

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 в магистратуру
по направлению подготовки
18.04.01 Химическая технология**

**магистерская программа
«Химическая технология высокотемпературных функциональных
материалов»**

Москва 2024

1. Введение

Программа вступительных испытаний по образовательной программе высшего образования – программе магистратуры предназначена для лиц, желающих поступить в магистратуру ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева» по направлению подготовки 18.04.01 Химическая технология.

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 18.04.01 Химическая технология (уровень магистратуры), утвержденным приказом Минобрнауки России от 7 августа 2020 г. № 910.

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 18.03.01 Химическая технология (профиль подготовки «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»).

2. Содержание программы «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

1. «Химическая технология стекла»

Стеклообразное состояние и строение стекла - основные определения, структурные особенности стекловидного и кристаллического состояния вещества, характерные признаки стеклообразного состояния.

Технологические и эксплуатационные свойства стекол - вязкость, кристаллизационные свойства, физико-химические, механические свойства. Температурные зависимости, влияние различных факторов, роль этих свойств в процессах производства стекла и при эксплуатации стеклоизделий.

Классификация, составы, ведущие эксплуатационные свойства промышленных стекол. Обобщенная технологическая схема производства стекла и стеклоизделий, основные технологические стадии и их характеристика.

Сырьевые материалы для стекловарения - классификация, предъявляемые требования, основные и вспомогательные материалы. Использование стеклобоя в технологии стекловарения. Технологическая схема подготовки стекольной шихты.

Теоретические и технологические основы стекловарения. Этапы стекловарения, их характеристика и особенности. Практическая реализация стекловарения в современных стекловаренных печах. Пороки стекломассы. Техничко-экономические показатели работы современных стекловаренных печей.

Классификация, принципы и особенности промышленных способов формования стеклоизделий. Свойства стекол, определяющие процесс формования. Понятие о «длине» стекла, скорости твердения стекломассы.

Тепловая обработка стеклоизделий - отжиг, закалка, огневая полировка, моллирование, спекание. Теоретические основы и практическая реализация в условиях производства. Механическая и химическая обработка стеклоизделий - классификация, назначение, области применения.

Производство крупнотоннажных видов стекол - листового, архитектурно-строительного, стеклянной тары, труб, сортовых изделий. Типовые технологические схемы, составы, ассортимент, свойства, области применения.

Особенности производства разных видов стеклоизделий – типы стекловаренных печей, их конструктивные особенности, технологические параметры стекловарения; методы и технологические параметры формования и обработки. Техничко-экономические показатели производства.

2. *«Химическая технология композиционных и вяжущих материалов»*

Классификация гипсовых вяжущих. Сырьевые материалы для производства гипсовых вяжущих. Способы производства низкообжиговых гипсовых вяжущих. Механизм гидратации и твердения низкообжиговых гипсовых вяжущих. Свойства и область применения низкообжиговых гипсовых вяжущих.

Схема термических превращений гипса и свойства различных модификаций сульфата кальция. Состав, свойства, область применения высокообжиговых гипсовых вяжущих. Механизм гидратации и твердения высокообжиговых гипсовых вяжущих.

Виды извести, ее состав и свойства. Сырьевые материалы для производства извести. Структура известняков и их свойства. Факторы, влияющие на декарбонизацию известняка. Механизмы гашения и твердения извести.

Химико-минералогический состав и модульные характеристики портландцементного клинкера. Сырьевые материалы для производства портландцементного клинкера, их превращения по длине вращающейся печи.

Технологические особенности производства портландцементного клинкера по мокрому способу, его преимущества и недостатки. Пути снижения влажности сырьевого шлама. Реакции минералообразования с участием жидкой фазы, состав и свойства клинкерного расплава.

Технологические особенности производства портландцементного клинкера по сухому способу, его преимущества и недостатки. Влияние модульных характеристик на спекаемость сырьевой смеси. Способы корректирования состава сырьевых смесей. Роль твердофазных процессов при спекании клинкера.

Основные химические реакции при гидратации портландцемента; современные представления о механизме его гидратации. Схватывание и

твердение портландцемента, физическая структура затвердевшего цементного камня.

Причины и механизмы коррозии цементного камня. Способы повышения коррозионной стойкости цементного камня.

Классификация и свойства декоративных цементов. Требования к сырьевым материалам для получения белого портландцементного клинкера. Механизм действия окрашивающих оксидов и их влияние на качество цемента. Способы отбеливания клинкера.

Классификация шлакосодержащих цементов. Строительно-технические свойства шлакопортландцемента. Щелочная и сульфатная активизация процессов твердения шлаков. Гидратация и твердение шлакопортландцемента.

Классификация и свойства алюминатных цементов. Физикохимические процессы, протекающие при спекании и плавлении алюминатных цементов. Влияние фазового состава на гидратационную активность глиноземистого цемента. Производство алюминатных цементов методами спекания и плавления.

Классификация, свойства и области применения расширяющихся и напрягающих цементов. Механизмы расширения твердеющего цементного камня. Сырьевые компоненты для производства расширяющихся цементов. Виды расширяющихся добавок. Способы получения расширяющихся цементов.

Классификация и виды отходов, применяемых в производстве вяжущих материалов. Гипсосодержащие отходы и особенности их использования при производстве гипсовых вяжущих. Отходы, используемые в качестве сырьевых компонентов, минерализаторов обжига и добавок при помоле цемента.

Классификация сухих вяжущих композиций. Общие требования к функциональным добавкам для производства сухих вяжущих композиций. Водоредуцирующие функциональные добавки. Выравнивающие сухие вяжущие композиции, свойства, составы и методы испытаний.

Заполнители и наполнители для производства сухих вяжущих композиций. Редиспергируемые полимерные порошки для вяжущих композиций. Свойства, составы и методы испытаний сухих вяжущих композиций для производства

наливных самонивелирующихся полов.

3. *«Химическая технология керамики»*

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 их 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.

3. Примерное содержание вопросов к вступительным испытаниям по программе «Химическая технология высокотемпературных функциональных материалов»

Программа вступительных испытаний по разделу «Химическая технология стекла»

Вопросы по химической технологии:

1. Архитектурно-строительное стекло (армированное, узорчатое, ковровомозаичная плитка) – классификация, ассортимент, химические составы, области применения. Технологическая схема производства, характеристика отдельных технологических стадий.
2. Стеклянная тара - классификация, ассортимент, химические составы. Технологическая схема производства, характеристика отдельных технологических стадий.
3. Сортовое стекло - назначение, классификация, ассортимент. Особенности химических составов бесцветной, цветной и хрустальной посуды.

Технологическая схема производства, характеристика отдельных технологических стадий.

4. Листовое стекло - классификация, ассортимент, химический состав, области применения. Технологическая схема производства, характеристика отдельных технологических стадий.
5. Отжиг как одна из технологических стадий производства стеклоизделий - назначение, технологические режимы и параметры, основное технологическое оборудование.
6. Классификация, принципы и особенности механизированных способов формования стеклоизделий.
7. Силикато- и стеклообразование как начальные этапы стекловарения, их характеристика и особенности. Пути интенсификации этих процессов в технологии стекла.
8. Классификация методов упрочнения стекла. Закалка стеклоизделий - назначение, теоретические основы процесса, практическая реализация.
9. Основные и вспомогательные сырьевые материалы для стекловарения.
10. Требования, предъявляемые к сырьевым материалам для стекловарения. Методы подготовки сырья.

Теоретические вопросы:

1. Определение понятий «стекло», «температура стеклования», «интервал стеклования». Изменение свойств стекла в интервале стеклования.
2. Гипотезы строения стекла (гипотеза непереводимой сетки Захариасена, кристаллитная гипотеза А.А. Лебедева). Основные положения гипотез, отличительные особенности, экспериментальное подтверждение.
3. Современные представления о структуре стекла. Понятия «стеклообразователь», «модификатор», «мостиковый кислород», «немостиковый кислород». Роль различных элементов в структуре стекол.
4. Вязкость стекла и ее температурная зависимость. Влияние состава на вязкостные характеристики; связь вязкости со структурными

параметрами стекол и коэффициентом диффузии катионов.

5. Теоретическая и реальная прочность стекла. Дефектность стекла, ее роль в разупрочнении реальных стекол. Теория Гриффитса.
6. Электропроводность стекол и стекольных расплавов. Природа проводимости силикатных стекол. Влияние температуры и состава стекла на электропроводность.
7. Диэлектрическая проницаемость и диэлектрические потери в стеклах – определение, диапазон значений для стекол, связь с другими свойствами. Влияние состава стекла, частоты поля, температуры.
8. Оптические свойства стекол - пропускание, поглощение, отражение света, оптическая плотность.
9. Тепловое расширение стекла. Температурные коэффициенты линейного и объемного расширения – определение, диапазон значений для стекол, влияние состава стекла на ТКЛР.
10. Химическая стойкость стекол. Механизм и кинетика коррозии стекол при воздействии реагентов I группы (вода, влажная атмосфера, кислоты). Влияние химического состава стекла, полищелочной эффект. Гидролитические классы.

Программа вступительных испытаний по разделу

«Химическая технология композиционных и вяжущих материалов»

Вопросы по химической технологии:

1. Производство портландцементного клинкера по мокрому способу, его преимущества и недостатки.
2. Производство декоративных цементов.
3. Производство портландцементного клинкера по сухому способу, его преимущества и недостатки.
4. Производство извести.
5. Способы производства низкообжиговых гипсовых вяжущих.
6. Сухие вяжущие композиции.

7. Редиспергируемые полимерные порошки для вяжущих композиций.
8. Сырьевые материалы для производства гипсовых вяжущих.
9. Производство белого портландцемента.
10. Сырьевые компоненты для производства расширяющихся цементов.

Теоретические вопросы:

1. Твердофазные процессы при спекании клинкера.
2. Схема термических превращений гипса и свойства различных модификаций сульфата кальция.
3. Механизм гидратации и твердения гипсовых вяжущих.
4. Классификация сухих вяжущих композиций.
5. Основные химические реакции при гидратации портландцемента.
6. Химико-минералогический состав и модульные характеристики портландцементного клинкера.
7. Механизмы гашения и твердения извести.
8. Реакции минералообразования с участием жидкой фазы, состав и свойства клинкерного расплава.
9. Причины и механизмы коррозии цементного камня.
10. Современные представления о механизме гидратации портландцемента.

Программа вступительных испытаний по разделу «Химическая технология керамики»

Вопросы по химической технологии:

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.

4. Литература

Основная литература:

1. Химическая технология стекла и ситаллов. Под ред. Н.М. Павлушкина. М.: Стройиздат, 1983. 431 с.
2. Павлушкин Н.М., Сентюрин Г.Г., Ходаковская Р.Я. Практикум по технологии стекла и ситаллов. М.: Стройиздат, 1970. 512 с.

3. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих веществ. М.: Высшая школа, 1980. 472 с.
4. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по технологии вяжущих материалов. М.: Высшая школа, 1973. 504 с.
5. Химическая технология керамики. Под ред. И. Я. Гузмана. 2-е изд., испр. и доп. М. : РИФ «Стройматериалы», 2012. 493 с.
6. Практикум по технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов: учеб. пособие. Под ред. Н. А. Макарова. М. : РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2019. 270 с.

Дополнительная литература:

1. Гулюян Ю.А. Технология стекла и стеклоизделий. Владимир: «Транзит», 2003. 479 с.
2. Панкова Н.А., Михайленко Н.Ю. Теория и практика промышленного стекловарения: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2000. 102 с.
3. Михайленко Н.Ю., Семин М.А. Технологические свойства стекла: учеб. пособие. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2014. 128 с.
4. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общей ред. А.В. Ферронской. М.: Изд-во АСВ, 2004. 488 с.
5. Кузнецова Т.В., Сычев М.М., Осокин А.П. и др. Специальные цементы. СПб.: Стройиздат, 1997. 314 с.
6. Корнеев В.И., Зозуля П.В. Словарь «Что» есть «что» в сухих строительных смесях. СПб.: НП «Союз производителей сухих строительных смесей», 2004. 312 с.
7. Михеев С.В., Строганов Г.Б., Ромашин А.Г. Керамические и композиционные материалы в авиационной технике. М.: Альтекс, 2010. 276 с.
8. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика. Томск: Изд-во ТПУ, 2004. 75 с.
9. Баринов В.Я., Шевченко С.М. Техническая керамика. М.: Наука, 1993. 260 с.
10. Августиник А.И. Керамика. М.: Стройиздат, 1975. 592 с.