



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»
(СГУ)**

Программа
вступительного испытания в магистратуру на направление подготовки
18.04.01 «Химическая технология»
*(«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных
материалов»)*

Саратов – 2023

Пояснительная записка

Вступительное испытание «Химическая технология» направлено на выявление степени готовности абитуриентов к освоению магистерской программы «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов» направления подготовки 18.04.01 «Химическая технология». В ходе вступительного испытания оцениваются обобщенные знания и умения по дисциплинам направления 18.04.01 «Химическая технология»; выявляется степень сформированности компетенций, значимых для успешного обучения в магистратуре по соответствующему направлению.

Вступительное испытание проводится в форме устного экзамена.

Содержание программы

Основные процессы химической технологии и их классификация. Методы анализа процессов переноса количества движения, теплоты и массы. Непрерывные и периодические процессы; их характеристики и области рационального применения в химической промышленности. Стационарные и нестационарные процессы.

Методы исследования процессов и аппаратов химической технологии. Системный подход к изучению и созданию новых процессов и аппаратов.

Основные принципы составления математических описаний, анализа и расчета процессов и аппаратов.

Метод подобия и анализа размерностей; их применение при постановке опытов на модельных системах и установках, обработке и обобщении экспериментальных данных. Физический смысл безразмерных обобщенных переменных - критериев подобия. Сочетание математического и физического моделирования для решения химико-технологических задач.

Анализ основных процессов в открытых системах. Законы термодинамики для открытых систем. Основные уравнения термодинамики газового потока. Располагаемая работа потока. Адиабатное истечение, критическая скорость и максимальный расход идеального газа. Сопло. Комбинированное сопло Лавала. Дроссельный эффект. Эжекторы. Типы промышленных компрессоров. Рабочий процесс идеального поршневого компрессора и изображение его в тепловой и рабочей диаграммах. Определение потребляемой мощности и к.п.д. компрессора. Конструктивные схемы газотурбинных установок и реактивных двигателей. Ступени турбины и компрессора. Циклические процессы преобразования теплоты в работу.

Основы гидравлики. Гидростатика и гидродинамика. Представление о жидкостях как о сплошных средах. Действие в них сил тяжести, сил давления, вязких сил; силы межфазного натяжения. Понятие об идеальной жидкости. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

Гидростатика. Дифференциальное уравнение равновесия и распределение давления в покоящихся средах. Практические приложения основного уравнения гидростатики (закона Паскаля).

Уравнение Бернулли для идеальной и для реальной жидкостей с учетом подвода механической энергии извне. Практические приложения уравнения Бернулли.

Гидродинамические режимы течения - ламинарный и турбулентный. Критерий Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Основные характеристики турбулентности. Пульсационные и осредненные во времени составляющие (квазистационарная модель турбулентного потока). Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел. Структура турбулентного пограничного слоя; вязкий подслой. Распределение скоростей по сечению прямой круглой трубы при ламинарном и турбулентном течениях.

Перемещение жидкостей. Истечение через отверстия и насадки. Нагнетатели. Расчет трубопроводов. Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Уравнение постоянства расхода.

Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) в гладких и шероховатых трубах и на местные сопротивления. Зависимости между расходом и перепадом давления на единицу длины трубопровода при ламинарном (уравнение Гагена-Пуазейля) и турбулентном течениях. Расчет требуемого напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

Перемещение жидкостей и газов по трубопроводам и сетям с помощью машин, повышающих давление.

Классификация машин по принципу действия: объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (лопастные — центробежные и осевые, машины трения и др.) насосы и компрессоры. Перемещение жидкостей насосами. Их основные параметры: производительность, напор, мощность, к.п.д. Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания; явление кавитации и его предотвращение. Связь напора, мощности и к.п.д. с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их подбор; регулирование производительности. Компрессорные машины и вакуум-насосы. Особенности работы и преимущественные области применения основных типов компрессоров, газодувки и вентиляторов.

Разделение жидких и газовых неоднородных систем. Классификация жидких и газовых гетерогенных систем: суспензии, эмульсии, пены, пыли, туманы. Материальный баланс периодических и непрерывных процессов разделения.

Процессы отстаивания и устройство отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов, отстойных центрифуг; сепараторы для отделения брызг жидкости от газа. Принципы осаждения пыли и туманов в электрическом поле; устройство и действие электрофильтров.

Фильтрация суспензий и очистка газов от пылей на фильтрах. Виды фильтровальных перегородок. Факторы, влияющие на скорость фильтрации. Фильтрация при постоянной скорости фильтрации. Классификация и устройство основных типов непрерывно и периодически работающих фильтров. Схемы фильтровальных установок. Принципы устройства и действия фильтрующих центрифуг. Мокрая очистка газов от пылей и туманов.

Двухфазные системы: плотный слой; кипящий слой; газовзвесь. Течение через неподвижные зернистые слои. Основные характеристики зернистых слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов. Гидродинамика псевдооживленных (кипящих) слоев. Основные характеристики псевдооживленного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдооживления, высоты псевдооживленного слоя. Однородное и неоднородное псевдооживление. Особенности псевдооживления полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.

Промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей. Расход теплоносителей; тепловой баланс как частный случай энергетического баланса.

Классификация способов подвода и отвода теплоты. Требования, предъявляемые к теплоносителям, их сравнительные характеристики и области применения.

Нагрев водяным паром и парами высокотемпературных органических теплоносителей (ВОТ), водой и высококипящими жидкостями (ВОТ, минеральными маслами и др.); схемы установок. Нагревание топочными газами. Рациональность энерготехнологических решений проблем промышленного теплообмена; использование технологических потоков в качестве теплоносителей. Способы электрообогрева.

Отвод теплоты водой, воздухом и низкотемпературными теплоносителями. Водоборотные циклы химических производств.

Теплообменные аппараты. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатых, пластинчатых, с оребренными поверхностями и др.). Теплообменные устройства химических реакторов. Смесительные (контактные) теплообменники: градирни, конденсаторы смешения, аппараты с барботажом пара и газа, с погружными горелками. Сравнительные характеристики, принципы выбора и преимущественные области применения теплообменных аппаратов различных конструкций. Тепловой, гидравлический и механический расчеты теплообменных аппаратов. Проектный и поверочный расчеты. Основные тенденции совершенствования конструкций теплообменников.

Выпаривание. Назначение и технические методы выпаривания (под вакуумом, при атмосферном и избыточном давлении, выпаривание с кристаллизацией). Схемы выпарных установок. Классификация и основные конструктивные типы выпарных аппаратов. Материальный и тепловой балансы однокорпусного и многокорпусного выпаривания. Общая и полезная разности температур. Оптимизация числа корпусов.

Основы теории массопередачи. Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Понятие о массопередаче и массоотдаче.

Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газа (парах) и твердых телах. Расчет коэффициентов диффузии. Конвективный массоперенос. Моделирование конвективно-массообмена. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям подобия.

Массопередача между двумя фазами. Коэффициент массопередачи, движущая сила. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи.

Моделирование и расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом.

Процессы массообмена в системах со свободной границей раздела фаз. Система «газ (пар) - жидкость». Ректификационные и абсорбционные установки. Простая и фракционная перегонка; перегонка с дефлегмацией. Схемы установок.

Ректификация и абсорбция. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных и многокомпонентных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы. Особенности устройства и варианты работы кипятильников и дефлегматоров.

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Уравнения линий изменения рабочих концентраций (рабочих линий) в колоннах с непрерывным и ступенчатым контактом. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Расчет тарельчатых и насадочных колонн.

Процессы массообмена в системах с неподвижной поверхностью раздела фаз. Система «газ (пар) – твердое тело». Сушильные установки. Элементы массопередачи в системах с твердой фазой. Физические модели и механизмы переноса массы в пористых твердых телах и обтекающем их потоке. Адсорбция. Расчет скорости процесса; его лимитирующие стадии и способы интенсификации массопередачи.

Методы сушки твердых материалов: конвективная, контактная, специальные. Принципиальные схемы установок для конвективной сушки горячим воздухом, топочными и технологическими газами. Параметры

влажного воздуха и их изменение в процессе сушки. Основные конструкции конвективных и контактных сушилок для сушки штучных, кусковых и сыпучих, пастообразных материалов, для получения сыпучих продуктов непосредственно из растворов. Сушка инфракрасными лучами (радиационная), токами высокой частоты, сублимацией; основные принципы устройства соответствующих аппаратов.

Циклические процессы преобразования теплоты в работу.

Теплосиловые установки: циклы поршневых двигателей внутреннего сгорания (Отто, Дизеля, Тринклера); газотурбинных и паросиловых установок (цикл Ренкина, парогазовая установка). Холодильные машины (воздушная, парокомпрессорная). Тепловые насосы. Основные допущения и принципы расчета; изображение циклов в рабочей и тепловой диаграммах. Анализ групп высокотемпературных тепловыделяющих и теплоиспользующих установок.

Основы термодинамики неравновесных процессов.

Основное уравнение термодинамики неравновесных процессов. Глобальное производство энтропии, степень превращения рабочего вещества, время и движущие силы процесса. Элементы термодинамики сложных иерархических систем (Гладышев). Механизмы передачи тепла: теплопроводность, конвекция, излучение. Их сравнительный анализ.

Современное состояние и проблемы нефтепереработки. Тенденция развития отечественной и мировой переработки углеводородов. Мировая экономика и значение горючих ископаемых. Углубленная переработка нефти и газа. Состояние и тенденции развития мировой топливно-энергетической системы; состояние и перспективы производства и применения углеродных материалов; природные энергоносители как основное сырье для производства химических продуктов. Характеристика и классификация нефтеперерабатывающих заводов.

Классификация и товарная характеристика нефтепродуктов.

Моторные топлива, энергетические топлива, нефтяные масла, углеродные и вязущие масла, нефтехимическое сырье, нефтепродукты специального назначения. Подготовка нефти в местах добычи. Обессоливание нефти и подготовка её к транспортировке

Технология переработки газов. Состав природных и попутных газов, газов переработки горючих ископаемых, смолы и др. Способы подготовки и очистки газов; производство серы и др. товарной продукции из газов. Методы разделения углеводородных газов, их характеристика.

Состав и свойства природного газоконденсата. Технология переработки легких углеводородов газоконденсата. Очистка от соединений серы. Особенности технологии производства бензинов из газоконденсата.

Очистка нефти на нефтеперерабатывающем заводе. Установка электрообессоливания и обезвоживания нефти. Установка ЭЛОУ-АВТ-6. Блоки: атмосферный, вакуумный и стабилизации нефти. Вакуумная перегонка мазута. Варианты перегонки мазута в зависимости от назначения получаемого продукта. Устройство и принцип работы электродегидрататора.

Параметры процесса и современные установки подготовки нефти к переработке. Депарафинизация нефти. Способы выделения парафинов и их назначение. Типы промышленных установок фракционирования нефти. Атмосферная и вакуумная перегонки нефти.

Технология производства смазочных масел. Экстракционные процессы очистки масел. Деасфальтизация пропаном. Принципиальные технологические схемы процесса пропановой деасфальтизации. Регенерация растворителя. Селективная очистка масел.

Технология депарафинизации парафинов кристаллизацией. Принципиальная схема установки двухступенчатой депарафинизации в растворе кетон-толуол. Цеолитная, карбамидная и микробиологическая депарафинизация. Кислотная и адсорбционная очистка масел.

Химическая технология термических процессов переработки нефтяного сырья. Сырье термодеструктивных процессов. Технология современных термических процессов переработки нефтяного сырья. Термический крекинг дистиллятного сырья. Висбрекинг тяжелого сырья. Условия и технология замедленного коксования.

Технология каталитической переработки углеводородного сырья. Гетеролитические процессы нефтепереработки. Каталитический крекинг. Сырье каталитического крекинга. Катализаторы. Технологические параметры. Типы реакторов. Качество продуктов крекинга. Технологическая схема установки каталитического крекинга с прямоточным лифт-реактором. Высокооктановые компоненты моторных топлив из газов каталитического крекинга. Промышленные процессы облагораживания нефтяных остатков. Гидроочистка углеводородных фракций нефти.

Гомолитические процессы нефтепереработки. Паровая каталитическая конверсия углеводородов. Процесс Клауса. Производство водорода парокислородной газификацией твердых нефтяных остатков.

Технология гидрокаталитических процессов переработки нефтяного сырья. Классификация назначение и значение каталитических процессов. Каталитический риформинг углеводородов. Сырье. Катализаторы и параметры риформинга. Промышленные установки риформинга. Платформинг, ренийформинг, биформинг, цеоформинг, изоселектоформинг.

Каталитическая изомеризация углеводородов. Катализаторы и параметры процесса изомеризации. Установка изомеризации пентан-гексановой фракции бензинова. Каталитический гидрокрекинг нефтяного сырья. Катализаторы и основные параметры процессов гидрокрекинга. Гидрокрекинг бензиновых фракций. Селективный гидрокрекинг. Гидродеароматизация керосиновых фракций.

Гидрокрекинг. Легкий гидрокрекинг вакуумного газойля. Гидрокрекинг вакуумного дистиллята. Гидрокрекинг высоковязкого масляного и остаточного сырья.

Технология переработки твердых горючих ископаемых и производство углеродных материалов. Коксы на основе твердых горючих ископаемых. Краткая характеристика процессов коксования и

полукоксования. Используемое сырье и его подготовка: грохочение углей, дробление, породотборка. Обогащение углей флотационным методом. Обезвоживание углей. Сухое обогащение углей. Установки пиролиза нефтяного сырья. Производство технического углерода и нефтяных битумов. Термоконтантное коксование.

Основы технологии процессов полукоксования и коксования. Выход и свойства продуктов полукоксования и коксования. Влияние температуры и скорости нагрева. Роль давления. Влияние размеров кусков на выход продуктов. Способы полукоксования и коксования. Конструкции печей: неподвижные с внешним обогревом, вращающиеся с внешним обогревом, с перемешиванием топлива и внутренним обогревом.

Коксование каменного угля в горизонтальных камерных печах. Угли для коксования. Процессы, протекающие при коксовании. Обслуживание коксовых печей. Загрузка шихты и выдача коксового пирога. Тушение и сортировка кокса. График работы машин. Формованный кокс.

Нефтяной кокс. Классификация нефтяных коксов. Основные направления использования нефтяных коксов. Подготовка сырья для процессов коксования. Структура компонентов нефтяных остатков. Регулирование качества нефтяных остатков. Различные способы коксования. Деструктивные изменения нефтяных остатков в процессе нагрева. Механизм и кинетика процессов коксования. Промышленные установки коксования нефтяных остатков. Непрерывные способы коксования. Полунепрерывное коксование в необогреваемых камерах. Комбинирование процессов коксования с другими процессами нефтепереработки. Сравнение различных способов коксования нефтяных остатков.

Принципы улавливания летучих продуктов, образующихся при коксовании углей. Состав летучих продуктов. Охлаждение парогазовой смеси. Улавливание аммиака и пиридиновых оснований. Особенности получения фосфата аммония при улавливании аммиака. Аммиак или аммиачная вода. Извлечение серосодержащих соединений. Улавливание сырого бензола и газового бензина. Смола. Усовершенствование процессов улавливания. Переработка химических продуктов коксования углей. Общие принципы переработки сырого бензола. Переработка газового бензина. Фракционирование смол и технология переработки высоко- и низкотемпературных смол. Основные характеристики газификации твердых горючих ископаемых. Состав газов и их очистка. Технология получения синтетических жидких топлив гидрогенизацией твердых горючих ископаемых. Основные закономерности гидрогенизационных процессов. Синтез Фишера-Тропша. Технологическое оформление синтеза из CO и H₂. Типы промышленных реакторов. Катализаторы. Синтез метанола.

Виды сажи и способы ее производства. Теоретические основы процесса сажеобразования. Горение и пламя. Процессы образования сажи. Продукты процессов сажеобразования. Сырье для производства сажи. Общие сведения о химическом составе жидкого сырья для производства сажи. Газы,

применяемые в производстве сажи. Твердые горючие ископаемые как сырье для получения сажи.

Печной метод получения сажи. Расчет процесса сажеобразования. Варианты получения технического углерода. Основные параметры процесса сажеобразования в реакторах различных конструкций. Получение форсуночной и ламповой саж. Охлаждение и увлажнение саже-газовой смеси. Способы получения сажи извлечением углерода из пламени на холодную поверхность. Получение канальной газовой сажи. Получение антраценовой сажи.

Получение технического углерода термическим разложением сырья в отсутствии воздуха. Получение термической и ацетиленовой саж. Получение сажи из твердых горючих ископаемых методом "теплого удара". Улавливание сажи из саже-газовой смеси. Обработка сажи.

Технология углеграфитовых материалов (УГМ). Свойства углерода и структура углеграфитовых материалов. Схема производства УГМ. Обработка углеродистых материалов, смешивание со связующим материалом, прессование, обжиг, графитирование. Технологии обжига углеграфитовых материалов. Механизм и технология процесса графитации. Свойства и применение УГМ.

Классификация углеродных волокон. Требования, предъявляемые к углеродным волокнам. Получение углеродных волокон из вискозных волокон. Исходное сырье и требования предъявляемые к нему. Закономерности карбонизации и графитизации вискозных волокон. Получение углеродных волокон из полиакрилонитрила. Углеродные волокна на основе пеков. Получение пека из нефти. Получение изотропного каменноугольного пека. Строение и свойства изотропных пеков. Мезофазный пек. Формование волокон из пеков. Термообработка пековых волокон: окисление, высокотемпературная обработка. Получение коротких углеродных волокон из жидкого и газообразного углеродсодержащего сырья.

Программа утверждена Ученым советом Института химии и согласована с Отделом по организации приема на основные образовательные программы СГУ

Начальник отдела по организации приема
на основные образовательные программы,
ответственный секретарь Центральной
приемной комиссии СГУ



С.С. Хмелев