

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»**

ВОПРОСЫ ДЛЯ ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ЭКЗАМЕНОВ

Направление: 18.06.01 - ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Новосибирск

2015

1. Сущность и задачи науки об основных процессах и аппаратах химической технологии

Процессы и аппараты – одна из наук, изучающих теоретические основы химической технологии – теорию и расчет основных процессов, принципы устройства и методы расчета химических аппаратов. История науки об основных процессах и аппаратах; вклад отечественных ученых в ее развитие.

Современное состояние химической промышленности России. Роль науки о процессах и аппаратах на современном этапе научно-технического прогресса в модернизации и разработке новых химико-технологических процессов, создании высокоэффективного оборудования и повышения качества химических продуктов, а также при решении проблем защиты окружающей среды.

Современные научные методы исследования и внедрения химико-технологических процессов и аппаратов.

2. Общие закономерности процессов и принципы расчета аппаратов. Классификация основных процессов химической технологии на основе кинетических закономерностей и по принципу организации процессов.

3. Общая теория явлений переноса в сплошных средах. Аналогия между механизмами переноса количества движения (вязкое течение), энергии (теплопроводность, конвекция) и массы (диффузия). Особенности явлений переноса в газах, капельных жидкостях и твердых телах.

Понятие о макрокинетике и микрокинетике основных процессов; их относительное значение для явлений переноса. Лимитирующие стадии процессов переноса.

4. Общие принципы расчета процессов и аппаратов. Определение массовых потоков и энергетических затрат с помощью материальных и энергетических (тепловых) балансов. Расчет предельных (равновесных) условий и направления протекания основных процессов. Общий вид уравнений скорости процессов; кинетические коэффициенты и движущие силы.

Принципы расчета основных размеров аппаратов. Теория подобия, как учение о методах научного обобщения результатов экспериментальных исследований; ее значение для моделирования основных процессов и аппаратов. Основные теоремы теории подобия. Подобное преобразование дифференциальных уравнений, описывающих процесс, и получение обобщенных (критериальных) уравнений.

Ограничения в применении методов теории подобия и анализа размерностей.

Роль методов кибернетики при разработке процессов и проектировании аппаратов. Возможности автоматизированного проектирования с применением ЭВМ.

ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

5. Основы прикладной гидравлики в химической аппаратуре

Общие представления о жидкостях как сплошных средах. Идеальные и реальные (вязкие) жидкости. Капельные и упругие жидкости. Объемные и поверхностные силы, действующие на жидкость.

Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики, его физический смысл и прикладное значение.

Гидравлический эквивалентный диаметр.

Градиент скорости закон внутреннего трения Ньютона; его физический смысл. Динамическая и кинематическая вязкость. Ньютоновские и неньютоновские жидкости.

Ламинарный и турбулентный режим движения жидкости, их механизмы.

Профиль скоростей при ламинарном движении; соотношение между средней скоростью и максимальной скоростью по оси трубопровода (закон Стокса). Зависимость между объемным расходом жидкости и перепадом давления (уравнение Пуазейля).

Профиль скоростей при турбулентном движении; соотношение между средней и максимальной скоростью по сечи трубопровода. Турбулентное ядро потока и гидродинамический пограничный слой. Ламинарный (вязкий) подслой; его влияние на величину гидравлического сопротивления и на скорости протекания тепловых и массообменных процессов.

6. Основные уравнения гидродинамики. Уравнения непрерывности потока и уравнение постоянства расхода (для установившегося движения жидкости).

Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости Эйлера.

Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Практические приложения уравнения Бернулли.

Дифференциальные уравнения движения вязкой жидкости Навье-Стокса. Возможность решения для определения профиля скоростей и расхода жидкости при ламинарном движении. Значение системы уравнений Навье-Стокса и уравнения неразрывности потока для решения задач прикладной гидродинамики.

7. Гидродинамическое подобие. Подобное преобразование уравнений Навье-Стокса. Критерии гидродинамического подобия, их физический смысл. Симплексы геометрического подобия. Обобщенное уравнение гидродинамики; его модификация для условий приближенного моделирования гидродинамических процессов. Производные критерии подобия (Галилея и Архимеда).

Основные принципы анализа размерностей; π -теорема.

8. Гидравлическое сопротивление трубопроводов и аппаратов. Коэффициенты сопротивления трения по длине и коэффициенты местных сопротивлений. Коэффициенты трения. Зависимость коэффициентов трения от критерия Рейнольдса и относительной шероховатости стенок трубы (канала) при ламинарном движении и для различных областей (зон) турбулентного движения.

9. Расчет диаметров трубопроводов на основе уравнения расхода.

10. Неоднородные (гетерогенные) системы и общие закономерности их разделения.

Движение частиц в жидкостях. Сопротивление среды движению частиц при их обтекании в условиях различных гидродинамических режимов. Коэффициенты сопротивления среды; их определение. Скорости свободного осаждения шарообразных частиц и частиц произвольной формы. Скорость стесненного осаждения. Расчет скорости осаждения в поле центробежных сил.

11. Гидродинамика неподвижных и псевдооживленных зернистых слоев.

Значение течения жидкостей через зернистые и пористые слои в процессах химической технологии. Характеристики этих слоев. Расчет гидравлического сопротивления зернистых и пористых слоев при различных гидродинамических режимах. Обобщенная зависимость общего коэффициента сопротивления от модифицированного критерия Рейнольдса.

Особенности течения в движущихся плотных зернистых слоях. Гидравлическое сопротивление слоев насадок в промышленных тепло- и массообменных аппаратах.

12. Разделение в поле сил тяжести. Скорость осаждения твердых частиц под действием сил тяжести (отстаивание) и методы ее расчета. Конструкции отстойных аппаратов для разделения суспензий, эмульсий и очистки запыленных газов.

13. Разделение в поле сил давления. Фильтрация суспензий и газов. Сжимаемые и несжимаемые осадки. Виды фильтровальных перегородок. Скорость фильтрации, зависимость ее от перепада давления на фильтре, температуры фильтрации и структуры осадка. Процессы

фильтрования, протекающие при постоянном перепаде давления и при постоянной скорости процесса.

Уравнения фильтрования; экспериментальное определение констант фильтрования.

Классификация и конструкции фильтров для суспензий. Оптимизация работы периодически действующих фильтров.

Непрерывнодействующие фильтры.

Схемы фильтровальных установок.

Фильтры для очистки газов от пылей: рукавные (тканевые), керамические и металлокерамические фильтры; основы их расчета.

14. Разделение в поле центробежных (инерционных) сил. Центробежное отстаивание и центробежное фильтрование. Фактор разделения. Классификация центрифуг. Схемы устройства фильтрующих и отстойных периодически действующих центрифуг и непрерывно действующих. Сверхцентрифуги.

Разделение суспензий и эмульсий в гидроциклонах. Очистка газов от пыли в центробежных пылеуловителях. Расчет циклонов. Очистка газов под действием инерционных сил.

15. Разделение газовых неоднородных систем путем мокрой очистки. Классификация пылеуловителей.

16. Разделение газовых неоднородных систем осаждения в поле электростатических сил.

Физические основы выделения тумана из газа в электрофильтрах. Устройство трубчатых и пластинчатых электрофильтров. Сухие и мокрые электрофильтры.

17. Перемешивание в жидких средах.

Применение процессов перемешивания в жидких средах в химической технологии. Эффективность и интенсивность перемешивания; методы их определения. Моделирование процессов перемешивания.

Расчет мощности, потребляемой механическими мешалками. Классификация мешалок. Мешалки для специальных целей.

18. Перемешивание капельных жидкостей, сжатие, разрежение и перемещение газов.

Основные параметры насосов: производительность, напор, мощность, КПД, высота всасывания и их определение.

Явления кавитации и его устранение.

Классификация насосов.

19. Центробежные насосы. Устройство и принцип действия. Одноступенчатые и многоступенчатые насосы. Основное уравнение центробежных машин Эйлера. Вихревые и струйные насосы (инжекторы и эжекторы).

20. Поршневые насосы. Устройство и принцип действия поршневых, плунжерных и мембранных насосов. Насосы простого, двойного и тройного действия. Графики подачи и способы уменьшения неравности подачи. Характеристика насоса. Расчет производительности и напора поршневых насосов. Регулирование производительности.

Другие конструкции объемных насосов: шестеренчатые, винтовые, пластинчатые, монтажу, эрлифты.

Сравнительные характеристики и области применения насосов различных типов.

ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

21. Теплопередача в химической аппаратуре. Общие сведения. Значение процессов теплообмена в химической промышленности. Теплопередача и теплоотдача. Движущая сила процессов теплообмена – температурный напор. Тепловая нагрузка аппарата. Общий вид тепловых балансов для процессов теплообмена без изменения и с изменением агрегатного состояния теплоносителей.

Стационарные и нестационарные процессы переноса тепла. Механизмы переноса тепла.

22. Теплопроводность. Закон Фурье. Коэффициенты теплопроводности и температуропроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности Фурье для стационарного и нестационарного переноса тепла; его граничные условия.

Лучистый теплообмен. Абсолютно черные, абсолютно белые и серые тела. Степень черноты серых тел. Закон Стефана-Больцмана. Закон Кирхгофа. Взаимное излучение двух тел. Особенности излучения газов. Защита от теплового излучения (экранирование).

23. Конвективный перенос тепла. Естественная и вынужденная конвекция. Совместный перенос тепла конвекцией и теплопроводностью – конвективный теплообмен (теплоотдача). Уравнение теплоотдачи. Механизмы продольного и поперечного конвективного переноса при ламинарном и турбулентном движении жидкости. Профили температур в ядре потока и тепловом пограничном слое; их взаимосвязь с профилями скоростей.

Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Фурье-Кирхгофа). Критерии теплового подобия, их физический смысл. Моделирование процессов конвективного теплообмена.

Механизмы конвективного переноса тепла и расчет коэффициентов теплоотдачи в отсутствии изменения агрегатного состояния теплоносителей. Коэффициенты теплоотдачи при движении капельных жидкостей и газов.

Теплоотдача от барботажных и псевдооживленных слоев и от запыленных газовых потоков.

Механизмы переноса тепла и расчет коэффициентов теплоотдачи при изменении агрегатного состояния теплоносителей.

Пленочная и капельная конденсация паров. Расчет коэффициентов теплоотдачи при пленочной конденсации. Конденсация паров на вертикальных и горизонтальных поверхностях и внутри змеевиков. Теплоотдача при конденсации парогазовых смесей.

Теплоотдача при кипении жидкостей. Механизм кипения жидкостей; ядерный и пленочный режимы кипения; критическая разность температур и критическая тепловая нагрузка. Кипение в вертикальных трубах и в большом объеме.

Расчет коэффициентов теплоотдачи при определении потерь тепла трубопроводами и аппаратами в окружающую среду. Определение температур стенок теплообменных аппаратов.

Методы интенсификации процессов теплоотдачи.

24. Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи. Закон аддитивности термических сопротивлений. Теплопередача через плоские и цилиндрические (одно- и многослойные) стенки при постоянных температурах теплоносителей.

Уравнение теплопередачи при переменных температурах теплоносителей.

Лимитирующие стадии процесса теплопередачи и выбор рациональных гидродинамических режимов движения теплоносителей. Повышение интенсивности теплопередачи путем воздействия на ее лимитирующие стадии.

25. Способы подвода и отвода тепла в промышленной химической аппаратуре. Теплообменные аппараты . Классификация промышленных теплоносителей. Требования, предъявляемые к теплоносителям для химической аппаратуры при их выборе. Прямые и косвенные (промежуточные) теплоносители. Высокотемпературные теплоносители.

26. Нагревающие агенты. Сравнительные характеристики и области применения различных теплоносителей. Схемы нагревательных установок.

27. Охлаждающие агенты. Значение воздуха как охлаждающего агента, тенденции к расширению его применения.

28. Теплообменные аппараты, их классификация.

29. Поверхностные теплообменники: с трубчатыми поверхностями теплообмена, с плоскими поверхностями, шнековые. Аппараты с очищаемой в процессе работы поверхностью теплообмена. Внутренние устройства, применяемые в теплообменниках для повышения турбулентности движения теплоносителей.

30. Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения, с барботажем пара (газа) и с погружными горелками.

31. Регенеративные теплообменники периодического и непрерывного действия.

Расчет основных размеров и оптимальных режимов работы теплообменников при их проектировании; использование ЭВМ. Поверочный расчет теплообменных аппаратов.

32. Выпаривание растворов. Расчет выпарных аппаратов. Способы выпаривания. Значение процессов выпаривания в химической технологии. Выпаривание с кристаллизацией. Выпаривание под вакуумом, при атмосферном давлении и при избыточном давлении; преимущества выпаривания под вакуумом. Однокорпусные и многокорпусные выпарные аппараты. Использование тепла вторичного пара. Однокорпусные и многокорпусные выпарные аппараты. Использование тепла вторичного пара. Однокорпусные аппараты с термокомпрессией вторичного пара. Область их рационального применения. Отбор экстра-пара в многокорпусных выпарных установках.

Движущая сила теплоотдачи в выпарном аппарате; влияние на нее структуры потоков.

Материальный и тепловой балансы однокорпусного и многокорпусного выпарного аппаратов. Способы оптимизации числа корпусов и способы распределения общей полезной разности температур между ними.

Технологический расчет многокорпусных выпарных установок методом последовательных приближений. Использование ЭВМ при расчете выпарных установок и определении оптимальных условий их работы.

Выпаривание с адиабатным испарением раствора; одно- и многокорпусные установки; их применение для выпаривания с кристаллизацией.

Выпарные аппараты; их классификация.

Роль циркуляции раствора и способы ее интенсификации.

Аппараты с барботажем топочных газов и с погружными горелками.

Сравнительная характеристика и выбор выпарных аппаратов в зависимости от свойств выпариваемого раствора.

МАССОБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ

33. Массообменные процессы и аппараты. Значение массообменных процессов в химической технологии. Применение массообменных процессов для разделения гомогенных и гетерогенных систем. Роль массообменных процессов для охраны окружающей среды от вредных выбросов химических производств.

Комплексный анализ материалов как объектов технологической обработки.

Принципы выбора методов разделения с помощью различных массообменных процессов.

34. Основы массопередачи. Общие сведения. Массообмен в системах со свободной и твердой (фиксированной) межфазной поверхностью. Распределяющие (инертные носители) и распределяемые вещества в массообменных процессах. Способы выражения состава фаз.

Равновесные условия процессов массообмена.

Материальный баланс процессов массообмена.

Общий вид основного уравнения массопередачи; движущая сила и коэффициент массопередачи.

35. Перенос вещества в гомогенных средах. Закон молекулярной диффузии Фика. Определение коэффициентов молекулярной диффузии в газах, капельных жидкостях и твердых телах. Конвективный перенос.

36. Массоотдача. Уравнения массоотдачи в фазах; движущие силы и коэффициенты массоотдачи. Механизмы массоотдачи при свободной и фиксированной (твердой) поверхности раздела фаз в условиях различных гидродинамических режимов. Модели механизмов массоотдачи.

Диффузионные критерии подобия; их физический смысл. Обобщенное уравнение массоотдачи и его использование для обработки опытных данных.

37. Массопередача. Соотношение между коэффициентами массопередачи и коэффициентами массоотдачи. Анализ уравнения аддитивности для выявления возможностей интенсификации процесса массопередачи. Лимитирующие стадии процесса массопередачи.

Расчет средней движущей силы массопередачи. Число единиц переноса (ЧЕП); его связь со средней движущей силой. Понятие о высоте единицы переноса (ВЕП).

Общие методы интенсификации массопередачи.

38. Общие методы расчета основных размеров массообменных аппаратов. Аппараты с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Рациональный выбор взаимного направления движения фаз.

Определение потребного поперечного сечения и диаметра аппаратов.

Расчет рабочей высоты (длины) массообменных аппаратов из общего уравнения массопередачи. Методы определения величины удельной поверхности контакта фаз и степень точности такого определения.

Использование объемных коэффициентов массопередачи или величин ВЕП для расчета аппаратов с непрерывным контактом. Определение числа тарелок аппаратов со ступенчатым контактом на основе коэффициентов массопередачи, отнесенных к единице рабочей площади тарелки или ЧЕП на одну тарелку. Графоаналитическое определение числа тарелок с использованием кинетической линии.

39. Процессы массообмена в системах со свободной границей раздела фаз. Абсорбция газов жидкостями.

Значение процессов абсорбции и их применение в химической технологии. Абсорбтивы и абсорбенты; принципы выбора абсорбентов. Физическая абсорбция и абсорбция, сопровождаемая химическими реакциями (хемосорбция).

Равновесие между газовой и жидкой фазами. Закон Генри для идеальных растворов; его различные выражения и пределы применимости.

Материальный баланс (уравнение рабочей линии) для процессов абсорбции и десорбции. Удельный расход абсорбента, его минимальное и экономически оптимальное значение.

40. Абсорбционные аппараты. Классификация абсорберов. Способы создания поверхности контакта фаз газа (пара) и жидкости в промышленных аппаратах.

Гидродинамические режимы работы насадочных колонн.

Барботажные аппараты.

Тарельчатые колонны и основные конструкции тарелок. Общие направления усовершенствования конструкций тарелок.

Распыливающие и разбрызгивающие абсорберы.

Сравнительные характеристики и области применения аппаратов различных конструкций. Принципы выбора контактных устройств и оптимальных режимов их работы. Расчет основных конструктивных размеров колонных аппаратов. Расчетные уравнения массоотдачи при абсорбции.

41. Перегонка жидкостей (дистилляция и ректификация). Виды процессов дистилляции и ректификации.

Равновесие бинарных систем жидкость-пар. Законы Рауля, Дальтона и Коновалова, их использование для расчет равновесий.

42. Простая перегонка. Материальный баланс простой перегонки. Тепловой баланс; определение расхода тепла. Простая перегонка с дефлегмацией.

43. Перегонка в токе носителя (водяного пара или инертного газа). Материальный и тепловой балансы. Определение температуры дистилляции, расхода греющего пара и носителя.

44. Молекулярная дистилляция. Принцип и области применения процесса. Аппаратурное оформление одно- и многоступенчатой молекулярной дистилляции.

Схемы установок для различных видов перегонки (дистилляции).

45. Ректификация. Физическая сущность (механизм) процесса. Принципиальные схемы колонн и установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных и многокомпонентных смесей. Особенности кинетики процесса ректификации, характеризуемого совместным массо- и теплообменом.

46. Непрерывная ректификация бинарных смесей. Анализ работы и расчет рабочего (оптимального) флегмового числа. Зависимость между флегмовым числом, рабочей высотой колонны и энергозатратами (расходами греющего пара и охлаждающей воды). Использование ЭВМ для оптимизации флегмового числа. Тепловой баланс; определение расходов греющего пара и охлаждающей воды.

47. Ректификационная аппаратура. Особенности конструкций массообменных аппаратов для процессов ректификации при различных давлениях. Принципы выбора контактных устройств для пленочных, насадочных и тарельчатых ректификационных колонных аппаратов. Определение диаметра колонн; выбор оптимальных фиктивных скоростей паров. Расчетные уравнения массоотдачи при ректификации и расчет высоты колонны.

Устройство, размещение и варианты работы теплообменных устройств (кипятильников, дефлегматоров) ректификационных установок.

48. Экстракция из растворов. Общая характеристика процессов экстракции в системе жидкость-жидкость; области их применения. Селективность и обратимость процессов экстракции. Принципы выбора экстрагентов. Физическая экстракция и экстракция, сопровождаемая химической реакцией. Методы проведения процессов экстракции: одноступенчатая и многоступенчатая экстракции.

Особенности массопередачи при экстракции. Интенсификация массопередачи в системе жидкость-жидкость путем подвода энергии извне.

49. Экстракционная аппаратура. Классификация экстракторов. Сравнительные характеристики и выбор экстракционных аппаратов. Расчет основных размеров экстракторов.

50. Процессы массообмена с твердой фазой. Массопередача в системах с твердой фазой. Механизмы переноса массы в пористых твердых телах и в обтекающей их жидкости (внутренняя и внешняя диффузия). Массопроводность. Диффузионные критерии Био и Фурье. Расчет скорости процесса; лимитирующие стадии и способы интенсификации.

51. Адсорбция газов и растворенных веществ. Общая характеристика процессов адсорбции и ионного обмена и их применение в химической технологии. Промышленные адсорбенты и иониты. Десорбция; способы ее проведения.

Основные модели механизма процессов адсорбции. Условия равновесия при адсорбции. Стационарные и нестационарные процессы адсорбции.

Материальный баланс. Внутренняя и внешняя диффузии. Кинетика адсорбции в пористом зерне адсорбента.

Принципиальные схемы адсорбционно-десорбционных и ионнообменных установок.

52. Адсорбционная и ионнообменная аппаратура. Общий принцип устройства и классификация аппаратов для проведения массообменных процессов с твердой фазой.

Аппараты с неподвижным слоем сорбента; двухфазный и трехфазный циклы их работы.

Аппараты с перемешиванием и последующим разделением сорбента и жидкости.

Аппараты с движущимся плотным слоем сорбента.

Аппараты с псевдооживленным (кипящим) слоем сорбента, одно- и многоступенчатые аппараты.

Сравнительные характеристики и области применения адсорберов и ионнообменных аппаратов различных типов. Расчет основных размеров периодически и непрерывно действующих аппаратов.

53. Сушка. Общая характеристика и применение процессов сушки в химической технологии. Формы связи влаги с материалом и методы удаления из него влаги. Основные способы сушки. Теплоносители, применяемые для сушки материалов. Сушка при атмосферном давлении и под вакуумом.

54. Равновесие между жидкостью во влажном материале и образующимся паром. Направление и движущая сила массопередачи при сушке и увлажнении материала.

55. Конвективная сушка. Анализ условий проведения

Контактная сушка; материальный и тепловой балансы, определение расхода тепла.

56. Кинетика сушки. Механизмы удаления влаги. Скорость сушки. Понятие о термодиффузии и ее значение для скорости сушки. Кинетические кривые. Периоды постоянной и падающей скорости сушки; методы воздействия на лимитирующие стадии процесса с целью интенсификации массопередачи при сушке. Определение скорости и продолжительности сушки. Определение размеров сушилок.

57. Конструкция сушилок. Классификация сушилок. Конвективные сушилки с неподвижным или движущимся без перемешивания слоем материала, с механическим перемешиванием, с перемешиванием в псевдооживленном слое, пневматические и распылительные. Контактные сушилки. Конвективные и контактные сушилки с активными гидродинамическими режимами. Сушка инфракрасными лучами (терморadiационная), токами высокой частоты и сублимацией; принципы устройства сушилок.

Сравнительные характеристики и области применения сушилок различных конструкций. Выбор типа сушилки; расчет основных размеров.

58. Растворение и экстракция из твердых тел (выщелачивание). Общая характеристика процессов растворения и выщелачивания из пористых твердых тел и области их приме-

нения. Равновесие и кинетика процессов. Способы периодического и непрерывного проведения процессов. Принципиальные схемы установок.

Аппаратура для растворения и экстракции из твердого вещества. Сравнительные характеристики и области применения аппаратов различных конструкций; основные принципы их выбора и расчета.

59. Кристаллизация из растворов и расплавов. Общая характеристика процессов кристаллизации, их значение в химической технологии. Виды промышленных методов кристаллизации. Способы охлаждения растворов в процессах кристаллизации.

Материальный и тепловой балансы; определение расхода охлаждающего агента и энергетических затрат. Кинетика кристаллизации. Влияние условий кристаллизации на характеристики кристаллов. Технические способы получения кристаллов заданного размера. Схемы установок для непрерывного и периодического процессов кристаллизации.

60. Кристаллизаторы: с охлаждением растворов через стенку, с воздушным испарительным охлаждением, с испарительным охлаждением под вакуумом; с псевдооживленным слоем кристаллов. Особенности конструкций выпарных аппаратов, работающих с образованием кристаллов.

Сравнительные характеристики и области применения кристаллизаторов различных конструкций; основные принципы их выбора и расчета основных размеров.

ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И РЕАКТОРЫ

61. Основные понятия и определения, характеризующие химические процессы в реакторе (стехиометрические уравнения, химическая переменная, конверсия, селективность, выход). Элементы химической термодинамики и кинетики (изменение энтальпии в результате химических реакций, равновесие химических реакций, скорость химической реакции: определение, функциональная зависимость, константа скорости, энергия активации, закон действующих масс, механизм реакции, формальная кинетика).

62. Фундаментальные уравнения математических моделей химических реакторов. Основные задачи математического моделирования реакторов.

63. Классификация химических реакторов.

64. Основные математические модели однофазных реакторов (периодических и непрерывных, изотермических и неизотермических, каскадов реакторов). Природа неустойчивой работы химического реактора. Сравнение эффективности идеальных однофазных реакторов различного типа.

65. Многофазные реакторы. Реакторы с твердым катализатором. Процессы на зерне.

66. Понятие эффективности использования поверхности зерна катализатора. Реакторы с неподвижным, движущимся, псевдооживленным и циркулирующим слоями катализатора.

67. Влияние гидродинамических, тепловых и массообменных факторов на процессы, протекающие в реакторах.

68. Принципы расчета, моделирования и оптимизации работы химических реакторов.

Правила сдачи экзамена

Аттестация поступающего в аспирантуру осуществляется в виде экзамена в устной форме по билетам, состоящим из трех теоретических вопросов из разных разделов программы вступительных экзаменов. Каждый ответ на вопрос оценивается по трехбалльной шкале: 0 – нет ответа или неправильный ответ, 1 – ответ с незначительными ошибками, 2 – правильный ответ. 5-6 баллов, которые студент может получить за экзамен, соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

Основной список

1. Буданов В.В. Химическая термодинамика : учебное пособие для вузов / В. В. Буданов, А. И. Максимов ; под ред. О. И. Койфмана. - М. : Академкнига , 2007. - 311 с.
2. Дунаев С.В. Термогидродинамика и интенсификация процессов переноса в пленочных газожидкостных аппаратах / С. В. Дунаев. Новосибирск : Изд-во НГТУ , 2005. - 175 с.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 кн . Ч. 1 . Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и тепловые процессы и аппараты : учебник для химико-технологических специальностей вузов. - М. : Химия , 2002. - 400 с.
4. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. В 2 кн . Ч. 2 . Массообменные процессы и аппараты : учебник для химико-технологических специальностей вузов. - М. : Химия , 2002. - 368 с.
5. Кувшинов Г.Г. Введение в анализ химических реакторов : учебное пособие / Г. Г. Кувшинов ; Новосибир. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ , 2006. - 118 с.
6. Мишаков И.В. Основы технологии пылеулавливания : учебное пособие / И. В. Мишаков ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ , 2010. - 73 с.
7. Москвичев Ю.А. Теоретические основы химической технологии : учебное пособие для образовательных учреждений среднего профессионального образования / Ю. А. Москвичев, А. К. Григоричев, О. С. Павлов. - М. : Academia , 2005. - 270 с.
8. Новиков И.И. Термодинамика : учебное пособие / И. И. Новиков. - СПб. [и др.] : Лань , 2009. - 589 с.
9. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии . Кн. 1 : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям и специальностям / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под ред. В. Г. Айнштейна. - М. : Физматкнига : Логос , 2006. - 887 с.
10. Общий курс процессов и аппаратов химической технологии . Кн. 2 : учебник для вузов по химико-технологическим направлениям и специальностям / В. Г. Айнштейн, М. К. Захаров, Г. А. Носов [и др.] ; под ред. В. Г. Айнштейна. - М. : Физматкнига : Логос , 2006. - 1757 с.
11. Основы проектирования химических производств : учебник для вузов / В. И. Косинцев [и др.] ; под ред. А. И. Михайличенко. - М. : Академкнига , 2008. - 332 с.
12. Процессы и аппараты химической технологии : учебное пособие для вузов/ [А. А. Захарова, Л. Т. Бахшиева, Б. П. Кондауров и др.] ; под ред. А. А. Захаровой. - М. : Academia , 2006. 521 с.
13. Процессы и аппараты химической технологии. Явления переноса, макрокинетика, подобие, моделирование, проектирование . Т. 2 . Механические и гидромеханические процессы : учебное пособие для вузов по хим.-технолог. направл. и спец. / [Д. А. Баранов, В. Н. Блиничев, А. В. Вязьмин и др.] ; под ред. А. М. Кутепова. - М. : Логос , 2002. - 599 с.
14. Сугак А.В. Процессы и аппараты химической технологии : [учебное пособие] / А. В. Сугак, В. К. Леонтьев, В. В. Туркин. - М. : Academia , 2005. - 223 с.

15. Теплопередача. [В 2 ч.] . Ч. 1 : [учебное пособие для вузов / В. С. Чередниченко и др.] ; под ред. В. С. Чередниченко ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ , 2008. - 231 с.
16. Теплопередача. [В 2 ч.] . Ч. 2 : [учебное пособие для вузов / В. С. Чередниченко и др.] ; под общ. ред. В. С. Чередниченко и А. И. Алиферова ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ , 2010. - 378 с.
17. Фролов В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии" : [учебное пособие] / В. Ф. Фролов. - СПб. : Химиздат, 2003. - 606 с.
18. Чоркендорф И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт ; пер. с англ. В. И. Ролдугина. - Долгопрудный : Интеллект , 2010. - 500 с.
19. Шаров Ю.И. Тепломассообмен : электронный учебно-методический комплекс / Ю. И. Шаров ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск , [2011]. - URL <http://courses.edu.nstu.ru/index.php?show=155&curs=805>
20. Шаргут Я. Эксергия / Я. Шаргут, Р. Петела ; пер. с польск. Ю. И. Батурина и Д. Ф. Стржижовского ; под ред. В. М. Бродянского. - М. : Энергия , 1968 . - 278 с.

Дополнительный список

1. Андреев Е.И. Расчет тепло- и массообмена в контактных аппаратах / Е. И. Андреев. - Л. : Энергоатомиздат , 1985. - 191 с.
2. Гухман А.А. Введение в теорию подобия : учебное пособие для вузов / проф. А. А. Гухман. - М. : Высшая школа , 1973. - 294 с.
3. Гухман А.А. Применение теории подобия к исследованию процессов тепло-массообмена : (процессы переноса в движущейся среде) / А. А. Гухман. - М. : Высшая школа , 1974. - 327 с.
4. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии : учебное пособие для политехнических вузов / В. В. Кафаров. - М.: Химия, 1985 - 378 с.
5. Крейт Ф. Основы теплопередачи / Ф. Крейт, У. Блэк ; пер. с англ. под ред. Н. А. Анфимова. - М. : Мир , 1983. - 512 с.
6. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена / С. С. Кутателадзе. - М. : Атомиздат , 1979. - 415 с.
7. Кутепов А.М. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании : учебное пособие для вузов / А. М. Кутепов, Л. С. Стерман, Н. Г. Стюшин. - М. : Высшая школа , 1986. - 447 с.
8. Лежнин С.И. Процессы переноса в сплошных средах : учебное пособие для 2-3 курсов химико-технологического, теплофизического и энергетического профилей / С. И. Лежнин, Г. Г. Кувшинов ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск : Изд-во НГТУ , 2000. - 98 с.
9. Лыков А.В. Теория сушки : учебное пособие / А. В. Лыков. - М. : Энергия , 1968. - 470 с.
10. Михеев М.А. Краткий курс теплопередачи : учебник для неэнергетических специальностей вузов / М. А. Михеев, И. М. Михеева. - М. ; Л. : Госэнергоиздат , 1960. - 206 с.
11. Петрик П.Т. Тепло-и массообмен в пленках жидкости : учебное пособие / П. Т. Петрик, А. Р. Дорохов ; Кузбас. гос. техн. ун-т. - Кемерово : Изд-во Кузбас. гос. техн. ун-т , 1997. - 77 с.
12. Рубцов Н.А. Теплообмен излучением в сплошных средах / Н. А. Рубцов ; под ред. С. С. Кутателадзе. - Новосибирск : Наука , 1984. - 276 с.
13. Смирнов Н.Н. Химические реакторы в примерах и задачах : [учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов] / Н. Н. Смирнов, А. И. Волжинский. - Л. : Химия , 1986. - 221 с.
14. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры : учебник для теплоэнергетических специальностей вузов / В. М. Черкасский. - М. : Энергоатомиздат , 1984. - 414 с.
15. Эккерт Э.Р. Введение в теорию тепло- и массообмена / Э. Р. Эккерт ; пер. с англ. И. А. Носенко ; под ред. А. В. Лыкова. - М. ; Л. : Госэнергоиздат , 1957. - 279 с.