

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 26.09.2023 16:47:58
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ

Врио проректора по учебной
и методической работе

_____ Б.В.Пекаревский

« 22 » марта 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
СТАРЕНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ ПОЛИМЕРОВ

Направление подготовки

18.03.01 Химическая технология

Направленность программы бакалавриата

Технология и переработка полимеров

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Факультет **химической и биотехнологии**

Кафедра **химической технологии полимеров**

Санкт-Петербург

2021

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
доцент		Панфилов Д.А.

Рабочая программа дисциплины «Старение и стабилизация полимеров» обсуждена на заседании кафедры химической технологии полимеров
протокол от «24» февраля 2021 № 14
Заведующий кафедрой

Н.В.Сиротинкин

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии
протокол от «18» марта 2021 № 8

Председатель

М.В.Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология»		М.В.Рутто
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	07
4.3.1. Семинары, практические занятия	07
4.3.2. Лабораторные занятия.....	08
4.4. Самостоятельная работа.....	08
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	08
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	08
7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	10
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
10.1. Информационные технологии.....	10
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)
<p>ПК-3 Способность и готовность осуществлять мероприятия по организации производства, модификации и технического контроля мономерных и полимерных материалов</p>	<p>ПК-3.4 Умение определять виды, причины и способы устранения брака полимерных материалов; анализировать причины брака, разрабатывать мероприятия по их предупреждению и устранению</p>	<p>Знать причины брака полимерных материалов с точки зрения долговечности и условий эксплуатации (ЗН1) Уметь предсказывать влияние физической структуры полимеров на реакции деструкции и стабилизацию (У1) Владеть методами предупреждения и устранения брака полимерных материалов (В1)</p>
	<p>ПК-3.5 Учёт требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, предъявляемые к выпускаемым полимерным материалам</p>	<p>Знать основные требования к надежности и долговечности полимерных материалов с точки зрения физической и химической структуры (ЗН2) Уметь предсказывать направление деструкции полимеров, основываясь на их химическом строении, предполагать основные продукты деструкции, предлагать защитные системы (У2) Владеть информацией о классах химических соединений, способных выполнять функции стабилизаторов и ингибиторов (В2)</p>

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы бакалавриата (Б1.В.08) и изучается на четвертом курсе, в седьмом семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Органическая химия», «Химия и физика полимеров» и проходит параллельно дисциплинам «Химия олигомеров и полимеров» и «Общая химическая технология полимеров».

Полученные в процессе изучения дисциплины «Старение и стабилизация полимеров» знания, умения и навыки могут быть использованы в процессе освоения дисциплин по профилю бакалавриата, а также при выполнении выпускной квалификационной работы

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	78
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	36 (9)
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	18 (9)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	6
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	30
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	реферат
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение. Основные понятия	4	0	0	0	ПК-3	ПК-3.4 ПК-3.5
2.	Термическое старение полимеров	4	10	0	0	ПК-3	ПК-3.4
3.	Старение полимеров под действием света	2	8	0	0	ПК-3	ПК-3.4
4.	Радиационное старение полимеров	2	0	0	0	ПК-3	ПК-3.5
5.	Термоокислительное старение полимеров	2	10	12	14	ПК-3	ПК-3.5
6.	Теория и принципы стабилизации полимеров	4	8	6	16	ПК-3	ПК-3.4 ПК-3.5

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, академ. 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.	4	-
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.	4	Слайд-презентация

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
	Термическое старение как цепной радикальный процесс.		
3	<u>Старение полимеров под действием света.</u> Краткие сведения о поглощении света веществом. Стадия инициирования при фотодеструкции. Хромофорные группы.	2	Слайд-презентация
4	<u>Радиационное старение полимеров.</u> Механизм, особенности, примеры.	2	-
5	<u>Термоокислительное старение полимеров.</u> Влияние физической структуры на процессы термоокислительной деструкции полимеров.	2	-
6	<u>Теория и принципы стабилизации полимеров.</u> Аспект влияния распределения низкомолекулярных веществ в полимере на старение и стабилизацию полимеров.	4	Слайд-презентация

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	Термическое старение полимеров. Механизм и направление термодеструкции. Механистическая модель, основанная на величинах энергии химической связи.	10	4	
3	Старение полимеров под действием света. Механизм фотодеструкции. Реакции, протекающие в полимере при фотодеструкции. Примеры фотостарения некоторых полимеров.	8		
5	Термоокислительное старение полимеров.	10	5	РД
6	Теория и принципы стабилизации полимеров.	8		РД

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
2	Термическое старение полиолефинов	4	2	
5	Термоокислительное старение полистирола	4	2	
5	Термоокислительное старение полиметилметакрилата	2	2	
5	Термоокислительное старение пеноматериалов на основе эпоксидно-новолачного блоксополимера. Горение.	2	3	УИРС
6	Способы защиты от горения полимеров	6		

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
5	Факторы, влияющие на старение ПЭ, ПП, ПС, ПЭТ, ПА, ЭС, ФФС и дургих ПМ и их защита	14	реферат
6	Аспект влияния распределения низкомолекулярных веществ в полимере на старение и стабилизацию	16	реферат

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 зачёта.

Зачёт предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются теоретическими вопросами для проверки знаний.

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

Пример варианта вопросов на зачёте:

Билет № 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 «зачтено».

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. 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 10.02.2021). – 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/;](https://technolog.bibliotech.ru/)

«Лань » [https://e.lanbook.com/books/.](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.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. 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 Excel, Microsoft Word, Microsoft PowerPoint).

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.

Для проведения лабораторных занятий используется лабораторный зал и научно-исследовательские комнаты, оснащенные специализированной мебелью и оборудованием.

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 осуществлять мероприятия по организации производства, модификации и технического контроля мономерных 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-3.4 Умение определять виды, причины и способы устранения брака полимерных материалов; анализировать причины брака, разрабатывать мероприятия по их предупреждению и устранению	Правильно определяет виды, причины и способы устранения брака полимерных материалов (ЗН1)	Правильные ответы на вопросы №1-5 к зачету	Перечисляет виды брака при производстве полимерных материалов	Перечисляет виды брака при производстве полимерных материалов и называет причины возникновения	Перечисляет виды брака при производстве полимерных материалов, называет причины возникновения и знает способы его устранения
	Сопоставляет и делает выводы по возникновению причин и способам устранения брака полимерных материалов, вызванного старением (У1)	Правильные ответы на вопросы №6-10 к зачету	С ошибками делает выводы по определению причин возникновения брака в полимерном материале	Без ошибок делает выводы по определению причин возникновения брака в полимерном материале	Без ошибок делает выводы по определению причин возникновения брака в полимерном материале и владеет способами его устранения
	Разрабатывает методики устранения причин возникновения брака, вызванного старением полимерного материала (В1)	Правильные ответы на вопросы №10-15 к зачету	Не владеет методиками устранения причин возникновения брака, но знает виды брака	Может самостоятельно предложить методику устранения причины возникновения брака	Может самостоятельно анализировать причины возникновения брака, знает особенности работы стабилизаторов,

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
					ингибиторов, компонентов полимерной системы
ПК-3.5 Учёт требований технологичности, экономичности, надежности и долговечности, предъявляемые к выпускаемым полимерным материалам	Правильно выбирает требования к долговечности полимерного материала исходя из условий его эксплуатации (ЗН2)	Правильные ответы на вопросы №15-20 к зачету	Может перечислить требования к долговечности полимерного материала	Знает способы регулирования жизненного цикла полимерного материала	Знает принципы влияния состава полимерного материала и условий его эксплуатации на долговечность и срок жизни
	Разрабатывает методы регулирования срока службы полимерного материала (У2)	Правильные ответы на вопросы №20-30 к зачету, реферат	Имеет представление о методах регулирования срока службы полимерного материала	Разрабатывает методы регулирования срока службы полимерного материала	Разрабатывает методы регулирования срока службы полимерного материала и подбирает действующие вещества и механизмы
	Имеет навыки определения условий эксплуатации изделий из полимерных материалов (В2)	Правильные ответы на вопросы №30-38 к зачету, реферат	Имеет слабые представления о влиянии условий эксплуатации изделий из ПМ на срок их службы	Владеет навыками определения условий эксплуатации изделий из полимерных материалов	Владеет навыками определения условий эксплуатации изделий из полимерных материалов и умеет применять их на практике

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 определение синергизма.

К сдаче зачета допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

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

4. Темы рефератов:

1. Механизм старения и методы стабилизации ПЭ.
2. Механизм старения и методы стабилизации ПП.
3. Механизм старения и методы стабилизации АБС.
4. Механизм старения и методы стабилизации ЭС.
5. Механизм старения и методы ФФС.
6. Механизм старения и методы стабилизации ПК.
7. Механизм старения и методы стабилизации ПС.
8. Механизм старения и методы стабилизации ПЭТ.
9. Механизм старения и методы стабилизации ПА.
10. Механизм старения и методы стабилизации ПВХ.
11. Механизм старения и методы стабилизации ПЭТ.

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

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

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачёта.

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