

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 02.06.2025 13:30:01
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«24» июня 2024 г.

Рабочая программа дисциплины
СТАРЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Направленность программы бакалавриата

Химия полимеров

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет химической и биотехнологии

Кафедра химической технологии полимеров

Санкт-Петербург

2024

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	03
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	05
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия	07
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	09
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	09
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	09
8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.....	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии.....	11
10.2. Программное обеспечение.....	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы.....	11
11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-3 Способность и готовность применять основные естественнонаучные законы в организации производства полимеров и полимерных материалов	ПК-3.1 Умение определять виды и причины старения полимеров и осуществлять мероприятия по его предотвращению.	Знать: Знать основные понятия и виды, физико-химические основы причин возникновения старения и стабилизации полимеров (ЗН-1); Уметь: регулировать устойчивость полимеров к воздействию факторов старения, определять виды старения и стабилизаторы (У-1); Владеть: навыками проектирования защитных системы, по возможности прибегая к явлению синергизма, составлять рецептуры стабилизирующих составов полимеров (Н-1).

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.12) и изучается на 4 курсе в 7 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин Б1.О.10 «Органическая химия» и Б1.О.15 «Химия высокомолекулярных соединений». Полученные в процессе изучения дисциплины «Старение и стабилизация полимеров» знания, умения и навыки могут быть использованы при изучении дисциплин «Синтез, свойства и применение полимерных материалов», «Химия элементоорганических соединений», при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	81
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	36
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)*	36 (6)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	-
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	9
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	63
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид занятия, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
		Занятия семинарского типа, академ. часы		

			Семинары или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Основные понятия	2	0	0	0	ПК-3	ПК-3.1
2.	Термическое старение полимеров	4	6	0	20	ПК-3	ПК-3.1
3.	Старение полимеров под действием света	8	8	0	10	ПК-3	ПК-3.1
4.	Радиационное старение полимеров	6	6	0	10	ПК-3	ПК-3.1
5.	Термоокислительное старение полимеров	8	8	0	8	ПК-3	ПК-3.1
6.	Теория и принципы стабилизации полимеров	8	8	0	15	ПК-3	ПК-3.1

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение. Основные понятия.</u> Общие представления о старении и стабилизации полимеров. Немного истории. Современное определение процесса старения полимеров. Факторы, под влиянием которых может происходить старение полимеров. Понятие о стабилизации. Физическая и химическая стабилизация. Понятия о стабилизаторах, как специально вводимых веществах на стадии синтеза или переработки полимера.	2	ЛВ
2	<u>Термическое старение полимеров.</u> Понятие о термическом старении. Влияние химического строения полимера на процесс термического старения. Термины "теплостойкость", "термостойкость" и "термостабильность". Физический смысл этих величин. Термическое старение как цепной радикальный процесс.	4	ЛВ
3	<u>Старение полимеров под действием света.</u> Краткие сведения о поглощении света веществом. Стадия инициирования при фотодеструкции. Хромофорные группы.	8	ЛВ
4	<u>Радиационное старение полимеров.</u> Механизм, особенности, примеры.	6	ЛВ
5	<u>Термоокислительное старение полимеров.</u>	8	ЛВ

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Влияние физической структуры на процессы термоокислительной деструкции полимеров.		
6	<u>Теория и принципы стабилизации полимеров.</u> Аспект влияния распределения низкомолекулярных веществ в полимере на старение и стабилизацию полимеров.	8	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	<u>Термическое старение полимеров.</u> Механизм и направление термодеструкции. Механистическая модель, основанная на величинах энергии химической связи.	6	4	РД
3	<u>Старение полимеров под действием света.</u> Механизм фотодеструкции. Реакции, протекающие в полимере при фотодеструкции. Примеры фотостарения некоторых полимеров.	8	2	РД
4	<u>Радиационное старение полимеров.</u> Механизм, особенности, примеры.	6		МШ
5	<u>Термоокислительное старение полимеров.</u> Пример влияния надмолекулярной структуры на термоокислительное старение полиолефинов. Механизм термоокислительной деструкции полимеров.	8		Д
6	<u>Теория и принципы стабилизации полимеров.</u> Основные механизмы действия ингибиторов: обрыв цепей, разрушение гидроперекисей и акцептирование продуктов реакции деструкции. Понятие о критических концентрациях. Вращательный и трансляционный	8		Т

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
	механизмы диффузии низкомолекулярных веществ в полимере.			

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Термическое старение полимеров. Понятие о термическом старении. Влияние химического строения полимера на процесс термического старения. Термины "теплостойкость", "термостойкость" и "термостабильность". Физический смысл этих величин	20	Устный опрос
2	Термоокислительное старение полимеров: полиолефинов, поливинилхлорида, стирольных пластиков, полиакрилатов и полиметакрилатов, полиацеталей, полиэтилентерефталата, полиамидов, ненасыщенных полиэфирных олигомеров, производных целлюлозы, полиуретанов, синтетических каучуков	10	Устный опрос
3	Написание схем реакций, протекающих при различного вида старении полимеров (по заданию)	10	Письменное задание
4	Факторы, влияющие на старение ПЭ, ПП, ПС, ПЭТ, ПА, ЭС, ФФС и других ПМ и их защита	8	Реферат
5	Понятие о стабилизации. Физическая и химическая стабилизация. Понятия о стабилизаторах, как специально вводимых веществах на стадии синтеза или переработки полимера.	5	Устный опрос
5	Механизм действия промышленных стабилизаторов (по заданию).	10	Индивидуальн ое задание

4.5 Темы рефератов и индивидуального задания

Темы рефератов:

1. Факторы, влияющие на старение ПЭ.
2. Факторы, влияющие на старение ПП.
3. Факторы, влияющие на старение АБС.
4. Факторы, влияющие на старение ЭС.
5. Факторы, влияющие на старение ФФС.
6. Факторы, влияющие на старение ПК.
7. Факторы, влияющие на старение ПС.
8. Факторы, влияющие на старение ПЭТ.
9. Факторы, влияющие на старение ПА.
10. Факторы, влияющие на старение ПВХ.
11. Факторы, влияющие на старение ПЭТ.

Индивидуальное задание:

Механизм действия промышленных стабилизаторов для ПЭ, ПП, АБС, ЭС, ПК, ПС, ПВХ, ПЭТ.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются тремя вопросами (заданиями).

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Факторы, вызывающие старение полимеров.
2. Понятие о механостарении.
3. Признаки старения полимеров.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачёт».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины.

а) печатные издания:

1. Лавров, Н. А. Введение в специальность. Технология и переработка полимеров : учебное пособие / Н. А. Лавров, Е. К. Ржехина, Л. И. Шальнова. Под редакцией Н. А. Лаврова ; Минобрнауки России, Санкт – Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Каф. хим. технологии пластмасс. - Санкт - Петербург : [б. и.], 2015. - 75 с.
2. Крыжановский, В.К. Технические свойства пластмасс: учебное пособие для вузов по программе подготовки "Технология переработки пластмасс" направления 240100.62 - Химическая технология. Квалификация: бакалавр, магистр, специалист / В. К. Крыжановский. - Санкт-Петербург : Профессия, 2014. - 246 с. - ISBN: 978-5-91884-054-2.
3. Технология полимерных материалов: учебное пособие / А.Ф. Николаев и [др.]: под общ. ред. В.К. Крыжановского. – Санкт-Петербург : Профессия, 2011. – 536 с. - ISBN 978-5-93913-152-0.
4. Горение, деструкция и стабилизация полимеров / под. ред. Г.Е. Заикова.- Санкт-Петербург : НОТ, 2008.- 421с. -ISBN 978-5-91703-002-9.
5. Цвайфель, Х. Добавки к полимерам: справочник / Х. Цвайфель, Р.Д. Маер, М. Шиллер; пер. с англ. 6-го изд. В.Б. Узденского, А.О. Григорова.- Санкт-Петербург : Профессия, 2010.- 1138с. - ISBN 978-5-91884-008-5.

б) электронные учебные издания

1. Аликин, М. Б. Химия олигомеров и полимеров. Химические превращения полиэфиров : учебное пособие / М. Б. Аликин, Д. А. Панфилов, И. М. Дворко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), кафедра химической технологии полимеров. – Санкт-Петербург: СПбГТИ (ТУ), 2024. – 55 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: [https:// technolog.bibliotech.ru](https://technolog.bibliotech.ru) (дата обращения 08.06.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. Пользователей.
2. Лавров, Н. А. Химия олигомеров и полимеров : учебное пособие / Н. А. Лавров, И. М. Дворко, Д. А. Панфилов ; Минобрнауки России , Санкт - Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра химической технологии полимеров. - Санкт - Петербург : [б. и.], 2019. - 36 с. // СПбГТИ: электронная библиотека - URL: [https:// technolog.bibliotech.ru](https://technolog.bibliotech.ru) (дата обращения 03.06.2024). – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей.

8. Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань »<https://e.lanbook.com/books/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Старение и стабилизация полимеров» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Word, Excel, Power Point).
Мой Офис (Текст, Таблица, Презентация).

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники (ноутбук, проектор, проекционный экран), на 30 посадочных мест, и лабораторный зал на 30 мест.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Старение и стабилизация полимеров»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-3	Способность и готовность применять основные естественнонаучные законы в организации производства полимеров и полимерных материалов	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-3.1. Умение определять виды и причины старения полимеров и осуществлять мероприятия по его предотвращению.	Перечисляет основные понятия и виды, физико-химические основы причин возникновения старения и стабилизации полимеров. (ЗН-1)	Правильные ответы на вопросы №1-16 к зачету	Перечисляет основные понятия и виды, физико-химические основы причин возникновения старения и стабилизации полимеров с ошибками	Перечисляет основные понятия и виды, физико-химические основы причин старения и стабилизации полимеров. без ошибок, но путается в терминологии, причинах возникновения старения и возникающих следствиях	Перечисляет основные понятия и виды, физико-химические основы причин возникновения старения и стабилизации полимеров, ориентируется в терминологии. Может применить эти знания для решения химико-технологических задач.
	Показывает закономерности регулирования устойчивости полимеров к воздействию факторов старения, определяет виды старения и стабилизаторы. (У-1)	Правильные ответы на вопросы №17-30 к зачету	Имеет общее представление об устойчивости полимеров к воздействию факторов старения	Имеет общее представление об устойчивости полимеров к воздействию факторов старения, но не может определить виды старения и	Уверенно и без ошибок определяет устойчивость полимеров к воздействию факторов старения, определять виды старения и стабилизаторы

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
				применяемые типы стабилизаторов	
	Демонстрирует навыки проектирования защитных системы, по возможности прибегая к явлению синергизма, составляет рецептуры стабилизирующих составов полимеров. (Н-1)	Правильные ответы на вопросы №31-38 к зачёту.	Может с ошибками предложить защитные системы для полимеров	Может безошибочно предложить защитные системы для полимеров, но не способен составить рецептуру стабилизирующего состава	Способен спроектировать защитную систему, составить рецептуру стабилизирующего состава полимеров

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-3:

1. История развития науки о деструкции полимеров.
2. Определение деструкции (старения) полимеров.
3. Факторы, вызывающие старение полимеров.
4. Различные виды старения полимеров.
5. Понятие о термическом старении.
6. Понятие о термоокислительном старении.
7. Понятие о световом (фото) старении.
8. Понятие о радиационном старении.
9. Понятие о механостарении.
10. Понятие о хемодеструкции.
11. Понятие о биохимическом и микробиологическом старении.
12. Определение стабилизации полимеров. Физические и химические приемы стабилизации полимеров. Основные классы химических соединений, выступающих в роли стабилизаторов. Синергизм.
13. Причины старения полимеров. Собственная реакционная способность полимеров как функция строения их внешних электронных оболочек.
14. Типы химических реакций, развивающихся при старении полимеров. Реакции, протекающие без изменения молекулярной массы полимера, сопровождающиеся уменьшением молекулярной массы и деструктивное структурирование.
15. Признаки старения полимеров.
16. Старение полимеров под влиянием тепла в отсутствие кислорода воздуха. Термическое старение полимеров.
17. Примеры развития термодеструкции на различных стадиях "жизни" полимера.
18. Механизмы термодеструкции: статистический распад макромолекул по слабым связям и деполимеризация.
19. Энергия химической связи. Поиск самой слабой связи в макромолекуле.
20. Энергетическая модель для устойчивости полимера к воздействию температуры. Анализ энергии активации деструкции и устойчивости образующихся продуктов.
21. Термодеструкция карбоцепных полимеров без разрыва основной цепи, как характерный механизм старения для полимеров, имеющих в своем составе заместитель, связанный с основной цепью через гетероатом.
22. Старение полимеров под действием света.
23. Энергетические основы фотостарения.
24. Хромофорные группы. Поглощающие и пропускающие полимеры. Причины фотостарения.
25. Механизм фотостарения.
26. Радиационное старение полимеров. Особенности и механизм.
27. Термоокислительное старение полимеров.
28. Влияние физической структуры на процессы термоокислительного старения полимеров.
29. Механизм термоокислительной деструкции полимеров.
30. Примеры термоокислительного старения некоторых карбоцепных и гетероцепных полимеров.
31. Основные представления о стабилизации полимеров.
32. Влияние распределения низкомолекулярных веществ в полимере на стабилизацию полимеров.

33. Стабилизаторы и ингибиторы. Определение. Сходство и различие в действии на полимер.
34. Основные механизмы действия стабилизаторов.
35. Понятие о критической концентрации стабилизаторе и критическом размере защищаемого изделия.
36. Ингибирование окислительной деструкции полимеров обрывом кинетических цепей.
37. Применение высокомолекулярных ингибиторов и модификация макромолекул как метод повышения эффективности стабилизации. Границы применимости.
38. Синергизм. Понятие о явлении синергизма. Кинетически строгое и удобное для практического использования определения синергизма.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.
Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

Шкала оценивания на зачёте – «зачёт», «незачет». При этом «зачёт» соотносится с пороговым уровнем сформированности компетенции.