

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ III. МАССООБМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

<b>ГЛАВА 11. ОСНОВЫ МАССОПЕРЕДАЧИ .....</b>	<b>3</b>
11.1. Общие сведения .....	3
11.2. Способы выражений концентраций компонентов .....	6
11.3. Основные законы массопередачи .....	8
11.4. Общие закономерности в системах с подвижной границей раздела фаз .....	15
11.4.1. Механизм и подобие процессов .....	16
11.4.2. Аналогия между переносом количества движения (импульса), тепла и массы (тройная аналогия) .....	23
11.4.3. Фазовое равновесие в системах с подвижной границей фаз .....	26
11.4.4. Материальный баланс. Рабочие линии .....	35
11.4.5. Уравнение массопередачи. Зависимость между коэффициентами массопередачи и массоотдачи .....	40
11.4.6. Движущая сила процессов массопередачи .....	43
11.4.7. Массообменные аппараты .....	46
11.4.8. Определение основных размеров массообменных колонн .....	82
11.4.9. Оценка эффективности массообменных аппаратов .....	88
11.4.10. Определение числа реальных ступеней контакта фаз .....	92
Список литературы к главе 11 .....	95
<b>ГЛАВА 12. АБСОРБЦИЯ .....</b>	<b>97</b>
12.1. Фазовое равновесие при абсорбции .....	97
12.2. Материальный баланс абсорбции. Уравнение рабочей линии. Расчет расхода абсорбента .....	100
12.3. Технологические схемы абсорбционных установок .....	102
12.4. Неизотермическая абсорбция. Тепловой баланс абсорбции .....	105
12.5. Кинетика абсорбции .....	107
12.6. Абсорбция из многокомпонентных газовых смесей .....	109
12.7. Сравнение и выбор абсорбционных аппаратов .....	111
12.8. Расчет абсорберов .....	117
12.8.1. Расчет пленочных абсорберов .....	118
12.8.2. Расчет распыливающего абсорбера .....	122

12.8.3. Расчет насадочных абсорберов .....	123
12.8.4. Расчет тарельчатых абсорберов .....	126
12.9. Десорбция .....	131
Список литературы к главе 12 .....	134
<b>ГЛАВА 13. ПЕРЕГОНКА ЖИДКОСТЕЙ .....</b>	<b>137</b>
13.1. Фазовое равновесие при перегонке .....	137
13.2. Простая перегонка (дистилляция) .....	138
13.3. Простая перегонка с дефлегмацией .....	140
13.4. Перегонка с водяным паром .....	143
13.5. Молекулярная перегонка .....	145
13.6. Ректификация .....	146
13.7. Периодическая ректификация .....	147
13.7.1. Материальный баланс ректификационной колонны периодического действия (укрепляющей). Рабочая линия .....	149
13.7.2. Тепловой баланс периодической ректификации. Расчет расхода тепла .....	155
13.8. Непрерывная ректификация .....	156
13.8.1. Материальный баланс ректификационной колонны непрерывного действия. Рабочие линии .....	159
13.8.2. Определение флегмового числа ректификации .....	161
13.8.3. Тепловой баланс непрерывной ректификации .....	164
13.9. Азеотропная и экстрактивная ректификации .....	165
13.10. Ректификация многокомпонентных систем .....	170
13.11. Расчет ректификационных колонн .....	178
13.11.1. Расчет тарельчатых колонн .....	179
13.11.2. Расчет насадочных колонн .....	183
13.11.3. Расчет пленочных ректификационных колонн .....	186
Список литературы к главе 13 .....	189
<b>ГЛАВА 14. ЖИДКОСТНАЯ ЭКСТРАКЦИЯ .....</b>	<b>191</b>
14.1. Равновесие при экстракции .....	191
14.2. Материальный баланс жидкостной экстракции .....	194
14.3. Кинетика жидкостной экстракции .....	195
14.4. Основные методы жидкостной экстракции .....	197
14.5. Устройство и расчет экстракторов .....	211
14.5.1. Экстракторы без введения внешней энергии .....	212
14.5.2. Экстракторы с подводом внешней энергии .....	223
14.6. Принципиальные схемы экстракционных установок .....	230
Список литературы к главе 14 .....	232

<b>ГЛАВА 15. РАСТВОРЕНИЕ И ЭКСТРАКЦИЯ В СИСТЕМЕ ЖИДКОСТЬ – ТВЕРДОЕ ТЕЛО .....</b>	<b>232</b>
15.1. Общие сведения .....	232
15.2. Растворение .....	235
15.2.1. Элементы теории растворения .....	235
15.2.2. Аппараты для растворения .....	239
15.3. Экстракция в системе твердое тело – жидкость .....	249
15.3.1. Общие сведения .....	249
15.3.2. Равновесие в экстракционных системах жидкость–твердое тело. Скорость экстракции .....	251
15.3.3. Типовые способы организации процесса экстракции .....	255
15.4. Общий порядок расчета экстракционной установки .....	262
15.4.1. Используемые экстрагенты .....	263
15.4.2. Выбор относительного расхода экстрагента Гм .....	263
15.4.3. Расчет процесса экстрагирования .....	264
15.4.4. Выбор типа аппарата. Общие принципы расчета .....	267
15.4.5. Выбор вспомогательного оборудования .....	268
Список литературы к главе 15 .....	270
 <b>ГЛАВА 16. АДСОРБЦИЯ .....</b>	 <b>270</b>
16.1. Общая характеристика процесса, основные определения .....	270
16.2. Равновесие при адсорбции .....	271
16.3. Адсорбенты .....	274
16.4. Материальный баланс процесса адсорбции .....	277
16.5. Устройство и принцип действия адсорбционных аппаратов .....	278
16.6. Расчет адсорберов .....	283
16.6.1. Расчет периодически действующих адсорберов с неподвижным слоем адсорбента .....	283
16.6.2. Расчет непрерывно действующих адсорберов .....	286
16.7. Десорбция адсорбата из адсорбента .....	289
16.8. Процессы ионообмена .....	291
Список литературы к главе 16 .....	293
 <b>ГЛАВА 17. СУШКА .....</b>	 <b>294</b>
17.1. Общие сведения .....	294
17.2. Свойство влажного воздуха как сушильного агента .....	295
17.3. Твердое тело как объект сушки, равновесие при сушке .....	300
17.4. Материальный баланс процесса сушки .....	304
17.5. Тепловой баланс процесса сушки .....	306

17.6. Кинетика сушки. Определение основных параметров сушильных аппаратов .....	310
17.7. Варианты процесса сушки.....	318
17.8. Устройство сушилок .....	324
17.9. Специальные виды сушки.....	335
Список литературы к главе 17.....	338
<b>ГЛАВА 18. КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ.....</b>	<b>339</b>
18.1. Общие сведения .....	339
18.2. Равновесие при кристаллизации .....	341
18.3. Материальный баланс кристаллизации .....	344
18.4. Тепловой баланс кристаллизации .....	345
18.5. Кинетика кристаллизации.....	348
18.5.1. Зарождение кристаллов .....	348
18.5.2. Рост кристаллов .....	350
18.5.3. Влияние условий кристаллизации на рост кристаллов и качество продукта.....	353
18.6. Кристаллизация из расплавов .....	356
18.7. Фракционная кристаллизация.....	358
18.8. Устройство кристаллизаторов.....	363
18.8.1. Аппараты для изогидрической кристаллизации.....	363
18.8.2. Аппараты для изотермической кристаллизации.....	369
18.9. Направленная кристаллизация .....	370
18.10. Зонная плавка .....	371
Список литературы к главе 18.....	372
<b>ГЛАВА 19. ПРОЦЕССЫ МЕМБРАННОГО РАЗДЕЛЕНИЯ СМЕСЕЙ.....</b>	<b>372</b>
19.1. Физическая сущность процесса .....	372
19.2. Полупроницаемые мембраны .....	379
19.3. Аппараты для мембранного разделения смесей.....	380
19.4. Методы очистки мембран .....	386
19.5. Влияние различных факторов на процесс мембранного разделения смесей.....	387
19.6. Расчет мембранных аппаратов.....	390
Список литературы к главе 19 .....	391

## РАЗДЕЛ IV. ИСКУССТВЕННОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

<b>ГЛАВА 20. УМЕРЕННОЕ И ГЛУБОКОЕ ОХЛАЖДЕНИЕ</b> .....	392
20.1 Общие сведения.....	392
20.2 Термодинамические основы искусственного охлаждения.....	393
20.3 Дросселирование.....	400
20.4 Умеренное охлаждение.....	403
20.4.1 Основные характеристики и свойства хладагентов.....	403
20.4.2 Основные эксплуатационные свойства и особенности аммиака, фреона-12 и фреона-22.....	408
20.4.3 Циклы паровой компрессионной холодильной машины.....	410
20.4.4 Структурные схемы холодильных машин умеренного холода.....	413
20.5 Глубокое охлаждение.....	423
20.5.1 Идеальный цикл сжижения газа.....	424
20.5.2 Цикл высокого давления с однократным дросселированием (цикл Линде).....	425
20.5.3 Цикл высокого давления с предварительным аммиачным охлаждением и однократным дросселированием.....	428
20.5.4 Комбинированный цикл с расширением в детандере и последующим дросселированием.....	430
20.5.5 Общие сравнительные характеристики циклов глубокого охлаждения.....	432
20.5.6 Разделения газовых смесей методом глубокого охлаждения.....	433
Список литературы к главе 20.....	434

## РАЗДЕЛ V. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ

<b>ГЛАВА 21 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ТВЕРДЫХ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	436
21.1 Устройства для горизонтального перемещения материалов.....	436
21.2 Устройства для вертикального перемещения материалов.....	443
21.3 Бункера, питатели, дозаторы.....	445
<b>ГЛАВА 22 ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	451
22.1 Общие сведения.....	451
22.2 Свойства и характеристика измельчаемых материалов.....	454
22.3 Энергоемкость процесса измельчения.....	461
22.4 Машины для измельчения материалов.....	467

22.4.1 Щековые дробилки.....	467
22.4.2 Конусные дробилки.....	476
22.4.3 Валковые дробилки.....	481
22.4.4 Дробилки ударного действия.....	484
22.4.5 Дезинтеграторы и дисмембраторы .....	490
22.4.6 Барабанные шаровые мельницы .....	490
22.4.7 Мельницы для сверхтонкого измельчения.....	494

## **ГЛАВА 23 КЛАССИФИКАЦИЯ И СОРТИРОВКА ЗЕРНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ.....**

497

23.1 Общие сведения .....	497
23.2 Грохочение.....	500
23.2.1 Устройство и расчет грохотов.....	503
23.3 Разделение под действием гравитационно-инерционных сил.....	514
23.3.1 Воздушные сепараторы .....	517
23.3.2 Гидравлическая классификация .....	518

## **ГЛАВА 24 СМЕШЕНИЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ .....**

520

24.1 Общие сведения .....	520
24.2 Отклонение весовой частоты пробы .....	521
24.3 Механизм процесса смешения зернистых материалов .....	526
24.4 Машины для перемешивания сыпучих материалов .....	527
Список литературы к главам 21–24 .....	531