

## ДОСЛІДЖЕННЯ СОРБЦІЙНОГО ВИЛУЧЕННЯ ІОНІВ КУПРУМУ (II) З ВОДИ ГЛИНАМИ ЧЕРКАСЬКОГО РОДОВИЩА

*Досліджено процеси сорбційного очищення стічної води від іонів купруму (II). Експериментально досліджено процес адсорбції іонів купруму з стічних вод природними мінеральними сорбентами в статичних умовах. Встановлена залежність між кількістю адсорбенту та залишковою концентрацією іонів купруму в стоках.*

*Ключові слова: сорбційне очищення води, глинисті сорбенти.*

*Sorptive processes of water purification from pollution of cuprum (III) ions were investigated in this research. The absorption process of cuprum ions from drain water by mean of natural mineral sorbent (in static condition) was investigated. The dependence between the absorbent quantity and residual concentration of cuprum ions in the gutter was established.*

*Keywords: water sorption, clay sorbents.*

**Постановка проблеми.** Присутність у воді іонів важких металів, таких як мідь, свинець, залізо, нікель, цинк, є серйозною проблемою для навколишнього середовища через їх високу токсичність, а також через нездатність розкладу їх мікроорганізмами. Основними джерелами забруднення водних ресурсів такими металами є підприємства чорної і кольорової металургії, машинобудування.

Забруднення стічних та поверхневих вод іонами важких металів залишається серйозною екологічною проблемою, яка не має на сьогоднішній день достатньо ефективного вирішення.

У природі існують безпечні можливості очищення води з вирівнюванням у ній сольового балансу в процесі проходження води через наземні та підземні горизонти мінералів, що мають значну адсорбційну ємність щодо іонів важких металів (глини, алюмосилікати, цеоліти тощо). Природою створенні безпечні методи очищення води, що полягають в адсорбції антропогенних забруднювачів в процесі проходження води через горизонти мінералів (глин, силікатів та алюмосилікатів, цеолітів тощо) і дозволяють зберегти її структуру та мінералізацію. Такий механізм працював та забезпечував рівновагу між геосферами планети протягом усього їхнього існування. Відповідно, його розумне використання повинно лягти в основу найсучасніших технологій очищення водних ресурсів [1, 2].

Додавання глинистих мінералів-адсорбентів в процесі очищення стічних та забруднених природних вод на стадії відстоювання не тільки дозволить позбавитись небезпечних антропогенних забруднюючих домішок шляхом адсорбції без хімічних реактивів, а й покращити структуру та мінералізацію води [3]. Загально відомий інтерес науковців до адсорбційних та іонообмінних властивостей бентонітових глин. Перевагами застосування цих адсорбційних матеріалів є наступні:

1. Природні сорбенти широко розповсюджені в Україні.
2. Природні сорбенти є доступним, недорогим матеріалом.
3. Адсорбційні технології з використанням природних дисперсних сорбентів забезпечують високий ступінь очищення.
4. Відпрацьований природний адсорбент необхідно утилізувати шляхом застосування в технологіях отримання інших продуктів, він не потребує регенерації.

Адсорбційні властивості глин Дашуківського родовища та можливості їх практичного використання досліджено ще недостатньо, особливо для очищення води у промислових масштабах.

Тому проблема ефективного вилучення іонів важких металів з природних водойм залишається важливою і потребує пошуку та застосування речовин, які б володіли адсорбційними властивостями щодо іонів металів.

Робота присвячена розробленню наукових основ технології очищення стічних вод різних промислових виробництв від іонів купруму (II) шляхом адсорбції цих забруднювачів глинами 2 та 3 горизонту палигорськіту Черкаського родовища у статичних умовах.

Мінеральний склад продуктивної товщі глин Черкаського родовища, який використовувався для експериментів, наступний: другий горизонт представлений, в основному, монтморилонітом (70– 95 %) та домішками високодисперсних кальциту та кварцу; третій горизонт утворений палигорськітом (85– 97 %) та домішками кальциту, кварцу, гідроксидів марганцю [1].

**Результати досліджень.** Експериментальна частина роботи полягала у визначенні залишкової концентрації іонів купруму (II) у пробах зі стічною водою в статичних умовах, а саме: в процесі поглинання іонів важкого металу різних концентрацій однакоvim шаром адсорбенту і в процесі поглинання однакових концентрацій іонів купруму (II) різними за товщиною шарами адсорбенту.

Для проведення експерименту використовували вихідні розчини купрум (II) сульфату, які готували шляхом розчинення у дистильованій воді відповідних наважок марки “х. ч.”. Точне значення концентрації іонів металу в таких розчинах встановлювали йодометричним методом. Концентрація вихідних розчинів купрум (II) сульфату становила 1г/л.

Повноту вилучення бентонітовою глиною іонів купруму досліджували в статичному режимі, щоб

зрозуміти можливості використання цього природного адсорбенту для очищення води на стадії відстоювання. Для цього різні наважки бентонітової глини (10 г, 20 г, 30 г, 40 г, 40 г) поміщали в конічні колби, що містили 100 мл розчину купрум (II) сульфату з концентрацією 1г/л, і залишали на 1, 2 та 24 год (табл. 1).

Як свідчать результати експерименту, незалежно від кількості адсорбенту максимальне поглинання досягається за 24 години. Для великих кількостей адсорбенту (30– 50 г) максимальне поглинання відбувається впродовж першої години; для менших кількостях адсорбенту (до 20 г включно) процес адсорбції проходить більш рівномірно за часом. Причому залежність між кількістю адсорбенту і залишковою концентрацією іонів важкого металу у стоках прямо пропорційна: чим більша кількість адсорбенту, тим швидше відбувається поглинання іонів міді. Це можна пояснити тим, що зі збільшенням маси дозованого сорбенту зростає площа поверхні контакту між частинками глини й іонами купруму (II), а отже зростає кількість поглинених іонів важкого металу. Для бентонітових глин 2 горизонту аналогічна залежність зберігається.

Також було визначено залишкову концентрацію іонів купруму (II) від різної концентрації вихідних розчинів за сталої кількості сорбенту. На рисунку 1 представлені залежності у випадку використання сорбенту бентонітової глини другого горизонту.

Як свідчать результати експерименту, незалежно від часу, максимальне поглинання досягається при найменшій концентрації іонів купруму (II) у вихідних розчинах (250 мг/л) і ступінь вилучення іонів купруму (II) становить 98,47 %.

Таблиця 1

### Значення залишкової концентрації та ступенів адсорбції іонів купруму (II) залежно від товщини шару сорбенту

(Умови досліді: початкова концентрація іонів купруму (II) у розчині – 1000 мг/л, температура – 18°C)

	наважка сорбенту, г									
	10		20		30		40		50	
Бентонітова глина другого продуктивного шару, прошарок II-3										
Час, год	$C_{Cu^{2+}}$ , мг/л	$\epsilon$ , %	$C_{Cu^{2+}}$ , мг/л	$\epsilon$ , %	$C_{Cu^{2+}}$ , мг/л	$\epsilon$ , %	$C_{Cu^{2+}}$ , мг/л	$\epsilon$ , %	$C_{Cu^{2+}}$ , мг/л	$\epsilon$ , %
1	737,18	26,28	699,05	30,10	622,79	37,73	432,14	56,79	368,59	63,14
2	686,34	31,37	635,5	36,45	546,53	45,35	381,3	61,87	292,33	70,77
24	584,66	41,53	444,85	55,52	381,3	61,87	266,91	73,91	203,36	79,66
Бентонітова глина другого продуктивного шару, прошарок II-6										
1	711,76	28,82	648,21	35,18	571,95	42,81	457,56	54,24	317,75	68,23
2	635,5	36,45	584,66	41,53	508,4	49,16	394,01	60,60	254,2	74,58
24	457,56	54,24	368,59	63,14	279,62	72,01	228,78	77,27	152,52	84,75
Бентонітова глина третього продуктивного шару										
1	762,6	23,74	711,76	28,82	635,5	36,45	571,95	42,81	508,4	49,16
2	686,34	31,57	648,21	35,18	533,82	46,62	470,27	52,97	381,3	61,87
24	495,69	50,43	419,43	58,06	317,75	68,23	292,33	70,77	254,2	74,58

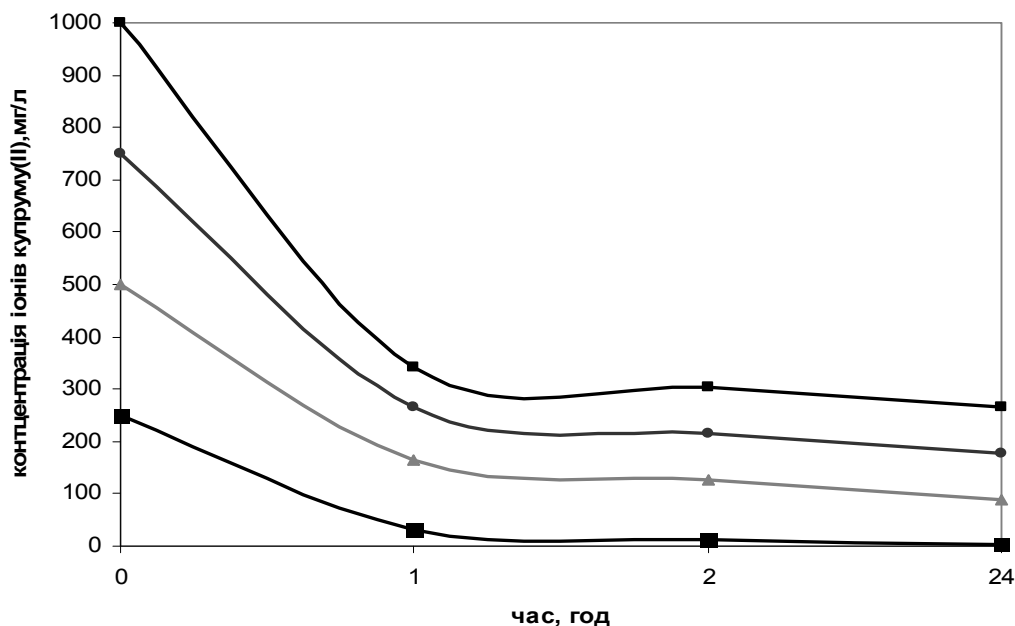


Рис. 1. Зміна залишкової концентрації іонів купруму (II) у пробах від початкової концентрації вихідного розчину (маса сорбенту 10 г, об'єм кожного розчину 50 мл)

Далі було визначено залишкову концентрацію та ступінь адсорбції іонів купруму (II) у випадку, якщо на однакових шарах адсорбенту (бентонітова глина другого продуктивного шару, прошарок П-3, 10 г) поглинається стічна вода з однаковою концентрацією іонів важких металів (1000 мг/л) при температурах 18<sup>0</sup>С, 40<sup>0</sup>С та 60<sup>0</sup>С в статичних умовах. За наведеними вище формулами було обраховано числові значення концентрацій і ступені адсорбції. Результати обрахунків наведені в табл. 2.

На підставі наведених нижче даних можна вважати оптимальною температурою стічних вод температуру від 18<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С, оскільки за таких температур максимальне поглинання відбувається впродовж першої години. За температури нижче 18<sup>0</sup>С або вище 60<sup>0</sup>С, процес адсорбції відбуватиметься повільніше і нерівномірно.

Таблиця 2

**Значення залишкової концентрації та ступеня адсорбції іонів купруму (II)  
залежно від температури на бентонітовій глині другого продуктивного шару прошарку П-3**

	Температура t, <sup>0</sup> С					
	18		40		60	
Час, год	C <sub>Cu<sup>2+</sup></sub> , мг/л	ε, %	C <sub>Cu<sup>2+</sup></sub> , мг/л	ε, %	C <sub>Cu<sup>2+</sup></sub> , мг/л	ε, %
0,5	711,76	28,82	686,34	31,37	584,66	41,53
1	737,18	26,28	559,24	44,08	508,40	49,16

(Умови досліджу: маса сорбенту – 10 г, початкова концентрація іонів купруму (II) у розчині – 1000 мг/л)

Будь-який технологічний процес може протікати лише в певному технологічному режимі, який визначається сукупністю основних параметрів [4]. Вони впливають на швидкість процесу, вихід і якість готового продукту та інші показники. Кожному технологічному процесу властиві свої параметри. Для хіміко-технологічних процесів це температура, тиск, концентрація реагуючих речовин, каталізатор і його активність, спосіб і ступінь перемішування реагентів та ін. Проведені дослідження дозволяють встановити оптимальну кількість дозованого сорбенту, умови його дозування та температурний режим процесу.

**Висновки.** Перспективність та ефективність застосування природних мінеральних сорбентів, зокрема бентоніту, для очищення стічних вод підтверджується його перевагами перед іншими сорбентами, а саме: вони виграють у доступності, собівартості, в можливості регенерації та багаторазового використання. Проведені дослідження підтвердили доцільність застосування бентонітової глини різних шарів для очищення стічних вод від іонів купруму (II).

Залежність ступеня адсорбції від кількості адсорбенту прямо пропорційна, тобто чим більше адсорбенту, тим швидше поглинаються іони купруму (II) зі стічних вод. Експериментально доведено, що поглинання іонів купруму глинами Черкаського родовища залежить від природи сорбенту і його кількості: зі збільшенням товщини шару глини кількість поглинених іонів важких металів зростає.

За тривалості процесу 24 год максимальне поглинання іонів важких металів досягається за найменшої концентрації (250 мг/л) і ступінь вилучення іонів купруму (II) становить 98,47 %.

Встановлений температурний інтервал від 18<sup>0</sup>С до 60<sup>0</sup>С можна вважати оптимальним для проходження процесу адсорбції іонів купруму (II) зі стічних вод на бентонітових глинах.

### Література

1. Когановский А.М. Адсорбция и ионный обмен в процессах водоподготовки и очистки сточных вод / Александр Маркович Когановский. – К. : Наук. думка, 1983. – 239 с.
2. Запольський А. К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод / Анатолій Кирилович Запольський. – К. : Ліра, 2000. – 552 с.
3. Яновська Е. С. Наукові основи безвідходної технології доочищення промислових стічних вод від сумішей іонів важких металів / Е. С. Яновська, І. В. Затовський, М. С. Слободяник // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 5. – С. 50–54.
4. Петрусь Р. Технології очищення стоків із застосуванням природних дисперсних сорбентів / Р. Петрусь, М. Мальований, Й. Варчол, З. Одноріг, І. Петрушка, Г. Леськів // Хімічна промисловість України. – 2003. – № 2 (55). – С. 20–22.

Надійшла 12.1.2013 р.  
Рецензент: д.т.н. Крикливий Д.І.