

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
**«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
 АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»**
 НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ»
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра «Материаловедение»



«УТВЕРЖДАЮ»

Начальник управления

«Научно-образовательная деятельность»

/Д.С. Свириденко

РАБОЧАЯ УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА
(кандидатский минимум)

«Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов»

Научная специальность:	2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов
Группа научных специальностей:	2.6. Химические технологии, науки о материалах, металлургия
Отрасль науки:	2. Технические науки
Уровень образования:	Высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации
Форма обучения:	очная
Трудоемкость дисциплины:	<u>8 з.е./288 ч.</u>

Распределение трудоемкости дисциплины по семестрам и видам учебной работы

Вид учебной работы	семестр	
	3	4
Общий объем аудиторных занятия (всего), час, в том числе:	18	18
Лекции	18	18
Практические занятия		
Общий объем самостоятельной работы, час., в том числе:	72	180
подготовка к практическим занятиям	-	-
подготовка реферата	-	-
изучение тем, вынесенных в самостоятельную работу	72	180
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен):		кандидатский экзамен
		36

Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденных приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 г. № 951 и учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов.

Автор (ы)


подпись /д.т.н., доц. Лаптев А.Б.
уч. степень, уч. звание, ФИО

Согласовано:

Зав. кафедрой
«Материаловедение»


подпись /д.т.н., доцент Лаптев А.Б.
уч. степень, уч. звание, ФИО

Начальник отдела
«Учебный центр»


подпись / Власюк А.С.
уч. степень, уч. звание, ФИО

1. Кандидатский экзамен по специальной дисциплине представляет собой форму оценки степени подготовленности соискателя ученой степени кандидата технических наук к проведению научных исследований по научной специальности 2.6.1. Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

2. Структура и содержание разделов

1. Основы технологии и синтеза полимеров, их молекулярная структура и макроскопические свойства

Значение и роль полимерных материалов в хозяйстве страны, технически важные полимеры: эластомеры (каучуки), пластические массы, искусственные и синтетические волокна, полимерные покрытия – пленки, лаки, краски.

Конструкционные материалы на основе полимеров. Их применение в различных отраслях народного хозяйства: в технике, строительстве, медицине и т.п. Пути интенсификации производства и улучшения качества промышленной продукции.

Социально-экономические и экологические предпосылки развития сырьевой базы промышленности синтетических полимеров. Основные мономеры для синтеза полимеров.

Современные представления о механизмах синтеза полимеров. Радикальная полимеризация. Ионная полимеризация. Соплимеризация. Стереоспецифическая полимеризация. Ступенчатая полимеризация и поликонденсация. Моделирование и математическое описание процессов синтеза полимеров.

Основные представления о способах производства полимеров. Полимеризация в растворе, эмульсии, суспензии, массе мономера, в газовой и твердой фазах. Производство полимеров в расплавах мономеров при ступенчатом синтезе. Влияние способов производства полимеров на состав полимеров. Автоматизация процессов производства полимеров на основе математического моделирования.

Молекулярная структура и макроскопические свойства полимеров. Молекулярная масса цепей. Молекулярно-массовое распределение. Высокоэластичность, пленко- и волокнообразование как характерные признаки полимерного состояния вещества. Физические, фазовые и агрегатные состояния полимеров. Стеклование и кристаллизация полимеров. Физические свойства полимеров в различных состояниях. Пути управления ими. Надмолекулярные структуры в аморфных и кристаллических полимерах. Электрические, теплофизические, оптические, фрикционные и другие свойства. Особенности химических свойств полимеров. Полимераналогичные, внутри- и межмолекулярные реакции. Действие света, излучений высоких энергий, теплоты на полимеры. Окисление полимеров и меры защиты. Механохимические превращения полимеров. Сетчатые полимеры. Стойкость полимеров к агрессивным средам.

2. Свойства полимеров и материалов на их основе. Методы их оценки

Основные свойства полимеров, определяющие их переработку в изделия. Технологические свойства полимерных материалов. Реологические свойства. Взаимосвязь молекулярной структуры и технологических свойств полимерных материалов. Методы испытания полимерных материалов. Механические свойства полимерных материалов. Прочностные и деформационные свойства. Релаксационные свойства. Упругогистерезисные свойства. Долговечность и усталостная выносливость. Динамические свойства. Износостойкость. Зависимость свойств полимерных материалов от температуры. Взаимосвязь между структурой полимеров и их свойствами.

Прогнозирование свойств изделий из полимеров на основе результатов испытаний полимеров.

3. Основные полимеры и полимерные материалы

Классификация полимерных материалов по химическому строению полимерной цепи, по технологическим и эксплуатационным характеристикам.

Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, получаемые цепной полимеризацией: полиолефины, полистирол и сополимеры стирола с другими мономерами, полиметилметакрилат, поливинилхлорид, фторопласты, полиакрилонитрил, поливинилацетат и др.

Полимеры для производства пластмасс, волокон, пленок, покрытий, получаемые по ступенчатым реакциям: полиформальдегид, полиацетальдегид, пентапласт, полифениленоксид, полиэтилентерефталат, полибутилентерефталат, поликарбонаты, полиамиды, полиимиды, полиуретаны, фенольно-альдегидные, аминокальдегидные, эпоксидные, полиэфирные (ненасыщенные), фурановые, кремнийорганические смолы и др.

Натуральный и синтетические каучуки. Их получение, химическое строение, состав, выпускные формы, физические и технологические свойства, свойства вулканизатов и их применение. Взаимосвязь между структурой каучуков и их свойствами.

Синтетические каучуки: бутадиеновые, изопреновые, бутадиен-стирольные и бутадиен-нитрильные, силиконовые, хлоропеновые, бутилкаучук, этиленпропиленовые СКЭП и СКЭПТ, эпихлоргидриновые, фторкаучуки, уретановые, полисульфидные, акрилатные и др. Термоэластопласты.

Жидкие олигомеры и получение полимерных материалов на их основе. Композиции двух и более полимеров. Химически модифицированные полимеры: поливиниловый спирт, поливинилацетаты, хлорированный и сульфохлорированный полиэтилен, эфиры целлюлозы, ионообменные смолы и др. Социально-экономические и экологические предпосылки развития производства и применения полимеров.

4. Ингредиенты полимерных композиций и их роль в формировании свойств полимерных материалов

Роль ингредиентов и механизм их действия в полимерах. Общие требования, предъявляемые к ингредиентам и оценка их качества. Отверждение и вулканизация как процессы формирования сетчатых полимеров. Структура сетчатого полимера, параметры сетки. Влияние структуры вулканизационной сетки на свойства конечного продукта.

Отвердители и вулканизирующие вещества. Ускорители и активаторы отверждения и вулканизации, их классификация и влияние на структуру и свойства вулканизатов. Старение полимерных материалов под влиянием тепла, света, кислорода, озона, многократных деформаций и т.п. Методы исследования старения. Классификация противостарителей. Озонное старение и методы защиты от озонного старения. Радиационное старение. Термо- и светостабилизация.

Наполнение и наполнители. Система полимер – наполнитель. Теории усиления полимеров наполнителями. Классификация наполнителей.

Красящие вещества. Назначение и основные требования, предъявляемые к красителям. Неорганические красители. Органические красители. Специальные ингредиенты: модификаторы, порообразующие, антифрикционные, абразивы, антипирены и др. – и их назначение.

Пластификаторы. Влияние пластификаторов на свойства полимеров. Теория действия пластификаторов. Требования к пластификаторам. Классификация пластификаторов.

Армирование и армирующие материалы: текстиль, стекловолокна и ткани, металлокорд, асбест и др. Назначение и требования, предъявляемые к их качеству.

Полимер-полимерные системы. Физико-химические явления на границе раздела фаз гетерогенных полимерных систем.

5. Общие принципы создания полимерных композиционных материалов

Понятие о полимерных композитах. Принципы составления рецептуры пластмасс, резин, пленок, покрытий и других полимерных материалов. Многообразие требований, предъявляемых полимерным материалам различного назначения. Техничко-экономическая оценка их применения.

Конструкционные, теплостойкие, паростойкие, ударопрочные, теплоизолирующие, морозостойкие, бензомаслостойкие, огнестойкие, пористые (губчатые), твердые, рентгенозащитные, электропроводящие, магнитные, антифрикционные и другие материалы. Полимеры для изоляционных материалов. Оптимизация состава полимерных материалов на основе математического планирования эксперимента.

6. Основные процессы переработки полимеров

Особенности переработки эластомеров, пластмасс и стеклопластиков, лакокрасочных материалов, покрытий, пленок.

Подготовительные стадии производств. Приготовление полимерных смесей. Реологические свойства смесей и методы их определения. Теории процесса смешения и диспергирования, моделирование, математическое описание процесса. Классификация методов переработки полимеров. Переработка в твердом, вязкотекучем состояниях, в растворе полимеров, водных дисперсиях, из олигомеров.

Прессование порошкообразных, гранулированных, волокнистых и слоистых материалов.

Экструзия. Особенности экструзии на одношнековых, двухшнековых, дисковых экструдерах, производительность и мощность потребляемая экструдерами, рабочая точка экструдера. Экструзия пленочных изделий, листов, шлангов и труб, профильных изделий. Шприцевание эластомеров в машинах червячного типа. Формование полимерных композиций. Назначение процесса формования. Виды формования. Причины возникновения анизотропии свойств и усадки заготовок. Аппаратурное оформление, пути интенсификации. Технология изготовления изделий пневмоформованием, вакуумформованием, механоформованием, штамповкой.

Технология изготовления изделий литьем под давлением. Уравнение состояния, изменение температуры и давления в форме, особенности течения материала в форме.

Процесс каландрования. Теоретическое обоснование процесса каландрования, его математическое описание. Режим каландрования. Типы каландров в зависимости от назначения. Поточные высокопроизводительные автоматические линии промазки и накладки полимерной смеси на ткань.

Технология получения пленочных материалов поливом из раствора.

Технология изготовления изделий из армированных пластмасс (стеклопластиков). Изготовление труб и емкостей намоткой.

Технология переработки олигомеров в изделия. Технология изготовления газонаполненных, пенистых, ячеистых полимеров.

Соединение деталей из полимеров: механическое, склеиванием, сваркой, приформовкой. Обработка и отделка изделий. Окрашивание, печатание, тиснение. Методы неразрушающего контроля качества изделий.

Пути интенсификации производственных процессов. Статическая электризация. Охрана труда и техника безопасности в полимерной промышленности. Охрана окружающей среды.

Полимерные клеи. Характеристика процесса растворения полимера. Виды клеев. Области применения клеев. Пропитывание тканей клеями. Крепление полимеров к металлам, полимерам, дереву, стеклу, тканям и к другим материалам.

Латексные и другие адгезивы для крепления к тканям.

Вулканизация. Влияние различных факторов на процесс вулканизации (среда, температура, давление и др.). Способы вулканизации, контроль и автоматическое управление процессом. Отверждение реактопластов.

Изготовление полимерных изделий из латекса. Коллоидно-химические свойства латексов и их влияние на технологию производства изделий. Методы изготовления изделий из латекса: макание, ионное отложение, желатинирование.

Методы получения и технические виды регенератов. Способы вторичного использования полимеров, их технико-экономическая оценка.

7. Расчет и конструирование изделий и форм

Связь конструкции изделия с условиями его эксплуатации и свойствами материала. Роль фактора времени.

Общие требования к конструированию изделий. Зависимость точности изделий от условий формования и материала. Изделия с арматурой, внутренние напряжения в изделиях.

Классификация форм. Гнездность. Условия извлечения изделий из форм. Системы крепления литниковых и вентиляционных каналов, нагрева и охлаждения, выталкивания изделий. Пресс-формы, литьевые формы, экструзионные головки, формы для пневмоформования, контактного формования, оснастка для производства армированных изделий. Изготовление оснастки и форм. Правила эксплуатации форм.

3. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Основная литература

1. Уильям Д. Каллистер Материаловедение. От технологии к применению. Металлы, керамика, полимеры [Электронный ресурс] : учебник / Д.Каллистер Уильям, Дж.Ретвич Дэвид. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Научные основы и технологии, 2011. — 896 с. — 978-5-91703-022-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13216>.- Загл. с экрана.

2. Бондаренко Г.Г. Основы материаловедения / Г.Г. Бондаренко, В.В. Рыбалко; под ред. Г.Г. Бондаренко. — М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. — 760 с.

3. Воробьев А.А. Материаловедение: учеб./ Д.А. Жуков, Д.П. Кононов, А.А. Соболев, Н.Ю. Шадрина. — М.: Аргамак-Медиа: ИНФРА-М, 2014. — 304 с.

4. Петрова А.П., Малышева Г.В. Клеи, клеевые связующие и клеевые препреги: учебное пособие / под общ. ред. Е.Н. Каблова. — М.: ВИАМ, 2017. — 472 с.

Дополнительная литература

1. Бобович Б.Б. Полимерные конструкционные материалы: учеб. пособие. — М.: Инфра-М.: Форум, 2014. — 400 с.

2. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы [Электронный ресурс]. практ. пособие.- Электрон. текстовые данные.- СПб.: НОТ, 2009. - 664 с.
3. Панина Н.Н., Ким М.А., Гуревич Я.М., Григорьев М.М., Чурсова Л.В., Бабин А.Н. Связующие для безавтоклавного формования изделий из полимерных композиционных материалов [Электронный ресурс] // Клеи, Герметики, Технологии. – 2013. - №10.- С.: 18-27.
4. Хрульков А.В., Душин М.И., Попов Ю.О., Коган Д.И. Исследование и разработка автоклавных и безавтоклавных технологий формования ПКМ// Юбилейный сборник Авиационные материалы и технологии. – 2012. - С. 292-301.
5. Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения: учеб. пособие: пер. с англ. – М.: / под ред. В.П. Зломанова.- Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 400 с.
6. Космическая технология и материаловедение: сб. – М.: Наука, 1982. - 186 с.
7. Мельниченко, А.С. Статистический анализ в металлургии и материаловедении [Электронный ресурс] : учебник / А.С. Мельниченко. — Электрон. дан. — Москва : МИСИС, 2009. — 268 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2066>. — Загл. с экрана.
8. Гини Э.Ч., Зарубин А.М., Рыбкин В.А. Специальные технологии литья. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - 367 с.
9. Производство изделий из полимерных материалов: учеб. пособие/ В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер и др.; под общ. ред. В.К. Крыжановского. - СПб.: Профессия, 2004. - 464 с.
10. Константинов В.В. Материаловедение для гальваников. – М.: Высшая школа, 1984. – 87 с.
11. Садыкова Ф.Х., Садыкова Д.М., Кудряшова Н.И. Текстильное материаловедение и основы текстильных производств. – М.: Легпром, 1989. - 288 с.
12. Химическая технология стекла и ситаллов/под ред. Н.М. Павлушкина. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.
13. Справочник по микроскопии для нанотехнологии / под ред. Нан Яо, Чжун Лин Ван; пер. с англ.; науч. ред. И.В. Яминский. - М.: Научный мир, 2011. - 712 с.: ил. - (Фундаментальные основы нанотехнологий: справочники). - Парал. тит. л. англ. - ISBN 978-5-91522.
14. Технология изготовления растворов пленкообразующих и лаков. Ознакомление с технологией создания и переработки термопластичных материалов. Клеящие материалы, герметики, резины авиационного назначения [Электронный ресурс]: метод. указания к лабораторной работе по курсу «Функциональные материалы» / Всерос. ин-т авиационных материалов, Каф. материаловедения. - М.: ВИАМ, 2014. - 20 с. - Библиогр.: с. 20
15. Материаловедение : учеб. для вузов / Б. Н. Арзамасов [и др.] ; под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. - 8-е изд., стер. - М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. - 648 с.: ил. - Библиогр.: с. 630-631. - ISBN 978-5-7038-1860-2: 220-00.
16. Авиационные материалы и технологии. - Архив журнала с 2008 г. - по н.в. - (печатная версия).
17. Перспективные материалы. - Архив журнала с 2000 г. - по н.в. - (с 2000 г. - июнь 2013 г. – (печатная версия); с июля 2013 г.- по н.в. (электронная версия).
18. Технология легких сплавов. - Архив журнала с 1968 г. - по н.в. - (печатная версия).
19. Технология металлов. - Архив журнала с 2007 г. - №6 2013 г.- (печатная версия). с №7 2013 г. - по н.в. - (электронная версия).
20. Химическая технология. - Архив журнала с 2007 г. - №6 2013 г. - (печатная версия), с №7 2013 г.- по н.в.. - (электронная версия).

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. www.iprbooks.ru Электронно-библиотечная система IPRbooks

2. www.e.lanbook.ru Электронно-библиотечная система «Лань»
3. <https://rd.springer.com> - Springer Link
4. <https://www.nature.com> - Springer Nature
5. <https://materials.springer.com> - Springer Materials
6. www.springerprotocols.com - Коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний SpringerProtocols
7. <https://zbmath.org> Реферативная база данных по чистой и прикладной математике ZbMATH
8. <https://nano.nature.com> - База данных NANO
9. <https://onlinelibrary.wiley.com> - Журналы издательства Wiley
10. <http://pubs.rsc.org> - Журналы издательства Royal Society of Chemistry (Королевского химического общества)

4. Материально-техническое обеспечение по дисциплине:

- учебные классы с маркерной доской и презентационной техникой (терр. 1 - каб. 20, каб. 23, каб. 117, терр. 2 – каб. 313, 309);
- презентационная техника (проектор, экран, компьютер, ноутбук, колонки);
- операционная система Windows 7, 8, 10 (лицензионное программное обеспечение);
- офисный пакет Microsoft Office 2003, 2007, 2010, 2013 (лицензионное программное обеспечение);
- программы для чтения: pdf-документов Adobe Acrobat Reader (свободное программное обеспечение);
- интернет-браузеры Opera, Mozilla FireFox, Chrome, Яндекс (свободное программное обеспечение).