

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Российский химико-технологический университет имени  
Д.И. Менделеева»**

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по науке  
РХТУ им. Д.И. Менделеева



А.А. Щербина

« 12 » декабря 20 22 г.

**ПРОГРАММА КАНДИДАТСКОГО ЭКЗАМЕНА  
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

**2.6.11. ТЕХНОЛОГИЯ И ПЕРЕРАБОТКА СИНТЕТИЧЕСКИХ  
И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРОВ И КОМПОЗИТОВ**

Москва 2022 г

Программа составлена Горбуновой Ириной Юрьевной, доктором химических наук, профессором, зав. кафедрой технологии переработки пластмасс РХТУ им. Д.И. Менделеева.

## СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### **1. Свойства целлюлозы как сырья для получения углеродных волокон.**

Природные источники получения целлюлозы. Древесная и хлопковая целлюлоза. Значение целлюлозы и ее эфиров в народном хозяйстве страны. Химический состав целлюлозы. Углеводы. Моносахариды, полисахариды, пентозаны, гексозаны. Связь элементарных звеньев между собой.

Внутримолекулярные и межмолекулярные связи в целлюлозе и ее эфирах. Концевые звенья в макромолекуле целлюлозы. Наличие других элементарных звеньев в препаратах целлюлозы. Идеальная и реальная макромолекула. Надмолекулярные структуры целлюлозы. Методы их исследования.

Фазовое состояние целлюлозы. Кристаллические модификации целлюлозы. Конформационные и конфигурационные свойства целлюлозы и ее производных. Структурная неоднородность целлюлозы: зависимость от вида сырья и способов выделения, практическое значение при получении эфиров из различного целлюлозного сырья. Методы структурной модификации целлюлозы (измельчение, активация, гидролиз, инклюдирование).

### **2. Физико-химические свойства целлюлозы.**

Зависимость плотности целлюлозы от степени упорядоченности структуры. Внутренняя поверхность целлюлозы. Методы определения. Поры и капилляры, их размеры, применение специальных приемов для увеличения поверхности пор и капилляров с целью повышения реакционной способности целлюлозы, практическое значение.

Гигроскопичность целлюлозы и ее зависимость от различных факторов. Влага в целлюлозе, ее роль в реакциях этерификации. Набухание и растворение целлюлозы и ее эфиров.

Свойства растворов. Молекулярная масса целлюлозы и ее эфиров. Физические и химические методы определения молекулярной массы целлюлозы. Полидисперсность целлюлозы. Содержание низкомолекулярных

и высокомолекулярных фракций, их влияние на свойства. Вязкость растворов целлюлозы. Ее зависимость от различных факторов, методы определения.

Механические свойства изделий из целлюлозы и ее эфиров, их связь со средней молекулярной массой и надмолекулярной структурой. Реакционная способность целлюлозы. Типы реакций целлюлозы. Гетерогенные и гомогенные реакции. Топохимические макроскопические реакции. Зависимость их скорости от скорости диффузии реагентов. Действие щелочей на целлюлозу, влияние химической и физической неоднородности целлюлозы и условий обработки (концентрация растворов щелочи, время, температура). Получение и свойства щелочной целлюлозы, практическое значение. Альфа-целлюлоза и ее определение. Действие кислот на целлюлозу, влияние вида, концентрации кислоты, условий обработки. Гидролиз целлюлозы, зависимость от различных факторов.

Свойства гидролизованных целлюлоз. Действие окислителей на целлюлозу. Зависимость от вида реагента, времени окисления, температуры. Химизм процесса, избирательное окисление. Свойства окисленных целлюлоз. Действие восстановителей на целлюлозу. Действие света и тепла на целлюлозу. Деструкция макромолекулы целлюлозы.

### **3. Технология производства углеродных тканей из гидратцеллюлозных волокон.**

Различные требования к углеродным волокнам в зависимости от сферы их применения. Композиционные волокна на основе целлюлозы как прекурсора углеродных материалов. Формование целлюлозных и композиционных волокон сухо-мокрым способом. Термическое превращение гидратцеллюлозных волокон в углеродное волокно. Введение катализаторов в объем волокна. Получение прекурсорных волокон из композиционных прекурсоров. Волокна на основе целлюлозы с добавками различной природы.

Применение химических соединений в процессе пиролиза гидратцеллюлозных волокон. Модификация условий подготовки прекурсоров, выбор катализатора. Технологии стадии пропитки и температурно-временного режима пиролиза. Регулирующие добавки, предотвращающие процесс возгорания прекурсоров. Введение активного вещества в целлюлозную матрицу на стадии приготовления прядильных растворов. Подавление процессов термоокислительной деструкции. Реакции внутрициклической, внутримолекулярной и межмолекулярной дегидратации, протекающие при термической обработке целлюлозы. Структурные элементы карбонизованных композитных углеродных волокон.

Графитация карбонизованных волокон. Полиморфные превращения карбонизованного волокна в графитированное при высоких температурах графитации. Совершенствование надмолекулярной структуры с приближением к структуре графита: изменение дефектности, образование и рост кристаллитов, формирование текстуры, ориентация структурных элементов в направлении оси волокна. Морфология композиционных волокон.

**Вопросы для кандидатского экзамена по научной специальности**  
**2.6.11. Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов**

1. Классификация полимеров. Основные молекулярно-массовые характеристики полимеров.
2. Способы получения полимеров. Их отличия по механизму реакции и характеру получаемых продуктов.
3. Технологические способы проведения реакции полимеризации.
4. Технологические способы проведения реакции поликонденсации и полиприсоединения.
5. Физические (релаксационные) состояния полимеров.
6. Стеклообразное состояние полимеров.
7. Высокоэластическое состояние полимеров
8. Вязкотекучее состояние полимеров.
9. Кристаллическое состояние полимеров.
10. Жидкокристаллическое состояние полимеров.
11. Отверждение полимеров.
12. Растворы полимеров. Реология растворов полимеров.
13. Пластификация полимеров.
14. Структура кристаллических полимеров.
15. Ориентация полимеров.
16. Прочность полимеров.
17. Кривые течения полимеров.
18. Модельный метод изучения реологических свойств полимеров.
19. Получение труб методом экструзии.
20. Получение пленок методом экструзии.
21. Литье под давлением термопластов. Цикл литья. рVT-диаграмма.
22. Намотка полимеров.
23. Методы термоформования полимеров.

24. Получение композиционных материалов методом пултрузии и роллтрязии.
25. Получение композиционных материалов на основе термопластов.
26. Адгезия на границе раздела полимер-наполнитель. Факторы, влияющие на адгезию.
27. Наполнение полимеров. Реология наполненных полимеров.
28. Газонаполненные полимеры: свойства, области применения, способы получения и переработки в изделия
29. Природные полимеры и их применение в составе композиционных материалов.
30. Целлюлоза: состав, свойства, особенности строения и структуры.
31. Модификация целлюлозы: цели и способы.
32. Порошковые целлюлозные материалы и области их применения.
33. Виды и свойства целлюлозных волокон.
34. Технология получения и свойства вискозных волокон.
35. Технология получения и свойства волокон лиоцелл.
36. Волокна-прекурсоры углеродных волокон. Стадии получения углеродных волокон из гидратцеллюлозных.

## **Рекомендуемая литература**

### **Основная литература**

1. Технология переработки полимеров. Физические и химические процессы: учебное пособие для вузов / М. Л. Кербер [и др.]; под редакцией М. Л. Кербера. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 316 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04915-2. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492744> (дата обращения: 25.01.2022).
2. Гладков С. О. Физика композитов: учебник для вузов / С. О. Гладков. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 332 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-01607-9. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492206> (дата обращения: 25.01.2022).
3. Кулезнев В. Н. Химия и физика полимеров: учебное пособие / В. Н. Кулезнев, В. А. Шершнеv. – 3-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 368 с. – ISBN 978-5-8114-1779-7. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168696> (дата обращения: 25.01.2022).

4. Модификация структуры и свойств целлюлозы: монография / В. А. Петров, З. Т. Валишина, О. Т. Шипина [и др.]. – Казань: КНИТУ, 2016. – 172 с. – ISBN 978-5-7882-2090-1. [Текст]: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/102071> (дата обращения: 25.01.2022).

#### Дополнительная литература

1. Коноплева А. А. Физикохимия композиционных полимерных материалов: учебное пособие / А. А. Коноплева, А. Р. Гатауллин, Ю. Г. Галяметдинов. – Казань: КНИТУ, 2018. – 100 с. – ISBN 978-8-7882-2467-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/166299> (дата обращения: 25.01.2022)

2. Леонович А. А. Физика и химия полимеров: учебное пособие для вузов / А. А. Леонович. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 104 с. – ISBN 978-5-8114-7406-6. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/176869> (дата обращения: 25.01.2022).

3. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов / В. В. Киреев. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 365 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03986-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490451> (дата обращения: 25.01.2022).

4. Киреев В. В. Высокомолекулярные соединения в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / В. В. Киреев. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 243 с. — (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03988-7. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490452> (дата обращения: 25.01.2022).

5. Михайлин Ю. А. Волокнистые полимерные композиционные материалы в технике: учебное пособие / Ю. А. Михайлин. – Санкт-Петербург: НОТ, 2013. – 720 с. – ISBN 978-5-91703-037-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/35865> (дата обращения: 25.01.2022).