

Худоярова О.С.
к.т.н., доцент кафедри хімії та методики навчання хімії
Мельник С.А.
здобувачка спеціальності 102 Хімія
Вінницький державний педагогічний університет
імені Михайла Коцюбинського

ОЦІНКА СТУПЕНЯ ОЧИСТКИ ВОДИ ВІД КУПРУМ(II)-ІОНІВ МЕТОДАМИ АНАЛІТИЧНОЇ ХІМІЇ

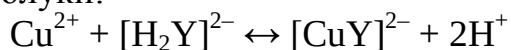
Останнім часом на «домінуючі позиції» по небезпеці в Україні вийшли іони важких металів. На промислових підприємствах хімічної галузі утворюються великі об'єми виробничих стічних вод, які містять серед забруднюючих речовин іони металів, зокрема купруму(II), які перевищують гранично-допустимі концентрації. Надходження таких стічних вод у природні водойми призводить до негативних явищ, таких як підвищення концентрації у воді водойми і потрапляння в системи водопостачання, внаслідок чого погіршуються якісні показники води, акумуляція іонів купруму(II) в організмі водних рослин і риб, отруєння безхребетних та риб, що створює загрозу здоров'ю людини. Війна в Україні негативно впливає на навколишнє природне середовище, завдаючи значної шкоди. Особливо значним є вплив воєнних дій на водні екосистеми. Поверхневі води річок забруднюються через потрапляння небезпечних хімічних компонентів внаслідок обстрілів, руйнування різноманітних об'єктів та потрапляння речовин, що використовуються у їх діяльності[1].

Наукові та технологічні дослідження, спрямовані на зменшення вмісту катіонів важких металів в природних об'єктах, залишаються актуальними. Важливим є питання розробки ефективних методів очистки стічних вод від важких металів. Найпоширенішими методами очистки водних об'єктів є: механічні, хімічні, фізико-хімічні та біологічні. Найчастіше на підприємствах застосовуються комбіновані методи. Адсорбційне очищення із застосуванням попередньо модифікованого регенерованого сумішевого сорбенту харчової промисловості є найефективнішим розв'язанням проблеми запобігання забрудненню водоймищ купрум(II)вмісним стоком, що дозволяє не тільки знезаразити промислові стоки, а також повернути у виробництво очищену воду та одержати цінні технічні продукти [2-6].

Основним джерелом інформації про стан об'єктів природного середовища є аналіз, тому особливого значення набуває правильність визначення великої кількості хімічних інгредієнтів, наявних у цих об'єктах. Важливим є питання контролю за вмістом іонів важких металів у воді. В Україні, відповідно до нормативних документів, гранично допустима концентрація (ГДК) купруму(II) у природній воді становить 1 мг/дм³, у водоймах рибогосподарського призначення - 0,001 мг/дм³.

Об'єктом дослідження були модельні розчини купрум(II) сульфату з концентраціями купрум(II)-іонів 1,5; 5,0; 30,0; 50,0; 150,0; 300,0 мг/дм³, які готували з CuSO₄·5H₂O. Досліджені модельні розчини за концентраціями купрум(II)-іонів відповідали складу промивних вод процесу електрохімічного міднення.

Для оцінки ступеня очистки води від купрум(II)-іонів, проведено адсорбційне вилучення іонів купруму(II) з модельних розчинів згідно відомої методики [7]. Початкову і залишкову концентрацію купрум(II)-іонів у воді визначали методом комплексонометричного титрування [8]. Купрум(II) стехіометрично реагує з Трилоном Б (Na₂H₂Y) з утворенням стійкої внутрішньокмплесної сполуки:

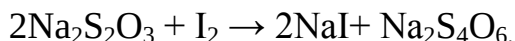


Кінець титрування визначали за допомогою металіндикатора мурексиду в амоніачному середовищі (рН = 9-10). Для проведення визначення до 50 мл розчину, який аналізували, додавали краплинами концентрований амоніак до появи синього забарвлення (розчин має бути прозорим). Потім додавали мурексид. Розчин при цьому забарвлюється у синьо-зелений колір. Повільно титрували 0,1 н розчином Трилону Б при енергійному перемішуванні розчину до переходу синьо-зеленого забарвлення у зелене і далі до появи синьо-фіолетового забарвлення від однієї краплини реагенту.

Також концентрацію купрум(II)-іонів у воді можна визначити методом йодометричного титрування в слабокислому середовищі [9]. При цьому протікає наступна реакція:



Йод, що виділився, титрують робочим розчином Na₂S₂O₃.



Після того як буре забарвлення стане світлішим, до розчину додають 2–3 мл розчину крохмалю і продовжують титрувати до тих пір, доки одна крапля розчину Na₂S₂O₃ не змінить колір розчину з чорно–синього на жовтувато–білий (солом'яний) осад купрум (I) йодиду. Титрування проводять 3 рази.

Поряд з хімічними методами аналізу широке використання мають фізико-хімічні методи аналізу. Вони відзначаються високою чутливістю і швидкістю виконання аналітичних задач. Визначення концентрації купруму(II) базується на утворенні комплексу з діетилдитіокарбаматом плюмбуму жовтого кольору, подальшій його екстракції і фотометруванні органічного шару [10].

Ступінь вилучення E (%) купрум(II)-іонів обчислювали за формулою:

$$E = \frac{C_0 - C_p}{C_0} \cdot 100,$$

де C_0 – вихідна концентрація купрум(II)-іонів, мг/дм³;

C_p – рівноважна (залишкова) концентрація купрум(II)-іонів, мг/дм³.

Результати аналізу обробляли методом математичної статистики.

Застосування попередньо регенерованого сорбенту харчової промисловості, модифікованого сульфід- та гідросульфід-іонами, підвищує

ступінь очистки води від катіонів купруму(II) із досліджуваних розчинів у 65,5 рази порівняно з немодифікованим регенованим сорбентом.

Список використаних джерел

1. Kuzyk A., Voichuk V., Korol K., Dyrda R. Вплив воєнних дій на якість води в річках України. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024, 30, С. 26-34.
2. Ранський А. П., Худоярова О.С., Гордієнко О. А., Тітов Т. С., Крикливий Р.Д. Регенерация смеси сорбентов после очистки оборотных вод производства безалкогольных напитков. *Хімія і технологія води*. 2019, 41, 5, Р. 537–544.
3. Худоярова О.С., Гордієнко О.А., Сидорук Т.І. та ін. Модифікація поверхні сумішних сорбентів сульфід-іонами для очищення гальванічних промивних вод процесу міднення. *Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*. Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження. 2020, 2(19), С. 36–46.
4. Khudoyarova O. S., Ranskiy A. P., Gordienko O. A. Technology of complex sorption treatment of industrial wastewater from sulphide and copper(II)–ione. *Water and Water Purification Technologies. Scientific and Technical News*. 2021, 30, 2, Р. 18–26.
5. Khudoiarova O., Blazhko O., Blazhko A. Receiving of New Carbon-Sulfur-Containing Plastic Lubricants Based on Regenerated Products and Used Sorbents. *Key Engineering Materials*. 2023, 944, Р. 51-58.
6. Ранський А. П., Гордієнко О. А., Худоярова О.С., Крикливий Р.Д., Іванівська В.М. Композиційні матеріали та консистентні мастила з підвищеними трибологічними властивостями. Проблеми довговічності матеріалів, покриттів та конструкцій: матеріали VI-ої міжнародної конференції, 13–15 вересня 2018 р. ВНТУ, Вінниця, 2018.
7. Худоярова О.С. Комплексне сорбційне очищення промислових стічних вод від сульфід- та купрум(II)-іонів: дис.... к.т.н.: 05.17.21. Вінниця, ВДПУ. 2021, 170 с.
8. Schwarzenbach G.; Flashka G. Complexometric titration. *Helvetica Chimica Acta*, 1968, 51, 8, Р. 1833.
9. Худоярова О.С. Аналітична хімія. Кількісний аналіз: навчальний посібник для студентів педагогічних закладів вищої освіти, які навчаються за спеціальністю 102 Хімія, 014.06 Середня освіта (Хімія), 014.05 Середня освіта (Біологія), 091 Біологія, 014.15 Середня освіта (Природничі науки). Вінниця: ВДПУ, 2022. 124 с.
10. Набиванець Б.Й., Сухан В.В., Калабіна Л.В. Аналітична хімія природного середовища. К.: Либідь, 1996, 304 с.