

## СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ .....	3
-------------------	---

ВВЕДЕНИЕ В КУРС «Процессы и аппараты химической технологии» .....	6
---	---

### РАЗДЕЛ I. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

ГЛАВА 1. ОСНОВЫ ГИДРАВЛИКИ .....	42
----------------------------------	----

1.1. Основные свойства жидкостей в гидравлике .....	43
1.2. Элементы гидростатики .....	51
1.2.1. Уравнения гидростатического равновесия .....	52
1.2.2. Давление жидкости на дно и стенки сосуда .....	55
1.2.3. Практическое использование законов гидростатики .....	56
1.3. Элементы гидродинамики .....	58
1.3.1. Основные понятия и определения .....	59
1.3.2. Уравнения динамического равновесия жидкости .....	63
1.3.3. Основные уравнения гидравлики .....	65
1.3.4. Теория движения жидкости по трубам .....	69
1.3.5. Устройство и расчёт трубопроводов .....	76
1.3.6. Гидродинамическое подобие .....	87
1.3.7. Истечение жидкостей из отверстий и насадков .....	92
1.3.8. Движение твердых тел в жидкости (газе) .....	97
1.3.9. Движение жидкости (газа) через слои пористых и зернистых твердых материалов .....	99
1.3.10. Движение двухфазных потоков .....	107
1.3.11. Движение неньютоновских жидкостей .....	116
1.3.12. Пленочное течение жидкостей .....	121
Список литературы к главе 1 .....	126

ГЛАВА 2. ГИДРОМЕХАНИКА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ .....	127
--	-----

2.1. Диспергирование жидкостей и газов .....	127
2.2. Образование и разрушение пены .....	134
2.3. Пневмо- и гидротранспорт .....	146
Список литературы к главе 2 .....	153

<b>ГЛАВА 3. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЖИДКОСТЕЙ. НАСОСЫ</b> .....	154
3.1. Общие сведения .....	154
3.2. Основные характеристики насосов .....	155
3.3. Объемные насосы.....	159
3.4. Лопастные насосы .....	174
3.5. Струйные насосы .....	187
3.6. Пневматические насосы .....	188
3.7. Сравнительная характеристика и выбор насоса.....	193
Список литературы к главе 3.....	194
<b>ГЛАВА 4. СЖАТИЕ И РАЗРЕЖЕНИЕ ГАЗОВ</b> .....	195
4.1. Общие сведения .....	195
4.2. Термодинамические основы процесса сжатия газов.....	196
4.3. Поршневые компрессионные машины .....	204
4.4. Центробежные и осевые компрессионные машины.....	216
4.5. Роторные компрессионные машины .....	223
4.6. Струйные компрессионные машины .....	227
4.7. Сравнение и выбор компрессионных машин.....	232
4.8. Хранилища жидкостей и газов .....	233
Список литературы к главе 4.....	237
<b>ГЛАВА 5. РАЗДЕЛЕНИЕ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ</b> .....	238
5.1. Характеристика неоднородных систем и методов их разделения .....	238
5.2. Материальный баланс процесса разделения .....	242
5.3. Разделение неоднородных систем осаждением.....	243
5.3.1. Отстаивание .....	243
5.3.2. Осаждение под действием центробежной силы .....	253
5.3.3. Мокрая очистка газов .....	267
5.3.4. Осаждение под действием электрического поля.....	270
5.4. Фильтрование .....	275
5.4.1. Скорость фильтрования .....	278
5.4.2. Фильтрование с постепенным закупориванием пор фильтрующей перегородки .....	289
5.4.3. Фильтрование в поле центробежной силы .....	291
5.4.4. Промывка осадка.....	293
5.4.5. Фильтровальные перегородки.....	296
5.4.6. Устройство и расчет фильтров.....	298
Список литературы к главе 5.....	329

<b>ГЛАВА 6. ПЕРЕМЕШИВАНИЕ В ЖИДКИХ СРЕДАХ.....</b>	<b>330</b>
6.1. Общие сведения.....	330
6.2. Механическое перемешивание.....	333
6.2.1. Мощность, потребляемая механическими мешалками.....	336
6.2.2. Сравнительная характеристика и область применения механических мешалок.....	345
6.2.3. Перемешивание взаиморастворимых и взаимосмешиваемых сред.....	347
6.2.4. Перемешивание дисперсий.....	349
6.2.5. Перемешивание высоковязких и неньютоновских сред.....	354
6.3. Пневматическое перемешивание.....	356
6.4. Перемешивание с помощью сопел и насосов.Циркуляционное перемешивание.....	358
6.5. Перемешивание в статических смесителях.....	359
Список литературы к главе 6.....	362

## РАЗДЕЛ II. ТЕПЛОВЫЕ ПРОЦЕССЫ

<b>ГЛАВА 7. ОСНОВЫ ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ.....</b>	<b>364</b>
7.1. Основные понятия и определения.....	364
7.2. Теплофизические свойства веществ.....	367
7.3. Тепловые балансы.....	371
7.4. Теплопроводность.....	375
7.4.1. Уравнение Фурье. Коэффициент теплопроводности.....	375
7.4.2. Дифференциальное уравнение теплопроводности.....	377
7.4.3. Теплопроводность плоской, цилиндрической и сферической стенок при стационарном режиме.....	381
7.5. Тепловое излучение.....	386
7.5.1. Основные законы излучения.....	388
7.5.2. Теплообмен между твердыми телами при излучении.....	391
7.5.3. Тепловое излучение газов и паров.....	394
7.6. Конвективный теплообмен.....	395
7.6.1. Дифференциальное уравнение конвективного теплообмена.....	401
7.6.2. Тепловое подобие.....	403
7.6.3. Теплоотдача без изменения агрегатного состояния теплоносителя.....	408
7.6.4. Теплоотдача при изменении агрегатного состояния теплоносителя.....	414

7.6.5. Теплоотдача в дисперсных системах с твердой фазой .....	426
7.6.6. Сложная теплоотдача .....	429
7.6.7. Численные значения коэффициентов теплоотдачи .....	430
7.6.8. Гидродинамический и тепловой пограничные слои .....	431
7.7. Теплопередача .....	442
7.7.1. Основное уравнение теплопередачи. Коэффициент теплопередачи .....	442
7.7.2. Теплопередача через плоские, цилиндрические и сферические стенки при установившемся процессе .....	443
7.7.3. Средняя движущая сила теплопередачи .....	449
7.7.4. Тепловая изоляция .....	454
7.8. Нестационарный теплообмен .....	457
Список литературы к главе 7 .....	468

## **ГЛАВА 8. НАГРЕВАНИЕ, ОХЛАЖДЕНИЕ, КОНДЕНСАЦИЯ .....**

469

8.1. Нагревание .....	470
8.1.1. Нагревание водяным паром и горячей водой .....	470
8.1.2. Нагревание топочными газами .....	474
8.1.3. Нагревание высокотемпературными теплоносителями .....	476
8.1.4. Нагревание электрическим током .....	481
8.2. Охлаждение .....	486
8.3. Конденсация .....	489
8.4. Конструкции и расчет теплообменных аппаратов .....	491
8.4.1. Поверхностные теплообменники .....	492
8.4.2. Смесительные теплообменные аппараты .....	509
8.4.3. Расчет теплообменных аппаратов .....	512
8.5. Сравнительная оценка и выбор конструкций теплообменных аппаратов .....	531
Список литературы к главе 8 .....	533

## **ГЛАВА 9 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ИНТЕГРАЦИИ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ .....**

534

9.1. Состав, структура и иерархия химико-технологической системы .....	535
9.1.1. Химико-технологическая система как объект проектирования .....	538
9.2. Методика проектирования ресурсо- и энергосберегающих ХТС. «Луковичная» диаграмма .....	540
9.3. Введение в пинч-анализ .....	545
9.3.1. Построение составных кривых технологических потоков и определение энергетических целей .....	546
9.3.2. Построение составных кривых потоков ХТС .....	549
9.3.3. «Точка пинча» потоков ХТС .....	551

9.4. Деление тепловых потоков ХТС .....	553
9.5. Представление сети теплообменных аппаратов .....	555
9.6. Проектирование тепловой сети с максимальной рекуперацией энергии.....	559
Список литературы к главе 9.....	565
<b>ГЛАВА 10 ВЫПАРИВАНИЕ .....</b>	<b>566</b>
10.1. Общие сведения .....	566
10.2. Некоторые основные свойства растворов .....	568
10.3. Принцип работы выпарного аппарата .....	570
10.4. Однокорпусные выпарные установки .....	571
10.4.1. Выпарные аппараты непрерывного действия .....	571
10.4.2. Выпарные аппараты периодического действия.....	577
10.5. Многокорпусные выпарные установки .....	583
10.5.1. Типовые схемы многокорпусных выпарных установок .....	584
10.5.2. Материальный баланс многокорпусной выпарной установки.....	589
10.5.3. Тепловой баланс многокорпусной выпарной установки.....	589
10.5.4. Общая полезная разность температур выпарной установки.....	591
10.5.5. Распределение полезной разности температур по корпусам выпарной установки .....	591
10.5.6. Основные направления повышения экономической эффективности выпарных установок .....	599
10.6. Конструкции выпарных аппаратов .....	606
10.6.1. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией .....	606
10.6.2. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией .....	612
10.6.3. Пленочные выпарные аппараты .....	615
10.7. Основы теплового расчета выпарных аппаратов.....	617
10.8. Роторные тонкопленочные испарители .....	620
10.9. Выпарные аппараты погружного горения.....	625
Список литературы к главе 10.....	626

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**