

Винахід відноситься до способів очищення стічних вод від важких металів і може бути використаний на підприємствах хімічної, харчової, мікробіологічної та ін. промисловостях, а також на підприємствах машинобудування.

Відомо спосіб видалення іонів важких металів із стічних вод (Ав.св. СРСР №1730048 А1, кл. С01F1/62; Опубл. 30.04.92. Бюл. №16) сорбцією на залізовмісному сорбенті - клінкері цинкового виробництва.

Недолік способу в тому, що при використанні клінкера цинкового виробництва розчин обробляють протягом 40 хвилин при механічному перемішуванні, що підвищує енерговитрати, тривалість очищення та призводить до забруднення води, яка підлягає очищенню, супутніми хімічними реагентами.

Відомо спосіб видалення іонів шестивалентного хрому із стічних вод (Ав.св. СРСР №2025467, кл. С01F1/46, С22В34/32; Опубл. 30.12.94. Бюл. №24) шляхом пропускання їх через шари металевих залізоміських відходів та обробку газоподібним компонентом при аерації шара залізоміських відходів повітрям.

Недолік способу полягає у застосуванні газоподібного компонента та аерації повітрям, що підвищує енерговитрати та тривалість очищення.

В основу винаходу поставлена задача створення способу очищення стічних вод від іонів хрому, що дозволяє забезпечити можливість підвищення ступеня очищення висококонцентрованих стічних вод та зробити процес очищення безперервним.

Поставлена задача досягається за рахунок того, що очищення стічних вод від іонів хрому, який включає обробку залізними елементами, згідно винаходу проводять у проточній системі за допомогою процесу цементації на залізний елемент в ПОСТІЙНОМУ магнітному полі напруженістю 40-560кА/м протягом 50-60сек. при значеннях рН1,65-2,0, швидкість пропускання стічної води вираховується по формулі:

$$V_0 = \frac{L}{\tau} \cdot \frac{R_1^2}{R_0^2},$$

де:

L - довжина камери, де проходить очищення;

τ - час проходження стічної води через камеру, де проходить очищення;

R<sub>1</sub><sup>2</sup> - радіус камери;

R<sub>0</sub><sup>2</sup> - радіус вхідного та вихідного патрубків камери.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками та очікуваним технічним результатом буде такий.

Для очищення стічних вод від важких металів та шестивалентного хрому перспективним є застосування магнітних полів, які дозволяють значно інтенсифікувати процес очищення, скоротити тривалість технологічного циклу, відмовитися від будівництва високо об'ємних споруджень.

Стічні води різних підприємств можуть бути потенційним джерелом забруднення навколишнього середовища. Так, стічні води гальванічних підприємств складають 30-50% від загальної кількості стічних вод, які утворюються на підприємствах машинобудування. Вони являють собою велику екологічну загрозу, тому що мають у своєму складі солі важких металів, кислот, лугів. Найбільш небезпечними забрудненнями навколишнього середовища в них є іони важких металів до яких відноситься Cr<sup>6+</sup>·Cr<sup>6+</sup> є високотоксичним і відомий як канцерогенний та мутагенний токсин для людини.

Під дією магнітного поля, яке утворюється магнітною системою, виникають потоки рідини в околі залізних елементів різної форми, розподіл швидкостей яких є однаковим по всій довжині кожного елемента. Параметри потоків рідини залежать від площі поверхні елементів, величини магнітного поля та рН середовища, а також хімічної реакції між поверхнею залізного елемента та середовища.

В зв'язку з тим, що ступінь очищення залежить від параметрів потоків рідини, які в свою чергу залежать від величини зовнішнього магнітного поля та рН середовища, досліджували залежності потоку рідини від рН розчину, який очищується. Дослідження проводили у водному розчині K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> у межах рН1-4, напруженість магнітного поля 160кА/м, вміст хрому 100мг/л. Для ідентифікації руху розчину були взяті немагнітні дрібнодисперсні частки. Отримані дані наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Приклад	рН розчину	Висновки щодо швидкості руху частинок
1	1,0	Спостерігається інтенсивний рух частинок у потоку розчину, але при цьому відбувається активна хімічна реакція між водним розчином і залізним елементом, що приводить до руйнування поверхні елемента
2	1,65	Спостерігається інтенсивний рух частинок у потоку розчину.
3	2,0	Рух частинок у потоку розчину не припиняється
4	2,5	Рух частинок у потоку розчину не припиняється, але при високих концентраціях хрому очищення проходить за більш тривалий час.
5	4	Рух частинок у потоку розчину дуже повільний, а також реакція окислення шестивалентного хрому уповільнюється.

З таблиці видно, що рН водного розчину K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> рівне 1 застосовувати не рекомендується, тому що відбувається швидке руйнування поверхні металевого елемента, при рН 4 рух частинок дуже повільний, а реакція окислення уповільнюється. Оптимальне рН розчину 1,65-2,0.

Досліджували швидкість частинок у магнітному полі в залежності від напруженості зовнішнього магнітного поля в межах 40-600кА/м на протязі перших 5хв. Для дослідження швидкості використовували швидкість руху немагнітних дрібнодисперсних частинок з оптимальним рН2 у розчині К<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>. Отримані дані наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Приклад	Напруженість зовнішнього магнітного поля, кА/м	Швидкість потоку рідини з частинками на протязі перших 5 хвилин (мм/с)
1	20	0,03
2	40	0,07
3	160	0,13
4	560	0,19
5	600	0,23

З таблиці видно, що зміною напруженості магнітного поля можна забезпечувати необхідну швидкість потоку рідини, але при напруженості поля 20кА/м швидкість дуже мала, а використовувати напруженість 600кА/м не доцільно, так як щоб забезпечити напруженість магнітного поля більш ніж 560кА/м необхідні додаткові матеріальні витрати (електромагніт, система охолодження електромагніту та більші витрати електроенергії), так як постійні магніти, які не споживають електроенергію не можуть створювати магнітні поля більш ніж 560кА/м. При напруженості зовнішнього магнітного поля  $H \leq 560$  кА/м можливе використання недорогих постійних магнітів, що зовсім не потребує витрат електроенергії. Оптимальна напруженість магнітного поля 40-560кА/м.

Спосіб здійснюється наступним чином.

Приклад 1.

Розчином К<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> вихідної концентрації іонів 200мг/л та рН2 заповнювали ємність та через вхідний патрубок розчин поступав у камеру для очищення, яка складалася із залізних голок. Камера була поміщена у магнітне поле з напруженістю 160кА/м протягом 180сек. Швидкість пропускання води, яка очищується вираховувалась по формулі:

$$V_0 = \frac{L}{\tau} \cdot \frac{R_1^2}{R_0^2},$$

де:

L - довжина камери, де проходить очищення;

$\tau$  - час проходження стічної води через камеру, де проходить очищення;

$R_1^2$  - радіус камери;

$R_0^2$  - радіус вхідного та вихідного патрубків камери.

Для зрівняння брали аналогічну камеру з розчином, але без магнітного поля.

Наступні приклади аналогічні описаному та відрізняються часом витримки камери з розчином у зовнішньому магнітному полі та без магнітного поля. Отримані дані наведені у таблиці 3.

Таблиця 3

№ п/п	Кількість іонів хрому після процесу цементатії, мг Cr <sup>6+</sup> /л		Час, сек.	Кількість іонів хрому після процесу цементатії, %	
	З магнітним полем	без магнітного поля		З магнітним полем	Без магнітного поля
1	72,0	110,0	60	28	45
2	0	25,0	120	100	87,5
3	0	0	180	100	100

Як видно з таблиці, за одну хвилину у магнітному полі за допомогою залізних елементів хром встигає цементуватись, а без магнітного поля цей процес відбувається за 180сек. Це свідчить, що час цементатії іонів хрому з магнітним полем складає 60сек., а без магнітного поля - 180сек.. Це дозволяє забезпечити можливість ефективного очищення висококонцентрованих стічних вод від іонів шестивалентного хрому у проточній системі, тобто зробити цей процес безперервним.

Таким чином, дані дослідження показали, що очищення стічних вод від іонів хрому у проточній системі за допомогою процесу цементатії іонів важких металів на залізний елемент інтенсифікується впливом постійного магнітного поля, що дозволяє забезпечити високу ступінь очищення висококонцентрованих стічних вод та зробити цей процес безперервним.