

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСЕУКРАЇНСЬКА ЕКОЛОГІЧНА ЛІГА

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
“ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА”
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ “ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”



МІНІСТЕРСТВО
ОСВІТИ І НАУКИ
УКРАЇНИ



ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

I Міжнародної науково-практичної конференції
“ПОДОЛАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ ДЛЯ
ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ - 2022”



Полтава, 26 – 27 травня 2022 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСЕУКРАЇНСЬКА ЕКОЛОГІЧНА ЛІГА
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА
ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
AKAKI TSERETELI STATE UNIVERSITY, GEORGIA
UNIVERSITY OF LIFE SCIENCES IN LUBLIN, POLAND
АЗЕРБАЙДЖАНСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ТЕХНОЛОГІЙ
POZNAN POLYTECHNICAL UNIVERSITY, POLAND
INSTITUTE OF MATHEMATICAL SCIENCES, FACULTY OF SCIENCE,
UNIVERSITY OF MALAYA, MALAYSIA
ISLAMIC AZAD UNIVERSITY SCIENCE AND RESEARCH BRANCH, IRAN ISLAMIA
CENTRAL UNIVERSITY, NEW DELHI, INDIA
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ В.Н. КАРАЗІНА
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА
ДЕПАРТАМЕНТ ЕКОЛОГІЇ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ ПОЛТАВСЬКОЇ ОДА
СПІЛЬНЕ ПІДПРИЄМСТВО «ПОЛТАВСЬКА ГАЗОНАФТОВА КОМПАНІЯ»
ЕКОЛОГІЧНА РАДА ПОЛТАВЩИНИ

**І Міжнародна науково-практична конференція
«ПОДОЛАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ТА ЗАГРОЗ ДЛЯ
ДОВКІЛЛЯ В УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ – 2022»**

26 – 27 травня 2022 р.

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

ПОЛТАВА – ЛЬВІВ, 2022 р.

*Твердохліб М. М., к. т. н., Трус І. М., к. т. н., Гомеля М. Д., д. т. н.,
Існюк С. Ю., студентка
Національний технічний університет України «Київський політехнічний
інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ*

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ У ТЕХНОЛОГІЯХ ВОДООЧИЩЕННЯ

Якісне та кількісне виснаження водних ресурсів, як в Україні так і у всьому світі, призводить до проблем з водозабезпеченням якісною водою населення. Вдосконалення технологій водоочищення від більшості забруднювачів має ключове значення, враховуючи їх токсичність у високих концентраціях і здатність акумулюватися в живих організмах. Проблема вилучення Феруму із природних вод, як одного з найрозповсюдженіших забруднювачів залишається не вирішеною. До методів, які найчастіше використовують для очищення води від іонів феруму відносяться: методи іонного обміну [1], аерування та фільтрування [2], каталітичне окислення та електрокоагулювання [3,4]. Однак більшість із перелічених методів мають певні недоліки. При іонному обміні процеси вилучення іонів феруму із води ускладнюються значними концентраціями іонів жорсткості у природних та стічних водах. При цьому, внаслідок гідролізу іонів феруму, десорбція даних іонів із іоніту проходить частково. Це призводить до поступового отруєння катіоніту та до зниження його обмінної здатності. Електрокоагулювання вимагає складного апаратного оформлення та значних енергозатрат. Реагентне видалення сполук феруму із води [5] супроводжується залуженням води та забруднення її реагентами.

В останні роки застосування сорбційних матеріалів показало перспективні та ефективні результати у технологіях очищення питної води та стічних вод промисловості. Перевагами використання адсорбентів у технологіях очищення води є високий ступінь очищення, досить висока ємність, прості способи їх регенерації, що дозволяють їх повторне використання. Проте, більшість із них є дороговартісними, тому актуальним залишається пошук відповідних дешевших аналогів.

Останнім часом увагу дослідників привертають нанотехнології, що володіють безперечними перевагами перед давно існуючими та традиційно застосовуваними матеріалами. Активно досліджуються високодисперсні сорбенти та каталізatori, що містять в своїй будові частки з магнітними властивостями. Такі матеріали мають широкий спектр застосування в різних областях науки та техніки. Підвищений інтерес викликаний присутністю незвичайних фізичних і хімічних властивостей, що пов'язаний із їх розміром та площею активної поверхні. Частинки магнітних матеріалів відкривають

великі перспективи для створення систем, що проявляють підвищену активність в умовах каталітичних реакцій. Одним із оптимальних матеріалів являються наночастинки на основі феритів. Встановлено, що наночастинки магнетиту (Fe_3O_4) виявляють сорбційну активність стосовно солей важких металів, нітратів та нафтопродуктів [6].

Досить перспективними є матеріали на основі nanoцелюлози, які все ширше використовуються в якості біосорбентів для очищення води завдяки своїй великій питомій поверхні, здатності до модифікації, екологічності та простоті отримання. Застосування nanoцелюлози як адсорбенту для очищення води та стоків, область, яка має багатообіцяючий прогрес з точки зору високої адсорбційної здатності [7].

Nanoцелюлоза може адсорбувати великий спектр забруднювачів, включаючи важкі метали, розчинені органічні забруднювачі, барвники та нафту [8].

Дослідження сорбційних властивостей nanoцелюлози при вилученні іонів феруму з водних розчинів було досить ефективним. Для визначення оптимального часу контакту розчину з сорбентом та об'єму сорбенту необхідного для видалення сполук феруму було розраховано ефективність та ємність nanoцелюлози по іонам феруму. Як показано на рис. 1 ступінь вилучення феруму при початкових концентраціях 15-30 мг/дм³ протягом першої години відстоювання сягав не вище 53%, після 4-х годин він становив 85%. При початкових концентраціях 2-10 мг/дм³ протягом першої години відстоювання ступінь вилучення іонів феруму сягав в середньому 80%, а після 4-х годин у всіх випадках склав 100%.

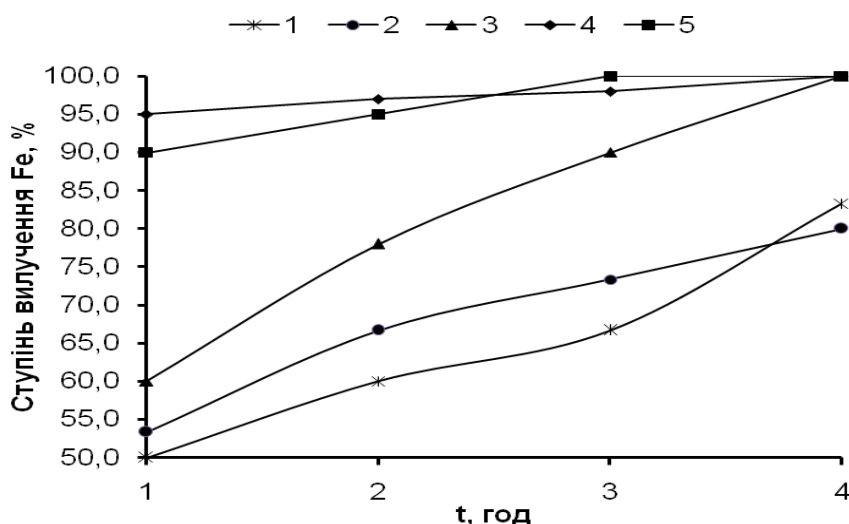


Рис.1. Залежність ступеню вилучення іонів феруму за допомогою nanoцелюлози від часу контакту: 1 – при початкових концентраціях іонів заліза 30,0мг/дм³; 2 – 15,0 мг/дм³; 3 – 10,0 мг/дм³; 4 – 5,0 мг/дм³; 5 – 2,0 мг/дм³

Загалом очевидно, що для вилучення сполук феруму з розчину при більших початкових концентраціях необхідно більший час контакту. Те ж саме спостерігали при зростанні адсорбційної ємності із підвищенням

концентрації іонів феруму та часу контакту. Тобто, ступінь очищення зростає із збільшенням початкової кількості феруму в розчині. При цьому залишкова концентрація йонів феруму може залишатися досить низькою. За концентрації феруму на рівні 30 мг/дм³ досягнуто сорбційної ємності сорбенту 7,5 мг/г, тоді як за концентрації феруму на рівні 2 мг/дм³ сорбційна ємність була 0,5 мг/г.

Таким чином, застосування наноцелюлози в якості сорбенту для вилучення іонів феруму з водних розчинів є досить ефективним при низьких початкових концентраціях металу від 1-10 мг/дм³. Для вилучення концентрацій заліза ≤ 15 мг/ дм³ необхідний більший час контакту розчину з сорбентом та додаткові способи інтенсифікації процесу.

Для інтенсифікації процесу окислення сполук феруму у водному середовищі були проведені дослідження з використанням комбінації наноцелюлози та наночастинок магнетиту. В якості основи використовували наноцелюлозу отриману шляхом обробки органосольвентної целюлози з НДРС, в якості каталізатора процесу окислення використовували наночастинок магнетиту, отриманого методом осадження магнітних часток з суміші розчинів солей ферум сульфату(II) та ферум хлориду(III) в лужному середовищі та в послідовному наміванні шару магнетиту на плівки наноцелюлози.

Першочерговою задачею було встановлення часу контакту розчину, що містить іони феруму з сорбентом на основі наноцелюлоза/магнетит від початкових концентрацій металу.

Виходячи, з отриманих даних (табл.1), бачемо, що значно скоротився час контакту наноцелюлози обробленої магнетитом із розчином у порівнянні з попереднім випадком застосування наноцелюлози без обробки.

Таблиця.1

**Вплив вихідної концентрації іонів феруму на ступінь
очищення води за статичних умов**

Початкова C _{Fe2+} мг/дм ³	Рівноважна C _{Fe2+} мг/дм ³					Ступінь очищення, %				
	Час контакту, год									
	1	2	3	4	24	1	2	3	4	24
30,0	5,0	2,0	0,5	0,1	0,0	83,33	93,33	98,33	99,67	100,00
15,0	3,0	1,0	0,5	0,1	0,0	80,00	93,33	96,67	99,33	100,00
10,0	1,0	0,7	0,5	0,0	0,0	90,00	93,00	95,00	100,00	100,00
5,0	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	80,00	90,00	100,00	100,00	100,00
1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	90,00	100,00	100,00	100,00	100,00

При низьких концентраціях заліза досягнення його концентрацій рівня ГДК для питої води необхідно 1-2 години відстоювання. Впродовж 4-х годин відстоювання за даних концентрацій можна досягти і для більш високих початкових концентрацій.

Очевидно, процес знезалізнення води відбувався за рахунок двох факторів, а саме – сорбції та каталізу реакції окислення сполук феруму, що дозволяє значно пришвидшити процес знезалізнення води та використання екологічно-безпечного сорбційного матеріалу на основі наноцелюлози та наночасток магнетиту.

Таким чином, дослідження сорбційних властивостей наноматеріалів при вилученні сполук феруму з водого середовища показали перспективні результати застосування наноцелюлози та магнетиту в якості сорбентів у технологіях водопідготовки.

Використані інформаційні джерела:

1. Гомеля М. Д., Трохименко Г. Г., Твердохліб М. М. Знезалізнення природних вод в присутності іонів жорсткості // *Екологічна безпека та природокористування: Зб. наук. праць*. 2015. № 4(20). С.57– 62.
2. Podgórní E., Rząsa M. Investigation of the Effects of Salinity and Temperature on the Removal of Iron from Water by Aeration, Filtration and Coagulation // *Polish Journal of Environmental Studies*. 2014. №23(6). P. 2157–2161.
3. Vries D., Bertelkamp C., Kegel F. Schoonenberg, Hof B., Dusseldorp J., Bruins J. H., de Vet W., van den Akker B. Iron and manganese removal: Recent advances in modelling treatment efficiency by rapid sand filtration // *Water Research*. 2017. Vol. 109. P. 35–45.
4. Doggaz A., Attour A., Le Page Mostefa M., Tlili M., Lapique F. Iron Removal from Waters by Electrocoagulation: Investigations of the Various Physicochemical Phenomena Involved // *Separation and Purification Technology*. 2018. Vol.203. P. 217–225.
5. Чарний Д. В. Дослідження ефективності застосування різних окислювачів у процесі знезалізнення підземних вод з підвищеним вмістом кремнієвих сполук // *Вісник НУБГП: Технічні науки*. 2012. №2 (58). С. 42–48.
6. Feng Lu, Astruc Didier. Nanomaterials for removal of toxic elements from water // *Coordination Chemistry Reviews*. 2018. Vol.356. P. 147–164.
7. Voisin, H., Bergström, L., Liu, P., Mathew, A. P. Nanocellulose-based materials for water purification // *Nanomaterials*. 2017. 7(3). P. 57–65.
8. Mahfoudhi, N., Boufi, S. Nanocellulose as a novel nanostructured adsorbent for environmental remediation: a review // *Cellulose*. 2017. № 24(3). P. 1171–1197.