

УДК. 628. 34

к.т.н., доцент Василенко Л.О., Шумбар К.В.,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ОЧИЩЕННЯ ПРОМИВНИХ СТИЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНОКОАГУЛЯЦІЄЮ

Наведена екологічна оцінка забруднення довкілля важкими металами та природоохоронні заходи щодо його запобігання. Наведені хімічні реакції, які відбуваються у фільтрі із запропонованим завантаженням,

Ключові слова: гальванокоагуляція, хром, магній, стічні води.

Інтенсивний розвиток промисловості, транспорту приводять до значного забруднення гідросфери. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВОЗ) біля 80% інфекційних захворювань в світі пов'язано з незадовільним станом питної води. Забруднення поверхневих водойм плівкою масел заважає газообміну між водою та атмосферою, що знижує насиченість води киснем та негативно впливає на фітопланктон і є причиною загибелі риб та птахів.

Аналіз еволюції стану життєвого середовища людини свідчить, що шкідливий вплив важких металів все більш ускладнює функціонування природних систем. Це відбувається внаслідок: безперервного зростання промислового виробництва хімічних речовин та шкідливого їх застосування у різних технологіях; забруднення навколишнього середовища і виникнення екологічно кризисних ситуацій; ізоляції господарсько-виробничих циклів (техногенні потоки) від природного обміну речовин та енергії; виникнення штучних природних систем, в яких з'являється новий процес обміну речовин та енергії.

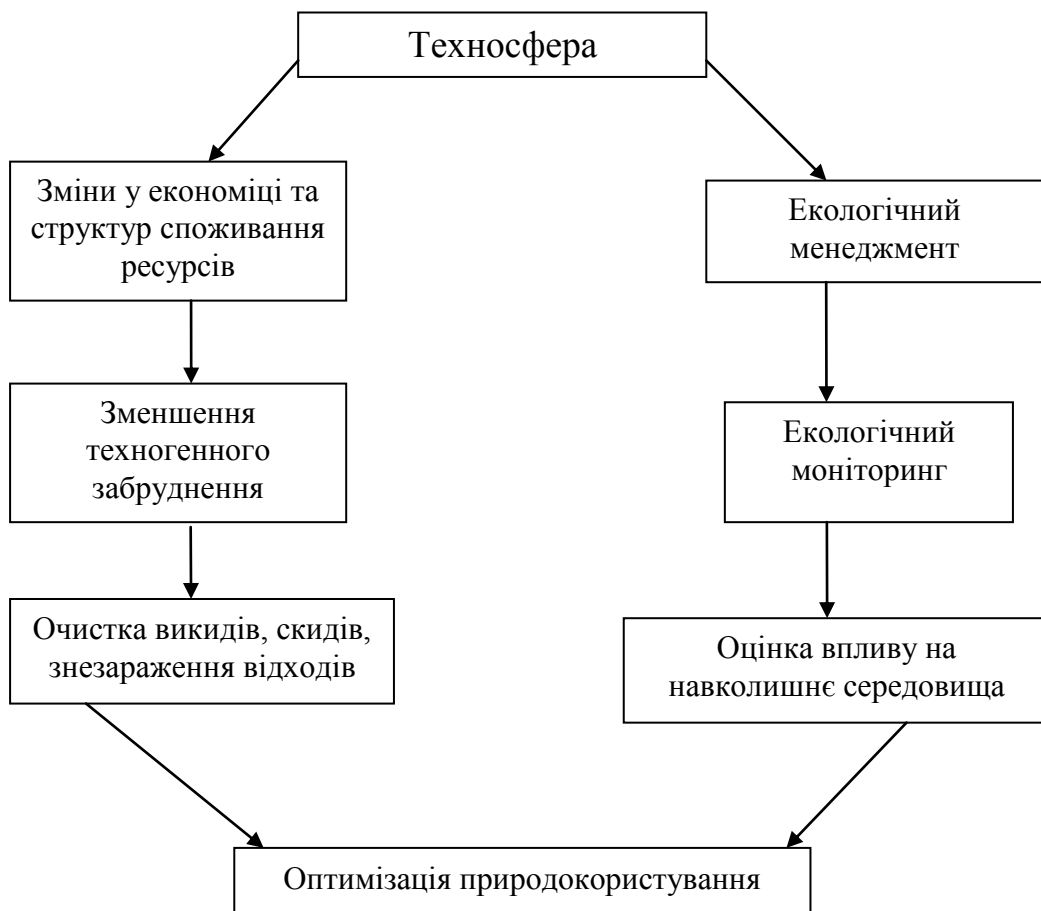
Антропогенний обмін на відміну від біотичного кругообігу має відкритий характер: на вході антропогенного циклу знаходяться природні ресурси, а на виході – виробничі та господарські відходи. Екологічна недосконалість антропогенного обміну матеріальних речовин полягає в тому, що коефіцієнт корисного використання природних ресурсів дуже незначний і тому відходи виробництва змінюють природне середовище. Інтенсивність забруднення окремих складових біосфери залежить від міграції важких металів, їх трансформації, деструкції та акумуляції. Із наукової літератури [1,5,6] відомо, що в техногенних потоках важких металів ключове місце займають середовища, які їх транспортують (атмосферне повітря і вода).

За даними ООН в світі випускається до 1млн. найменувань продукції з якої 100 тис. є хімічними сполуками, в тому числі 15 тис. є потенційними

токсикантами. За експертними оцінками до 80% всіх хімічних сполук, які потрапляють у навколишнє середовище, рано чи пізно потрапляють у водотоки.

Підраховано, що кожен рік у світі скидається більш ніж 420 км³ стічних вод, які спроможні зробити непридатною до споживання біля 7 тис. км³ чистої води, що у 1,5 рази більш усього річкового стоку країн СНД. Найбільшу шкоду завдають стічні води виробництв, на яких використовують гальванічну обробку деталей виробів. Ці води складають біля 30 – 50% від загального обсягу всіх промислових стічних вод. Важкі метали попадають у навколишнє середовище від підприємств енергетики та промисловості, при експлуатації гірничих розробок та складуванні відходів, при корозії технічних будівельних споруд тощо. Вони надходять до довкілля у вигляді аерозолів, пилу, кіптяви, у складі розчинів і суспензій промислових стічних вод, з твердими відходами, а також з мінеральними фарбами, побутовою технікою та іншими товарами.

Враховуючи розповсюдженість важких металів у навколишньому середовищі та специфіку їх впливу на людину важливим є дослідження з питань міграції та трансформації цих елементів в екосистемах різного рівня. Подальша екологічна оцінка забруднення довкілля важкими металами та природоохоронні заходи щодо його запобігання планується здійснювати за такою схемою:



На сьогодні, на жаль, недостатньо очищені гальванічні стічні води скидаються у міські мережі водовідведення. Гальванічні виробництва існують практично на всіх машинобудівних, приладобудівних підприємствах та ін.. Всі ці виробництва існують вже давно і очисні споруди вимагають їх реконструкції. Існуючі технології і відповідні споруди очистки цих стічних вод займають великі площі, вимагають використання кошторисних хімічних реагентів, затрат електроенергії. Метод, який пропонується, може бути використаний на існуючих та нових виробництвах, тому що він не вимагає великих площ під споруди, і використання хімічних реагентів, при цьому суттєво знижується енергомісткість. Цей метод базується на виникненні коротко замкненої гальванопари між елементами з різними електрохімічними потенціалами. Метод гальванокоагуляції вже використовується на деяких виробництвах, але в існуючому вигляді необхідно витратити електроенергію для обертання барабанів для здійснення процесу гальванокоагуляції. Запропонована методика полягає у процесі фільтрування через завантаження, в якому буде виникати процес гальванокоагуляції, і складається з матеріалів які, в основному, використовують на виробництвах. Це активоване вугілля з середньою величиною гранул 0,5 ... 0,6мм, тобто вугілля, яке відпрацьоване на станціях водопідготовки, та метал, (у пропонуємому методі - це магній). Таким чином, завантаження складається з активованого вугілля та магнієвих стержнів. Зерна активованого вугілля у процесі гальванокоагуляції виступають в якості одного з елементів гальванопари, а саме – катода. Механізм процесу гальванокоагуляції відбувається під час контакту забруднених стічних вод з завантаженням. Цей процес відбувається на основі явища взаємодії речовин з різними електрохімічними потенціалами у електропровідному середовищі.

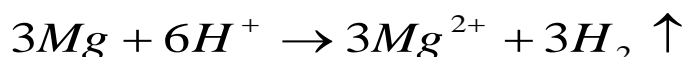
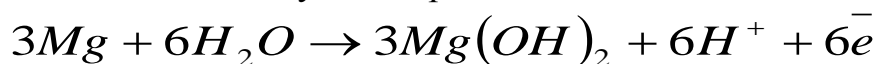
Стандартний електродний потенціал магнію ($E = - 2,37\text{В}$) нижче, ніж електродний потенціал активованого вугілля ($E = - 0,03\text{В}$), що і складає умови для виникнення гальванопари.

Хімізм процесу гальванокоагуляції можна розглянути на прикладі очищення стічних вод, які містять хром (VI). Через фільтр, який складається з пористого катода, тобто активованого вугілля, з магнієвим анодом пропускається потік води, що необхідно очищувати. При проходженні води через пористе завантаження частки анодної речовини – магнію, стикаються з поверхнею активованого вугілля та розряджаються на ньому, відбувається електрохімічне окислення магнію.

Гальванічне коло можна представити наступною схемою:

Анод – електроліт – катод, тобто Mg^{2+} - розчин Cr^{6+} - активоване вугілля.

Зі схеми видно, що при безпосередньому зіткненні на аноді та катоді, тобто магнію і активованого вугілля, коло замикається. Електрони магнію у розчині електроліту переміщуються до активованого вугілля, та в той же час катіони хрому у цьому розчині рухаються до катода та розряджаються на ньому – активованому вугіллі. Магнієвий електрод руйнується по мірі проходження електричного струму через замкнений гальванічний елемент. Інакше кажучи відбувається окислення за наступними рівняннями:



Іони магнію переходять у розчин за реакцією:



При анодному розчиненні магнію первинно утворюються іони магнію (Mg^{2+}). Магній є сильним відновлювачем та взаємодіє з водою за реакцією:

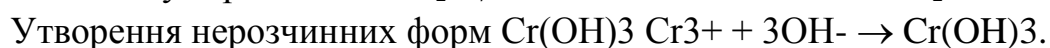
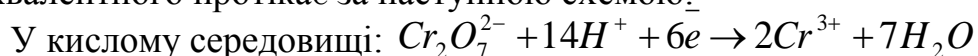


На утворення одного іона Mg^{2+} витрачається один атом магнію, однак витрата магнію за струмом збільшується вдвічі – один атом магнію із двох витрачається на виділення водню: $2H^+ + 2e^- \Leftrightarrow H_2$.

Коли потенціал магнієвого електроду зміщується у позитивний бік, швидкість утворення іонів магнію Mg^{2+} зростає та зростає швидкість реакції взаємодії магнію з водою. Швидкість видалення водню по мірі збільшення анодної поляризації магнію не падає, а навпаки збільшується.

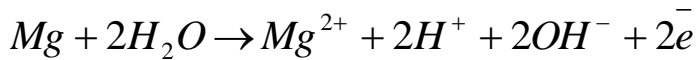
При наближенні іону магнію до гранули вугілля виникає короткозамкнена гальванопара. У результаті виникнення короткозамкненої пари вугілля – магній виникає різниця потенціалів. В процесі фільтрації розчину через завантаження іони шестивалентного хрому (Cr^{6+}) потрапляють в область дії короткозамкненої гальванопари і під дією електричного поля відривається три електрони і хром (VI) відновлюється до хрому (III), який утворює нерозчинний гідроксид $Cr(OH)_3$. Гідроксид утворюється у безпосередньої близькості від гранул активованого вугілля і більшість його осідає на ньому.

Розглянемо хімізм процесу відновлення хрому за рахунок використання магнієвого стержню. Процес відновлення шестивалентного хрому до трьохвалентного протікає за наступною схемою:



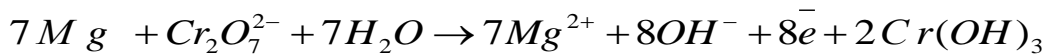
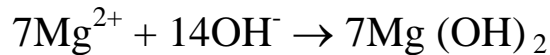
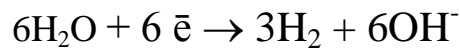
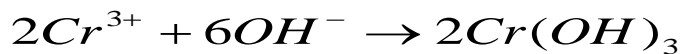
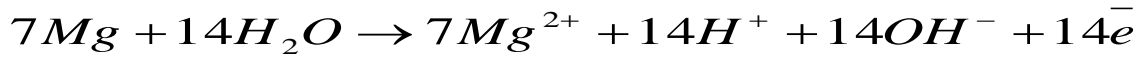
Для протікання цих катодних реакцій необхідно, щоб на розчинному аноді відбувалися реакції окислення.

Розглянемо поведінку магнію у кислому середовищі:



Як видно з реакції вода дисоціює.

Якщо підсумувати перераховані реакції, то отримуємо реакцію завдяки якій можна визначити необхідну кількість магнію для відновлення шестивалентного хрому до тривалентного.



Проаналізувавши хімічні рівняння можна зробити висновок, що у розчині відбувається процес підлучення. Тобто відпадає необхідність у використанні додаткових, кошторисних, хімічних реагентів. Всі процеси здійснюються у завантажені фільтру, і завдяки процесу гальванокоагуляції відбувається очистка стічних вод від хрому, ефект очистки якої сягає 98 – 99%. Для здійснення процесу очищування промивних стічних вод від хрому можливо використовувати промислові напірні фільтри, які підлягають мінімальній реконструкції

Список літератури

1. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні / М-во охорони навкол. середовища та ядерної безпеки України. — К., 1998. — 152 с.
2. Василенко Л.А. Очистка хромсодержащих сточных вод „Коммунальное хозяйство городов” // Респ.меж.-вед. научн.-техн. сб. Вып.14, Киев „Техника”1998, С.69-71.
3. Василенко Л.А. Очистка сточных вод от хрома. „Коммунальное хозяйство городов” // Респ.меж.-вед. научн.-техн. сб. Вып.15. – Киев.: Техника, 1998 С.56-57.
4. ДБН В.2.5 – 75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. Мінрегіон України. Київ.: 2013.

5. Коротун І.М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси. – Рівне: Принт Пауз, 2000,192с.

6. Richard T. Wright Bernard Y. Nebel Environmental science. New Jersey, Upper, 2002, 681с.

Аннотация

Приведенная экологическая оценка загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами и природоохранные мероприятия по его предотвращению. Рассмотрены химические реакции, протекающие в фильтре с предложенной загрузкой,

Annotation

The following environmental assessment of pollution with heavy metals and environmental measures to prevent it. These chemical reactions that occur in the filter with the proposed loading,