

ЗМІСТ

Передмова	7
Розділ 1. Загальна характеристика гідрометалургійних процесів	9
1.1. Зміст гідрометалургійного процесу.....	9
1.2. Головні стадії гідрометалургійних процесів та їх стисла характеристика.....	10
Запитання для самоконтролю	14
Розділ 2. Підготовлення металовмісної сировини до перероблення	15
2.1. Механічне підготовлення сировини.....	15
2.1.1. Кількісні показники збагачування.....	18
2.1.2. Традиційні методи збагачення сировини.....	20
2.1.3. Спеціальні методи збагачення сировини	35
2.2. Зміна хімічного складу сировини.....	46
Запитання для самоконтролю	51
Розділ 3. Процеси вилуговування	53
3.1. Суть методу	53
3.2. Термодинаміка вилуговування	53
3.2.1. Термодинаміка простого розчинення.....	54
3.2.2. Термодинаміка вилуговування, що відбувається внаслідок хімічної взаємодії (хімічне вилуговування)	60
3.3. Кінетика вилуговування	73
3.3.1. Стадії вилуговування як гетерогенного процесу	73
3.3.2. Швидкість вилуговування як гетерогенного процесу за участю твердої та рідкої фаз	76
3.3.3. Кінетичні моделі процесів вилуговування	77
3.3.4. Вилуговування за участю газофазного реагенту	89
3.4. Середовища, які використовують у процесах вилуговування.....	92
3.4.1. Вода у процесах вилуговування.....	92
3.4.2. Реагенти для хімічного вилуговування.....	93
3.4.2.1. Застосування кислот для вилуговування.....	93
3.4.2.2. Застосування лугів у процесах вилуговування.....	95

3.4.2.3. Застосування розчинів солей у процесах вилуговування	96
3.4.3. <i>Бактеріальне вилуговування</i>	98
3.4.3.1. Мікроорганізми та їх застосування у гідрометалургії	98
3.4.3.2. Біосорбенти на основі біомаси мікроорганізмів	103
3.4.3.3. Амальгамне вилуговування	105
3.5. Приклади вилуговування металів із сировини різного хімічного складу	105
3.5.1. Вилуговування алюмінію із бокситових руд	106
3.5.2. Вилуговування міді із куприту	107
3.5.3. Вилуговування молібдену із його оксидів розчинами аміаку	108
3.5.4. Вилуговування оксидів урану із уранових руд	109
3.5.5. Вилуговування вольфраму із шесліту	111
3.5.6. Вилуговування сульфідів у присутності кисню	112
3.6. Промислові методи вилуговування	114
3.6.1. Вилуговування підземне	114
3.6.2. Купчасте вилуговування	117
3.6.3. Чанове вилуговування	119
3.6.4. Агітаційне вилуговування	120
Запитання для самоконтролю	128

Розділ 4. Концентрування розчинів вилуговування..... 130

4.1. Процеси йонного обміну в гідрометалургії	131
4.1.1. Загальні відомості, зміст методу	131
4.1.2. Характеристика іонітів	132
4.1.3. Класифікація іонітів	133
4.1.4. Кінетика йонного обміну	136
4.1.5. Динаміка йонного обміну в нерухомому шарі	137
4.1.6. Регенерація іонітів – концентрування розчинів	139
4.1.7. Обладнання для здійснення іонообмінних процесів	141
4.2. Процеси рідинної екстракції у гідрометалургії	144
4.2.1. Суть методу та сфери його застосування	144
4.2.2. Класифікація екстрагентів та види екстракції	150

4.2.2.1. Екстракція нейтральними екстрагентами	151
4.2.2.2. Аніонообмінна екстракція	156
4.2.2.3. Катіонообмінна екстракція	157
4.2.3. Основні промислові способи здійснення екстракції.....	159
4.2.4. Реекстракція.....	164
4.3. Мембранні процеси у гідрометалургії	165
Питання для самоконтролю	167

Розділ 5. Одержання металів та їх сполук із водних розчинів.....

5.1. Одержання металів цементациєю.....	169
5.1.1. Зміст методу цементациї та сфери її застосування	169
5.1.2. Термодинамічні засади процесу цементациї.....	171
5.1.3. Механізм цементациї	173
5.1.4. Періоди процесу цементациї	178
5.1.5. Вплив різних чинників на перебіг цементациї	181
5.1.5.1. Вплив природи металу-цементатора	182
5.1.5.2. Вплив складу металу-цементатора	184
5.1.5.3. Вплив мети здійснення цементациї на вибір металу-цементатора.....	185
5.1.5.4. Вплив стану поверхні металу-цементатора	186
5.1.5.5. Вплив складу розчину вилуговування	189
5.1.5.6. Вплив концентрації йонів металу, який цементують	189
5.1.5.7. Вплив індиферентних йонів	190
5.1.5.8. Вплив значення <i>pH</i> електроліту.....	191
5.1.5.9. Вплив поверхнево-активних речовин	193
5.1.5.10. Вплив розчинених газів	194
5.1.5.11. Вплив температури	195
5.1.6. Синтез наноструктур та модифікація поверхні методом цементациї (гальванічного заміщення)	197
5.1.7. Обладнання для здійснення цементациї	199
5.2. Виділення металів та їх оксидів із розчинів електролітів відновленням газами.....	206
5.2.1. Осадження металів та їх оксидів воднем.....	207
5.2.2. Осадження металів вуглецю (II) оксидом	218

5.2.3. <i>Осадження металів сірки (IV) оксидом</i>	220
5.2.4. <i>Обладнання для одержання металів відновленням газами</i>	222
5.3. Реагентне осадження металів у вигляді малорозчинних сполук	223
5.3.1. <i>Теоретичні основи процесу</i>	223
5.3.2. <i>Осадження гідроксидів металів із розчинів</i>	230
5.3.3. <i>Осадження металів у вигляді малорозчинних сульфідів</i>	235
5.3.4. <i>Термічне осадження металів із водних розчинів</i>	239
5.3.5. <i>Обладнання для реагентного осадження металів у вигляді малорозчинних сполук</i>	241
Запитання для самоперевірки	242
Розділ 6. Інтенсифікація гідрометалургійних процесів	243
Запитання для самоконтролю	258
Розділ 7. Приклади реалізації типових гідрометалургійних технологій	260
7.1. <i>Технологія комплексного перероблення мідно-нікелевих руд</i>	260
7.2. <i>Перероблення уранової руди</i>	262
7.3. <i>Біологічне вилуговування золота</i>	265
7.4. <i>Отримання золота, срібла та металів платинової групи із концентратів</i>	267
7.5. <i>Перероблення анодних шламів (ІНКО-процес)</i>	269
7.6. <i>Перероблення мідно-нікелевого фاینштейну (MRR-процес)</i>	270
Список літератури	273
Предметний покажчик	274