Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 28.10.2023 14:37:07
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
/Е.В. Сафонов/
«16» 11 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Технология переработки и рециклинга полимерных материалов»

Направление подготовки
27.03.05 «Инноватика»

Образовательная программа (профиль подготовки)
«Аддитивные технологии»

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2023 г.

Разработчик:

профессор, к.т.н.  И.В. Скопинцев

Согласовано:
Заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химической технологии»,
к.х.н.  П.С Громовых

Программа согласована с руководителем образовательной программы «Аддитивные технологии» по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика»

доц., к.т.н.  /П.А. Петров/

Содержание

..... 3
1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 4
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 9
7. Фонд оценочных средств 10

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

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.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук	ИОПК-1.1. Использует основные законы базовых инженерных и технических дисциплин; ИОПК-1.2. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей; ИОПК-1.3. Владеет основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды; ИОПК-1.4. Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов, в том числе аддитивного производства;

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» относится к обязательной части (Б.1.1) Блока 1 «Дисциплины (модули)» и входит в основную образовательную программу подготовки бакалавра по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика», профиль «Аддитивные технологии» очной формы обучения, изучается в 6 семестре.

Дисциплина базируется на следующих, пройденных дисциплинах:

- Химия и физическая химия;
- Основы материаловедения металлов, пластмасс и композиционных материалов;
- Реология и механика полимерных материалов;
- Теория и технология аддитивного производства изделий из термопластиков;
- Теория и технология аддитивного производства изделий из светоотверждаемых полимеров;
- Основы технологии обработки давлением для изготовления изделий из металлов, композиционных и порошковых материалов;
- Основы технологии литья для изготовления изделий из металлов и композиционных материалов;

Модуль «Математические и естественно-научные дисциплины»:

- Физика;

Модуль «Базовые инженерные дисциплины»:

- Теоретическая механика;
- Сопротивление материалов;

Дисциплина «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» - наука, являющаяся 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.

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 академических часа (из них 26 часов – аудиторная работа, в том числе 8 часов лекций, 18 часов лабораторных занятий и 46 часов самостоятельной работы студента).

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			8 семестр
1	**Аудиторные занятия**	**26**	26
	В том числе:		
1.1	Лекции	**8**	8
1.2	Семинарские/практические занятия		
1.3	Лабораторные занятия	**18**	18
2	**Самостоятельная работа**	**46**	46
	В том числе:		
2.1	Подготовка и защита лабораторных работ		
2.2	Самостоятельное изучение	**46**	46
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**зачет**	зачет
	Итого		

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	**Аудиторная работа**				**Самостоятельная работа**
			Лекции	Семинарские/ практические занятия	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
	Введение		1				5

	Тема 1. Структура и свойства полимеров		1				5
	Тема 2. Основные типы полимерных материалов.		1				5
	Тема 3. Технологические свойства полимерных материалов и классификация методов их переработки.		1				5
	Тема 4. Технология переработки пластмасс методом прессования.		1				5
	Тема 5. Технология переработки и рециклинга полимеров методами экструзии и пневмовакуумного формования.		1				5
	Тема 6. Технология переработки и рециклинга полимеров методом литья под давлением		1				5
	Тема 7. Сварка пластмасс		1				5
	Лабораторная работа 1. Термовакуумное формование				3		1
	Лабораторная работа 2. Определение показателя текучести термопластов				3		1
	Лабораторная работа 3. Получение полимерных композиционных материалов				3		1
	Лабораторная работа 4. Экструзионно-выдувное формование				3		1
	Лабораторная работа 5. Получение композиционных материалов из вторичных полимеров				3		1
	Лабораторная работа 6. Сварка полимеров				3		1
	Итого	**72**	**8**		**18**		**46**

3.3 Содержание дисциплины

Тема 1. 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.

Тема 2. 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. Структурообразование в полимерах. Межмолекулярное взаимодействие. Основные типы надмолекулярных структур полимеров. Кристаллические, аморфные и фазовые состояния полимеров. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров.

Тема 3. 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.

Тема 4. 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.

Тема 5. 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

Тема 6. 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.

Тема 7. 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.

Тема 8. Сварка пластмасс.

Классификация. Технологические параметры процесса. Прочность сварных швов.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Лабораторные занятия

1. Лабораторная работа 1. Термовакуумное формование - 3 часа
2. Лабораторная работа 2. Сварка полимеров - 3 часа
3. Лабораторная работа 3. Определение показателя текучести термопластов - 3 часа

4. Лабораторная работа 4. Получение полимерных композиционных материалов - 3 часа
5. Лабораторная работа 5. Экструзионно-выдувное формование - 3 часа
6. Лабораторная работа 6. Получение композиционных материалов из вторичных полимеров - 3 часа

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутсвуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

Не предусмотрено

4.2 Основная литература

1. Рециклинг пластмасс: наука, технологии, практика/ Джон Шайерс., -СПб.: НОТ, 2012, -500 с.
2. Рециклинг. Технологии и оборудование вторичной переработки/Мартенс Г., Голдман Д., -СПб.: НОТ, 2019, -544 с.
3. Переработка пластмасс, О.Шварц и др., -СПб.: Профессия, 2008, -320 с.
4. Термоэластопласты, Д.Холден и др., - СПб, Профессия, 2011, - 720 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Рециклинг пластмасс. Экономика, экология и технологии переработки пластмассовых отходов / Н. Рудольф, Р. Кизель, Ш. Аумнате. Пер.с англ. (2017, Understanding Plastics Recycling: Economic, Ecological, and Technical Profit Aspects of Plastic Waste Handling) под ред. Дувидзона В.Г. . – СПб.: Профессия, 2018. – 176 с.
2. Концепции, методы, приложения. А. Я.Малкин . – СПб.: Профессия, 2009. – 500 с.
3. Технология переработки и рециклинга полимерных материалов. Учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г. М. Волков, В. М. Зуев – М. : издательство Академия, 2008, 400 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

1. Autodesk Moldflow
Autodesk Autocad
NanoCad
Компас

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. https://www.youtube.com/user/Zefar91
2. https://www.youtube.com/user/tolik7772

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами. Для проведения лабораторных работ используются помещения кафедры «Процессы и аппараты химической технологии», а именно специализированные лаборатории со следующим оборудованием, используемым для лабораторного практикума по дисциплине:

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

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (темами курса, формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования к форме отчетности и применения видов контроля.

Целесообразно в ходе защиты лабораторных работ задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Следует предоставить возможность выступления с места в виде кратких сообщений по подготовленному заранее вопросу.

В заключительной части занятий следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Задачи самостоятельной работы студента:

- развитие навыков самостоятельной учебной работы;
- освоение содержания дисциплины;
- углубление содержания и осознание основных понятий дисциплины;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий для эффективной подготовки к зачету.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;
- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация работы или защита лабораторной работы.

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, экзамен.

Обучение по дисциплине направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	**Индикаторы достижения компетенции**
ОПК-1. Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов в области математики, естественных и технических наук	ИОПК-1.1. Использует основные законы базовых инженерных и технических дисциплин; ИОПК-1.2. Использует основные законы естественнонаучных дисциплин, правила построения технических схем и чертежей; ИОПК-1.3. Владеет основными методами технико-экономического анализа, навыками составления рабочих проектов в составе творческой команды; ИОПК-1.4. Знает принципиальные особенности моделирования математических, физических и химических процессов, предназначенные для конкретных технологических процессов, в том числе аддитивного производства;

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочногосредства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и уменийобучающегося.	Фонд тестовых заданий
2	ЗЛР	Средство проверки умений и навыков применять полученные знания для решения практических задач с помощью инструментальных средств.	Задания для защиты лабораторных работ

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: зачет.

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение и защита студентом лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой и прохождение всех промежуточных тестов не ниже, чем на 70% правильных ответов. Промежуточные тестирования могут проводится как в аудитории Университета под контролем преподавателя, так и дистанционном формате на усмотрение преподавателя.

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится на 6 семестре по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра.

Итоговая форма контроля – зачет. По итогам аттестации по дисциплине «Реология и механика полимерных материалов» выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки,

	неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует неполное, правильное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, либо если при этом были допущены 2-3 несущественные ошибки.
Удовлетворительно	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, в котором освещена основная, наиболее важная часть материала, но при этом допущена одна значительная ошибка или неточность.
Неудовлетворительно	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Текущий контроль включает защиту лабораторных работ. Отчеты по лабораторным работам размещаются студентами в соответствующем курсе системы дистанционного обучения Университета. Для подготовки к защите лабораторных работ в разделе приведён перечень контрольных вопросов.

Результаты текущего контроля могут быть использованы при промежуточной аттестации.

Вопросы для защиты лабораторных работ

При изучении курса учащийся должен самостоятельно проработать следующие разделы по тематике лабораторных 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

7.3.2 Вопросы для промежуточной аттестации

Перечень вопросов к зачету

1. Влажность, сыпучесть, гранулометрический состав и насыпная масса полимеров. Методы их определения.
2. Влияние параметров литья на физико-механические свойства изделий.
3. Влияние параметров прессования на физико-механические свойства изделий.
4. Внутреннее вращение молекул. Гибкость полимерных цепей.
5. Волокниты, стекловолокниты, асбоволокниты и слоистые пластики. Свойства, методы переработки и области применения.
6. Вулканизация резиновых смесей.
7. Газовая сварка с присадочным материалом.
8. Диспергирование полимерных материалов.
9. Значение полимерных материалов в народном хозяйстве страны.
10. Ингредиенты резиновых смесей, назначение и роль в рецептуре.
11. Классификация методов переработки пластмасс.
12. Классификация свариваемых материалов.
13. Кристаллические, аморфные и фазовые состояния полимеров.
14. Литье под давлением термопластов и реактопластов.
15. Литьевое прессование реактопластов.
16. Методы определения текучести термопластов.
17. Методы переработки пластмасс.
18. Методы сварки полимерных материалов.
19. Ориентационные явления при литье под давлением.
20. Основные типы волокнистых материалов.
21. Основные типы пресс-порошков и их состав.

22. Особенности экструзии листов, пленок, труб, объемных изделий.
23. Перспективы развития промышленности пластмасс.
24. Полиолефины. Типы полиолефинов.
25. Полистиролы и сополимеры стирола. Полиамиды. Фторопласты.
26. Прямое, литьевое и инжекционное прессование пластмасс.
27. Разнотолщинность изделий и причины ее появления.
28. Расчет технологических параметров прессования
29. Сварка термопластов и классификация методов сварки.
30. Смешение полимерных материалов.
31. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров.
32. Сущность и классификация процессов экструзии.
33. Термопластичные полимеры.
34. Термореактивные пластические массы
35. Технологические параметры литья под давлением.
36. Технологические параметры процесса прессования.
37. Технологические параметры процессов экструзии.
38. Технологические разновидности метода пневмовакуумного формования.
39. Технологические свойства перерабатываемых материалов.
40. Эксплутационные характеристики изделий.