

# **КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

## **СОДЕРЖАНИЕ**

### **0 ВВЕДЕНИЕ ([ССЫЛКА](#))**

- 0.1 Содержание, задачи и роль дисциплины «Процессы и аппараты химической технологии» в формировании инженера-химика-технолога
- 0.2 Классификация процессов и аппаратов химической технологии
- 0.3 Общие закономерности расчета процессов и аппаратов
  - 0.3.1 Основное кинетическое уравнение явлений переноса. Скорость процесса и его движущая сила, сопротивление процессу переноса
  - 0.3.2 Материальный и энергетический балансы процессов
  - 0.3.3 Основы анализа и моделирования процессов и аппаратов

## **РАЗДЕЛ 1. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ**

### **1 ГИДРОСТАТИКА**

- 1.1 Уравнение равновесия Эйлера
- 1.2 Основное уравнение гидростатики

### **2 ГИДРОДИНАМИКА ([ССЫЛКА](#))**

- 2.1 Основные характеристики потока жидкости
- 2.2 Уравнение неразрывности (сплошности) потока
- 2.3 Дифференциальное уравнение движения Эйлера
- 2.4 Уравнения движения вязкой жидкости Навье – Стокса
- 2.5 Уравнение Бернулли
- 2.6 Практическое приложение уравнения Бернулли
- 2.7 Режимы движения жидкостей. Опыты Рейнольдса
- 2.8 Основы гидродинамического подобия

## **3 ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ И АППАРАТОВ**

- 3.1 Потери давления на трение
- 3.2 Потери давления на местных сопротивлениях
- 3.3 Общее гидравлическое сопротивление трубопровода

### **4 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ ([ССЫЛКА](#))**

- 4.1 Насосы, их классификация
- 4.2 Основные характеристики (рабочие параметры) насосов
- 4.3 Напор насоса
- 4.4 Высота всасывания насоса. Допустимая высота всасывания.

#### 4.5 Центробежные насосы

4.5.1 Конструкция и принцип действия центробежного насоса

4.5.2 Взаимодействие насоса и сети. Рабочая точка насоса

#### 4.6 Перемещение и сжатие газов.

### 5 ГИДРОДИНАМИКА ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ ([ссылка](#))

5.1 Классификация гетерогенных систем, их роль и место в технологических процессах

5.2 Движение тел в жидкости

5.3 Осаждение частицы под действием силы тяжести

### 6 ГИДРОДИНАМИКА ЗЕРНИСТОГО СЛОЯ ([ссылка](#))

6.1 Основные характеристики зернистого слоя. Движение потока через неподвижный зернистый слой

6.2 Зернистый слой в состояниях псевдооживления и уноса

### 7 РАЗДЕЛЕНИЕ ГЕТЕРОГЕННЫХ СИСТЕМ ([ссылка](#))

7.1 Методы разделения гетерогенных систем

7.2 Материальный баланс разделения

7.3 Отстаивание. Расчет отстойников

### 8 ФИЛЬТРОВАНИЕ

8.1 Общая характеристика процесса

8.2 Основное уравнение фильтрации

### 9 РАЗДЕЛЕНИЕ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ СИЛ

9.1 Общие сведения о центробежном разделении

9.2 Циклоны

9.3 Центрифугирование. Классификация центрифуг. Области их применения

### 10 МОКРАЯ ОЧИСТКА ГАЗОВ

### 11 ОЧИСТКА ГАЗОВ В ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАХ

## **РАЗДЕЛ 2. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ**

### 1 ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕПЛООБМЕНА ([ссылка](#))

1.1 Виды теплообмена и теплообменных процессов

1.2 Тепловые балансы

1.3 Перенос тепла теплопроводностью

1.4 Конвективный перенос теплоты, теплоотдача

1.5 Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена (уравнение Фурье – Кирхгофа)

1.6 Тепловое подобие

1.7 Теплоотдача без изменения агрегатного состояния теплоносителя

1.8 Теплоотдача при конденсации пара

1.9 Теплоотдача при кипении

1.10 Теплопередача. Основное уравнение теплопередачи

1.11 Средняя движущая сила теплопередачи

2 ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕПЛОНОСИТЕЛИ ([ССЫЛКА](#))

3 ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ

3.1 Теплообменники. Их классификация

3.2 Конструкции теплообменников

3.2.1 Кожухотрубчатые теплообменники

3.2.2 Двухтрубные теплообменники типа «труба в трубе»

3.3 Основы методики подбора и расчётов теплообменников

4 ВЫПАРИВАНИЕ

4.1 Сущность и применение процесса выпаривания

4.2 Материальный баланс выпарного аппарата

4.3 Температура кипения раствора. Депрессии

4.4 Тепловой баланс выпарного аппарата

4.5 Полезная разность температур при выпаривании

4.6 Порядок расчета выпарного аппарата

4.7 Многокорпусные выпарные установки

### **РАЗДЕЛ 3. МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ**

1 ОСНОВЫ МАССОПЕРЕДАЧИ ([ССЫЛКА](#))

1.1 Роль массообменных процессов и аппаратов. Их классификация

1.2 Равновесие при массопередаче

1.3 Материальный баланс массообменного процесса. Его рабочая линия

1.4 Скорость массопередачи

1.4.1 Молекулярная диффузия

1.4.2 Конвективный массообмен

1.4.3 Уравнение массоотдачи

1.5 Подобие диффузионных процессов

1.6 Основное уравнение массопередачи

1.7 Взаимосвязь коэффициентов массопередачи и массоотдачи

1.8 Определение движущей силы массопередачи

1.9 Основы расчета массообменных аппаратов ([ССЫЛКА](#))

1.9.1 Расчет с использованием основного уравнения массопередачи

1.9.2 Число единиц переноса. Высота единицы переноса

1.9.3 Расчет аппаратов со ступенчатым контактом фаз. Эффективность ступени контакта. Теоретическая ступень контакта

2 АБСОРБЦИЯ

2.1 Общие сведения об абсорбции

2.2 Равновесие при абсорбции

2.3 Материальный баланс абсорбции. Рабочая линия абсорбера

2.4 Расчет минимального и оптимального расхода абсорбента

2.5 Схемы организации процесса абсорбции

2.6 Классификация абсорберов

- 2.7 Конструкции абсорберов
  - 2.7.1 Насадочные абсорберы
  - 2.9.2 Тарельчатые колонные абсорберы

### 3 ПЕРЕГОНКА И РЕКТИФИКАЦИЯ ([ссылка](#))

- 3.1 Общие сведения о перегонке и ректификации
- 3.2 Равновесие в системе пар – жидкость
- 3.3 Установка непрерывной ректификации бинарной смеси
- 3.4 Материальный баланс ректификационной установки
- 3.5 Уравнения рабочих линий ректификационной колонны
- 3.6 Основы тепловых расчетов ректификационной установки
- 3.7 Минимальное и оптимальное флегмовые числа

### 4 ТЕРМИЧЕСКАЯ СУШКА

- 4.1 Общие сведения о сушке
- 4.2 Формы связи влаги с материалом
- 4.3 Конвективная сушка. Параметры влажного воздуха
- 4.4 Движущая сила сушки. Скорость сушки
- 4.5 Материальный и тепловой балансы сушилки
- 4.6 Варианты проведения конвективной сушки. Сушилки

### 5 АДСОРБЦИЯ ([ссылка](#))

- 5.1 Общие сведения о процессе адсорбции
- 5.2 Промышленные адсорбенты. Их основные характеристики
- 5.3 Равновесие при адсорбции
- 5.4 Ионный обмен

### 6 ЭКСТРАКЦИЯ

- 6.1 Жидкостная экстракция
- 6.2 Методы жидкостной экстракции
- 6.3 Экстракция и растворение в системе твердое тело-жидкость