

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Максимов Алексей Борисович  
Должность: директор департамента по образовательной политике  
Дата подписания: 01.11.2023 11:58:25  
Уникальный программный ключ:  
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

4

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета машиностроения



/Е.В. Сафонов /

2020г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Технология переработки и рециклинга  
полимерных материалов**

Направление подготовки  
**27.03.05 Инноватика**

Профиль подготовки:  
**«Аддитивные технологии»**

Квалификация (степень) выпускника  
**бакалавр**

Форма обучения  
**очная**

Москва  
2020



### 1. Цели освоения дисциплины.

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. Связь дисциплины с другими модулями (дисциплинами) учебного плана.

Дисциплина «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» относится к базовой 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.

Технология переработки и рециклинга полимерных материалов - 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 разделов дисциплины курса «Физика», «Математика», «Химия и физическая химия», «Основы материаловедения металлов и пластмасс» и «Реология и механика полимерных материалов».

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения дисциплины (модуля) у обучающихся формируются следующие компетенции и должны быть достигнуты следующие результаты обучения как этап формирования соответствующих компетенций:

Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-4	способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом	<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• основные виды полимерных материалов и химических волокон; методы переработки их в изделия, области применения полимерных материалов; биохимические</li></ul>



	<p>экологических последствий их применения</p>	<p>процессы и их преимущества перед химическими;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать тип пластмасс для получения того или иного изделия, основываясь на требованиях к его эксплуатационным свойствам;</li> <li>• выбирать экономически наиболее целесообразный метод переработки того или иного типа пластмасс;</li> <li>• рассчитывать технологические параметры процессов переработки пластмасс</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>
<p><b>ОПК-5</b></p>	<p>способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда</p>	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• теоретические основы процессов переработки пластмасс и методов расчета технологических параметров, определяющих режим формования детали;</li> <li>• взаимосвязь между технологическими параметрами процессов переработки и эксплуатационными свойствами, а также качеством готовых изделий</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определять технологические свойства полимерных материалов;</li> <li>• пользоваться учебной и</li> </ul>

		<p>периодической литературой;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать экономически целесообразные и экологически безопасные методы утилизации технологических отходов пластмасс и вышедших из эксплуатации полимерных изделий</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• элементарными навыками работы с технологической документацией, технической литературой, научно-техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками</li> </ul>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

#### 4. Структура и содержание дисциплины.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **2 зачетные единицы** (72 академических часа, из них 45 часов самостоятельной работы).

Структура и содержание дисциплины «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» по срокам и видам работы отражены в **Приложении 1**.

8 семестр: лекции – 1 час в неделю (18 часов), лабораторные работы – 0,5 часа в неделю (9 часов), форма контроля – экзамен.

##### *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. Структурообразование 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 (терморективных) 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 инъекционное 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	Термовакуумное формование
2	Сварка полимеров
3	Определение показателя текучести термопластов
4	Получение полимерных композиционных материалов
5	Экструзионно-выдувное формование
6	Получение композиционных материалов из вторичных полимеров

## **4.3. Тематика практических занятий**

№ п/п	Наименование практических работ
1	Переработка пластмасс методом литья под давлением
2	Прессование ПКМ
3	Экструзия ПМ
4	Формование стеклопластиков

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины.**

Методика преподавания дисциплины «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» и реализация компетентного подхода в изложении и восприятии

материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения групповых, индивидуальных, аудиторных и внеаудиторных занятий:

- чтение лекций сопровождается показом мультимедийных лекций с помощью компьютерной и проекторной техники и иллюстрируется наглядными пособиями;
- обсуждение и защита лабораторных работ по дисциплине;

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.**

В процессе обучения используются оценочные средства рубежного контроля успеваемости: контрольные вопросы по основным разделам лекций; рефераты; доклады на СНТК.

Кроме того, в фонд оценочных средств входит компьютерное тестирование для проверки усвоения лекционного материала. Тесты формируются по каждому разделу программы.

Общая оценка уровня успеваемости студента и усвоения полученных знаний будет складываться из следующих показателей:

1. Посещаемость;
2. Тестирование;
3. Аттестация (контрольные вопросы);
4. Итоговая работа (реферат);
5. Ответы на экзамене

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.

Варианты контрольных работ, перечень лабораторных работ, перечень вопросов к экзамену, образцы экзаменационных билетов приведены в **Приложении 3**.

#### **6.1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

##### **6.1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.**

В результате освоения дисциплины (модуля) формируются следующие компетенции:



Код компетенции	В результате освоения образовательной программы обучающийся должен обладать
ОПК-4	способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения
ОПК-5	способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда

В процессе освоения образовательной программы данные компетенции, в том числе их отдельные компоненты, формируются поэтапно в ходе освоения обучающимися дисциплин (модулей), практик в соответствии с учебным планом и календарным графиком учебного процесса.

#### 6.1.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, формируемых по итогам освоения дисциплины (модуля), описание шкал оценивания

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

ОПК-4 способностью обосновывать принятие технического решения при разработке проекта, выбирать технические средства и технологии, в том числе с учетом экологических последствий их применения				
Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<b>знать:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основные виды полимерных материалов и химических волокон; методы переработки их в изделия, области применения полимерных материалов;</li> <li>• биохимические процессы и их преимущества перед химическими;</li> <li>• основные типы пластмасс и области их применения,</li> </ul>	Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: основные виды полимерных материалов и химических волокон; методы переработки их в изделия, области применения полимерных материалов;	Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: основные виды полимерных материалов и химических волокон; методы переработки их в изделия, области применения полимерных материалов; биохимические процессы и их	Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: основные виды полимерных материалов и химических волокон; методы переработки их в изделия, области применения полимерных материалов; биохимические процессы и их	Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: основные виды полимерных материалов и химических волокон; методы переработки их в изделия, области применения полимерных материалов; биохимические процессы и их



<p>закономерности формирования основных типов надмолекулярных структур и их взаимосвязи с физико-механическими свойствами полимеров, существо методов их переработки в изделия</p>	<p>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</p>	<p>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. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду характеристик, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>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, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>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, свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• выбирать тип пластмасс для получения того или иного изделия, основываясь на требованиях к его эксплуатационным свойствам;</li> <li>• выбирать экономически</li> </ul>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет выбирать тип пластмасс для получения того или иного изделия, основываясь на требованиях к его</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: выбирать тип пластмасс для получения того или иного изделия, основываясь на</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: выбирать тип пластмасс для получения того или иного изделия, основываясь на</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: выбирать тип пластмасс для получения того или иного изделия, основываясь на</p>

<p>наиболее целесообразный метод переработки того или иного типа пластмасс;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• рассчитывать технологические параметры процессов переработки пластмасс</li> </ul>	<p>эксплуатационным свойствам; выбирать экономически наиболее целесообразный метод переработки того или иного типа пластмасс; рассчитывать технологические параметры процессов переработки пластмасс</p>	<p>требованиях к его эксплуатационным свойствам; выбирать экономически наиболее целесообразный метод переработки того или иного типа пластмасс; рассчитывать технологические параметры процессов переработки пластмасс. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>требованиях к его эксплуатационным свойствам; выбирать экономически наиболее целесообразный метод переработки того или иного типа пластмасс; рассчитывать технологические параметры процессов переработки пластмасс. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>требованиях к его эксплуатационным свойствам; выбирать экономически наиболее целесообразный метод переработки того или иного типа пластмасс; рассчитывать технологические параметры процессов переработки пластмасс. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основами методов рационального выбора материалов для изготовления изделий с учетом конструкции, назначения, условий эксплуатации, материальных и производственных факторов,</li> </ul>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет основами методов рационального выбора материалов для изготовления изделий с учетом конструкции, назначения, условий</p>	<p>Обучающийся владеет основами методов рационального выбора материалов для изготовления изделий с учетом конструкции, назначения, условий эксплуатации, материальных и</p>	<p>Обучающийся частично владеет основами методов рационального выбора материалов для изготовления изделий с учетом конструкции, назначения, условий эксплуатации,</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет основами методов рационального выбора материалов для изготовления изделий с учетом конструкции, назначения, условий эксплуатации,</p>



<p>потребности рынка в данном типе изделий; способами и методами изготовления изделий и конструкций из полимерных материалов.</p>	<p>эксплуатации, материальных и производственных факторов, потребности рынка в данном типе изделий; способами и методами изготовления изделий и конструкций из полимерных материалов.</p>	<p>производственных факторов, потребности рынка в данном типе изделий; способами и методами изготовления изделий и конструкций из полимерных материалов, Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в новых ситуациях.</p>	<p>материальных и производственных факторов, потребности рынка в данном типе изделий; способами и методами изготовления изделий и конструкций из полимерных материалов, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>материальных и производственных факторов, потребности рынка в данном типе изделий; способами и методами изготовления изделий и конструкций из полимерных материалов, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной сложности.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**ОПК-5** – способностью использовать правила техники безопасности, производственной санитарии, пожарной безопасности и нормы охраны труда

Показатель	Критерии оценивания			
	2	3	4	5
<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>теоретические основы процессов переработки пластмасс и методов расчета технологических параметров, определяющих режим формования детали;</li> <li>взаимосвязь между технологическим и параметрами процессов переработки и</li> </ul>	<p>Обучающийся демонстрирует полное отсутствие или недостаточное соответствие следующих знаний: теоретические основы процессов переработки пластмасс и методов расчета технологических параметров, определяющих режим формования</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: теоретические основы процессов переработки пластмасс и методов расчета технологических параметров, определяющих режим формования детали, взаимосвязь</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний: теоретические основы процессов переработки пластмасс и методов расчета технологических параметров, определяющих режим формования детали, взаимосвязь</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих знаний: теоретические основы процессов переработки пластмасс и методов расчета технологических параметров, определяющих режим формования детали, взаимосвязь</p>



<p>эксплуатационными свойствами, а также качеством готовых изделий</p>	<p>детали, взаимосвязь между технологическими параметрами процессов переработки и эксплуатационными свойствами, а также качеством готовых изделий</p>	<p>между технологическими параметрами процессов переработки и эксплуатационными свойствами, а также качеством готовых изделий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду характеристик, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>между технологическими параметрами процессов переработки и эксплуатационными свойствами, а также качеством готовых изделий, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>между технологическими параметрами процессов переработки и эксплуатационными свойствами, а также качеством готовых изделий, свободно оперирует приобретенным и знаниями.</p>
<p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• определять технологические свойства полимерных материалов;</li> <li>• пользоваться учебной и периодической литературой;</li> <li>• выбирать экономически целесообразные и экологически безопасные методы утилизации технологических отходов пластмасс и вышедших из</li> </ul>	<p>Обучающийся не умеет или в недостаточной степени умеет определять технологические свойства полимерных материалов, пользоваться учебной и периодической литературой, выбирать экономически целесообразные и экологически безопасные методы утилизации технологически</p>	<p>Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих умений: определять технологические свойства полимерных материалов, пользоваться учебной и периодической литературой, выбирать экономически целесообразные и экологически безопасные методы</p>	<p>Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих умений: определять технологические свойства полимерных материалов, пользоваться учебной и периодической литературой, выбирать экономически целесообразные и экологически безопасные методы</p>	<p>Обучающийся демонстрирует полное соответствие следующих умений: определять технологические свойства полимерных материалов, пользоваться учебной и периодической литературой, выбирать экономически целесообразные и экологически безопасные методы</p>

<p>эксплуатации полимерных изделий</p>	<p>х отходов пластмасс и вышедших из эксплуатации полимерных изделий</p>	<p>утилизации технологически х отходов пластмасс и вышедших из эксплуатации полимерных изделий. Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность умений, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании умениями при их переносе на новые ситуации.</p>	<p>утилизации технологически х отходов пластмасс и вышедших из эксплуатации полимерных изделий. Умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.</p>	<p>утилизации технологически х отходов пластмасс и вышедших из эксплуатации полимерных изделий. Свободно оперирует приобретенным и умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.</p>
<p><b>владеть:</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>• элементарными навыками работы с технологической документацией, технической литературой, научно - техническими отчетами, справочниками и другими информационным и источниками</li> </ul> </p>	<p>Обучающийся не владеет или в недостаточной степени владеет элементарными навыками работы с технологической документацией, технической литературой, научно - техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками.</p>	<p>Обучающийся владеет элементарными навыками работы с технологической документацией, технической литературой, научно - техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками. Обучающийся испытывает значительные затруднения при применении навыков в</p>	<p>Обучающийся частично владеет элементарными навыками работы с технологической документацией, технической литературой, научно - техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при</p>	<p>Обучающийся в полном объеме владеет элементарными навыками работы с технологической документацией, технической литературой, научно - техническими отчетами, справочниками и другими информационными источниками, свободно применяет полученные навыки в ситуациях повышенной</p>



		новых ситуациях.	аналитических операциях, переносе умений на новые, нестандартные ситуации.	сложности.
--	--	------------------	----------------------------------------------------------------------------	------------

### 6.1.3. Шкалы оценивания результатов промежуточной аттестации и их описание:

#### Форма промежуточной аттестации: экзамен.

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится в 8 семестре по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации является выполнение студентом: выполнение курсового проекта, выполнение лабораторных работ по разделам дисциплины.

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.
Хорошо	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, но допускаются незначительные ошибки, неточности, а также затруднения при аналитических операциях.
Удовлетворительно	Выполнены все обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой дисциплины. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, но допускаются ошибки, не позволяющие верно интерпретировать результаты и проводить их анализ, а также при оперировании знаниями переносить их на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнены обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации, предусмотренные программой



	дисциплины, и (или) обучающийся проявляет отсутствие знаний, умений.
--	----------------------------------------------------------------------

Фонды оценочных средств представлены в **Приложении 3** к рабочей программе.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.**

*а) основная литература:*

1. Технология переработки и рециклинга полимерных материалов. 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. 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. Аналитические приборы, Мак-Махон Дж., – СПб.: Профессия, 2009. – 352 с.

*в) Программное обеспечение и интернет-ресурсы:*

*Moldflow*

*Autocad*

«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;
- пресс вулканизационный;
- прессы для прессования реактопластов;
- машина для пневмовакуумного формования;
- термопласт - автоматы для литья под давлением;
- оборудование для сварки;
- оборудование для литья олигомерных композиций.

## **9. Методические рекомендации для самостоятельной работы студентов**

*Работа с книгой (учебником).* При работе с книгой (учебником) необходимо изучить список рекомендованной преподавателем литературы, научиться правильно её читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги. Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой – это всегда большая экономия времени и сил. Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего,

описывая на бумаге все выкладки. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора.
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

## **10. Методические рекомендации для преподавателя**

На первом занятии по дисциплине необходимо ознакомить студентов с порядком ее изучения (формами занятий, текущего и промежуточного контроля), раскрыть место и роль дисциплины в системе наук, ее практическое значение, довести до студентов требования кафедры, ответить на вопросы.

Требования к лекции:

- научность и информативность (современный научный уровень), доказательность и аргументированность, наличие достаточного количества ярких, убедительных примеров, фактов, обоснований, документов и научных доказательств;
- активизация мышления слушателей, постановка вопросов для размышления, четкая структура и логика раскрытия последовательно излагаемых вопросов;
- разъяснение вновь вводимых терминов и названий, формулирование главных мыслей и положений, подчеркивание выводов, повторение их;
- эмоциональность формы изложения, доступный и ясный язык.

Преподаватель должен помогать студентам и следить, все ли понимают и успевают следить за ходом изложения материала. Средство, помогающие конспектированию - акцентированное изложение материала лекции, т. е. выделение голосом, интонацией, повторением наиболее важной, существенной информации, использование пауз, записи на доске, демонстрации иллюстративного материала, строгое соблюдение регламента занятий.

Преподаватель может напрямую руководить работой студентов по конспектированию лекционного материала, подчеркивать необходимость отражения в конспектах основных положений изучаемой темы, особо выделяя категориальный аппарат. Искусство лектора помогает хорошей организации работы студентов на лекции. Содержание, четкость структуры лекции, применение приемов поддержания внимания - все это активизирует мышление и работоспособность, способствует установлению контакта с аудиторией, вызывает у студентов эмоциональный отклик, формирует интерес к предмету. В заключительной части лекции необходимо сформулировать общие выводы по теме, раскрывающие содержание всех вопросов, поставленных в лекции.

При подготовке к лабораторным занятиям необходимо уточнить план проведения и содержание. Во вступительном слове раскрыть теоретическую и практическую значимость темы, определить порядок проведения, время отведенное на выполнение.

#### **ПРИЛОЖЕНИЯ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ**

- Структура и содержание дисциплины (Приложение 1);
- Аннотация рабочей программы дисциплины (Приложение 2);
- Фонд оценочных средств (Приложение 3).













## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов»**

по направлению подготовки 27.03.05 «Инноватика»

**Профиль «Аддитивные технологии»**

(очное, 2020)

### **1. Цели освоения дисциплины.**

Целями освоения дисциплины «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» является: является приобретение студентами как общих представлений о промышленности переработки пластмасс, так и специальных теоретических знаний, а также практических навыков в области технологии переработки пластмасс.

Задачей дисциплины «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» является выработка знаний студентов о процессах, происходящих в полимерных материалах, в результате которых исходный материал превращается в изделия с заданными эксплуатационными свойствами. Большинство методов переработки пластических масс представляет собой формование изделий из полимеров, находящихся в вязкотекучем состоянии.

Технология переработки и рециклинга полимерных материалов - наука, описывающая технологию переработки и рециклинга полимерных материалов с заданными технологическими параметрами, позволяющая приобрести студентам навыки расчета технологического оборудования, а также дать рекомендации по вторичной переработке изделий из пластических масс.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.**

Дисциплина «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» относится к базовой 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.

Дисциплина «Технология переработки и рециклинга полимерных материалов» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами ООП:

*В базовой части образовательной программы (Б.1.1):*

«Физика»,

«Математика»,

«Химия и физическая химия»,

«Основы материаловедения металлов и пластмасс»

«Реология и механика полимерных материалов»

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины**

**Объем дисциплины и виды учебной работы**

<b>Вид учебной работы</b>	<b>Всего часов</b>	<b>8 семестр</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	72 (2 з.е.)	72
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	27	27
<b>В том числе</b>		
<b>Лекции</b>	18	18
<b>Практические занятия</b>		
<b>Лабораторные занятия</b>	9	9
<b>Самостоятельная работа</b>	45	45
<b>Курсовая работа</b>	нет	нет
<b>Курсовой проект</b>	нет	нет
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	экзамен	экзамен



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

Направление подготовки: 27.03.05 «ИННОВАТИКА»

ОП (профиль): «Аддитивные технологии»

Форма обучения: **очная** (набор 2016)

Вид профессиональной деятельности: экспериментально-исследовательская

Кафедра: «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических производств»

## **ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Технология переработки и рециклинга полимерных материалов»**

**Состав: 1. Паспорт фонда оценочных средств**

**2. Описание оценочных средств:**

**Составитель:**  
**И.В. Скопинцев**

Москва, 2020 год

### Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	<p>Введение</p> <p>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.</p>	(ОПК-4), (ОПК-5)	<p>Практические задания;</p> <p>Контрольные вопросы</p>
2	<p>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.</p>	(ОПК-4), (ОПК-5)	<p>Практические задания;</p> <p>Контрольные вопросы</p>
3	<p>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,</p>	(ОПК-4), (ОПК-5)	<p>Практические задания;</p> <p>Контрольные вопросы</p>

	литьевых машинах и червячных прессах.		
4	<p>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.</p>	(ОПК-4), (ОПК-5)	<p>Практические задания; Контрольные вопросы</p>
5	<p>Технология переработки пластмасс методом прессования. Подготовка прессматериала. Таблетирование и предварительный подогрев. Прямое, литьевое и инъекционное прессование пластмасс. Технологические параметры прессования и их расчет. Влияние параметров прессования на физико-механические свойства изделий. Расчет технологических параметров прессования</p>	(ОПК-4), (ОПК-5)	<p>Практические задания; Контрольные вопросы</p>
6	<p>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.</p>	(ОПК-4), (ОПК-5)	<p>Практические задания; Контрольные вопросы</p>
7	<p>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.</p>	(ОПК-4), (ОПК-5)	<p>Практические задания; Контрольные вопросы</p>



8	Сварка пластмасс. Классификация. Технологические параметры процесса. Прочность сварных швов.	(ОПК-4), (ОПК-5)	Практические задания; Контрольные вопросы
---	-------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------	----------------------------------------------

### Экзаменационные вопросы:

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. Литьеовое 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, литьеовое 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. Эксплуатационные характеристики изделий.

### *Задания на самостоятельную работу*

При изучении курса учащийся должен самостоятельно проработать следующие разделы:

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