

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ
Председатель приемной комиссии,
ректор ФГБОУ ВО «ВГУИТ»

_____ Попов В. Н.
«31» марта 2022 г.

ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

по научной специальности основной образовательной программы высшего
образования – программы подготовки научных и научно-педагогических
кадров в аспирантуре

**2.6.11 Технология и переработка синтетических и природных полимеров
и композитов**

Воронеж 2022

Программа предназначена для подготовки к сдаче вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.6.11 – Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов. Она составлена в предположении, что экзаменуемый должен иметь достаточно широкое представление по общим вопросам химии синтетических и природных полимеров и композитов, технологии производства и переработки синтетических и природных полимеров и композитов, о наиболее широко применяемых методах производства и переработки синтетических и природных полимеров и композитов.

Будущему кандидату наук следует знать современное состояние и тенденции развития химии синтетических и природных полимеров и композитов, состояние и организацию информационно-поисковой базы, иметь представление об основных центрах и сообществах в сфере технологии производства и переработки синтетических и природных полимеров и композитов.

Перечень разделов базовых дисциплин, выносимых на вступительное испытание:

1. Теория и практика химии и физики полимеров

1. Классификация полимеров в зависимости от происхождения, химического состава и строения основной цепи. Природные и синтетические полимеры.

2. Органические, элементоорганические и неорганические полимеры. Линейные, разветвленные, лестничные и сшитые полимеры.

3. Гомополимеры, сополимеры, привитые полимеры. Гомоцепные и гетероцепные полимеры.

4. Классификация основных методов получения полимеров. Полимеризация. Классификация цепных полимеризационных процессов.

5. Радикальная полимеризация и сополимеризация. Катионная полимеризация. Анионная полимеризация. Характеристика мономеров, способных вступать в анионную полимеризацию. Катализаторы.

6. Типы реакций поликонденсации. Основные отличия полимеризационных и поликонденсационных процессов.

7. Конфигурация макромолекулы и конфигурационная изомерия.

8. Гибкость макромолекул и растворы полимеров. Гибкость макромолекулы. Гибкость макромолекул и расстояние между концами цепи, статистический, кинетический сегменты. Связь гибкости макромолекул с их химическим строением. Факторы, влияющие на гибкость цепей.

9. Макромолекулы в растворах. Вязкость растворов и деление их по этому признаку. Набухание полимеров и его кинетика.

10. Релаксационные и деформационные свойства полимеров. Структура и основные физические свойства ВМС. Релаксационные явления в

ВМС.

11. Аморфные и кристаллические полимеры. Свойства аморфных полимеров.

12. Физические состояния полимеров. Высокоэластическое состояние. Стеклообразное состояние. Вынужденная эластичность и растяжение. Хрупкость полимеров. Вязкотекучее состояние. Механизм вязкого течения.

13. Пластификация полимеров. Правила объемных и молярных долей. Основные химические превращения полимеров.

14. Полимераналогичные превращения и внутримолекулярные реакции. Особенности реакций функциональных групп макромолекул.

15. Деструкция полимеров.

16. Стабилизация полимеров.

17. Сшивание полимеров

2. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии

1. Общие понятия. Термины - метод, наблюдение, сравнение, измерение, эксперимент, обобщение, абстрагирование, уровни научного познания, системный анализ.

2. Цель, объект, предмет научного исследования. Виды научных исследований: фундаментальные и прикладные разработки.

3. Научное направление, его выбор, проблемы, темы и постановка задач. Составление ТЭО НИР и этапов работы.

4. Научные документы и издания, первичные, вторичные, патентная информация. Изобретения, полезные модели, промышленные образцы, товарные знаки и фирменные наименования. Основные средства организации и поиска информации.

5. Методы изучения структуры и состава полимеров.

6. Дифференциальный термический анализ.

7. Методы неразрушающего контроля.

8. Рентгеноструктурный анализ.

9. Методы изучения растворов полимеров.

10. Методы исследования физико-химических и механических свойств полимерных материалов

11. Методика построения калибровочных кривых изменения концентрации исследуемых веществ во времени.

12. Принцип совместных результатов одновременных измерений нескольких физических величин. Погрешности реальных измерений. Средние значения и отклонения от них. Прибор как идеальный канал связи между исследователем и объектом. Независимость и аддитивность измеряемых характеристик. Влияние прибора на процесс реальных измерений.

13. Спектральные методы исследования структуры веществ.

14. Рефрактометрия

15. Поляриметрия
16. Фотометрия
17. Ультрафиолетовая спектроскопия
18. Инфракрасная спектроскопия
19. Спектроскопия протонного магнитного резонанса
20. Масс-спектрометрия
21. Газожидкостная хроматография
22. Высокоэффективная жидкостная хроматография
23. Тонкослойная хроматография

3. Материалы химии полимеров. Рецептуростроение эластомеров.

1. Роль мономеров и химических добавок в технологии эластомеров.
2. Состояние развития мономеров и химических добавок для полимеров в России и за рубежом.
3. Экологические аспекты функционирования полимерной индустрии. Сырьевая база химии углеводородов. Использование углеводородов нефти и газа для синтеза мономеров.
4. Классификация мономеров. Сырьевая база для получения мономеров и химических добавок для пластических масс.
5. Получение этилена, пропилена, винилхлорида, стирола, бутадиена и изопрена. Свойства (физические, химические и токсикологические). Сырьевая база. Способы получения.
6. Деструктивные способы получения мономера (пиролиз). Оценка рентабельности сырья и режима пиролиза. Технико-экономическая оценка способов.
7. Полимеры общего и специального назначения. Классификация и ассортимент каучуков и пластиков общего и специального назначения. Способ получения. Физические, химические и технологические свойства полимеров. Свойства резин и области их применения.
8. Способы вулканизации каучуков. Типовой ассортимент вулканизирующих веществ, применяемых в технологии резины. Основные характеристики вулканизирующих веществ.
Наполнители, пластификаторы, противостарители. Общие представления о наполнителях. Требования, предъявляемые к наполнителям. Классификация наполнителей. Влияние физико-механические и эксплуатационные характеристики резин.
9. Общие представления о мягчителях и пластификаторах и требования, предъявляемые к ним. Важнейшие представители, применяемые в технологии резины. Основные характеристики. Влияние на технологические свойства резиновых смесей, а также на физико-механические свойства резин.
10. Общие представления о противостарителях. Классификация противостарителей и механизм их действия. Физические и химические

противостарители. Основные представители противостарителей применяемых в технологии резины, торговые марки, дозировки. Влияние на вулканизационные и эксплуатационные характеристики резин.

11. Эластомеры как многокомпонентные системы. Разработка рецептов резиновых смесей.

12. Формовые резины.

13. Неформовые резины.

14. Резины в производстве конвейерных лент.

15. Резины в производстве клиновых ремней.

16. Резины в производстве рукавов.

17. Резины в производстве товаров народного потребления.

18. Сырье в производстве обуви.

19. Сырье в шинной промышленности.

20. Протекторные резины.

21. Обкладочные резины.

22. Камерные и диафрагменные резины

4. Современная технология переработки полимеров

1. Состояние развития эластомеров в России и за рубежом.

2. Основы номенклатуры каучуков. Полиизопрены, полибутадиены, бутадиен-стирольные и бутадиен-нитрильные каучуки: технологические и технические свойства. Марки, выпускная форма, упаковка, срок хранения, область применения. Масло-, смолонаполненных каучуки.

3. Этиленпропиленовые и бутилкаучуки, полихлоропрены: технологические и технические свойства. Марки, выпускная форма, упаковка, срок хранения, область применения каучуков.

4. Основы технологии радикальной полимеризации. Основы совместной полимеризации. Константы сополимеризации. Влияние соотношения мономеров на структуру, состав и свойства этиленпропилендиенового каучука, бутадиен-стирольных блок-сополимеров – термоэластопластов, бутилкаучука, полихлоропрена, силоксановых каучуков.

5. Получение привитых сополимеров. Ступенчатые процессы: поликонденсация и полиприсоединение.

6. Технические приемы синтеза полимеров (полимеризация в массе, эмульсии и в растворе). Механизм эмульсионной полимеризации.

7. Мицеллярная растворимость мономеров. Влияние природы эмульгаторов на технические показатели эмульсионного каучука (СКН, БСК). Необходимость использования дрезинатов.

8. Низкотемпературная и высокотемпературная полимеризация. Основные стадии получения: полимеризация; дегазация; коагуляция; обезвоживание.

9. Эмульсионные каучуки. Технология получения основных товарных

каучуков: бутадиен-стирольного; бутадиен-нитрильного; наирита.

10. Наполнение эмульсионных каучуков на стадии латекса. Ассортимент эмульсионных каучуков, их применение и свойства.

11. Латексы. Физико-химические свойства латексов. Технология изготовления. Агломерация и концентрирование латексов. Основные типы синтетических латексов.

12. Ионные процессы. Отличие от радикальной полимеризации.

13. Катионная полимеризация: инициирование, рост и обрыв цепи.

14. Анионная полимеризация. Полимеризация под действием щелочных металлов.

15. Ионно-координационная полимеризация. Полимеризация под действием соединений переходных металлов. Получение растворных каучуков. Получение стереорегулярных растворных каучуков - полиизопрена и полибутадиена в присутствии катализаторов Циглера-Натта.

16. Технология получения бутилового, олигопипериленового каучуков и их применение.

17. Технология получения ДССК, СКИЛ. Получение литийорганических катализаторов.

18. Получение сополимерных каучуков. Совместная полимеризация.

19. Получение этиленпропилендиенового каучука.

20. Синтез блок-сополимеров - термоэластопластов.

21. Получение привитых сополимеров.

22. Ступенчатые процессы: поликонденсация и полиприсоединение. Сравнительные технико-экономические показатели разных способов получения полимеров.

23. Влияние способов получения на загрязнение атмосферы и водные бассейны.

24. Получение неполимеризационных эластомеров.

25. Синтез и выделение хлорсульфированного полиэтилена, хлорбутилкаучука.

26. Экология и энергопотребление промышленности эластомеров. Экологические аспекты и энергопотребление процесса получения синтетических каучуков и латексов. Виды сопутствующих загрязнений. Приемы сбора, утилизации и обезвреживания загрязнений.

5. Специальное оборудование для переработки эластомеров

1. Виды производств и групповая классификация РТИ.

2. Единство и различия в технологических схемах отдельных видов по технологическим операциям.

3. Оборудование, применяемое для общих технологических процессов изготовления эластомерных изделий.

4. Оборудование для изготовления резинотехнических изделий:

конвейерных лент.

5. Оборудование для изготовления приводных ремней.
6. Оборудование для изготовления рукавов и трубчатых изделий.
7. Оборудование для изготовления формовых резинотехнических изделий.
8. Оборудование для изготовления неформовых резинотехнических изделий.
9. Оборудование для изготовления эбонитовых изделий, обрешиненных валов.
10. Оборудование для изготовления изделия из латекса, пористых резиновых изделий, резиновых нитей.
11. Оборудование для изготовления резинотехнических изделий из прорезиненных тканей, полимерной обуви.
12. Оборудование для контроля производства и испытания готовой продукции.
13. Оборудование для пропитки кордов. Современные поточные линии обработки кордов. Обрешивание и раскрой металлокорда.
14. Оборудование для профилирования протекторных заготовок в производстве пневматических шин.
15. Оборудование для изготовления бортовых деталей автопокрышек: бортовых колец, крыльевой ленты, наполнительного шнура и дополнительных крыльев.
16. Оборудование для сборки автопокрышек.
17. Оборудование для формования и вулканизации покрышек.
18. Оборудование для неразрушающих видов контроля и ремонта шин.

Список рекомендуемой литературы

Основная

1. Технология производства каучуков растворной полимеризации: учебное пособие / В. А. Седых [и др.]; ВГТА ; науч. ред. Ю. Ф. Шутилин. - Воронеж, 2010. -308 с.
2. Абзалилова, Л.Р. Практика управления инновационными проектами в промышленности синтетического каучука: учебное пособие / Л.Р. Абзалилова; -Казань: Издательство КНИТУ, 2013. - 151 с. [Электронный ресурс]. -<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258644>.
3. Абзалилова, Л.Р. Традиционные и инновационные материалы в промышленности синтетических каучуков в России и мире : учебное пособие / Л.Р. Абзалилова -Казань: Издательство КНИТУ, 2013. -146 с. [Электронный ресурс]. -<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258677>.
4. Кулезнев, В.Н. Химия и физика полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Н. Кулезнев, В.А. Шершнев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/51931>.

5. Кленин, В.И. Высокомолекулярные соединения [Электронный ресурс] : учебник / В.И. Кленин, И.В. Федусенко. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2013. – 512 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5842>.

6. Рудакова, Л.В. Информационные технологии в аналитическом контроле биологически активных веществ [Электронный ресурс]: монография / Л.В. Рудакова, О.Б. Рудаков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 364 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60658>.

7. Кузнецова, О.Н. Общая химическая технология полимеров : учебное пособие / О.Н. Кузнецова, С.Ю. Софьина; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский государственный технологический университет». - Казань : КГТУ, 2010. -137 с. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=25894911>

8. Капитонов, А.М. Физико-механические свойства композиционных материалов: упругие свойства : монография / А.М. Капитонов, В.Е. Редькин ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2013. -532 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=3639098>.

Дополнительная:

1. Осошник, И.А. Производство резиновых технических изделий / И.А. Осошник, Ю.Ф. Шутилин, О.В. Карманова. –Воронеж, 2007. –972 с.

2. Оборудование производств синтетического каучука: учебное пособие / А.М. Кочнев, Л.А. Зенитова, Д.Н. Аверьянов, С.С. Галибеев - Казань : КГТУ, 2010. -276 с.: - : <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270573>.

3. Петухова, Л.В. Всеобщее управление качеством: учебное пособие / Л.В. Петухова, С.М. Горюнова, С.Г. Смердова ; -Казань : КГТУ, 2010. -89 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270565>.

4. Кабанов, В.А. Энциклопедия полимеров [Текст] / В.А. Каргин и др. –М.: Энциклопедия, 2012. –Т.2 –1032 с.

5. Гришин, Б.С. Растворимость и диффузия низкомолекулярных веществ в каучуках и эластомерных композитах : монография / Б.С. Гришин - Казань : Издательство КНИТУ, 2012. -144 с. [Электронный ресурс]. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258778>

6. Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов: учебн. для студентов вузов / М: Химия. 2009. - 345с

7. Скопинцев, И.В. Производство тары и упаковки из полимерных материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.В. Скопинцев. –

Электрон. дан. –Санкт-Петербург : Лань, 2018. –112 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/107277>.

8. Сутягин, В.М. Общая химическая технология полимеров [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – Электрон. дан. –Санкт-Петербург: Лань, 2018. –208 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99211>.

9. Сутягин, В.М. Физико-химические методы исследования полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. –140 с. –Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99212>.

10. Сутягин, В.М. Основы проектирования и оборудование производств полимеров [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.М. Сутягин, А.А. Ляпков, В.Г. Бондалетов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. –464 с. –Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99213>.

11. Косточко, А.В. Прогнозирование совместимости в системе полимер–растворитель: учебное пособие / А.В. Косточко, З.Т. Валишина, О.Т. Шипина; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. -84 с. -URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428031>

12. Черезова, Е.Н. Старение и стабилизация полимеров: учебное пособие / Е.Н. Черезова, Н.А. Мукменева, В.П. Архиреев; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». -Казань: Издательство КНИТУ, 2012. -Ч. 1. -140 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258364>

13. Термический анализ в изучении полимеров: учебное пособие / А.В. Косточко, О.Т. Шипина, В.А. Петров, В.К. Мингазова; ред. Е.И. Шевченко; Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство КНИТУ, 2014. - 99 с. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428141>

14. Иржак, В.И. Топологическая структура полимеров : монография / В.И.Иржак ; Российская академия наук, Институт проблем химической физики, Министерство образования и науки России, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет». - Казань: Издательство

КНИТУ, 2013. -520 с. - URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428024>

15. Бакеев, Н.Ф. Роль поверхностных явлений в структурно-механической поведении твердых полимеров / Н.Ф. Бакеев, А.Л. Волынский. -Москва: Издательство Физматлит, 2014. - 533 с. - URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467584>

16. Стандартизация и сертификация полимеров и композитов на их основе : учебное пособие / Г.А. Кутырев, Т.Р. Дебердеев, С.С. Ахтямова, А.И. Ромашина ; Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение Высшего профессионального образования Казанский государственный технологический университет. -Казань: Издательство КНИТУ, 2010. -167 с. - URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=2590148>.

Можно воспользоваться электронной библиотекой открытого доступа МГУ: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/analyt/welcome.html>

ВГУ: <https://lib.vsu.ru/zgate>

Примерный образец контрольно-измерительного материала

Минобрнауки России
Федеральное бюджетное государственное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный университет инженерных технологий»

Экзаменационный билет № 1

1. Общая характеристика каучуков по технологическим свойствам композиций и эксплуатационным параметрам резин. Натуральный каучук: получение, особенности переработки, вулканизации, применения. Приемы модификации. Ассортимент.

2. Система контроля качества производства. Анализ режимов смешения, качества резиновых смесей в производстве. Приведите примеры анализа разброса показателей экспресс-контроля применительно к рабочему рецепту резиновой смеси.

3. Кейс-задание.

Ситуация: При входном контроле поступившего на переработку полиизопрена обнаружено, что часть полимера находится в закристаллизованном состоянии. Вязкость по Муни предварительно прогретого образца в пределах 86-90 у.е.

Задание: Предложите способ и режим декристаллизации полиизопрена, назовите номинальную величину его вязкости по Муни, при которой возможна его переработка на валковом оборудовании.