

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	3
<b>Розділ 12. Фізико-хімічні (дифузійні) процеси очищення середовищ.</b>	
<b>Загальні закономірності</b> .....	5
12.1. Рівновага масообмінних процесів.....	8
12.2. Матеріальний баланс масообмінних процесів.....	9
12.3. Кінетика масообмінних (дифузійних) процесів. Молекулярна дифузія.....	11
12.4. Конвективна дифузія. Масовіддача .....	12
12.5. Масопередача. Основне рівняння масопередачі.....	14
12.6. Рушійна сила масообмінних процесів.....	16
12.7. Модифіковане рівняння масопередачі .....	18
12.8. Визначення висоти та числа одиниць перенесення .....	20
<b>Питання для обговорення</b> .....	22
<b>Розділ 13. Абсорбція та хемосорбція</b> .....	23
13.1. Рівновага у процесах абсорбції .....	23
13.2. Матеріальний баланс абсорбції .....	25
13.3. Кінетика процесу абсорбції.....	27
13.4. Апаратурне оформлення процесів абсорбції .....	28
13.4.1. Плівкові абсорбери .....	29
13.4.2. Насадкові абсорбери.....	30
13.4.3. Тарільчасті абсорбери .....	34
13.5. Хемосорбція .....	38
<b>Питання для обговорення</b> .....	47
<b>Розділ 14. Перегонка та ректифікація</b> .....	48
14.1. Загальні відомості .....	48
14.2. Рівновага у процесах ректифікації.....	49
14.3. Проста перегонка .....	54
14.4. Ректифікація.....	56
14.4.1. Ректифікаційна установка безперервної дії .....	58
14.4.2. Матеріальний баланс безперервної ректифікації бінарних сумішей.....	60
14.4.3. Мінімальне і дійсне флегмове число .....	64
14.4.4. Тепловий баланс ректифікаційної колони.....	68
14.4.5. Ректифікація багатокomпонентних сумішей .....	70
14.4.6. Ректифікаційна апаратура .....	71
14.5. Розрахунок ректифікаційних апаратів.....	72
14.5.1. Безперервна ректифікація бінарних сумішей у насадкових колонах .....	72
14.5.2. Безперервна ректифікація бінарних сумішей у тарільчастих колонах.....	73
14.6. Спеціальні види перегонки.....	75
14.6.1. Екстрактивна ректифікація.....	76
14.6.2. Азеотропна ректифікація.....	78
<b>Питання для обговорення</b> .....	80

<b>Розділ 15. Рідинна екстракція</b> .....	81
15.1. Принцип екстракції. Вимоги до екстрагента.....	81
15.2. Рівновага у системі рідина–рідина.....	83
15.2.1. Графічне зображення дво- та трикомпонентних систем.....	84
15.2.2. Рівноважні співвідношення взаємно нерозчинних систем у трифазній діаграмі.....	87
15.2.3. Коефіцієнт розподілу.....	89
15.3. Основні способи екстракції.....	90
15.3.1. Однократна екстракція.....	90
15.3.2. Багатоступінчаста екстракція.....	94
15.3.3. Протитечійна екстракція.....	96
15.4. Кінетика процесу рідинної екстракції.....	99
15.5. Апаратурне оформлення рідинної екстракції.....	100
15.5.1. Змішувально-відстійні екстрактори.....	100
15.5.2. Колонні екстрактори.....	101
<b>Питання для обговорення</b> .....	107
<b>Розділ 16. Сорбційні процеси за участі твердої фази (адсорбція, йонний обмін)</b> .....	108
16.1. Класифікація сорбційних процесів.....	108
16.2. Адсорбенти та їхні властивості.....	109
16.3. Рівновага у процесах адсорбції.....	111
16.4. Матеріальний баланс адсорбції.....	115
16.4.1. Матеріальний баланс неперервного процесу адсорбції.....	115
16.4.2. Рівняння матеріального балансу періодичної адсорбції.....	117
16.5. Кінетичні закономірності адсорбції.....	119
16.5.1. Зовнішньодифузійна кінетика адсорбції.....	120
16.5.2. Внутрішньодифузійна кінетика адсорбції.....	121
16.6. Динаміка адсорбції.....	123
16.7. Адсорбційна апаратура.....	129
16.8. Десорбція та регенерація адсорбенту.....	133
16.9. Хемосорбція на твердих сорбентах.....	134
16.10. Йонний обмін.....	135
16.10.1. Йоніти.....	136
16.10.2. Рівновага йонного обміну.....	138
16.10.3. Механізм та кінетика йонного обміну.....	141
16.10.4. Йонообмінна апаратура.....	143
16.11. Йонний обмін у ґрунті.....	146
<b>Питання для обговорення</b> .....	147
<b>Розділ 17. Розчинення та екстрагування у системі тверде тіло–рідина</b> .....	149
17.1. Загальна характеристика розчинення. Рівновага процесу.....	149
17.2. Матеріальний баланс розчинення.....	151
17.3. Кінетичні закономірності розчинення.....	154
17.4. Хімічне розчинення твердих тіл.....	158
17.4.1. Хімічне розчинення без виникнення нової фази.....	160
17.4.2. Хімічне розчинення з виникненням нової твердої фази.....	162

17.4.3. Хімічне розчинення з утворенням газової фази (хімічне кипіння).....	164
17.5. Екстрагування з твердої фази.....	166
17.5.1. Екстрагування розчинної речовини з твердих тіл.....	168
17.5.2. Екстрагування твердої фази із пористих тіл.....	173
17.6. Екстрагування речовини з капсульованих частинок.....	175
17.7. Апаратурне оформлення процесів розчинення та екстрагування.....	178
<b>Питання для обговорення.....</b>	<b>180</b>
<b>Розділ 18. Кристалізація з розчинів.....</b>	<b>182</b>
18.1. Рівновага кристалізації. Методи кристалізації.....	183
18.2. Матеріальний та тепловий баланси кристалізації.....	185
18.3. Зародження кристалів.....	187
18.4. Ріст кристалів (кінетика кристалізації).....	190
18.5. Конструкції кристалізаторів.....	192
<b>Питання для обговорення.....</b>	<b>197</b>
<b>Розділ 19. Сушіння твердих матеріалів.....</b>	<b>198</b>
19.1. Загальні відомості.....	198
19.2. Основні параметри сушильного агента.....	199
19.3. $I - x$ діаграма вологого повітря.....	203
19.4. Рівновага під час сушіння.....	210
19.5. Матеріальний і тепловий баланси сушіння.....	214
19.6. Визначення витрати повітря і теплоти на сушіння.....	221
19.7. Варіанти сушіння.....	223
19.7.1. Сушіння з проміжним підігріванням повітря по зонах.....	224
19.7.2. Сушіння з частковою рециркуляцією відпрацьованого повітря.....	225
19.7.3. Сушіння топковими газами.....	228
19.8. Швидкість і періоди сушіння.....	229
19.9 Будова сушарок.....	236
<b>Питання для обговорення.....</b>	<b>241</b>
<b>Розділ 20. Мембранні процеси.....</b>	<b>242</b>
20.1. Принцип мембранного розділення. Основні параметри процесу.....	242
20.2. Характеристика мембран.....	245
20.2.1. Одержання полімерних мембран.....	246
20.2.2 Мембрани з ізотропною структурою.....	247
20.2.3. Мембрани з жорсткою структурою.....	248
20.3. Фізико-хімічні основи мембранних процесів.....	248
20.4. Баромембранні процеси.....	250
20.4.1. Процеси мікро-, ультра- і нанофільтрування.....	252
20.4.2. Зворотний осмос.....	253
20.4.3. Чинники, що впливають на баромембранні процеси.....	260
20.4.4. Апарати для баромембранних процесів.....	261
20.4.5. Схеми баромембранних процесів.....	265
20.5. Діаліз.....	266

20.6. Електродіаліз.....	267
20.7. Випаровування через мембрану.....	268
20.8. Мембранне газорозділення.....	269
20.8.1. Дифузія газів через пористі мембрани.....	270
20.8.2. Дифузія газів через суцільні мембрани.....	274
<b>Питання для обговорення.....</b>	<b>275</b>
<b>Розділ 21. Хімічні процеси очищення середовищ.....</b>	<b>276</b>
21.1. Хімічна рівновага.....	276
21.2. Кінетичні закономірності хімічних процесів очищення.....	279
21.3. Кінетика гомогенних реакцій у закритих системах.....	282
21.3.1. Необоротна реакція першого порядку.....	282
21.3.2. Необоротна реакція другого порядку.....	283
21.3.3. Оборотна реакція першого порядку.....	285
21.3.4. Оборотна реакція другого порядку.....	286
21.3.5. Послідовні необоротні реакції першого порядку.....	287
21.3.6. Паралельні необоротні реакції першого порядку.....	289
21.4. Залежність швидкості реакції від температури.....	291
21.5. Ланцюгові реакції.....	294
21.6. Кінетика каталітичних реакцій.....	295
21.7. Хімічні реактори.....	299
21.7.1. Реактор ідеального перемішування.....	299
21.7.2. Реактори ідеального витіснення.....	300
<b>Питання для обговорення.....</b>	<b>302</b>
<b>Розділ 22. Біологічні методи очищення.....</b>	<b>303</b>
22.1. Загальні положення.....	303
22.2. Обмін речовин та перетворення енергії на клітинному рівні.....	304
22.3. Рівновага та кінетика біохімічних процесів.....	307
22.4. Ріст біомаси.....	311
22.5. Анаеробні процеси біохімічної деградації.....	314
22.6. Чинники, що впливають на ефективність біохімічних процесів.....	315
22.7. Апарати для біологічного очищення.....	317
22.8. Біологічне очищення газів.....	320
<b>Питання для обговорення.....</b>	<b>322</b>
<b>Розділ 23. Механічні процеси природоохоронних технологій.....</b>	<b>323</b>
23.1. Подрібнення твердих матеріалів.....	323
23.1.1. Методи подрібнення.....	323
23.1.2. Характеристики якості подрібнення. Теорія подрібнення.....	325
23.1.3. Класифікація машин для подрібнення. Принцип конструкції.....	328
23.2. Машини для сортування матеріалів (грохочення, сепарація, класифікація).....	331
23.2.1. Ситовий аналіз матеріалів. Способи сортування.....	332
23.2.2. Обладнання для механічного сортування (грохоти).....	334
23.2.2.1. Решітки та сита.....	334
23.2.2.2. Гідромеханічні класифікатори.....	337
<b>Питання для обговорення.....</b>	<b>339</b>
<b>Список літератури.....</b>	<b>340</b>