

**Программа кандидатского экзамена по научной специальности
05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов**

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Введение

В основу настоящей программы положены следующие принципы: основы технологии получения синтетических полимеров и выделения природных полимеров; сопоставление строения полимерных молекул с методом получения и свойствами полимеров; создание материалов на основе полимеров; основные компоненты полимерных композиций и их роль в формировании свойств материалов; принципы создания полимерных композитов; основные процессы синтеза и переработки полимеров и полимерных материалов; расчеты и конструирование изделий и форм для их получения.

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, в медицине и т.д. 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. Сополимеризация. 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 фазе. 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. Механо-химические 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 технологическими 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, хлоропреновые, 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, поливинилацетали, 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 процесс 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, многократной деформаций и т.д. 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 др. 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 др. 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, лако-красочных 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 состоянии, 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, механопневмоформованием, 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, емкостей намоткой.

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

Соединение деталей из полимеров: механическое, склеивание, сварка, приформовка. 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. Прессформы, литьевые формы, экструзионные головки, формы для пневмоформования, контактного

формования, оснастка для производства армированных изделий.
Изготовление оснастки и форм. Правила эксплуатации форм.

**Вопросы кандидатского экзамена по научной специальности
05.17.06 Технология и переработка полимеров и композитов**

1. Полиолефины. Исходное сырьё. Технология получения. Свойства, области применения и переработка.
2. Термопластичные полиэферы. Технология получения. Свойства, области применения и переработка.
3. Полимеры, полученные методом химической модификации. Технология получения. Свойства, области применения и переработка
4. Методы модификации полимеров.
5. Отверждение олигомеров. Методы отверждения и состав отверждающих систем.
6. Физические (релаксационные) состояния полимеров.
 7. Стеклообразное состояние полимеров
 8. Высокоэластическое состояние полимеров.
 9. Вязкотекучее состояние полимеров
 10. Кристаллическое состояние полимеров.
 11. Жидкокристаллическое состояние полимеров.
 12. Ориентированное состояние полимеров.
13. Методы модификации полимеров.
 14. Пластификация полимеров.
- 16 15. Смеси полимеров.
17. Остаточные напряжения в полимерных изделиях
18. Схемы экструзионных головок
19. Методы получения композиционных материалов на основе термореактивных связующих
20. Методы получения композиционных материалов на основе термопластичных связующих
21. Получение пленок из термопластов экструзией

- 22 Технологические свойства полимерных материалов и их влияние на параметры режима переработки.
- 23 Получение профильных изделий из термопластов.
- 24 Особенности формования изделий из заготовок
- 25 Полиэтилен. Исходное сырьё. Технология получения полиэтилена высокого давления. Свойства, области применения и переработка.
- 26 Эпоксидные олигомеры. Исходное сырьё для получения. Технология получения эпоксидных олигомеров. Системы и механизм “холодного отверждения”. Получение лакокрасочных материалов на основе эпоксидных олигомеров. Свойства, переработка, области применения.
- 27 Поливинилхлорид. Исходное сырьё. Методы получения поливинилхлорида. Суспензионный поливинилхлорид. Мягкий поливинилхлорид (пластикат). Свойства, области применения, переработка. Стабилизаторы и пластификаторы.
- 28 Полиамиды. Основные реакции получения полиамидов. Свойства, переработка, области применения.
- 29 Технические методы полимеризации. Блочная, эмульсионная и суспензионная полимеризация. Их преимущества и недостатки.
- 30 Классификация жидкостей при их поведении при течении. Особенности течения полимеров. Вязкость полимерных систем.
- 31 Отверждение олигомеров различного строения. Методы отверждения и состав отверждающих систем.
- 32 Экструзия термопластов. Основные характеристики червяка. Уравнение течения. Виды потоков в дозирующей зоне.
- 33 Классификации методов переработки пластмасс. На чем основаны эти классификации? Какие из методов переработки получили наибольшее распространение и благодаря чему? На чем основан выбор того или иного метода для производства конкретного изделия?
- 34 Пластические массы как многокомпонентные системы. Полимерные и неполимерные ингредиенты композиций.

- 35 Основные эксплуатационные свойства пластмасс и изделий из них. Принципы регулирования структуры полимерного материала при его переработке.
- 36 Основные ингредиенты полимерных материалов. Роль каждого из них, механизмы их работы. Как производится выбор необходимых ингредиентов пластмасс при составлении композиции?
- 37 Подготовка полимерных материалов к переработке. Основные операции. Оценка качества.
- 38 Экструзия термопластов. Основы метода. Подробно: какие процессы происходят в полимерном материале по мере его продвижения по материальному цилиндру. Зоны шнека.
- 39 Экструзия термопластов. Зона дозирования. Виды потоков расплава в зоне дозирования. Расчет производительности шнека.
- 40 Экструзия термопластов. Производительность процесса. Её связь с геометрией шнека и переменными параметрами режима экструзии.
- 41 Производительность через формующую головку экструдера. Совместное влияние параметров головки и шнека на производительность.
- 42 Связь производительности с геометрией шнека и технологическими параметрами процесса.
- 43 Получение пленок из термопластов методом экструзии через плоскощелевую головку. Стадии процесса. Особенности формования в головке.
- 44 Экструзия термопластов. Технологические линии. Основные особенности каждой из этих линий.
- 45 Современные технологии экструзии термопластов.
- 46 Литье под давлением термопластов. Особенности. Использование уравнения состояния для анализа взаимосвязи T-P-V. Диаграмма T-P. Усадка при литье.
- 47 Стадии литья под давлением термопластов. Подробно – инъекция и выдержка под давлением в форме. Изменение давления в форме.

- 48 Технологические параметры процесса литья под давлением и их влияние на качество изделий.
- 49 Литье под давлением термопластов. Узел формы. Диаграмма P-t в форме. Технологические параметры стадии выдержки под давлением и охлаждения изделий. Их влияние на свойства получаемых изделий.
- 50 Остаточные напряжения в изделиях из термопластов, получаемых литьем под давлением, причины возникновения, пути устранения. Особенности литья аморфных и кристаллизующихся полимеров.
- 51 Развитие анизотропии структуры изделий в процессе их изготовления методом литья под давлением. Ориентация: чем вызвана, как изменяется по объему изделия?
- 52 Основные тенденции развития переработки пластмасс литьем под давлением. Современные технологии литья под давлением.
- 53 Особенности переработки полимеров при вальцевании и каландровании. Применение этих методов. Основные стадии технологического процесса. Причины появления разнотолщинности профиля и способы её устранения.
- 54 Стадии процесса каландрования. Способы компенсации прогиба валков. Каландровый эффект. Технологические процессы производства листовых и пленочных изделий.
- 55 Особенности формования изделий из листовых заготовок. Основные стадии процесса. Применение. Параметры процесса (температура, усилие формования, степень вытяжки) и их влияние на качество изделий.
- 56 Способы пневмо- и вакуумформования и их выбор в зависимости от степени вытяжки и требований по качеству изделий.
- 57 Особенности переработки полимеров при температурах ниже $T_{ст}$ и $T_{пл}$.
- 58 Особенности формования изделий из фторопластов.
- 59 Способы сварки изделий из термопластов.
- 60 Особенности технологии производства газонаполненных изделий.

- 61 Способы переработки пластмасс без давления. Основа методов. Классификация. Основные особенности. Изделия, получаемые этими методами.
- 62 Получение полимерных пленок. Возможные методы. Особенности каждого из них.
- 63 Получение полимерных волокон.
- 64 Ротационное формование изделий из термопластов.
- 65 Центробежное литье. Особенности метода.
- 66 Методы переработки реактопластов. Классификация. Особенности каждого (кратко).
- 67 Основные стадии процесса прессования реактопластов. Подготовка материала. Прямое и литьевое прессование. Особенности технологии.
- 68 Технологические свойства термореактивных материалов и их влияние на параметры режима прессования.
- 69 Выбор и взаимосвязь параметров режима прессования реактопластов, влияние параметров режима на качество изделий. Обработка изделий. Использование отходов.
- 70 Особенности процесса литья под давлением реактопластов. Основные операции. Выбор технологических параметров режима литья.
- 71 Получение профильных изделий из реактопластов.
- 72 Подготовительные стадии процесса прессования. С какой целью их проводят? Связь режимов их проведения с технологическими свойствами реактопласта.