

## ПРОГРАММА

вступительных экзаменов в магистратуру по направлению  
240100 «Химическая технология»

### Магистерская программа «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов»

#### I. ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Общие понятия о диаграммах состояния тугоплавких систем и их информативности. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния соединений, имеющих несколько полиморфных модификаций. Элементы строения диаграмм и правила работы с ними. Полиморфизм. Диаграмма состояния  $\text{SiO}_2$ ; последовательность фазовых превращений, характеристика полиморфных форм, отклонение от равновесных состояний, значение системы для химии и технологии силикатов.

Двухкомпонентные системы. Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния двухкомпонентных систем различных типов. Правило рычага и его применение для количественных расчетов в двухкомпонентных системах. Явление ликвации. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем:  $\text{Na}_2\text{O} - \text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO} - \text{SiO}_2$ . Характеристика бинарных соединений в этих системах: мета- и ортосиликаты натрия и кальция, алит, муллит, энстатит, форстерит.

Трехкомпонентные системы. Элементы строения и правила работы с диаграммами состояния трехкомпонентных систем различных типов. Правило рычага и его применение для количественных расчетов в трехкомпонентных системах. Трехкомпонентные системы:  $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ,  $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO} - \text{MgO} - \text{SiO}_2$ . Характеристика тройных соединений в этих системах.

Кристаллохимические принципы строения веществ в конденсированном состоянии. Природа химической связи в силикатных и других тугоплавких соединениях. Электронное строение атомов кремния и кислорода, гибридизация связей, геометрия, тип и характер связей Si-O и Si-O-Si. Особенности строения кристаллических силикатов. Природные и технические силикаты с различным типом кремнекислородного мотива. Изоморфные замещения в силикатах. Основные положения кристаллохимии силикатов. Структура тугоплавких оксидов, карбидов, боридов, нитридов и силицидов.

Особенности жидкого состояния вещества. Строение расплавов силикатов. Степень ассоциации кремнекислородных анионов в силикатных расплавах и влияние на нее температуры и состава расплава. Строение веществ в стеклообразном состоянии. Особенности стеклообразного состояния вещества. Строение силикатных стекол. Оксиды - стеклообразователи и модификаторы, их роль в структуре оксидных стекол.

Вязкость и поверхностное натяжение расплавов и стекол. Их зависимость от температуры и состава материала. Смачивающая способность силикатных расплавов и ее зависимость от природы и состава фаз и от температуры.

Твердофазные процессы, их особенности и значение для технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Спекание, сущность, признаки и движущая сила процесса. Виды спекания. Механизм твердофазного спекания. Теория Пинеса. Факторы, влияющие на спекание; изменение свойств материала в процессе спекания.

Понятие о твердофазных реакциях. Особенности твердофазных реакций и факторы, влияющие на их скорость. Многостадийность твердофазных реакций. Кинетика твердофазных реакций (диффузионные модели, модели зародышеобразования; модели реакций, лимитируемые химическим актом).

Поверхностные явления, их причины и разновидности. Строение коллоидных форм кремнезема и гелей кремневой кислоты. Коагуляционные и кристаллизационные структуры. Поверхностно-активные вещества. Структурообразование и способы регулирования реологических свойств коллоидных систем.

## II. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Физико-химические процессы, протекающие при схватывании и твердении вяжущих композиций.

Теоретические основы термической дегидратации двуводного гипса. Сопоставление условий получения и физико-химических свойств  $\alpha$ - и  $\beta$ -модификаций полугидрата сульфата кальция. Твердение низкообжиговых гипсовых вяжущих (теории Ле-Шателье, Байкова, Ребиндера). Особенности твердения высокообжиговых гипсовых вяжущих.

Теоретические основы разложения карбонатных пород. Факторы, влияющие на процесс декарбонизации. Физико-химические основы гашения извести. Твердение различных видов известковых вяжущих (гидратное, карбонатное, гидросиликатное).

Особенности магнезиальных вяжущих.

Физико-химические основы процесса помола сырья по мокрому и сухому способу. Фазовый состав клинкера. Факторы, влияющие на фазовый состав. Современные представления о фазах клинкера и свойства основных клинкерных материалов. Превращение сырьевой смеси при нагревании. Процессы, протекающие при обжиге, их последовательность. Влияние различных факторов на кинетику реакций образования клинкерных минералов. Основные зоны вращающейся печи и их температурные границы. Физико-химические основы процесса помола клинкера и добавок.

Химические реакции при твердении. Продукты взаимодействия основных клинкерных материалов с водой. Гидратация портландцемента. Последовательность реакций. Схватывание и твердение портландцемента. Основные теории твердения. Современные воззрения на процессы твердения.

### III. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СТЕКЛА

Варка стекла. Основные стадии процесса стекловарения: силикатообразование, стеклообразование, осветление, гомогенизация, студка. Их особенности и характеристика. Стекловарение как сложный физико-химический процесс. Механизмы и кинетика процессов, протекающих, на разных стадиях стекловарения. Основные химические реакции, протекающие в шихте при ее нагревании. Процессы окисления и восстановления. Летучесть компонентов расплава при варке стекла. Удаление газов из стекломассы. Роль осветлителей и бурления стекломассы в технологии получения расплавов. Диффузия компонентов расплава, роль ее и принудительного перемешивания расплава на гомогенизацию стекла.

Влияние гранулометрии шихты, способа ее загрузки, толщины слоя шихты в печи, температурного и газового режима варки на качество стекломассы.

Пороки стекломассы, их классификация. Причины появления газообразных, стекловидных и камневидных включений в расплавах. Диагностика пороков и методы их устранения. Допустимые пределы содержания пороков в стеклоизделиях.

Формование стеклоизделий. Совокупность термических и гидродинамических явлений при формовании и их математическое описание. Процессы формообразования и закрепления формы изделий.

Твердение стекол и изменение их вязкости в ходе формования изделий. Механизм и кинетика твердения стекол. Режимы охлаждения стекломассы при формовании изделий.

Отжиг стеклоизделий. Возникновение постоянных внутренних напряжений в изделиях в ходе их формования и охлаждения. Распределение напряжений по сечению стеклоизделий. Релаксация напряжений и ее кинетика. Основные уравнения кинетики релаксации напряжений. Теоретические основы отжига стекла. Верхняя и нижняя температуры отжига стекла. Температурно-временные режимы отжига изделий в зависимости от состава стекла, особенностей формования, толщины и формы стеклоизделия. Оценка остаточных напряжений в стекле по силе двойного лучепреломления стекол

### IV. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Теоретические основы формования классическими и специальными методами. Пороки формования и их устранение.

Термическая обработка заготовок керамических изделий. Удаление временной связки (в случае водной - сушка). Спекание керамики - теоретические основы и методы управления. Механическая обработка керамических изделий. Покрывание керамических изделий ангобами и глазуриями. Металлизация и роспись (раскраска) керамики.

Предварительная подготовка сырьевых материалов. Проблемы и способы сохранения чистоты исходных материалов. Сравнительная оценка мокрого и сухого способов подготовки тонкокерамических масс. Использование поверхностно-активных добавок. Методы удаления

избыточной влаги при подготовке масс для пластического формования и полусухого прессования. Методы расчета керамических масс. Методы формования, применяемые в производстве тонкокерамических изделий. Оформление изделий прессованием из порошкообразных масс. Механизм процессов прессования. Изостатическое прессование посуды. Формование из пластических масс на поточных линиях. Основные требования, предъявляемые к глинодержащим литейным шликерам. Методы стабилизации и разжижения глинодержащих суспензий. Особенности сушки тонкокерамических изделий.

Особенности обжига тонкокерамических изделий. Одно- и двухкратный обжиг. Режим обжига. Роль температурно-газового режима. Физико-химические процессы при обжиге. Основные периоды обжига. Образование жидкой фазы и спекание. Разлив глазури. Фазовый состав. Дефекты обжига и их предупреждение.