

ЗМІСТ

Вступ	7
Розділ 1. Загальна характеристика адсорбційних процесів. Адсорбенти та адсорбати	11
1.1. Термінологічне визначення основних понять сорбції на твердих сорбентах.....	11
1.2. Концептуальна схема досліджень.....	13
1.3. Природні, модифіковані та синтетичні цеоліти. Природа активних центрів та кристалохімічна будова поверхні цеоліту	15
1.4. Синтез сорбентів зі штучних силікатів та алюмосилікатів	19
1.5. Структуро-хімічні засади сорбційної ємності цеолітів	19
1.6. Закономірності адсорбції дисоційованих молекул компонентів стічних вод на поверхні цеолітів	23
1.6.1. Адсорбція органічних та неорганічних катіонів стічних вод.....	23
1.6.2. Адсорбція компонентів стічних вод у аніонній формі.....	25
1.6.3. Адсорбція недисоційованих сполук у молекулярній формі	27
1.6.4. Селективність адсорбції та спорідненість до адсорбенту.....	28
1.6.5. Обмінна адсорбція. Іонообмінники	30
1.6.6. Хроматографія	31
1.6.7. Багатокомпонентна адсорбція	32
1.6.8. Адсорбція за участю синтетичних сорбентів.....	34
Розділ 2. Термодинаміка адсорбційних процесів на природному цеоліті.....	39
2.1. Термодинаміка процесу адсорбції іонів амонію на поверхні цеоліту.....	39
2.2. Термодинамічний розрахунок адсорбційної системи $Al_2O_3 - NH_4Cl - H_2O$	42
2.3. Термодинамічний розрахунок адсорбції ортофосфорної кислоти на поверхні цеоліту	46
Розділ 3. Закономірності статички сорбції в однокомпонентних системах адсорбтиву	47
3.1. Загальні положення термодинамічної рівноваги адсорбції.....	47
3.2. Моделювання адсорбційної рівноваги	48
Розділ 4. Експериментальні дослідження статички адсорбції катіонів на природних та синтетичних сорбентах.....	56
4.1. Сорбція сполук амонію у статичних умовах на кліноптилоліті Сокирницького родовища	56
4.2. Механізми адсорбції сполук амонію у статичних умовах на синтетичних мінеральних сорбентах, які становлять основу цеоліту	60

4.3. Адсорбція іонів Cu(II) із водних розчинів природним кліноптилолітом у статичних умовах	64
4.4. Адсорбція (Pb(II), Zn(II), Cr(III) із водних розчинів природним цеолітом	69
4.4.1. Адсорбція іонів Pb ²⁺ із водних розчинів природним цеолітом	70
4.4.2. Адсорбція іонів Zn(II) із водних розчинів природним цеолітом.....	71
4.4.3. Дослідження адсорбції Cr(III) у статичних умовах із водних розчинів.....	73
Розділ 5. Статика адсорбції компонентів за участі аніонних складових природним цеолітом	75
5.1. Адсорбція аніонів Cr(VI) із водних розчинів природним цеолітом у статичних умовах	75
5.2. Дослідження сорбційної взаємодії у результаті адсорбційної взаємодії фторид-іона	78
5.3. Дослідження адсорбційної ємності цеоліту щодо фосфатів (фосфат-аніонів) у статичних умовах	83
5.3.1. Розрахунок параметрів рівняння статички мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.....	86
5.3.2. Розрахунок параметрів рівняння адсорбції згідно із теорією Фрейндліха	87
5.4. Зміна рН середовища до і після адсорбції фосфат-іонів.....	89
Розділ 6. Статичні закономірності адсорбції органічних сполук	95
6.1. Дослідження адсорбції α -оксипропіонової кислоти в статичних умовах	95
6.2. Експериментальні дослідження зміни рН розчинів α -оксипропіонової кислоти після адсорбції у статичних умовах	99
6.3. Дослідження адсорбції поверхнево-активних речовин у статичних умовах	101
6.4. Експериментальне дослідження сорбції натрію додецилсульфату (лаурилсульфату) цеолітами за поверхневим натягом.....	102
6.5. Дослідження статичної активності цеоліту щодо альбуміну	106
Розділ 7. Статичні закономірності сорбції у багатокомпонентних системах	108
7.1. Паралельна адсорбція	108
7.1.1. Рівновага сорбції амонію, фосфатів та альбуміну природним цеолітом із багатокомпонентних розчинів	108
7.1.2. Дослідження рівноваги одночасної сорбції іонів Cu ²⁺ та хрому Cr ⁶⁺ з бінарних розчинів	110
7.1.3. Дослідження рівноваги одночасної сорбції катіонів Cu ²⁺ та хрому Cr ³⁺ природним сорбентом	113
7.1.4. Дослідження рівноваги одночасної сорбції катіонів Pb(II) та Zn(II)	118
7.2. Послідовна адсорбція.....	121
7.2.1. Адсорбція Cu(II) цеолітом, насиченим фосфатами	121

7.2.2. Адсорбція двокомпонентного розчину Cu(II) та Cr(III) цеолітами, насиченими NaOH та H ₃ PO ₄	124
--	-----

Розділ 8. Статичні закономірності адсорбції на сорбентах, синтезованих на основі золи виносу тес.....	129
--	------------

8.1. Одержання синтетичних сорбентів	129
8.1.1. Гідротермічний метод.....	129
8.1.2. Двоступеневий метод одержання синтетичних цеолітів	129
8.2. Характеристики синтетичного цеоліту на основі золи виносу Добротвірської ДРЕС.....	130
8.3. Адсорбція іонів амонію синтетичними цеолітами в статичних умовах.....	132
8.4. Адсорбційне видалення фосфат-іонів зі стічних вод із використанням синтезованих цеолітів	134
8.5. Сорбція нафтопродуктів на синтезованих цеолітах.....	137

Розділ 9. Кінетичні закономірності адсорбції у системі адсорбент – рідка фаза ...	140
--	------------

9.1. Закономірності кінетики сорбції із розчинів природним цеолітом	140
9.1.1. Механізм процесу сорбції.....	140
9.1.2. Визначення рушійної сили адсорбції для зовнішньодифузійної області..	143
9.1.3. Особливості визначення рушійної сили зовнішньодифузійної кінетики адсорбції та порівняння її із іншими масообмінними процесами з твердою фазою	145
9.1.4. Визначення рушійної сили адсорбції для зовнішньодифузійної області..	147
9.2. Експериментальне дослідження кінетики адсорбції окремих компонентів та визначення параметрів зовнішньодифузійної стадії	150
9.2.1. Експериментальне дослідження зовнішньодифузійної кінетики адсорбції іонів амонію	151
9.2.2. Експериментальне дослідження кінетики сорбції іонів міді Cu ²⁺ природним цеолітом.....	153
9.2.3. Закономірності кінетики сорбції α-оксипропіонової кислоти в умовах механічного перемішування.....	157
9.2.4. Аналіз зовнішньодифузійної стадії процесу сорбції α-оксипропіонової кислоти кліноптилолітом.....	159
9.2.5. Експериментальні дослідження кінетики зовнішньодифузійної стадії сорбції альбуміну.....	162
9.3. Теоретичні закономірності внутрішньодифузійної області	164
9.3.1. Закономірності внутрішньодифузійної сорбції α-оксипропіонової кислоти	168
9.3.2. Внутрішньодифузійний процес сорбції іонів амонію на природному цеоліті	172

9.3.3. Внутрішньодифузійний процес сорбції іонів міді Cu^{2+} на природному цеоліті.....	173
9.3.4. Внутрішньодифузійна кінетика сорбції білка (альбуміну) природним цеолітом.....	175
9.3.5. Експериментальне дослідження кінетики адсорбції P_2O_5 у присутності іонів амонію.....	176
9.3.6. Експериментальне дослідження кінетики адсорбції NH_4^+ у присутності фосфатів.....	178
Розділ 10. Динаміка адсорбції на природних сорбентах.....	180
10.1. Теоретичний аналіз динаміки адсорбції.....	180
10.2. Експериментальні дослідження сорбції α -оксипропіонової кислоти в апараті колонного типу із нерухомим шаром сорбенту.....	181
10.3. Математична модель динаміки адсорбції в нерухомому шарі сорбенту.....	183
10.4. Динаміка процесу сорбції іонів міді Cu^{2+} та хрому із однокомпонентних розчинів та їх математичний опис.....	186
10.5. Динаміка сумісної конкурентної адсорбції іонів Cu^{2+} та Cr^{3+} в адсорбційній колоні із нерухомим шаром сорбенту за їх одночасної наявності в розчині.....	192
Список літератури.....	201