

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.02  
(индекс дисциплины)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Старение и стабилизация полимеров**

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки (специальности)  
22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

направленность (профиль)/специализация  
Полимерные материалы и технологии

Форма обучения: очная

Год набора: 2025

Общая трудоемкость: 7 ЗЕ

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	3	Итого
Форма контроля	зачет	
Вид занятий		
Лекции	16	16
Лабораторные		
Практические	16	16
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР		
Промежуточная аттестация	0,25	0,25
Контактная работа	32,25	32,25
Самостоятельная работа	219,75	219,75
Контроль		
<b>Итого</b>	<b>252</b>	<b>252</b>

Рабочую программу составил(и):

Профессор кафедры СОМДиРП, доцент, д.ф.-м.н. Грызунова Н.Н.

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☐

Отсутствует

☐

Рецензент

*(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)*

---

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 22.04.01 Материаловедение и технологии материалов

**Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2027 г.**

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры «Сварка, обработка металлов давлением и родственные процессы»

---

(протокол заседания № 2 от «16» сентября 2024 г)

## 1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – формирование и закрепление у студентов современных представлений о характере и природе химических и физико-химических процессов протекающих при переработке и (или) эксплуатации изделий, приводящих к изменению структуры полимеров; освещение научно-обоснованных методов ингибирования процессов старения полимеров, а также механизмов реакций, протекающих при старении; формирование у студентов навыков квалифицированного выбора способов переработки и условий эксплуатации полимеров, применения стабилизирующих добавок, а также навыков грамотной ориентации в ассортименте и эксплуатационных свойствах материалов на основе полимеров.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: Химия и современные методы синтеза полимеров, Композитные материалы на основе полимеров, Компьютерные и информационные технологии в науке и производстве.

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Проектирование литьевых пресс форм для ТПА, Повышение эксплуатационных характеристик полимерных материалов, Технологии изготовления деталей из пластмасс, «Научно-исследовательская работа», «Преддипломная практика», «Итоговая государственная аттестация».

## 3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3 Способен проводить выбор материалов для заданных условий эксплуатации с учетом требований надежности и долговечности, экономичности и экологических последствий их применения на основе знания основных типов полимерных материалов	ПК-3.1 Проводит комплексный анализ свойств материалов и технологии синтеза с учетом их применения в конкретной отрасли, переработки полимеров и полимерных композиционных материалов	Знать: общие факторы старения полимеров и виды старения
		Уметь: определять причины старения и необходимые методы стабилизации полимеров
		Владеть: навыками анализа свойств материалов и технологии синтеза полимеров и полимерных композиционных материалов
	ПК-3.2 Оценивает свойства полимеров и полимерных	Знать: основы старения полимеров под воздействием физических и химических факторов

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b> (код и наименование)	<b>Индикаторы достижения компетенций</b> (код и наименование)	<b>Планируемые результаты обучения</b>
различного назначения	композиционных материалов и области использования с точки зрения их надежности и долговечности в заданных условиях эксплуатации	Уметь: применять методы стабилизации полимеров с точки зрения их надежности и долговечности в заданных условиях эксплуатации
		Владеть: методами стабилизации полимеров

#### 4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
					БРС		
Тема 1. Проблемы старения и стабилизации полимеров	Лек Пр Ср	1.1. Старение и стабилизация полимеров –экскурс в историю 1.2. Общие представления о старении полимеров. Факторы и виды старения	3	4 4 76		4	Устный опрос (собеседование) Вопросы к зачету
Тема 2. Старение полимеров под воздействием физических и химических факторов	Лек Пр Ср	2.1. Термическое старение. Термодеструкция 2.2. Термоокислительная деструкция 2.3 Фотохимическая деструкция полимеров 2.4. Химическая деструкция 2.5 Радиационное старение	3	6 6 76		2	Устный опрос (собеседование) Вопросы к зачету
Тема 3. Стабилизация и методы стабилизации полимеров	Лек Пр Ср ПА  Посещаемость	3.1. Защита полимеров от старения 3.2 Добавление стабилизаторов 3.3. Добавление антиоксидантов 3.4. Использование специальных обработок. 3.5. Изменение химической структуры.	3	6 6 67,75 0,25 —		2	Устный опрос (собеседование) Вопросы к зачету
<b>Итого:</b>				<b>252</b>			

## **5. Образовательные технологии**

В настоящем курсе используются следующие образовательные технологии:

1. Технология традиционного обучения (потоковое консультирование, практические занятия, самостоятельная работа).
2. Интерактивные технологии (лекция – беседа, семинар – дискуссия)

## **6. Методические указания по освоению дисциплины**

Дидактические единицы, предусмотренные рабочей программой на самостоятельную проработку, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Конспектирование наиболее сложные для понимания темы необходимо сочетать с получением письменных, а при возможности, и очных устных консультаций преподавателя.

При подготовке к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронной библиотекой ВУЗа, получить доступ к учебно-методическим материалам как библиотеки ВУЗа, так и иных электронных библиотечных систем. При необходимости студенты могут взять литературу на кафедре или на абонементе вузовской библиотеки в печатном виде, а также воспользоваться читальными залами.

## 7. Оценочные средства

### 7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-3	Вопросы к зачету № 1-20

### 7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

#### 7.2.1. Собеседование по темам (наименование оценочного средства)

##### **Тема 1. Проблемы старения и стабилизации полимеров**

##### **Вопросы для проработки**

1. Что понимают под термином «старение полимера», на каких свойствах полимерного материала это отражается?
2. Назовите основные причины, вызывающие старение полимеров? На какие группы по определению Н. Грасси подразделяются процессы деградации в зависимости от природы агента, воздействующего на полимер?
3. Приведите классификацию процессов старения полимеров по характеру вызывающих его причин.
5. Приведите принятую классификацию механизмов деструкции.
6. Приведите принятую классификацию механизмов структурирования.

##### **Тема 2. Старение полимеров под воздействием физических и химических факторов**

##### **Вопросы для проработки**

1. При какой температуре химическая связь разрывается? Как это связано с тепловой энергией?
2. По каким качественным величинам можно судить о термостойкости полимеров?
3. Какие химические связи в макромолекуле разрушаются в первую очередь? Приведите примеры слабых связей в молекулах полимеров.
4. Назовите две группы реакций, протекающих при термической деструкции полимеров. Приведите примеры.
5. Назовите стадии процесса термодеструкции основной цепи полимера
6. Как теплота полимеризации связана со склонностью полимера к термическому распаду по механизму деполимеризации?
7. Могут ли заместители влиять на термостабильность карбоцепного полимера? Если да, то как.
8. Приведите примеры реакций термодегradации, связанные с превращением заместителей.
9. Назовите причины ослабления связей, приводящие к деструкции основной цепи.
10. Чем вызваны различия процессов термодеструкции ПММА и ПМА?
11. Что понимают под термином "фотодеградация" макромолекул? Что ее вызывает?
12. В чем заключается основной закон фотохимии (закон Гротгуса-Дрейпера)?
13. Какие фотофизические и фотохимические процессы протекают в полимерах под воздействием света?
14. В чем заключается физический смысл закона Эйнштейна?
15. Что такое квантовый выход фотодеградации полимеров?
16. Опишите структуру электронно-возбужденного состояния и процессы, протекающие в этих состояниях.

17. Укажите пути практического использования фотохимических реакций полимеров.
18. Какие виды излучения высоких энергий вызывают химические превращения полимеров?
19. Почему при облучении появляются возможности для процессов структурирования (деструкции)?
20. Какие химические процессы в полимерах наблюдаются при действии на них ионизирующих излучений?
21. Опишите механизмы радиационного старения полимеров и их отличие от старения под действием УФ-облучения.
22. Какова связь между поведением полимера под действием излучения и его старением?
23. Что понимают под радиационно-химическим выходом деструкции? Приведите примеры полимеров, преимущественно деструктурирующих или преимущественно сшивающихся под действием ионизирующего излучения.
24. Что называется долей гелеобразования  $D_t$  и от каких параметров она зависит?
25. Какое явление называется "эффектом губки", и чем объясняется высокая стойкость бутадиен-стирольных сополимеров к действию излучения?
26. К каким изменениям свойств полимеров приводит сшивание?
27. Для каких условий характерно протекание химических реакций в полимерах в после механических напряжений? В чем заключается природа этого явления?
28. Какие химические реакции протекают при механодеструкции полимеров?
29. Каковы общие закономерности, характерные для механохимических процессов?
30. Приведите классификацию механических процессов по направленности превращений полимеров, предлагаемую Н.К. Барамбоймом.
31. Чем обусловлено разнообразие механохимических эффектов в полимерах?
32. Назовите типы физически-агрессивных сред.
33. Какова растворимость газов в полимерах?
34. Каково воздействие физически-агрессивных сред на прочностные свойства полимеров?
35. Рассмотрите механизм сорбционно-диффузионного процесса.
36. Покажите действие воды на полимеры на примере.

### **Тема 3. Стабилизация и методы стабилизации полимеров**

#### **Вопросы для проработки**

1. Перечислите способы защиты полимеров от старения
2. Стабилизаторы. Какие вещества могут играть роль стабилизаторов и за счет чего?
3. Роль антиоксидантов в стабилизации старения полимеров
4. Какие специальные обработки вы знаете, приводящие к стабилизации полимеров?
5. В чем суть использования специальных обработок.
6. Как изменение химической структуры влияет на стабилизацию полимеров?

#### **Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» по теме собеседования выставляется студенту, если студент дал полные исчерпывающие ответы на 4 вопроса или если студент дал полные исчерпывающие ответы на 3 вопроса или ответил на три или четыре вопроса с небольшими замечаниями (не существенными замечаниями);
- оценка «не зачтено» по теме собеседования выставляется студенту, если студент дал полный исчерпывающий ответ только на один или два вопроса.

### 7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

#### 7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр \_\_\_\_ 3 \_\_\_\_

№ п/п	Вопросы к зачету
1.	Общие представления о старении полимеров. Факторы и виды старения
2.	Приведите принятую классификацию механизмов деструкции
3.	Термическое старение. Термодеструкция
4.	Основные причины, вызывающие старение полимеров. На какие группы по определению Н. Грасси подразделяются процессы деградации в зависимости от природы агента, воздействующего на полимер.
5.	Термоокислительная деструкция
6.	Фотохимическая деструкция полимеров
7.	Химическая деструкция
8.	Радиационное старение
9.	Защита полимеров от старения. Добавление стабилизаторов
10.	Добавление антиоксидантов
11.	Использование специальных обработок
12.	Изменение химической структуры
13.	Классификация процессов старения полимеров по характеру вызывающих его причин.
14.	Классификация механизмов структурирования. В чем суть структурирования
15.	Механизмы радиационного старения полимеров и их отличие от старения под действием УФ-облучения.
16.	Механизм "эффектом губки" Чем объясняется высокая стойкость бутадиен-стирольных сополимеров к действию излучения
17.	Влияние изменения химической структуры полимера на их стабилизацию
18.	Роль антиоксидантов в стабилизации старения полимеров
19.	Типы физически-агрессивных сред и их влияние на полимеры
20.	Химические реакции протекают при механодеструкции полимеров

#### 7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Зачет	«зачтено»	выставляется студенту, если студент показал понимание вопроса (проблемы) и хорошие знания при ответе на него. Ответ полный, исчерпывающий
		«не зачтено»	студент ответил на вопросы с грубыми ошибками, показал плохие знания по вопросам экзаменатора

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Ю. Н. Малахова, Т. Е. Григорьев, С. Н. Чвалун	Физико-химия полимеров : учебное пособие / Ю. Н. Малахова, Т. Е. Григорьев, С. Н. Чвалун. — Москва : РТУ МИРЭА, 2022. — 58 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/265595">https://e.lanbook.com/book/265595</a> (дата обращения: 26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	учебное пособие	2022	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/265595">https://e.lanbook.com/book/265595</a> (дата обращения: 26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2.	В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнеv	Химия и физика полимеров : учебное пособие / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнеv. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 368 с. — ISBN 978-5-8114-1779-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211685">https://e.lanbook.com/book/211685</a> (дата обращения: 26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	учебное пособие	2022	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/211685">https://e.lanbook.com/book/211685</a> (дата обращения: 26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3.	С. В. Лузгарев [и др.].	Высокомолекулярные соединения : учебное пособие / составители С. В. Лузгарев [и др.]. — Кемерово : КемГУ, 2022. — 144 с. — ISBN 978-5-8353-2961-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. —	учебное пособие	2022	Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/307376">https://e.lanbook.com/book/307376</a> (дата обращения:

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
		URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/307376">https://e.lanbook.com/book/307376</a> (дата обращения: 26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.			26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 8.2. Дополнительная литература

<b>№ п/п</b>	<b>Авторы, составители</b>	<b>Заглавие (заголовок)</b>	<b>Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)</b>	<b>Год издания</b>	<b>Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС</b>
1	Черезова, Е. Н.	Старение и стабилизация полимеров : учебное пособие / Е. Н. Черезова. — Казань : КНИТУ, [б. г.]. — Часть 1 — 2012. — 140 с. — ISBN 978-5-7882-1323- 1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/73429">https://e.lanbook.com/book/73429</a> (дата обращения: 26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.	учебное пособие	2012	Лань : электронно- библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/73429">https://e.lanbook.com/book/73429</a> (дата обращения: 26.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Исследовано в России [Электронный ресурс]: многопредмет. науч. журн. / Моск. физ.-техн. ин-т. — Электрон. журн. — Долгопрудный: МФТИ, 1998 — Режим доступа к журн.: <http://zhurnal.mipt.rssi.ru>.
- WebofScience[Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. — Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . — Режим доступа : [apps.webofknowledge.com](https://apps.webofknowledge.com). — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- Scopus[Электронный ресурс] : реферативная база данных. — Netherlands: Elsevier, 2004– . — Режим доступа : [scopus.com](https://scopus.com). — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- Elibrary[Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. — Москва : НЭБ, 2000– . — Режим доступа : [elibrary.ru](https://elibrary.ru). — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.
- SpringerLink[Электронный ресурс] : [база данных]. — Switzerland: SpringerNature, 1842– . — Режим доступа : [link.springer.com](https://link.springer.com). — Загл. с экрана. — Яз. англ.
- ScienceDirect[Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. — Netherlands: Elsevier, 2018– . — Режим доступа : [sciencedirect.com](https://sciencedirect.com). — Загл. с экрана. — Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress[Электронный ресурс] : журналы издательства. — Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . — Режим доступа : [cambridge.org](https://cambridge.org). — Загл. с экрана. — Яз. англ.
- NEICON[Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. — Москва : НЭИКОH, 2002– . — Режим доступа : [neicon.ru/resources/archive](https://neicon.ru/resources/archive). — Загл. с экрана. — Яз. рус., англ.

### 8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows:  WinPro 10 RUS Upgrd OLP NL Acdmc	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия – бессрочно;  контракт №1653 от 14.12.2018, срок действия – бессрочно;
2	Office Standart:  Office Standart 2016 Russian	договор № 757 от 04.07.2018г., срок действия - бессрочно;  контракт № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно;
3	Mirapolis Human Capital Management	договор № 1489 от 28.12.2022-до 30.06.2023 включительно

**8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Е-214	Столы ученические двухместные, столы ученические, стол компьютерный, стол преподавательский, ПК, доска трехсекционная аудиторная (меловая), стул преподавательский, проектор мультимедийный, экран для проектора, тумба выкатная
2	Лаборатория «Металлография». Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Е-203	Стол преподавательский, стол ы ученические двухместные, стулья, доска аудиторная (меловая, трехстворчатая), столы лабораторные, микроскопы металлографические.
3	Помещение для самостоятельной работы обучающихся Е-403	Столы-парты двухместные, стулья, стол преподавательский-, стул преподавательский, передвижная доска, экран, процессор, проектор, компьютерные столы, компьютеры для студентов с выходом в сеть интернет, компьютер преподавателя.