

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»
Кафедра химии и химической технологии

Паспорт зачета

по модулю "Процессы и аппараты химических технологий (модуль)" по материалам дисциплины «Процессы и аппараты химических производств», 3 семестр

1. Методика оценки

Зачет проводится в письменной форме по билетам. Билет формируется путем выбора вопросов из тем, представленных в списке.

Форма билета для зачета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Факультет МТФ

Билет № _____

к зачету по дисциплине «Процессы и аппараты химических производств»

1. Вопрос 1

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность, ФИО
(подпись)
(дата)

2. Критерии оценки

- Ответ на билет для зачета считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, не способен привести принцип работы оборудования, описать принципиальную схему оборудования, оценка составляет **0-49 баллов**.
- Ответ на билет для зачета засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, может описать принцип работы оборудования, описывает процесс, оценка составляет **50-67 баллов**.
- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, проводит анализ условий работы оборудования, может представить качественные характеристики процессов, описывает схемы и принцип работы оборудования, оценка составляет **68-85 баллов**.

- Ответ на билет для зачета билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы работы оборудования, принципы действия, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики или литературы, не допускает ошибок при ответе на дополнительные вопросы, оценка составляет **86-100 баллов**.

3. Шкала оценки

Зачет считается сданным, если сумма баллов по всем заданиям билета оставляет не менее 50 баллов (из 100 возможных).

4. Вопросы к зачету по дисциплине «Процессы и аппараты химических производств»

Тема 1

Основы теории явлений переноса: анализ механизмов, моделирования и разработки обобщенных методов расчета гидромеханических, тепловых и массообменных процессов и аппаратов. Феноменологические законы переноса импульса, массы и энергии.

Требования к проектируемому объекту: технологические требования, критерии работоспособности, эффективность и технический уровень, экономические и экологические требования.

Тема 2

Материальные и энергетические (тепловые) балансы; определение массовых потоков и энергетических затрат. Условия равновесия и определение направления процессов переноса. Общий вид уравнений скорости процессов; движущие силы и кинетические коэффициенты. Лимитирующие стадии.

Задачи и состав проектирования. Организации на этапах проектирования.

Тема 3

1. Гидродинамика. Уравнение движения Эйлера. Энергетический баланс стационарного движения идеальной жидкости. Уравнение Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Его практические приложения (истечение жидкостей, трубка Пито-Прандтля). Принципы измерения скоростей и расходов жидкости дроссельными приборами и пневмометрическими трубками. Определение расходов при истечении жидкостей через отверстия или насадки.

Температурные напряжения в стенках толстостенных сосудов.

Тема 4

1. Гидродинамические режимы движения жидкостей: ламинарный и турбулентный. Число Рейнольдса и его критические значения. Механизмы ламинарного и турбулентного течений. Понятие турбулентности. Представления о гидродинамическом пограничном слое при течении по трубам и каналам и при обтекании тел.

Тема 4

1. Течение в трубах и каналах. Определяющий поперечный размер потока в каналах произвольной формы: гидравлический радиус, эквивалентный диаметр. Распределение скоростей по радиусу трубы постоянного сечения при ламинарном стационарном течении. Гидравлическое сопротивление при течении жидкостей и газов. Расчет потерь на трение (уравнение Дарси-Вейсбаха) и на местные сопротивления. Соотношения и номограммы для расчета коэффициента трения. Зависимости между расходом и перепадом давления. Расчет напора для перемещения жидкостей через систему трубопроводов и аппаратов.

Тема 5

Подобное преобразование уравнения Навье-Стокса. Безразмерные переменные - критерии гидродинамического подобия (Эйлера, Рейнольдса, Фруда, гомохронности), их физический смысл; параметрические критерии. Расчет диаметра трубопроводов и аппаратов; выбор скоростей потоков и оптимального диаметра трубопроводов.

Тема 6

Перемещение жидкостей и газов с помощью машин, повышающих давление. Объемные (поршневые, ротационные и др.) и динамические (центробежные, осевые и др.) насосы и компрессоры. Основные параметры работы гидравлических машин: производительность, напор, мощность, кпд. Расчет напора и потребляемой мощности; подбор двигателя к насосу. Определение допустимой высоты всасывания. Явление кавитации и его предотвращение.

Тема 7

Особенности работы, сопоставление и области применения основных типов насосов - центробежных, поршневых (плунжерных) и др. Связь напора, мощности и к.п.д. с производительностью (характеристики насосов). Работа насосов на сеть и их выбор; регулирование производительности.

Тема 8

Основные тепловые процессы в химической технологии: нагревание и охлаждение, конденсация паров и испарение жидкостей. Расход теплоносителей; тепловой баланс как частный случай энергетического баланса. Стационарный и нестационарный перенос теплоты. Основные понятия и определения: температурное поле, градиент температуры и тепловой поток; теплопередача и теплоотдача.

Тема 9

Дифференциальное уравнение переноса энергии в форме теплоты, уравнение Фурье-Кирхгофа и теплопроводности. Температуропроводность – теплоинерционные свойства среды. Стационарный перенос теплоты через плоские и цилиндрические стенки. Сочетание механизмов переноса теплоты (теплопроводности, конвекции, излучения).

Тема 10

Конвективный перенос теплоты. Безразмерные переменные – числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Грасгофа, Фурье. Расчет коэффициентов теплоотдачи при вынужденной и

естественной конвекции. Теплообмен при изменении агрегатного состояния. Конденсация паров. Формула Нуссельта. Теплообмен при кипении.

Тема 11

Радиантный теплоперенос. Взаимное излучение тел. Радиантно-конвективный перенос теплоты. Расчет потерь теплоты аппаратами в окружающую среду и тепловой изоляции. Теплопередача в поверхностных теплообменниках. Аддитивность термических сопротивлений. Понятие средней движущей силы. Взаимное направление движения теплоносителей.

Тема 12

Теплообменные аппараты; их классификация. Основные типы поверхностных теплообменников (трубчатые, пластинчатые и т.д.) Смесительные теплообменники: градирни, конденсаторы смешения. Основные тенденции совершенствования теплообменных аппаратов. Основные элементы расчета размеров теплообменных аппаратов. Выбор теплообменников.

Тема 13

Классификация процессов массообмена. Основные понятия и определения. Процессы со свободной и фиксированной границей раздела фаз и с разделяющей фазы перегородкой (мембраной). Носители и распределяемые вещества. Способы выражения состава фаз.

Тема 14

Физико-химические основы массообменных процессов. Равновесные условия и определение направления переноса вещества из фазы в фазу. Коэффициенты распределения. Понятие о массопередаче и массоотдаче. Концентрационное поле, градиент концентрации, общий и удельный поток массы. Молекулярная диффузия в жидкостях, газах (парах) и твердых телах.

Тема 15

Механизмы переноса массы. Уравнение неразрывности для двухкомпонентной системы. Дифференциальное уравнение конвективного переноса массы в бинарных средах. Диффузионный пограничный слой; профили концентраций и скоростей в потоках.

Тема 16

Коэффициенты массоотдачи. Основные модельные представления о механизме массоотдачи. Моделирование конвективного массообмена. Числа Нуссельта, Пекле, Прандтля, Фурье и др., их физический смысл, аналогии с тепловым подобием применительно к газам и жидкостям. Расчет коэффициентов массоотдачи в аппаратах различных типов по уравнениям с безразмерными переменными.

Тема 17

Массопередача. Соотношение между коэффициентами массопередачи и массоотдачи, аддитивность диффузионных сопротивлений. Интенсификация массопередачи путем воздействия на лимитирующую стадию. Моделирование и расчет массообменных процессов и аппаратов для систем с одним распределяемым компонентом.

Тема 18

Рациональный выбор взаимного направления движения фаз и организации потоков в массообменных аппаратах. Аппараты с непрерывным и ступенчатым контактом фаз. Предельные концентрации распределяемого компонента в отдающей и извлекающей фазах для противоточных процессов. Максимально возможная степень извлечения, минимальный и оптимальный расходы извлекающей фазы.

Тема 19

Основные методы интенсификации массообмена в системах со свободной границей раздела фаз: создание оптимальных гидродинамических режимов и повышение интенсивности массопередачи, увеличение удельной поверхности контакта фаз, снижение продольного перемешивания в потоках фаз.

Тема 20

Общие принципы устройства и классификация аппаратов для массообменных процессов в системах "газ(пар)-жидкость". Особенности конструкций абсорберов. Основные типы абсорберов: насадочные и тарельчатые колонны, аппараты со сплошным и секционированным барботажным слоем, аппараты с диспергированием жидкости.

Тема 21

Области применения, сравнительные характеристики и выбор аппаратов различных конструкций. Основные тенденции их совершенствования. Схемы абсорбционно-десорбционных установок с выделением извлеченного компонента и регенерацией абсорбента (десорбцией при повышенной температуре, понижением давления, отдувкой инертным носителем).

Тема 22

Ректификация. Физико-химические основы и особенности условий проведения процессов. Схемы установок для непрерывной и периодической ректификации бинарных смесей. Особенности устройства аппаратов (насадочных и тарельчатых колонн) и выбора режимов их работы при ректификации (по сравнению с абсорбцией). Особенности устройства и варианты работы испарителей и дефлегматоров.

Тема 23

Моделирование и расчет процессов и аппаратов при непрерывной ректификации бинарных систем. Основы численного и графоаналитического методов. Материальный баланс. Рабочие линии. Определение минимального и рабочего флегмового числа. Тепловой баланс и расчет расходов теплоносителей. Принципы технико-экономической оптимизации при расчете рабочего флегмового числа, размеров аппаратуры и

энергетических затрат. Основы расчета тарельчатых и насадочных ректификационных колонн.

Тема 24

Материальный баланс процессов разделения гетерогенных систем. Оценка эффективности, сопоставление и преимущественные области применения различных процессов и аппаратов для разделения гетерогенных смесей. Процессы отстаивания и устройство аппаратов разделения суспензий, эмульсий и пылей. Расчет поверхности осаждения и производительности отстойников. Устройство и действие циклонов (простых и батарейных), гидроциклонов.

Тема 25

Течение через неподвижные зернистые слои. Значение гидродинамики зернистых слоев в процессах фильтрования, тепло- и массообмена, гетерогенного катализа и др. Основные характеристики этих слоев: дисперсность, удельная поверхность, порозность, эквивалентный диаметр каналов. Расчет гидравлического сопротивления слоя. Гидравлическое сопротивление слоев насадок промышленных массо- и теплообменных аппаратов.

Тема 26

Гидродинамика псевдоожигенных (кипящих) слоев. Роль псевдоожигения в интенсификации промышленных процессов теплообмена, сушки, адсорбции, гетерогенного катализа, обжига и др. Основные характеристики псевдоожигенного состояния. Гидравлическое сопротивление. Расчет скоростей псевдоожигения свободного витания, высоты псевдоожигенного слоя. Однородное и неоднородное псевдоожигение. Особенности псевдоожигения полидисперсных слоев. Пневмо- и гидротранспорт зернистых твердых материалов.