

М.СТ. МАЛЬОВАНІЙ

Національний університет «Львівська політехніка»

Г.В. САКАЛОВА

Вінницький державний педагогічний університет

Н.Ю. ЧОРНОМАЗ

Тернопільський національний технічний університет ім. І. Пулюя

ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕТИКИ ОСАДЖЕННЯ ПРИРОДНИХ СОРБЕНТІВ У ВОДІ ПІСЛЯ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ПИТНОЇ ВОДИ ВІД ІОНІВ АМОНІЮ

Досліджено процеси сорбційного очищення води від амонійного забруднення. Охарактеризовано сорбційну здатність природного палигорськіту. На підставі проведених досліджень встановлена можливість вилучення відпрацьованого сорбенту із води.

Ключові слова: амонійне забруднення, палигорськіт, адсорбція.

Sorptive processes of water purification from ammonia pollution were investigated in this research. The sorption capacity of natural paligorskite were characterized. On the basis of these studies established the possibility of removing the spent sorbent with water.

Keywords: ammonia pollution, paligorskite, sorption.

Постановка проблеми. Аналіз і порівняння з техніко-економічної точки зору відомих методів вилучення амонійного азоту з водних розчинів (віддування вільного аміаку, хлорування, озонування, переведення амонійного азоту до молекулярного азоту N_2 біологічним способом, видалення амонійного азоту методом іонного обміну) дозволяє констатувати, що одним із найефективніших є метод іонного обміну з використанням природних дисперсних сорбентів [2]. Очищення водних розчинів за допомогою дисперсних сорбентів відповідає багатьом вимогам екологічно чистого та енергоощадного виробництва, що базується на принципі безвідходності. Потужні геологічні запаси, дешеве видобування породи, проста підготовка до транспортування та використання, можливість використання відпрацьованих сорбентів в інших технологіях (завдяки чому відпадає потреба у дороговартісній регенерації) — основні переваги використання природних сорбентів [4,5].

Метою роботи є дослідження процесу адсорбції іонів амонію із питної води на природному дисперсному сорбенті палигорськіті, та осадження природних сорбентів у воді з метою вибору оптимальний метод відділення відпрацьованого сорбенту

Матеріал та результати досліджень. Для проведення оцінки кількості адсорбованої речовини та встановлення механізму сорбції іонів амонію різними типами водорозчинних солей проводились дослідження за такою методикою: приготувавши заздалегідь розчин амонійної солі заливався у герметичну ємність, куди досипався досліджуваній сорбент. Суміш періодично перемішувалась механічним способом. Час настоювання вибирався завідомо достатньо великим з тим, щоб гарантовано досягався стан рівноваги. Після закінчення часу настоювання відбиралась проба, яка аналізувалась на вміст аніону та катіону амонійної солі. Для досліджень використовувались солі карбонату амонію та хлориду амонію. Значення початкової концентрації солей, яке для кожної серії досліджень було однакове, вказане в табл. 1. Об'єм розчину в кожному досліді складав 150 см^3 , температура — 20°C , маса адсорбенту — 30 г. Час настоювання кожної модельної суміші складав 8 діб. Результати експериментів наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати досліджень процесу сорбції солей амонію природними дисперсними сорбентами

Система		Концентрація, мг/дм ³			
		$(\text{NH}_4)_2(\text{CO}_3)$		NH_4Cl	
		NH_4^+	CO_3^{2-}	NH_4^+	Cl^-
1.	Вихідний розчин	70	115	70	138,7
2.	Кінцевий розчин + палигорськіт	1,15	102,6	1,15	139
3.	Кінцевий розчин + глауконіт	36	96,3	4,6	138,9
4.	Кінцевий розчин + цеоліт	0,54	103,4	відс.	138,9

Як видно із табл. 1, у випадку адсорбції із розчину солей сильних кислот (NH_4Cl), концентрація іону хлору в розчині не змінюється, що, мабуть, пов'язано з практично повною дисоціацією солі у воді і проходженням сорбції за механізмом іонного обміну. Тому очевидно, що в цьому випадку процес відбувається за механізмом хемосорбції (іонного обміну). У випадку ж адсорбції природними сорбентами із розчину солей, утворених слабкими кислотами, як видно із табл. 1, у процесі адсорбції спостерігається і зменшення вмісту іонів CO_3^{2-} в розчині, що може свідчити про часткову фізичну сорбцію недисоційованих молекул сорбентом.

Очищення води від твердих домішок на практиці реалізується методами фільтрування та

осадженням під дією відцентрових сил або сили земного тяжіння. Фільтрування, як стадія підготовки води, була відкинута нами в процесі вибору методу обробки. Осадження в полі відцентрових сил вимагає значних витрат енергії. Тому на нашу думку оптимальним методом відділення відпрацьованого сорбенту є розділення під дією сили тяжіння.

Природні сорбенти володіють розвинутою пористою структурою, що проявляється у значній розбіжності у густині різних частинок. В зв'язку з цим оцінити кінетику процесу найбільш точно можна лише за допомогою експериментальних досліджень. Результати експериментальних досліджень кінетики осадження сорбентів у воді в умовах різного початкового вмісту їх у воді представлені у виді графічних залежностей концентрації сорбенту у воді від часу процесу (рис.1- рис.3). Сорбент, який використовується для очищення води, є полідисперсним матеріалом, що обумовлює характер представлених графічних залежностей.

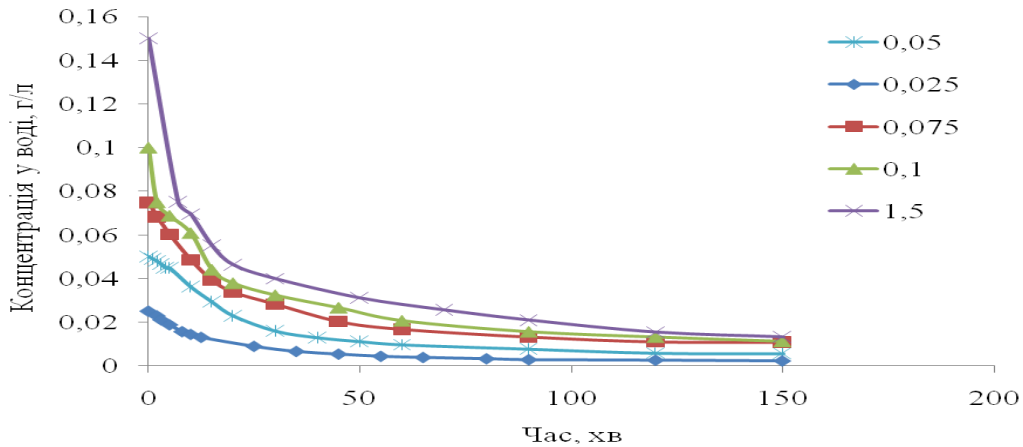


Рис.1. Кінетика осадження глауконіту за різної початкової концентрації сорбенту у воді, г/л.

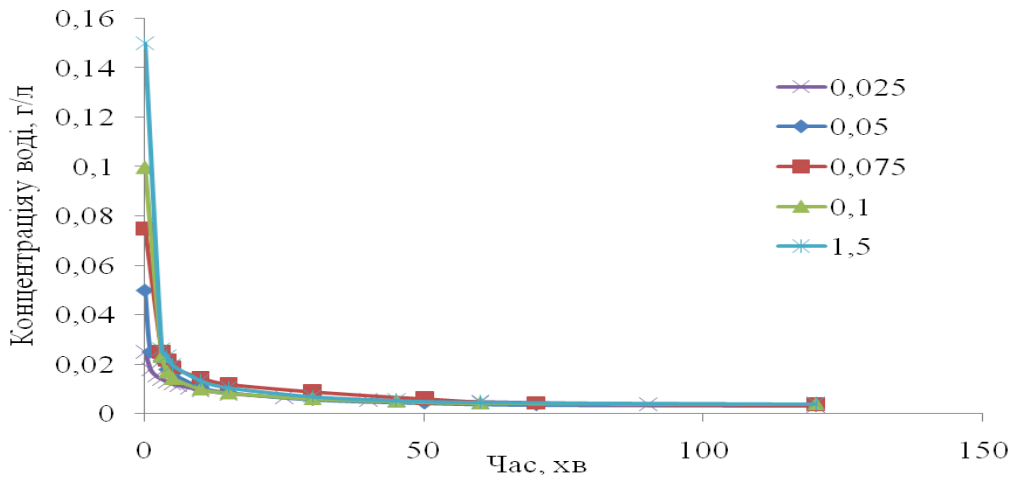


Рис.2. Кінетика осадження палигорськїту за різної початкової концентрації сорбенту у воді, г/л

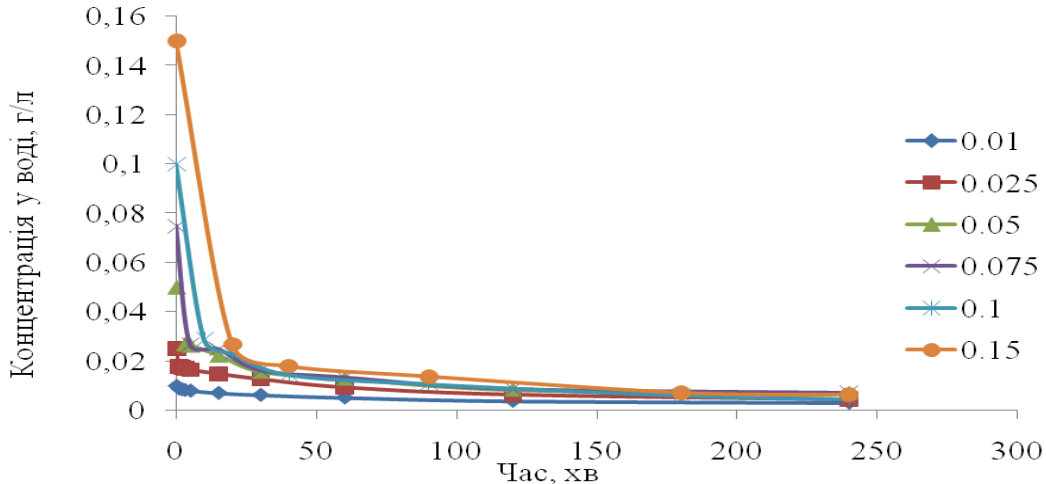


Рис.3. Кінетика осадження целюліту за різної початкової концентрації сорбенту у воді, г/л

В початковий момент часу проходить інтенсивне осадження частинок крупних фракцій. Цей період відповідає стрімкому зниженню концентрації сорбенту у воді. Далі інтенсивність очищення знижується і визначається швидкістю осадження частинок найдрібнішої фракції. Для реалізації практичних задач очищення води від завислих речовин важливим є визначення швидкості осадження частинок сорбенту. У випадку полідисперсної суміші експериментально визначали середню швидкість осадження (u_{cp}) та кількість осаду, що випав (p), а середню швидкість осадження можна визначити за рівнянням:

$$u_{cp} = \frac{p \cdot h}{T}, \quad (1)$$

де h – висота осідання частинок, м;
 T – час осідання, с.

Таблиця 2

Результати розрахунків фіктивної швидкості осадження сорбентів у воді			
Сорбент	p	u_{cp} , м/с	$u_{ф}$, м/с
Глауконіт	0,35	$4,86 \cdot 10^{-5}$	$1,39 \cdot 10^{-4}$
Палигорськіт	0,31	$4,69 \cdot 10^{-5}$	$1,52 \cdot 10^{-4}$
Цеоліт	0,43	$3,41 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$

Як свідчать експериментальні дані, лімітуючою стадією процесу очищення є осідання найдрібніших фракцій, тому оцінку швидкості проводили саме для цього періоду (табл.2).

В технологіях водопідготовки обов'язково є стадія бактеріального її знезараження. Результати багатьох досліджень свідчать про ефективність застосування ультразвуку (УЗ) для знезараження води. Виходячи з цього актуальним стало дослідження впливу ультразвукової обробки води на перебіг процесу седиментації. З цією метою проводили УЗ обробку води після осадження крупних фракцій, коли очищення від завислих частинок набувало лінійної залежності від часу. Тривалість обробки складала 5 хв. Результати експериментальних досліджень представлені на рис. 4 – 6.

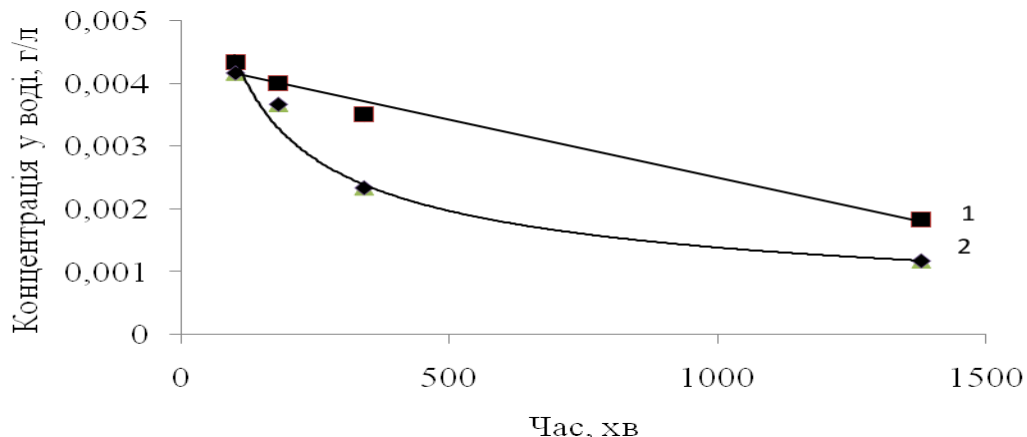


Рис. 4. Порівняння кінетики осадження глауконіту після обробки ультразвуком: 1-контрольний, 2-обробка УЗ

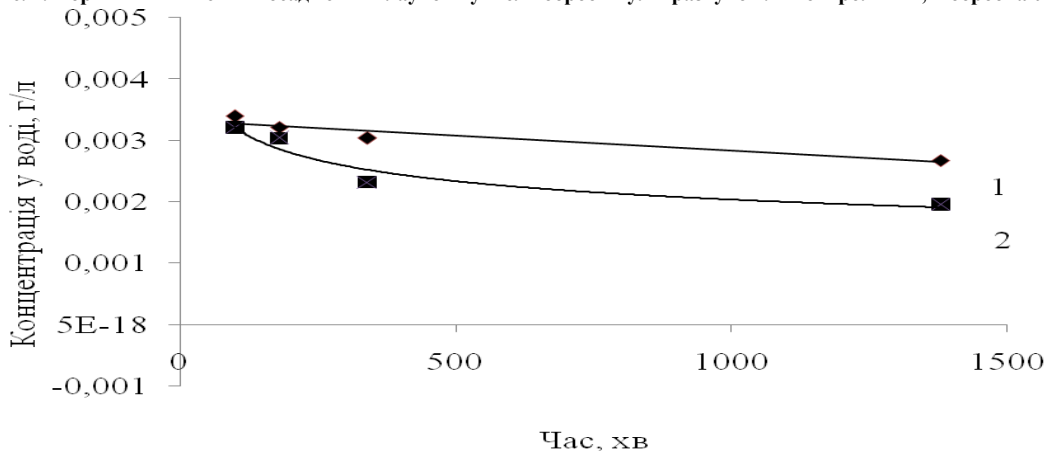


Рис. 5. Порівняння кінетики осадження палигорськіту після обробки ультразвуком: 1-контрольний, 2-обробка УЗ

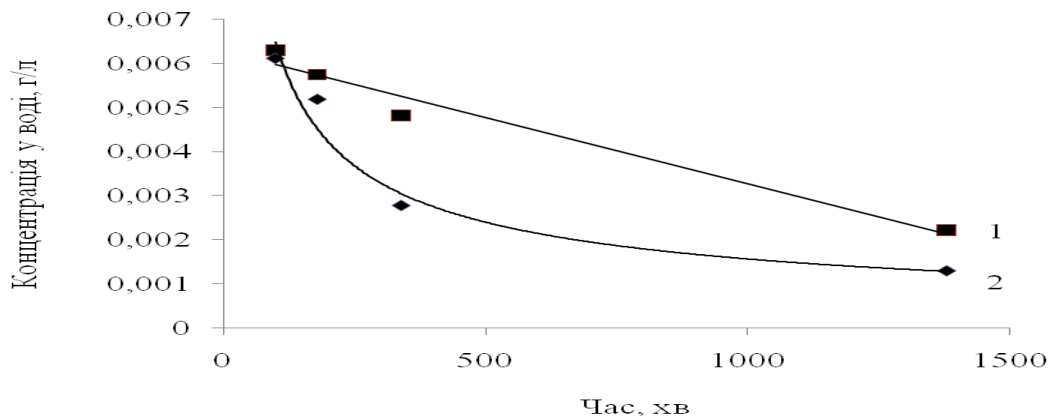


Рис. 6. Порівняння кінетики осадження целіту після обробки ультразвуком: 1-контрольний, 2-обробка УЗ

Порівнюючи кінетику осадження частинок сорбентів у контрольному досліді та після УЗ обробки можна зробити висновок про збільшення швидкості осідання на невеликому проміжку часу безпосередньо після обробки. Далі процес йде таким же чином, як і без УЗ обробки. Отже УЗ знезараження води доцільно суміщати із стадією седиментації, що дозволить інтенсифікувати процес осадження. Тривалість УЗ - обробки визначається бактеріологічними показниками води.

Висновки. На основі аналізу проведених досліджень вибраний оптимальний метод відділення відпрацьованого сорбенту - розділення суспензії очищена питна вода - відпрацьований сорбент під дією сили тяжіння.

Порівняння отриманої експериментально кінетики осадження частинок сорбентів у контрольному досліді та після УЗ обробки дозволяє зробити висновок про прискорення швидкості осідання на невеликому проміжку часу безпосередньо після обробки. Далі процес йде таким же чином, як і без УЗ обробки. Тому застосовувати ультразвук для самостійної інтенсифікації процесів осадження частинок сорбентів у воді є недоцільним через зростання енергетичних затрат.

Література

1. Запольський А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води/ Запольський А.К. — К. : Вища школа, 2005.— 671 с.
2. Очистка сточных вод предприятий химико-фармацевтической промышленности / [Яковлев С.В., Карюхина Т.А., Рыбаков С.А. и др.]. —М. : Стройиздат, 1985. — 250 с.
3. Мочалов И.П. Очистка и обеззараживание сточных вод малонаселенных мест / Мочалов И.П., Родзиллер И.Д., Жук Е.Г. —Л. : Стройиздат, 1991. —160 с.
4. Тарасевич Ю.И. Адсорбция на глинистых минералах / Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д. — К. : Наукова думка, 1975. — 351 с.
5. Стокалюк О. Очищення стічних вод від органічних розчинників з використанням процесів адсорбції на природних дисперсних сорбентах та хроматографії /Стокалюк О., Мальований М., Петрушка І., Стойко О., Одноріг З. // Праці НТШ, т. 1, Косів-2005. - С. 239-243.
6. Петрусь Р. Технології очищення стоків із застосуванням природних дисперсних сорбентів /Петрусь Р., Мальований М., Варчол Й., Одноріг З., Петрушка І., Леськів Г. //Хімічна промисловість України, №2 (55), 2003 – С.20-22.

Надійшла 19.1.2013 р.
Рецензент: д.т.н. Крикливий Д.І.