

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

**Программа вступительных испытаний**  
**по направлению подготовки**  
**15.04.02 Технологические машины и оборудование**  
**магистерская программа**  
**«Современное технологическое оборудование переработки**  
**неметаллических материалов»**

**Москва 2024**

## 1. Введение

Программа вступительных испытаний по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру РХТУ им. Д.И. Менделеева по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование.

Программа разработана в соответствии с Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденным приказом Минобрнауки России от 6 апреля 2021 г. № 245, а также в соответствии с Федеральным государственным стандартом высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование (уровень магистратуры), утвержденным приказом Минобрнауки России от 14 августа 2020 г. № 1026.

Программа рекомендуется для подготовки к вступительным испытаниям выпускников классических университетов, технологических и технических вузов, в основных образовательных программах подготовки которых содержатся дисциплины (модули), рабочие программы которых аналогичны по наименованию и основному содержанию рабочим программам перечисленных ниже учебных дисциплин, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева по уровню бакалавриата. Содержание программы базируется на следующих учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева: «Общая и неорганическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Органическая химия», «Физическая химия», «Коллоидная химия», «Общая химическая технология», «Процессы и аппараты химической технологии» и других специальных учебных дисциплинах, преподаваемых в РХТУ им. Д.И. Менделеева в рамках направления подготовки 15.03.02 Технологические машины и оборудование (профили подготовки «Технологические машины и оборудование производства высокотемпературных функциональных материалов» и «Технологические машины и оборудование переработки полимеров»).

## **2. Содержание программы «Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»**

### **1. «Технология высокотемпературных функциональных материалов»**

Классификация керамических материалов.

Тонкая и строительная керамика, огнеупоры, теплоизоляционная керамика, техническая керамика. Особенности структуры и химического состава. Области применения.

Огнеупоры, теплоизоляционная керамика. Особенности структуры и химического состава. Области применения.

Техническая керамика. Особенности структуры и химического состава. Области применения.

Обобщенная схема технологического процесса производства керамики и огнеупоров и характеристика основных переделов. Основные процессы при измельчении и подготовке формовочных масс.

Основные процессы при формовании полуфабриката из пластичных масс.

Основные процессы при прессовании полуфабриката из полусухих порошковых масс.

Основные процессы при литье полуфабриката из шликеров (водных и неводных (парафиновых)).

Типовая технология хозяйственной керамики. Классификация хозяйственной керамики.

Основные требования к изделиям из фаянса. Сырье для производства изделий из фаянса. Технологические схемы производства.

Основные требования к изделиям из фарфора. Сырье для производства изделий из фарфора. Технологические схемы производства.

Основные требования к глиняному кирпичу. Сырье для производства глиняного кирпича. Технологии глиняного кирпича с использованием пластического формования и полусухого прессования.

Классификация строительной керамики. Основные требования к

керамическим плиткам. Сырье для производства керамических плиток. Технологии керамических плиток (однократный и двукратный обжиг).

Технология огнеупоров. Общие сведения об огнеупорах. Классификация огнеупоров по химико-минералогическому составу и другим важнейшим признакам. Области применения огнеупоров.

Типовая схема производства огнеупоров на примере шамотных огнеупоров.

Типовая технология производства технической керамики на примере корундовой керамики.

Типовые технологии пористых керамических материалов. Общие сведения о пористой керамике, ее классификация по составу, пористости и областям применения.

Теплоизоляционные, теплозащитные материалы, керамические фильтры, мембраны, носители катализаторов. Области их применения.

Основные методы изготовления высокопористых керамических материалов. Области их применения.

## 2. *«Основные процессы переработки полимеров»*

Современное состояние промышленности переработки пластмасс, перспективы развития. Классификация методов получения изделий из пластмасс, исходя из состояния и свойств материала, места в общем объеме производства изделий.

Выбор метода переработки в зависимости от свойств материала, назначения изделия, его конфигурации и тиражности.

Общая схема процесса производства изделий из пластмасс. Основные стадии процесса. Переработка в вязкотекучем, высокоэластическом, стеклообразном состояниях. Особенности переработки термопластичных и термо-реактивных материалов.

Особенности переработки термопластичных и терморреактивных материалов.

Подготовка полимерного материала к переработке. Оценка технологической

свойств полимерного материала и выбор условий формования. Смешение. Смеси полимеров, композиционные материалы. Оценка качества смешения. Сушка. Измельчение. Транспортировка полимерного материала.

Формование изделий из термопластичных материалов. Формование в вязкотекучем состоянии.

Экструзия (непрерывное профильное выдавливание). Сущность процесса. Работа экструзионного агрегата. Питание экструдера материалом. Пластикация материала. Особенности процесса на одно- и двухчервячных экструдерах. Формующая головка.

Гидродинамическая теория червячной экструзии. Зоны червяка. Виды потоков. Уравнение, описывающее течение расплава в канале червяка. Производительность червяка. Связь производительности с геометрией червяка и переменными параметрами режима экструзии. Расход через головку. Влияние характеристик червяка и головки на производительность экструдера. Влияние технологических параметров и реологических свойств полимера на качество изделий.

Использование экструзии для получения различных профильных изделий.

Получение пленок. Основные технологические особенности различных способов производства. Получение листов, труб. Способы калибровки.

Характеристика работоспособности труб при эксплуатации. Формование полых изделий. Нанесение кабельной изоляции при экструзии. Особенности процессов.

Основные тенденции развития экструзионных методов переработки пластмасс.

Литье под давлением. Сущность процесса. Цикл формования. Основные операции. Технологические параметры процессы. Выбор температурного режима. Изменение давления в форме во время цикла. Взаимосвязь температуры, давления и объема отливки. Рабочая диаграмма цикла. Определение оптимальных условий формования. Температура формы. Время цикла. Остаточные напряжения в изделиях при литье, причины возникновения и возможности их устранения.

Особенности литья аморфных и кристаллизующихся полимеров.

Вальцевание и каландрование. Основные процессы, происходящие при вальцевании и каландровании.

Гидродинамика течения расплава между валками. Производительность процесса. Распорное усилие между валками. Способы компенсации прогиба валков. Стадии процесса. Вальцевание. Формование на каландре. Каландровый эффект. Технологические процессы производства листовых и пленочных изделий.

Специальные методы. Ротационное формование, спекание и др. Технологические особенности процессов, перерабатываемые материалы. Формование изделий из фторопластов.

Формование в высокоэластическом состоянии (формование изделий из листовых термопластичных материалов). Сущность процесса и области применения. Используемые материалы. Основные стадии процесса: подготовка заготовки, нагрев, вытяжка заготовки, охлаждение. Технологические параметры и их влияние на качество изделий. Степень вытяжки и «формуустойчивость» изделий. Способы: штампование; пневмо- и вакуумформование (негативное, позитивное, с предварительной вытяжкой). Комбинированные способы. Выбор способа, исходя из конфигурации изделия и требований к его качеству.

Формование при температуре ниже температуры плавления или стеклования («холодное» формование). Особенности процесса формования за счет реализации вынужденной высокоэластической деформации и рекристаллизации. Способы формования. Применение.

Формование изделий из терморезистивных материалов.

Прессование. Сущность процесса. Основные технологические свойства прессматериалов и их влияние на параметры процесса и качество формируемых изделий. Стадии процесса. Влияние предварительного нагрева и пластикации на режим прессования и свойства изделий. Виды прессования. Особенности технологии. Определение оптимальных условий формования. Обработка изделий.

Литье под давлением реактопластов. Сущность процесса и особенности технологии. Требования к перерабатываемому материалу. Основные операции:

пластикация, оформление изделия. Технологические параметры режима литья под давлением.

Формование профильных изделий. Сущность метода, особенности технологии, применение.

Получение изделий из мономеров и олигомеров. Примеры совмещения получения полимера и изделия в едином технологическом процессе. Получение изделий из капролона (полимеризация капролактама в форме), блочная полимеризация метилметакрилата (органическое стекло и др.). Заливочные композиции на основе олигомеров.

Способы формования. Выбор способа формования в зависимости от конфигурации изделия и свойства полимерного материала.

Обработка изделий.

Особенности механической обработки пластмасс. Нанесение защитных покрытий. Металлизация изделий. Назначение металлизации, способы нанесения металлических покрытий.

Особенности склеивания изделий. Способы сварки.

### **3. Примерное содержание вопросов к вступительным испытаниям по магистерской программе «Современное технологическое оборудование переработки неметаллических материалов»**

#### ***Программа вступительных испытаний по разделу «Технология высокотемпературных функциональных материалов»***

Вопросы по технологии и оборудованию:

1. Обобщенная схема технологического процесса производства керамики с применением метода полусухого прессования.
2. Обобщенная схема технологического процесса производства керамики с применением водного шликерного литья.
3. Обобщенная схема технологического процесса производства керамики с применением пластического формования.
4. Обобщенная схема технологического процесса производства керамики с

применением литья из парафиновых шликеров.

5. Типовая схема производства огнеупоров на примере шамотных огнеупоров.
6. Типовая схема производства строительной керамики на примере керамического кирпича.
7. Типовая схема производства электротехнической керамики на примере фарфоровых изоляторов.
8. Типовая схема производства технической керамики на примере корундовой керамики.
9. Типовая схема производства пористых керамических материалов.
10. Типовая схема производства керамических плиток.

#### Теоретические вопросы:

1. Особенности структуры керамических материалов. Слагающие ее элементы структуры и их вклад в свойства керамики.
2. Основные физико-химические процессы, протекающие при формовании заготовок из пластических масс.
3. Основные физико-химические закономерности полусухого прессования.
4. Основные физико-химические закономерности шликерного литья.
5. Физико-механические свойства керамических материалов.
6. Теплофизические свойства керамических материалов.
7. Электропроводность керамических материалов.
8. Химические свойства керамических материалов.
9. Твердофазовое спекание керамических материалов.
10. Жидкофазное спекание керамических материалов.

#### ***Программа вступительных испытаний по разделу***

#### ***«Основные процессы переработки полимеров»***

#### Вопросы по технологии и оборудованию:

1. Технологические особенности оформления процессов производства промышленных полимеров. Привести сравнение.
2. Полипропилен, особенности получения и технология производства.



3. Общая технологическая схема производства полимерных пленкообразующих материалов. Принципы составления. Основные аппаратные элементы процессов получения пленкообразующих веществ и пигментированных материалов.
4. Порошковые краски. Состав. Способы получения в расплаве и сухим смешением. Оборудование для получения. Отверждение. Свойства. Технологическая схема производства порошковых красок способом смешения в расплаве.
5. Бисерные мельницы с горизонтальным расположением рабочей камеры. Принцип работы. Конструкции дисков, расположенных на валу бисерной мельницы. Факторы, влияющие на эффективность диспергирования. Бисерные мельницы циркуляционного типа. Принцип работы. Особенности конструкции мешалки.
6. Переработка полимеров методом экструзии. Принципиальная схема одношнекового экструдера. Основные параметры процесса экструзии. Виды шнеков и их характеристики. Особенности технологии изготовления листов, труб. Схемы экструзионных головок.
7. Переработка полимеров методом ротационного формования. Принципы. Последовательность техпроцесса. Основные достоинства и недостатки. Примеры получения типовых изделий.
8. Методы модификации полимеров.
9. Отверждение олигомеров. Методы отверждения и состав отверждающих систем.
10. Методы получения композиционных материалов на основе термореактивных связующих
11. Методы получения композиционных материалов на основе термопластичных связующих
12. Получение пленок из термопластов экструзией
13. Технологические свойства полимерных материалов и их влияние на параметры режима переработки.

14. Получение профильных изделий из термопластов.

15. Особенности формования изделий из заготовок

### Теоретические вопросы

1. Классификация полимеров: карбоцепные и гетероцепные полимеры (свойства, примеры отдельных видов полимеров). Классификация реакций синтеза полимеров: ступенчатые и цепные реакции, их сравнительная характеристика, примеры реакций.
2. Влияние низкомолекулярного побочного продукта на молекулярную массу полимера при равновесной поликонденсации и способы его преодоления. Влияние функциональности мономеров на ход реакции поликонденсации, уравнение Карозерса.
3. Реакции поликонденсации: основные виды, зависимость молекулярной массы полимера от глубины поликонденсации и исходного соотношения мономеров. Равновесная и неравновесная поликонденсация: определение понятий общая характеристика, примеры реакций равновесной и неравновесной поликонденсации. Кинетика реакции полиэтерификации.
4. Алкидные олигомеры. Исходное сырье для получения. Схема синтеза. Отверждение. Свойства.
5. Эпоксидные олигомеры. Исходное сырьё для получения диановых эпоксидных олигомеров. Технологический процесс получения низкомолекулярных олигомеров. Отверждение. Свойства. Применение.
6. Фенол-формальдегидные олигомеры. Исходное сырье для получения. Схема синтеза. Отверждение. Свойства. Применение.
7. Поливинилхлорид. Исходное сырьё. Методы получения поливинилхлорида. Суспензионный поливинилхлорид. Мягкий поливинилхлорид (пластикат). Свойства, области применения, переработка. Стабилизаторы и пластификаторы
8. Пенополистирол. Прессовый и блочно-суспензионный способы получения пенополистирола. Технологические стадии. Особые свойства. Основные сферы применения.

9. Физические (релаксационные) состояния полимеров.
10. Методы модификации полимеров.
11. Пластификация полимеров.
12. Смеси полимеров.
13. Остаточные напряжения в полимерных изделиях.
14. Основные понятия и определения химии ВМС. Номенклатура и классификация полимеров.
15. Основные представители промышленных полимеров (исходные мономеры, способы получения, области применения).

## **ЛИТЕРАТУРА**

### **Основная литература:**

1. Химическая технология керамики. Под ред. И. Я. Гузмана. 2-е изд., испр. и доп. М.: РИФ «Стройматериалы», 2012. 493 с.
2. Практикум по технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие. Под ред. Н. А. Макарова. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 270 с.
3. Кербер М. Л., Горбаткина Ю.А., Куперман А.М. и др. Полимерные композиционные материалы. Структура. Свойства. Технологии. М.: Изд-во «Профессия». 2011. 500 с.
4. Басов Н.И., Вражинский В.А., Казанков Ю.В. Расчет и конструирование формующего инструмента для изготовления изделий из полимерных материалов. М.: Химия, 1991. 349 с.

### **Дополнительная литература:**

1. Михеев С.В., Строганов Г.Б., Ромашин А.Г. Керамические и композиционные материалы в авиационной технике. М.: Альтекс, 2010. 276 с.
2. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика. Томск: Изд-во ТПУ, 2004. 75 с.
3. Баринов В.Я., Шевченко С.М. Техническая керамика. М.: Наука, 1993. 260 с.
4. Августиник А.И. Керамика. М.: Стройиздат, 1975. 592 с.

5. Торнер Р.В., Акутин М.С. Оборудование заводов по переработке пластмасс. М.: Химия, 1986. 394 с.
6. Николаев А.Ф. Технология пластических масс. Л.: Химия, 1977. 368 с.
7. Кошелев Ф.Ф., Корнев А.Е., Буканов А.М. Общая технология резины. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Химия, 1978. 528 с.