

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**Кабардино-Балкарский государственный университет**  
**им. Х.М. Бербекова (КБГУ)**

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной  
программы *Р.Ч. Бажева* Р.Ч. Бажева  
«*02*» *02* 2023 г



**ПРОГРАММА**  
**вступительных испытаний в магистратуру по**  
**направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология**

**МАГИСТЕРСКАЯ ПРОГРАММА**  
**Технология и переработка полимеров**

Очная форма обучения

Нальчик 2023 г

## 1. Теоретические и экспериментальные методы исследования в химии.

Обзор методов, используемых для исследования органических веществ  
Спектрометрическая идентификация органических веществ      Обзор  
спектрофотометрических методов исследования. Основные различия и  
приложения к органическим соединениям.

Электромагнитный спектр. ИК- спектроскопия.      Важнейшие  
характеристические полосы поглощения в области основных частот  
колебаний органических молекул. Основы ИК -спектроскопии. Роль  
современных физических и физико-химических методов н анализе  
полимерных композиционных материалов (ПКМ), их полимерной основы и  
целевых компонентов.

Особенности анализа ПКМ. Роль метода ИК спектроскопии в  
аналитической химии полимеров. Природа и условия получения  
колебательных спектров. Ближняя, средняя и дальняя ИК область.  
Особенности колебательной спектроскопии высокомолекулярных соединений  
по сравнению с низкомолекулярными соединениями. Приборы и  
экспериментальная техника. Принципы действия ИК спектрометров.

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса      Явление ядерного  
магнитного резонанса. Основные параметры спектров ЯМР  $^1\text{H}$  (химический  
сдвиг, константа спи-спинового взаимодействия, интегральная интенсивность  
сигнала). Спектроскопия ядерного магнитного резонанса ядер  $^{13}\text{C}$ .

Масс-спектрометрия      Общие положения метода масс-спектрометрии.  
Основные правила и подходы к интерпретации масс-спектров

Основы хроматографических методов      Классификация      методов  
хроматографии. Комплексные методы (ГХМС, ВЭЖХ-МС)

## 2. Структура и свойства полимеров

Структура и классификация полимеров. Мономеры, олигомеры,  
полимеры. Изомерия у полимеров. Линейные, разветвленные и сетчатые  
полимеры. Химическая структура макромолекул. Конфигурация и  
конформация. Структура макромолекул. Гомополимеры и сополимеры.

Молекулярная масса и ММР. Методы определения молекулярной  
массы. Средняя молекулярная масса. Молекулярно-массовое распределение.  
Сред нечисловая, среднемассовая, средневязкостная      и зет-средняя  
молекулярная масса. Методы определения молекулярной массы полимеров.

Надмолекулярная структура. Гибкость молекулярной цепи. Понятие  
сегмента. Молекулярный клубок. Флуктуационная сетка. Кластерная модель  
полимеров.

Физические состояния. Стеклообразное, высокоэластическое и вязкотекучее состояния полимеров. Термомеханическая кривая. Температура хрупкости. Температура стеклования. Температура текучести.

Основные представления о структуре аморфных полимеров. Современные модели, описывающие структуру и свойства аморфных полимеров.

Методы исследования структуры полимеров. Основные представления о структуре кристаллических полимеров. Ориентированное состояние полимеров.

Термодинамика высокоэластической деформации. Способы выражения напряжений и деформации. Изменение термодинамических параметров при деформации. Статистическая термодинамика гибких макромолекул. Равновесный модуль эластичности

Релаксационные свойства полимеров. Общие закономерности релаксации. Время релаксации. Критерий Деборы. Модель напряжения. Ползучесть. Модель Кельвина-Фойхта. Обобщенная механическая модель. Петля гистерезиса. Петля гистерезиса. Механические потери. Эффект Патрикеева-Маллинза. Многократные циклические деформации. Тангенс угла механических потерь.

Электрические свойства полимеров. Диэлектрики, полупроводники и электропроводящие материалы. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери полимеров. Электропроводность полимеров. Удельное электрическое сопротивление. Электретный эффект. Электрическая прочность.

Механические потери. Эффект Патрикеева-Маллинза. Многократные циклические деформации. Тангенс угла механических потерь.

Электрические свойства полимеров. Диэлектрики, полупроводники и электропроводящие материалы. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери полимеров. Электропроводность полимеров. Удельное электрическое сопротивление. Электретный эффект. Электрическая прочность.

### **3. Физико-химия композитов**

Введение, общие представления о композиционных материалах; принципы создания полимерных композиционных материалов (ПКМ); технология получения композиционных материалов; наполнение полимеров; смешение полимеров; вспенивание пластмасс; виды композиционных материалов.

### **4. Химические превращения полимеров**

Понятие, классификация и применение химических превращений полимеров. Роль макромолекулярных реакций в получении полимеров со специальными свойствами.

Общность и различие в реакциях низкомолекулярных соединений и полимеров. Условия применимости принципа Флори равной реакционной способности функциональных групп. Факторы, влияющие на протекание реакций на полимерах. Доступность функциональных групп. Эффект соседних групп. Конфигурационные и конформационные эффекты. Кооперативные эффекты. Вид их реализации. Общая схема. Значение кооперативных эффектов ферментативных процессах. Эффект неомогенной активности. Влияние концентрации и длины цепи.

Особенности полимераналогичных превращений в сравнении с реакциями низкомолекулярных веществ. Отличие полимераналогичных превращений полимеров от реакций сшивания. Примеры полимераналогичных превращений. Побочные реакции и причины, обуславливающие разноразветвленность при полимераналогичных превращениях полимеров.

Типы внутримолекулярных реакций: внутримолекулярные перегруппировки боковых групп; внутримолекулярные перегруппировки в цепях главных валентностей; изомерные превращения (циклизация, изомеризация, миграция двойных связей, сложные превращения); взаимодействия атомов, функциональных групп одной макромолекулы. Внутримолекулярные перегруппировки боковых групп полиметакрилатов. Цис-транс-изомеризация эластомеров. Дегидрохлорирование поливинилхлорида. Дегидратация поливинилового спирта. Особенности циклизации ПАК в ПИ. Причины, обуславливающие разноразветвленность при циклизации ПАК в ПИ. Способы уменьшения разноразветвленности и взаимосвязь степени циклизации с комплексом физико-химических свойств ПИ.

Классификация реакций сшивания. изменение физико-химических свойств при образовании пространственных (сшитых) полимеров. Применение межмолекулярных реакций на практике. реакции сшивания, осуществляемые за счет взаимодействия функциональных групп макромолекул различных полимеров. Сшивание за счет функциональных групп одного и того же полимера. Реакции сшивания с участием полифункционального низкомолекулярного соединения. Механизм и кинетика отверждения. Роль инициаторов и катализаторов при отверждении. Отверждение эпоксидных олигомеров аминами и ангидридами кислот. Достоинства и недостатки.

Получение блок-сополимеров методами полимеризации. Применение привитой сополимеризации для модификации свойств полимеров. Способы осуществления привитой сополимеризации.

Понятие деструкции полимеров. Факторы, вызывающие деструкцию. Классификация процессов деструкции в зависимости от деструктирующего агента, от характера образующихся продуктов, от природы активного центра. использование процессов деструкции для практических целей. Химическая деструкция. Гидролиз. Ацидолиз сложных эфиров. Алкоголиз. Аминолиз и аммонолиз. Окислительная деструкция. элементарные стадии окисления полимеров. Зависимость механизма и скорости процесса окисления от

строения макромолекул и надмолекулярной структуры. Физическая деструкция. Классификация. Термическая деструкция (пиролиз), ее механизм. Взаимосвязь устойчивости полимеров к нагреванию, скорости термического распада с химическим строением полимеров. Продукты термической деструкции полимеров. Термоокислительная деструкция, ее механизм. Фотодеструкция, ее механизм. хромофорные группы. Оценка эффективности действия света на полимер. Радиационная деструкция. Механизм радиолита. Биологическая деструкция. Механодеструкция полимеров. Механизм, количественная мера. Факторы, влияющие на механическую деструкцию. Следствия механодеструкции. Явление абляции полимерных материалов.

## **5. Основы переработки полимеров**

Классификация методов переработки пластмасс. Смешение. Гранулирование полимерных композитов. Таблетирование. Методы нагревания полимеров. Влияние влажности на свойства и переработку полимеров. Сушка полимеров. Подготовка полимеров к переработке.

Закономерности движения полимера в шнековом экструдере. Движение полимера в зоне загрузки. Движение полимера в зоне плавления. Закономерности течения расплава в зоне дозирования.

Технология производства труб методом экструзии. Плавление полимера и гомогенизация расплава. Формование профиля трубы. Калибрование труб. Охлаждение труб. Маркировка и упаковка труб. Расчет технологических параметров процесса.

Технология производства пленки рукавным методом. Подготовка сырья, плавление гранул и гомогенизация расплава. Формование рукава. Ориентация и охлаждение пленки. Намотка, упаковка и контроль качества пленки. Расчет параметров процесса.

Технология производства пленки щелевым методом. Плавление гранул и гомогенизация расплава. Формование полотна. Охлаждение пленки. Ориентация, намотка и упаковка пленки.

Изготовление изделий выдуванием из трубчатых заготовок. Плавление гранул и гомогенизация расплава. Выдавливание трубчатой заготовки. Смыкание формы и формование изделия. Охлаждение изделия. Раскрытие формы и извлечение изделия. Изготовление изделий выдуванием из литьевых заготовок. Гомогенизация и дозирование расплава. Впрыск расплава и выдувание изделия.

Технология литья под давлением. Плавление, гомогенизация и дозирование расплава. Смыкание формы и подвод узла впрыска. Впрыск расплава. Выдержка под давлением. Охлаждение изделия. Раскрытие формы и извлечение изделия. Особенности технологического процесса, обусловленные конструкцией формы. Влияние технологических параметров на качество изделий. Расчет технологических параметров процесса литья под давлением.

Технология формования. Закрепление заготовки. Предварительная вытяжка листов. Формование изделия. Охлаждение изделия. Методы формования. Штампование. Пневмо-формование. Вакуумформование. Формование на поточных линиях.

Технология каландрования. Смешение компонентов и нагревание композиции. Формование полотна. Охлаждение и намотка полотна. Закономерности движения расплава полимера в зазоре между вальками.

Роль различных факторов в процессах переработки термореактивных материалов. Компрессионное прессование. Предварительное нагревание материала. Загрузка материала и смыкание прессформы. Подпрессовка, выдержка под давлением, отверждение. Размыкание и очистка пресс-форм. Особенности прессования в прессформах различной конструкции. Литьевое прессование.

Прессование изделий на линиях непрерывного прессования. Литье под давлением.

Основные закономерности получения пленкообразующих растворов полимеров и формирования пленок. Основные стадии производства. Рекуперация растворителей. Получение пленок методом химической модификации. Образование жидкой пленки. Отверждение пленки в процессе формования. Отверждение пленки при испарении растворителя. Отверждение пленки при застудневании. Лаки и краски на основе растворов полимеров. Растворы полимеров как клеящие вещества.

Образование жидкой нити. Фиксация нити в процессе формования. Фиксация нити при испарении растворителя. Диффузионные процессы при формировании волокон. Фиксация нити при застудневании раствора полимера. Ориентационное вытягивание волокон. Сушка волокон.

Переработка каучуков и резиновых смесей. Вальцы и каландры. Закрытые смесители. Шприц-машины. Литье под давлением.

Современные тенденции и новые направления в науке о полимерах. Перспективы промышленного производства и переработки полимеров.

## Список учебной и научной литературы для подготовки к экзамену

1. Технология переработки пластмасс. Учебное пособие. Шевердяев О.Н., Ильина И.А. Изд-во: Издательство Московского государственного открытого ун-та, 2006. ([www.knigafund.ru](http://www.knigafund.ru)).
2. Переработка пластмасс /Шварц О., Эбелинг Ф.-В., Фурт Б.; под общей ред. А.Д. Паниматченко. СПб.: Профессия, 2008. – 320 с.
3. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для ВУЗов. Под ред. В.Н. Кулезнева, В.К. Гусева. М.: Мир, 2006. 600 с.
4. Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения. Учебное пособие. 2-е изд. Стер. М: АСADEМIA, 2005, 368 с.
5. Аскадский, А. А., Хохлов А.Р. Введение в физико-химию полимеров. М.: Научный мир, 2009. 384 с.
6. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А. Ошмян В.Г. Полимерные композиционные материалы: прочность и технология. Долгопрудный: ИД "Интеллект", 2010. 352 с.
7. Рыжонков, Д. И. Наноматериалы: учебное пособие. М.:Бином. Лаборатория знаний, 2012. 365 с.
8. Замышляева О.Г. Методы исследования современных полимерных материалов: учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: нижегородский госуниверситет, 2012. – 90 с.
9. Сутягин В.М., Ляпков А.А. Физико-химические методы исследования полимеров. – Томск. Томский политехнический университет, 2010. – 140 с.
10. Семчиков, Ю. Д. Введение в химию полимеров: учебное пособие для вузов.-СПб.: Издательство «Лань», 2012 – 224 с.
11. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. Издание 4-е, переработанное и дополненное. - М.: Научный мир. 2007. - 576 с.
12. Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения. Высшая школа. 2013 -278с.
13. Лигидов М.Х., Шетов Р.А. Учебное пособие «Методы изучения физико-механических свойств полимерных материалов». КБГУ. Пальчик. 2005.-37с.