

УДК 574. 63:628.33

О.С. Мельник*Глухівський національний педагогічний університет ім. О. Довженка***ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ОЧИЩЕННЯ
ХРОМОВІСНИХ ГАЛЬВАНОСТОКІВ**

Розглядається проблема утворення та накопичення токсичних стічних вод гальванічного виробництва. Аналізуються переваги та недоліки вітчизняних та закордонних розробок у галузі знешкодження хромовісних гальваностоків. Обґрунтовується вибір найефективнішого методу очищення стоків.

Гальванічне виробництво, стічні води, електрокоагуляція

У той час як промислово розвинені регіони країни потерпають від браку чистої води, гальванічне виробництво споживає величезні обсяги водних ресурсів – понад 50 млн м³ за рік [4]. Гальванічне виробництво належить до найнебезпечніших промислових технологій, відрізняється шкідливими умовами праці, великою кількістю відходів, значними об'ємами стічних вод, що містять високотоксичні хімічні забруднення. Основними складовими гальваностоків є неорганічні сполуки високої токсичності, обумовленої вмістом важких металів, – хрому, заліза, цинку, нікелю, міді, кадмію та ін. Особливо небезпечними є сполуки шестивалентного хрому, що відносяться до першого класу небезпеки. Токсичність Cr⁶⁺ проявляється в пригніченні росту, гальмуванні метаболічних процесів у вигляді генетичних, гонадотропних, ембріотропних змін, сполуки ж хрому відносяться до групи високого канцерогенного ризику [2].

Для вирішення актуальних проблем забруднення поверхневих водойм України необхідно здійснити комплекс заходів, спрямованих на раціоналізацію виробничих схем водоспоживання, водовідведення й очищення виробничих стічних вод. Одним з першочергових завдань є впровадження сучасних технологій очищення, які дозволять на виході отримувати стоки з концентрацією забруднювальних речовин, що не перевищуватиме встановлені ліміти.

При виборі технічного рішення з очищення стічних вод доцільно також враховувати умови переробки твердих відходів, оскільки, окрім безпосереднього скидання недостатньо очищених стоків у поверхневі водні об'єкти, існує проблема забруднення й підземних вод. Особливу небезпеку становлять території шламовідвалів, з поверхні яких відбувається просочування забруднень у підземні водоносні шари.

Серед існуючих численних методів очищення хромовісних стічних вод гальванічного виробництва – реагентних, іонообмінних, сорбційних, мембранних, біохімічних, електрохімічних – найпоширенішим на вітчизняних підприємствах є **реагентний**. Реагентом-відновником шестивалентного хрому слугують сульфід заліза, сульфід кальцію, перекис водню, формальдегід, нафтошлам, порошкоподібний алюміній, гідразин, солі барію, сполуки свинцю, шліфувальний шлам металопереробних виробництв та ін. На відновлення од-

нієї вагової частки Cr^{6+} потрібно до 16 часток реагенту-відновника. Зрештою, використання реагентного методу призводить до утворення значної кількості шламів (10,0 – 12,5 тис. т/рік), які містять у великих кількостях гідроксиди, карбонати і солі важких металів [4].

До **мембранних** методів очищення стічних вод від іонів хрому відносяться зворотний осмос і ультрафільтрація. При видаленні шестивалентного хрому, як правило, використовують полісульфонамідні мембрани [6]. Мембранні методи можуть забезпечувати достатньо високий ступінь очищення, сприяють поверненню очищеної води у виробництво і регенерації розчинених речовин. При цьому витрати електроенергії доволі незначні. Зворотноосматичні та ультрафільтраційні установки відрізняються компактністю і простотою експлуатації. Проте з часом на поверхні мембран накопичуються затримані речовини, унаслідок чого знижуються їх проникність і селективність. Низька хімічна стійкість в агресивних середовищах і висока собівартість дозволяють застосовувати мембрани лише там, де середовища неагресивні і концентрації іонів металів не на багато перевищують ГДК. У зв'язку з тим мембранні технології не знайшли поки що широкого застосування для локального очищення промивних хромовмісних вод гальванічних виробництв.

До **сорбційних** методів очищення гальванічних стоків відносять адсорбцію та іонний обмін. Як сорбенти хрому використовують штучні та природні пористі матеріали. У лабораторії університету Бірмінгему (Великобританія) застосовують фільтр із завантаженням активованим вугіллям [8]. Автори [5] пропонують в якості адсорбуючого завантаження при очищенні хромовмісних стоків застосовувати бітумінозне, полубітумінозне, буре та кам'яне вугілля. Ведуться роботи зі знешкодження хрому при адсорбції на гомогенній суміші летюча смола – воластоніт. Існує можливість адсорбції хрому тирсою. Цікаві способи очищення від хрому на гематиті, порошковому діоксиді титану, сорбенті з хітозану. Тут природним рослинним сорбентом хрому служить насіння люцерни, конюшини, квасолі. На кафедрі Пермського державного технічного університету (Росія) розроблено неорганічний сорбент на основі суміші гідроксидів металів МНКГ, що дозволяє селективно вилучати іони шестивалентного хрому [3]. Обмеження в промисловому використанні адсорбційних методів пов'язані з ускладненням регенерації та повторного використання сорбенту.

Іонообмінний метод знешкодження стоків знайшов широке застосування за кордоном. Найуживанішим є спосіб іонообмінного вилучення і регенерації хрому (VI) за допомогою двох колонок, заповнених, відповідно, сильноокислим катіоном і сильноосновним аніоном. Для видалення хрому (VI) використовують слабоосновний аніоніт амберліт IPA-94S, що має високу хімічну стійкість і легко регенерується [7]. Проте для застосування цього іоніту необхідне попереднє очищення води від механічних домішок, олив, жирів. При використанні іонообмінного методу виникає проблема переробки елюатів і додаткового очищення промивних вод, оскільки при іонному обміні абсолютний скид солей у 2,5–3 рази більший, ніж при реагентному очищенні.

Останнім часом у нашій країні та за кордоном збільшилися масштаби досліджень щодо розробки технологій виділення важких металів зі стічних вод гальвановиробництв біохімічним методом. Дніпропетровським університетом запропоновано спосіб очищення хромовмісних стічних вод біофільтраторами – личинками безхвостих амфібій [9]. Автори [1] пропонують очищення від хрому здійснювати спорами міцеляльних грибів *Aspergillus flavus*. До недоліків біологічних методів очищення слід віднести високу чутливість бактерій до хімічного складу стоків.

Очищення стічних вод від хрому (VI) здійснюють й електрохімічними методами, заснованими на використанні електроенергії при проведенні електролізу водних розчинів електролітів. Електрохімічні методи мають ряд переваг перед фізико-хімічними, здебільшого вони є екологічно чистими, тобто такими, що виключають «вторинне» забруднення води аніонними і катіонними залишками, характерними для реагентних способів.

Найдоступнішим для впровадження способом електрохімічної обробки хромовмісних стоків сьогодні вважається електрокоагуляція з розчинними анодами зі сталей. Суть методу полягає у відновленні біхромат і хромат іонів іонами заліза Fe (II), що утворюються при електролітичному розчиненні сталевих анодів, та за рахунок катодних реакцій.

За більш ніж вікову історію розвитку і практичного застосування електрокоагуляція зазнала ряд як апаратурних, так і технологічних змін, виявивши високу ефективність і надійність при очищенні хромовмісних стічних вод.

Протягом 1940–1950 рр. значну роботу з вивчення процесу електрокоагуляції проводили американські вчені Ф. Стюарт і С. Бонілла, у 1970–1980 рр. японські Лу і Чен, радянські С.В. Яковлев, І.Г. Краснобородько, М.М. Назарян, П.П. Строкач, Л.А. Кульський. Наукові розробки 50–80-х рр. XX ст. зумовили істотне полегшення процесів управління електрокоагуляційним обладнанням, а також зменшення їх первинних розмірів при збереженні високої продуктивності очищення [1].

Вагомий внесок у розвиток електрокоагуляції було зроблено на початку 90-х років XX ст. російськими та українськими вченими В.Н. Кудрявцевим, В.А. Колесниковим, А.В. Дяченко, С.С. Виноградовим – їхні наукові праці знайшли широке практичне застосування у вітчизняному машинобудуванні.

Сьогодні електрокоагуляційне обладнання представлене широким асортиментом апаратурного виконання, а вибір оптимальної конструкції, що забезпечить мінімізацію екологічних та економічних збитків, є важливим науково-практичним завданням.

1. Баранов А. Н. Электрохимические методы очистки сточных вод промышленных предприятий / А. Н. Баранов // Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та. – 2007. – Ч. 1, № 1. – С. 13–14. 2. Виноградов С.С. Экологически безопасное гальваническое производство / С.С. Виноградов; под ред. В.Н. Кудрявцева. – М.: Глобус, 1998. – 302 с. 3. Волохин В.В. Обезвреживание и утилизация некоторых отходов. Очистка хромсодержащих сточных вод гальванического производства / В.В. Волхина, Н.Б. Ходяшев, Т.К. Томчук [и др.] // Проблемы и перспективы развития

химической технологии на западном Урале: сб. науч. тр. Перм. гос. техн. ун-та. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2001. – С. 156–157. 4. Машинобудування в Україні: тенденції, проблеми, перспективи / за заг. ред. Б.М. Данилишина. – Ніжин: Аспект-Поліграф, 2007. – 308 с. 5. Пат. 5129354 Япония, МКИ C02 C 5/05. Способ очистки хромсодержащих сточных вод / Сэйдзи Х. (Япония); заявитель и патентообладатель Х. Сэйдзи (Япония). – №4716697; заявлено 19.06.91; опубл. 14.07.92, Бюл. №893. 6. Снукишкис Ю.Ю. Очистка стоков гальваноцехов обратным осмосом (Создание рециркуляции при хромировании) / Ю.Ю. Снукишкис // Тр. АН ЛитССР. – 1983. – С. 47–54. 7. Jones F. Ionic of chromates extraction / F. Jones // Effluent and Water Treat. J. – 1979. – №9. – С. 483–485. 8. Shanna D.C. Cleaning of sewage from salts of chrome by carbon absorbent / D.C. Shanna, C.F. Forster // Water S.Afr. – 1996. – №2. – P.153–160. 9. Yolanda M. Biosorption of antimony and chromium species by *Spirulina platensis* and *Phaseolus*. Applications to bioextract antimony and chromium from natural and industrial waters / M. Yolanda // Analyst. – 1998. – №7. – P. 1593–1598.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕТОДА ОЧИСТКИ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ ГАЛЬВАНОСТОКОВ

Рассматривается проблема образования и накопления токсических сточных вод гальванического производства. Анализируются преимущества и недостатки отечественных и зарубежных разработок в области обезвреживания хромсодержащих гальваносток. Обосновывается выбор наиболее эффективного метода очистки стоков.

METHOD FOR WASTEWATER TREATMENT OF CONTAINING CHROMIUM REASONING

The problem of the formation and accumulation of toxic wastewater electroplating production considered. Analyzes the advantages and disadvantages of domestic and international developments in the field of galvanic wastewater of containing chromium neutralization. The choice of the most effective method of wastewater treatment substantiated.

Стаття надійшла 12.06.2013