

Література:

1. Journal of Occupational Medicine and Toxicology «The environmental health impacts of Russia's war on Ukraine» 05.01.2024 URL: <https://occup-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12995-023-00398-y>
2. Бортницька станція, або бомба уповільненої дії: чого чекати киянам? URL: <https://youtu.be/0NEztW3pZ3c?si=GrcKYVK0yWtgOwvp>
3. Підрив Каховської ГЕС: наслідки руйнування греблі, евакуація, загрози. URL: <https://www.radiosvoboda.org/a/pidryv-kakhovska-hes-evakuatsiya-zahroza-zaes/32446581.html>
4. Підрив Каховської ГЕС: попередні висновки і можливі наслідки. URL: https://ecoaction.org.ua/pidryv-kakhovskoi-hes-poperedni-vysnovky.html?gad_source=1&gclid=EAIaIQobChMIwMур4ILDiAMVzQUGAB0fQjEAAAYASAAEgL_afD_BwE
5. Найбрудніші річки України. URL: <https://ecomonitoring.info/2019/04/25/найбрудніші-річки-україни-створена/>
6. На межі виживання: знищення довкілля під час збройного конфлікту на сході України. URL: <https://www.helsinki.org.ua/wp-content/uploads/2017/06/Na-mezhi-vyzhyvannya.pdf>

ТЕХНОЛОГІЇ ОЧИЩЕННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ВІД ЗАГРОЗЛИВОГО ВПЛИВУ ІНТЕНСИВНОГО ТЕХНОГЕНЕЗУ

Сперкач С.О., Трачевський В.В.
Технічний центр НАН України,
Svetlana@nasu.kiev.ua

Екологічне управління як механізм гармонізації системи «природа-суспільство». У взаємовідносинах суспільства і природи стратегія гармонізації є прагненням як найкраще узгоджувати дві залежності — людини від природи і природи від людини. Поняття "гармонійності співіснування суспільства і природи" відображає своєрідний ідеал їх взаємодії та розвитку, який полягає у порівняно динамічній рівновазі на всіх найважливіших напрямках взаємодії: процесів суспільного споживання та відновлення природних ресурсів.

Для визначення місця і ролі системи екологічного управління в складній системі — «природа-суспільство», слід знати функціональні властивості складних екологічних систем. При унеможливленні втручання система функціонувала б у режимі самоорганізації, саморегулювання, самопідтримки природних якостей.

Механізм модифікування і функціонування кордієриту при водоочищенні. Зростання антропогенного впливу на водні ресурси України призвело до збільшення концентрації важких металів і органічних сполук у питній воді. Порівняльний аналіз технологічних параметрів сучасних пристроїв доочищення води вказує на їх недостатню продуктивність, велику енергоємність, обмежену селективність і недостатню місткість. Ефективність застосовуваних матеріалів можна підвищити специфічною обробкою із залученням відповідних фізико-хімічних чинників. З іншого боку, неприпустиме повне видалення з води ряду корисних компонентів, тому що це викликає порушення фізіологічної рівноваги в організмі людини. У зв'язку з цим розробка методів доочищення і кондиціонування питної води з урахуванням потреб організму і стану відповідних іонів у розчині є актуальною.

Темпи застосування технології керованої іонообмінної фільтрації стримує низька якість і висока вартість відомих матеріалів. Тому привабливим є використання неорганічних сорбентів як природного, так і штучного походження. Перспектива відкривається завдяки їх доступності, невеликій вартості, значній стійкості до дії

високих температур і окиснювачів і високій селективності до іонів мікро- та макроелементів і радіонуклідів.

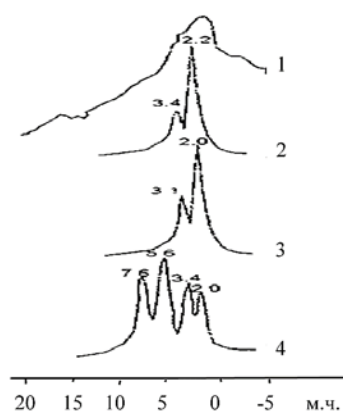
У якості модельної системи для пошуку шляхів вирішення проблем водопідготовки обрано кордієрит ($Mg_2Al_3AlSi_5O_{18}H_2O$) завдяки особливостям просторової організації його кристалічної решітки, фізико-хімічним властивостям і простоті апаратурного спорядження технології модифікування.

При розробці методології модифікування вивчено вплив таких чинників: концентрація реагентів; час контактування матеріалу з розчинами модифікаторів (HCl, H_3PO_4 , KOH); температурний режим впливу. Зміни іонного складу водних композицій у процесі сорбції сольових компонентів модифікованим кордієритом і динаміку складу самого сорбенту контролювали методами атомно-адсорбційної спектроскопії і рентгенфлуоресцентного аналізу.

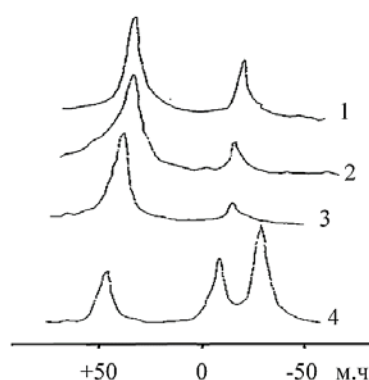
З огляду на те, що у процесі реагентного впливу відбувається зміна складу поверхневих шарів кордієриту, найбільш інформативним методом дослідження характеру цих процесів є метод неруйнівного контролю зміни стану елементів матриці і реагентів.

Методом ЯМР 1H , ^{27}Al , ^{24}Si , ^{31}P досліджено процеси взаємодії зразків кордієриту із заданим ступенем дисперсності та, відповідно, величиною питомої поверхні, з розчинами фосфорної і соляної кислот, гідроксиду калію (рис. 1).

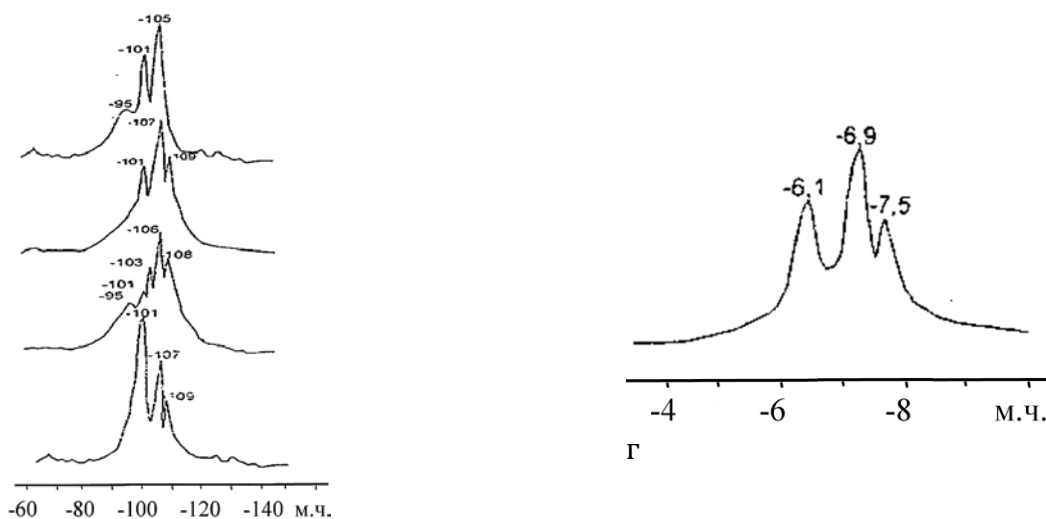
Зміна складу кордієриту в процесі очищення води при послідовному проходженні 500, 1500 і 3000 л водопровідної води контролювали за складовими: SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , $Fe(OH)_3$. Специфіка взаємодії сорбентів з компонентами реакційного середовища призводить до утворення на поверхні нових сполук і зміни складу твердої фази. Ці сполуки змінюють властивості сорбенту, склад і структуру активних фрагментів поверхні. В процесі очищення води на поверхні сорбенту накопичуються поліядерні гідросокомплекси заліза (III) і алюмінію. У той же час з аналітичної та технологічної практики відомо, що такі сполуки самостійно можуть бути ефективними сорбентами іонів металів різної природи. Тому слід враховувати їх внесок у загальну оцінку ходу сорбційних процесів.



а



б



В

Рис. 1. Спектри ЯМР ^1H (а), ^{27}Al (б), ^{29}Si (в), кордієриту вихідного (1), модифікованого HCl (2), KOH (3), H_3PO_4 (4), та ^{31}P , модифікованого H_3PO_4 (г).

Видима динаміка складу матриці кордієриту, що знаходиться в потоці відображає більшою мірою процеси в поверхневому шарі сорбенту. При цьому відбувається перерозподіл заряду між фрагментами структури, контрольований до того ж хімічною сорбцією іонів різної природи, іонним обміном, гідролізом і гідратацією, і пов'язаний зі структурно-функціональним перетворенням активної зони сорбенту.

Прецизійно виконані вимірювання з визначення якісного і кількісного складу сорбату і евакуйованої води при проходженні зростаючого її обсягу, виявили екстремальний перебіг взаємодії іонів з реакційної поверхнею: за ефективною сорбцією йде десорбція, – індивідуально типова, за умовами спостереження і масштабності прояву, для кожного конкретного іона (катіона і аніона). Це свідчить про те, що виявлено цікаве явище: фізико-хімічна еволюція твердого тіла – відгук складної структури матриці кордієриту на зовнішній вплив, значимість якого визначається специфічністю складу і концентраційними характеристиками контактуючого сольового розчину. Механізм перенесення бору через мембрану МК-40. При опрісненні морської води електродіалізом концентрація бору у діалізаті перевищує ГДК. Оскільки в природних водах бор існує у вигляді борної кислоти і борат-іонів, то зусилля дослідників спрямовані на збільшення потоків мас борат-іонів через аніонообмінні мембрани і сорбцію борної кислоти аніонами. Проведено систематичне дослідження процесів електроміграції бору з розчинів. Джерелом інформації про стан бору в системі був метод ЯМР ^{11}B . Отримані дані показали, що перенесення бору через іонообмінні мембрани визначається рН розчину. Несподіваним виявилось перенесення бору через мембрану МК-40. Для пояснення явища зроблено припущення про істотну зміну його стану в процесі проходження через мембрану. Активними функціональними групами мембрани МК-40 є сульфогрупи – SO_3^- , концентрація яких в об'ємі пор становить 3 М (співвідношення об'ємів пов'язаної з твердою поверхнею і вільної води в мембрані становить приблизно 1:5). Це дає підставу вважати, що ефективна концентрація сульфогруп значно вище і можна очікувати взаємодію з борною кислотою і формування комплексних сполук, які аналогічні тим, що утворюються при розчиненні борної кислоти у концентрованій сірчаній кислоті – $[\text{B}(\text{HSO}_4)_4]^-$. Дійсно, в спектрах ЯМР мембран, що приведені у рівновагу з борвмісними розчинами, спостерігається два сигнали (рис. 2, а), значення хімічних зсувів яких складають 29,44 і 7,07 м.ч. Порівняння (рис. 2, б) показує, що вузька ($\Delta\nu = 170$ Гц) лінія відповідає наявності борної кислоти, яка не прореагувала, та знаходиться в розчині, розміщеному в порах мембран.

Розширення сигналу ^{11}B у мембрані ($\Delta\nu = 1700$ Гц) у порівнянні з комплексом $[\text{B}(\text{HSO}_4)_4]^-$ ($\Delta\nu=45$ Гц) викликано взаємодією квадрупольного моменту ядра (для ^{11}B $J = 3/2$) з градієнтом електричного поля, що виникає при зниженні симетрії поліедру координаційної сфери бору при її побудові лігандами, жорстко закріпленими на твердій поверхні.

Отримані результати дають підставу стверджувати, що оточення бору, який виявляється у мембрані, складають сульфогрупи, щеплені до матриці. Механізм іонообмінної сорбції бору мембраною описується рівнянням: $\text{B}(\text{OH})_3 + 4\text{H}-\text{SO}_3-\text{R} \leftrightarrow [\text{B}(\text{SO}_3-\text{R})_4]^- + \text{H}^+ + 3\text{H}_2\text{O}$, де R — фрагмент поверхні матриці.

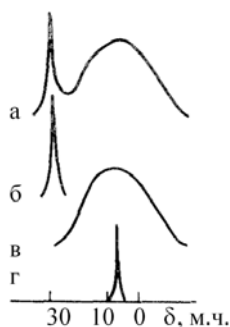


Рис. 2. Спектри ЯМР ^{11}B вологої мембрани МК-40 (а), водного розчину борної кислоти (б), сухої мембрани МК-40 (в), розчину борної кислоти у 90% сірчаній кислоти (г)

Узагальнення отриманих результатів показує, що вперше виявлено та описано явище перенесення бору через катіонообмінну мембрану МК-40: процес комплексоутворення бору (III) з сульфогрупами мембрани шляхом зворотного заміщення гідроксолігандів. Практично важливим є висновок про принципову можливість видалення бору з природних і промислових вод за допомогою електроекстракції через катіонообмінну мембрану.

Література:

1. Сперкач С.О., Трачевський В.В., Загородній Ю.О., Коржик В.М., та ін.; Наноматеріали спеціального призначення: формування, застосування -/ Технічний центр НАН України /.- В.: Твори, 2021. – 357 с.
2. Трачевський В.В. Самоорганізація складних систем/ Технічний центр НАН України /.- В.: Твори, 2022. – 608 с.

ЗБЕРЕЖЕННЯ МОРСЬКИХ ЕКОСИСТЕМ ЯК ВАЖЛИВА СКЛАДОВА ЕКОЛОГІЧНОГО ВИМІРУ СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Ткаченко Н. В.

*Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка
nadiya.vishivka@gmail.com*

Морська екосистема – це складний живий організм, функціонування якого визначаються параметрами стану моря. Світовий океан покриває 70% нашої планети і включає в себе моря, водойми та річки. Температура, хімічний склад, течії та живі організми – лежать в основі глобальних систем, завдяки яким Земля придатна для проживання людства. Правильне керування життєво важливим ресурсом, має надважливе значення для людства загалом, а також зумовлює протидію наслідкам кліматичних змін. Завдяки морському і прибережному біорізноманіттю, понад три мільярди людей мають засоби до існування [1].

На сьогодні завдано величезних збитків цим цінним ресурсам. Ми повинні захистити їх, усунувши забруднення та надмірний вилов риби, і негайно почати відповідально управляти та захищати морське життя у всьому світі.