пресс-порошков на основе фенол-формальдегидных смол

5. Образовательные технологии.

В соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки реализации компетентностного подхода предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (лекции-дискуссии, диалоговые лекции, компьютерных симуляций, разбор конкретных ситуаций при изучении материалов или конкретных физико-химических явлений и технологических процессов, аналогичные задания прорабатываются самостоятельно при работе в малых группах при выполнении лабораторных работ, сообщения по отдельным вопросам дисциплины на практических занятиях*),* что в сочетании с внеаудиторной работой формирует и развивает профессиональные навыки обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с представителями российских и зарубежных компаний, государственных и общественных организаций, экспертов и специалистов.

При организации лабораторного практикума предусмотрено использовать индивидуальный подход с выдачей отдельных для каждого студента или комплексных для 2-х – 3-х студентов заданий экспериментального характера с последующим обсуждением полученных результатов в группе.

Контроль над выполнением самостоятельной работы осуществляется преподавателем в интерактивной форме в виде бесед, тестирования и на практических занятиях. Уровень знаний, умений учащегося по всем видам работ предусмотрено оценивать по бально-рейтинговой системе, результаты которой используются при проведении экзамена по дисциплине.

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Текущий контроль успеваемости и промежуточной аттестации проводятся по следующим критериям;

- ответы студента на вопросы карт текущего контроля;
- защита лабораторных работ;
- выполнение контрольных работ;
- результаты тестирования.

Темы рефератов:

1. Значение полимерных материалов в народном хозяйстве страны.
2. Перспективы развития промышленности пластмасс.
3. Принципы классификации и терминология.
4. Специфические свойства высокополимеров.
5. Внутреннее вращение молекул. Гибкость полимерных цепей.
6. Кристаллические, аморфные и фазовые состояния полимеров.
7. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров.
8. Термореактивные пластические массы.
9. Основные типы пресс-порошков и их состав.
10. Фено- и аминопласты.
11. Основные типы волокнистых материалов.
12. Волокниты, стекловолокниты, асбоволокниты и слоистые пластики. Свойства, методы переработки и области применения.
13. Термопластичные полимеры. Полиолефины. Типы полиолефинов.
14. Поливинилхлорид и сополимеры винилхлорида.
15. Полистиролы и сополимеры стирола. Полиамиды. Фторопласты.
16. Основные типы каучуков и резиновых смесей и их назначение.
17. Вулканизация резиновых смесей.
18. Влажность, сыпучесть, гранулометрический состав и насыпная масса полимеров. Методы их определения.
19. Скорость отверждения (термореактивных) и текучесть полимеров. Приборы и методы их определения. Классификация методов переработки полимеров.
20. Подготовка прессматериала. Таблетирование и предварительный подогрев.
21. Прямое, литьевое и инжекционное прессование пластмасс.
22. Влияние параметров прессования на физико-механические свойства изделий.
23. Расчет технологических параметров прессования
24. Сущность и классификация процессов экструзии.
25. Технологические параметры процессов экструзии.
26. Специфические явления при экструзии полимеров – «дробление» расплава и разбухание экструдата. Критическая скорость экструзии.
27. Особенности экструзии листов, пленок, труб, объемных изделий.
28. Разнотолщинность изделий и причины ее появления.
29. Технологические разновидности метода пневмовакуумного формования.
30. Технологические параметры литья под давлением.
31. Влияние параметров литья на физико-механические свойства изделий.
32. Ориентационные явления при литье под давлением.
33. Литье под давлением термопластов и реактопластов.

34. Особенности литья под давлением реактопластов.

Темы контрольных работ:

1. Структура и свойства полимеров
2. Основные типы полимерных материалов.
3. Технология переработки пластмасс методом прессования.
4. Технология переработки и рециклинга полимеров методами экструзии и пневмовакуумного формования.
5. Технология переработки и рециклинга полимеров методом литья под давлением
6. Сварка пластмасс

Вопросы :

1. Антистарители резин и их действие.
2. Бутадиен-стирольный каучук, свойства резин на его основе.
3. Бутилкаучук и свойства резин на его основе.
4. Газовая сварка с присадочным материалом.
5. Диспергирование полимерных материалов.
6. Ингредиенты резиновых смесей и их назначение.
7. Ингредиенты резиновых смесей и их роль в рецептуре.
8. Каучуки специального назначения.
9. Кинетика серной вулканизации натурального каучука.
10. Кинетика серной вулканизации.
11. Классификация методов переработки пластмасс.
12. Классификация свариваемых материалов.
13. Литьевое прессование реактопластов.
14. Методы определения текучести термопластов.
15. Методы определения текучести термореактивных пластмасс.
16. Методы переработки пластмасс.
17. Методы сварки полимерных материалов.
18. Наполнители резин, тех. углерод и его усиливающее действие.
19. Натуральный каучук и свойства резин на его основе.
20. Пластификаторы резин и их действие.
21. Прессование изделий из термореактивных прессматериалов. Технологические параметры процесса прессования.
22. Прессование реактопластов.
23. Прямое прессование реактопластов.
24. Сварка термопластов в поле токов высокой частоты.
25. Сварка термопластов и классификация методов сварки.
26. Сера и ее взаимодействие с каучуком, свойства вулканизата.
27. Сера и ее взаимодействие с каучуком, свойства вулканизаторов.
28. Серная вулканизация натурального каучука.
29. Синтетический изопреновый каучук и свойства резин на его основе.
30. Смешение полимерных материалов в быстроходных смесителях.
31. Смешение полимерных материалов в тихоходных смесителях.
32. Смешение полимерных материалов.
33. Строение бутадиенового каучука и свойства резин на его основе.
34. Строение натурального каучука и свойства резин на его основе.
35. Технологические параметры процесса прессования.
36. Технологические свойства перерабатываемых материалов.
37. Удельное давление прессования и факторы, влияющие на его величину.
38. Ускорители и активаторы процесса вулканизации.
39. Факторы, влияющие на процесс прессования изделий из термореактивных прессматериалов.
40. Факторы, определяющие качество газовой сварки.

41. Фторкаучуки и их вулканизация.
42. Фторкаучуки и свойства резин на их основе.
43. Хлорпреновый каучук и его вулканизация, свойства резин на его основе.
44. Циклограмма и время цикла процессов прессования.
45. Эксплутационные характеристики изделий.
46. Этиленпропиленовые каучуки и их свойства.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение.

а) основная литература:

1. Вторичная переработка и рециклинг материалов безотходных производств. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В. М. Зуев – М. : издательство Академия, 2008, 400 с.
2. Переработка пластмасс, О.Шварц и др., -СПб.: Профессия, 2008, -320 с.
3. Термоэластопласты, Д.Холден и др., - СПб, Профессия, 2011, - 720 с.

б) дополнительная литература:

1. Вторичная переработка и рециклинг материалов безотходных производств. Учебник для вузов / под редакцией Б. Н. Арзамасова, Г. Г. Мухина / Арзамасов Б. Н., Макарова В. И., Мухин Г. Г. и др. – М. : издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2001, 648 с.
2. Реология. Концепции, методы, приложения. А. Я.Малкин . – СПб.: Профессия, 2009. – 500 с.
3. Аналитические приборы, Мак-Махон Дж., – СПб.: Профессия, 2009. – 352 с.

в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:

«Кампус. Выбор полимерных материалов» - компьютерная программа-справочник по физико-механическим и эксплуатационным свойствам полимеров, объектно-ориентированная на выбор предпочтительного типа материала по требуемому сочетанию эксплуатационных свойств.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Три специализированные лаборатории со следующим оборудованием, используемым для лабораторного практикума по дисциплине:

- вискозиметр Хеплера;
- приборы для определения показателя текучести расплава;
- вальцы;
- пресс вулканизационный;
- прессы для прессования реактопластов;
- машина для пневмовакуумного формования;
- термопласт - автоматы для литья под давлением;
- оборудование для литья олигомерных композиций.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки бакалавров 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Программу составил:
Профессор, к.т.н. /И.В. Скопинцев/

Программа утверждена на заседании кафедры “ПАХТ” «_____» _____ 2021 г., протокол № _____

Заведующий кафедрой
профессор, д. т. н. /В.Г. Систер/

Программа согласована с руководителем образовательной программы
к.т.н., проф._____ /И.В. Скопинцев/
«____»_____20___ г.