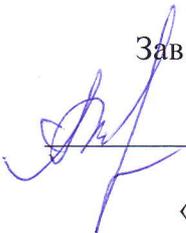


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(ФГБОУВО «КНИТУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

Зав. кафедрой ТНВМ

 Хацринов А.И.

«30» марта 2023 г.

**Программа вступительных испытаний в магистратуру**

Направление 18.04.01 «Химическая технология»

Программа подготовки «Технология современных минеральных удобрений»  
(реализуется в рамках «Передовой инженерной школы»)

Институт Нефти, химии и нанотехнологий

Кафедра-разработчик программы:  
Технология неорганических веществ и материалов

Казань, 2023

**1. Вопросы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.01 «Химическая технология», Программа подготовки «Технология современных минеральных удобрений».**

*Раздел: Теоретические основы технологии неорганических веществ*

1. Зависимость термодинамических характеристик от температуры и давления. Расчет изменения энергии Гиббса химических реакций и константы химического взаимодействия.
2. Физико-химические параметры концентрированных растворов. Парциальные свойства, активность компонентов раствора, приведенные характеристики раствора.
3. Кристаллизация из растворов и расплавов. Загрязнение кристаллических масс примесями. Очистка растворов осаждением примесей. Кристаллизация из расплавов. Кристаллизация из газовой фазы.
4. Диаграммы трехкомпонентных систем. Система  $K^+, Na^+//Cl^- + H_2O$
5. Диаграммы трехкомпонентных систем, в которых образуются двойные соли и кристаллогидраты.

*Раздел: Химическая технология неорганических веществ*

1. Производство серы и серной кислоты. Элементарная сера. Физико-химические свойства элементарной серы. Способы получения элементарной серы. Сырье в производстве серной кислоты. Получение диоксида серы. Физико-химические свойства диоксида серы. Конструкция печей. Технология триоксида серы. Контактный способ. Современные контактные аппараты. Абсорбция триоксида серы. Физико-химические основы процесса абсорбции триоксида серы. Режим производства и аппаратура абсорбционного отделения.
2. Производство неконцентрированной азотной кислоты. Основные стадии процесса. Контактное окисление аммиака. Физико-химические основы процесса. Окисление оксида азота (II). Абсорбция оксидов азота. Концентрирование азотной кислоты. Сравнительная оценка различных способов. Методы обезвреживания отходящих нитрозных газов.
3. Производство экстракционной фосфорной кислоты. Экстракция фосфатов кислотами (серной, фосфорной и др.). Кинетика разложения. Требования к сырью. Методы производства: полугидратный и дигидратный. Конструкция экстракторов и фильтров.
4. Производство фосфорных удобрений. Классификация и ассортимент фосфорных удобрений. Виды фосфатного сырья.  
Технология суперфосфата. Состав и его свойства Производство двойного суперфосфата. Физико-химические основы процесса. Схема производства по камерному и по точному методам. Конструкция аппаратов.
5. Термофосфаты: обесфторенные, термощелочные, фосфатные шлаки. Теория гидротермического разложения фосфатов в присутствии кремнезема, фосфорной кислоты. Основы производства.
6. Производство азотных и калийных удобрений. Производство аммонийной селитры. Свойства нитрата аммония. Физико-химия процессов нейтрализации, выпарки растворов, грануляции и кристаллизации.

Технологические основы азотнокислотного разложения природных фосфатов (производство нитрофоски). Способы переработки азотнокислотной вытяжки.

*Раздел: Оборудование и основы проектирования*

1. Основные требования к химической аппаратуре. Требования к химическим аппаратам, механическая надежность и конструктивное совершенство, унификация и стандартизация. Классификация оборудования.

2. Оборудование для получения материалов заданного гранулометрического состава. Принципы измельчения. Машины для дробления и помола, их типы, принцип действия, достоинства и недостатки. Организация измельчения. Составление схемы измельчения. Разделение твердых сыпучих материалов на фракции. Конструкции и принцип работы грохотов и классификаторов.

3. Аппараты с перемешивающими устройствами (реакторы и кристаллизаторы). Конструкция и классификация сосудов. Расчет основных деталей на прочность. Конструкции мешалок и их выбор. Выбор аппарата. Основные показатели процесса перемешивания. Гидродинамика перемешивания. Влияние перемешивания на растворение и кристаллизацию.

Кристаллизаторы. Методы создания пересыщения. Типы кристаллизаторов их конструкция, принцип действия и выбор.

4. Аппараты для очистки газов. Классификация газовых взвесей. Аппараты механической, гидравлической и электрической очистки газов. Конструкция, принцип действия, достоинства и недостатки, степень очистки и области применения.

**2. Учебно-методическое информационное обеспечение программы вступительного экзамена в магистратуру по направлению 18.04.01 «Химическая технология», Программа подготовки «Технология современных минеральных удобрений».**

а) основная литература:

1. Ахметов Т.Г. Химическая технология неорганических веществ: учеб. пособие: в 2 кн. Кн.1 / Т.Г. Ахметов [и др.]; под ред. Т.Г. Ахметова. – 3-е изд., стереотип. – СПб.; М.; Краснодар: Лань, 2021. –688 с.

2. Ахметов Т.Г. Химическая технология неорганических веществ [Учебники]: учеб. пособие: в 2 кн. Кн. 2 / Т.Г. Ахметов [и др.]; под ред. Т.Г. Ахметова. –2-е изд., стереотип. –СПб; М.; Краснодар: Лань, 2021. –533 с.

3. Ахметова Р.Т. Химическая технология серной кислоты [Учебники]: учеб. пособие / Р.Т. Ахметова [и др.]; Казанский нац. исслед. технол. ун-т. –Казань: Изд-во КНИТУ, 2019. –138 с.

4. Ахметов Т.Г. Химическая технология неорганических веществ [Электронный ресурс]: учебное пособие /Т.Г.Ахметов, В.М.Бусыгин, Л.Г.Гайсин, Р.Т. Ахметова –2-е изд., стер. –Санкт-Петербург: Лань, 2019. –452 с.

5. Горбовский К.Г. Технология неорганических веществ: минеральные удобрения и соли. Термическое разложение комплексных удобрений на основе нитрата аммония [Электронный ресурс] /К.Г. Горбовский, А.И. Казаков –Санкт-Петербург: Лань, 2022. –148 с.

б) дополнительная литература:

1. Позин М.Е. Физико-химические основы неорганической технологии. Учеб. пособие для вузов. /М.Е. Позин, Р.Ю. Зинюк. –СПб: Химия, 1993. –440 с.
2. Производство аммиака /Под ред. В.П.Семенова. –М.: Химия, 1983. –368 с.
3. Копылев Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты. –2-е изд. /Б.А. Копылев. –Л.: Химия, 1981. –224 с.
4. Васильев Б.Т. Технология серной кислоты. /Б.Т.Васильев, М.И.Отвагина. –М.: Химия, 1985. –384 с.
5. Бреус И.П. Основы технологии неорганических веществ. Тексты лекций. /И.П. Бреус, Р.Е. Фомина. –Казань. РИО КГТУ. 2003. –182 с.
6. Водопьянова С.В. Технология простого суперфосфата: учебное пособие /С.В. Водопьянова, Р.Е. Фомина, О.Ю. Хацринова. –Казань: Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2010. –100 с.
7. Позин М.Е. Технология минеральных удобрений. /М.Е. Позин. –Л.: Химия, 1983. – 334 с; 1989. –352 с.
8. Хуснутдинов В.А. Оборудование производств неорганических веществ. /В.А. Хуснутдинов, Р.С. Сайфуллин, И.Г. Хабибуллин. –Л.: Химия, 1987.–248 с.
9. Тетеревков А.И. Оборудование заводов неорганических веществ и основы проектирования. /А.И. Тетеревков, В.В. Печковский. –М.: Высш. школа,1981. –335 с.
10. Генкин А.Э. Оборудование химических заводов. /А.Э. Генкин. –М.: Высш. шк., 1986. –280 с.
11. Сайфуллин Р.С. Достижения естественных наук и эра Нобелевских премий (на русском и английском языках). Учебное и справочное издание /Р.С. Сайфуллин, С.В. Водопьянова, А.Р. Сайфуллин. –Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2005. –364 с.
12. Сайфуллин Р.С. Современная химико-физическая энциклопедия-лексикон (на русском и английском языках). Справочное и учебное издание. /Р.С. Сайфуллин, А.Р. Сайфуллин. –Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2010. –696 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Электронный каталог УНИЦ КНИТУ: Режим доступа: <http://ruslan.kstu.ru/>
2. ЭБС «Лань»: Режим доступа: <https://e.lanbook.com>
3. ЭБС «Znanium.com»: Режим доступа: <http://znanium.com/>
4. ЭБС Университетская библиотека онлайн: Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
5. ЭБС IPRbooks: Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Научная электронная библиотека <https://elibrary.ru/>
7. Scopus Доступ свободный: [www.scopus.com](http://www.scopus.com)
8. Web of Science Доступ свободный: [apps.webofknowledge.com](http://apps.webofknowledge.com)