

Література

1. Екологія та автомобільний транспорт [Текст]: навч. посіб. / Ю. Ф. Гунтаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун та ін. — К.: Арістей, 2006. — 292 с.
2. Хомяк Я. В. Автомобильные дороги и окружающая среда. [Текст] / Я. В. Хомяк, В. Ф. Скорченко. — К.: Вища школа, 1983. — 198 с.
3. Методика виявлення, оцінки та ранжування потенційних екологічно небезпечних місць автомобільної дороги [Текст]: М 218-02071168-416-2005. — К.: Укравтодор, 2005. — 35 с.
4. РЭ 4381-003-76596538-06. Шумомер-анализатор спектра портативный ОКТАВА-110А. Руководство по эксплуатации [Текст]. — М.: ПКВ Цифровые приборы. — 10 с.

УДК 628.34

НОВА ТЕХНОЛОГІЯ ЛОКАЛЬНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНОВИРОБНИЦТВ

С. Ю. Андреев

Доктор технических наук, профессор
Кафедра водоснабжения и водоотведения*
Контактный тел.: (841) 2769177
E-mail: andreev@pguas.ru

В. Г. Камбург

Доктор технических наук, профессор,
заведующий кафедрой
Кафедра прикладной математики и информатики*
Контактный тел.: (841) 2496152
E-mail: kamburg@rambler.ru

В. В. Демидочкин

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра гидротехнического строительства*
Контактный тел.: (841) 2494953
E-mail: demidochkin@gmail.ru

*Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства
ул. Г. Титова, 28, г. Пенза, 440028

Описана теоретично та експериментально підтверджена нова технологія локальної очистки стічних вод гальвановиробництв від іонів важких металів на основі сульфідомістячих реагентів-осаджувачів, працездатність та переваги якої перед існуючими технологіями показані на прикладі ЗАТ «Радіозавод» м. Пензи.

Ключові слова: очистка від важких металів, осаджувач, локальні системи очистки.

Описана теоретически и экспериментально подтверждена новая технология локальной очистки стоковых вод гальванопроизводства от ионов тяжелых металлов на основе сульфидосодержащих реагентов-осадителей, работоспособность и преимущества которой перед существующими технологиями показаны на примере ЗАО «Радиозавод» г. Пензы.

Ключевые слова: очистка от тяжелых металлов, осадитель, локальные системы очистки.

Described theoretically based and experimentally confirmed by the new technology of the local wastewater treatment in electroplating of heavy metal ions on the basis of sodium sulfide as a reagent-precipitant, efficiency and benefits of which over existing technologies are shown in the example of JSC «Radio Plant» Penza-city.

Keywords: cleaning from heavy metals, reagent, local in-plant systems of cleaning.

Актуальність

Серед промислових підприємств, стічні води яких негативно впливають на відкриті водойми, особливе місце займають машинобудівні заводи, що мають гальвановиробництва. Стічні води гальвановиробництва, що містять іони важких металів, повинні піддаватися в обов'язковому порядку глибокому очищенню. Висока токсичність і здатність до накопичення в живих організмах пояснює необхідність істотного зниження концентрацій іонів важких металів у стічних водах, що скидаються у водойми. Тому розробка більш ефективних способів і технологій стічних вод гальвановиробництв є актуальним завданням.

Постановка завдання

Основним стандартним технологічним прийомом знешкодження стічних вод, що містять іони важких металів, протягом багатьох років є метод нейтралізації (хімічного осадження), що передбачає підвищення рівня рН стічних вод до 9–10. При наявності надлишку іонів OH^- , що виникає за рахунок підвищення величини рН, відбувається молярізація іонів важких металів і випадання їх в осад у вигляді гідроксидів [1–3]. Багаторічна практика експлуатації локальних очисних споруд гальванічних виробництв показала, що метод нейтралізації не дозволяє знизити концентрацію іонів важких металів в очищених стічних водах менш десятих часток міліграма на літр,

внаслідок чого потрібно їх глибока доочищення. Ефективність хімічного осадження важких металів із стічних вод обернено пропорційна розчинності сполук, що утворюються. Малорозчинні у воді гідроксиди важких металів мають досить велику залишкову розчинність, що не дозволяє отримати концентрації іонів важких металів в очищених стічних водах менш десятих часток міліграма на літр, що суттєво перевищує величину ГДК. Метою роботи є теоретичне обґрунтування та розробка нової технології локального очищення стічних вод гальвановиробництва з використанням сульфід натрію, як реагента-осаджувача.

Основна частина

Підвищити ефективність хімічного осадження іонів важких металів із стічних вод гальванічних виробництв можливо, використовуючи реагенти-осаджувачі, що містять сульфідні сполуки. Сульфід-іони утворюють з важкими металами хімічні сполуки, розчинність яких має найменше значення (табл. 1).

Таблиця 1

Розчинність хімічних сполук важких металів у воді

Метал	Константа розчину у воді, моль-екв/л	
	гідроксид	сульфід
Cu	$2,4 \cdot 10^{-7}$	$1,8 \cdot 10^{-19}$
Fe (II)	$1,6 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^{-10}$
Mn	$2,1 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-8}$
Ni	$6,0 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-12}$
Pb	$5,5 \cdot 10^{-5}$	$8,2 \cdot 10^{-15}$
Zn	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$2,8 \cdot 10^{-13}$

Розчинність сульфід-іоном хімічних сполук, що утворюються, настільки мала, що комплексні сполуки важких металів, що знаходяться у стічних водах, дестабілізуються, що сприяє їх очищенню. В даний час пропонується цілий ряд сульфидовмісних реагентів-осаджувачів для очищення стічних вод гальвановиробництва від іонів важких металів. Всі ці реагенти мають сульфідну комплексуючу групу, яка щеплена на органічну молекулу. Використання реагентів-осаджувачів на органічній основі пояснюється можливістю роботи з ними у широкому діапазоні рН.

Компанією SNF FLOERGER SA був розроблений цілий ряд реагентів-осаджувачів важких металів серії METALSORBTM. Реагенти METALSORBTM являють собою речовини, що містять органічні молекули з прищепленими сульфідними комплексуючими групами. Є кілька типів реагентів METALSORBTM, відповідних різним органічним складовим (рис. 1).

Кожна група реагентів-осаджувачів має свої характерні властивості. Реагенти, що містять маленькі органічні молекули (METALSORBTM ZT), мають найвищу активність і вигідні через високий вміст активної складової, але утворюють поганоосідаючі дрібні пластівці, які потребують додаткової коагуляційної та флокуляційної обробки. При збільшенні розміру органічної складової молекули реагенту-осаджувача зміст активної частини

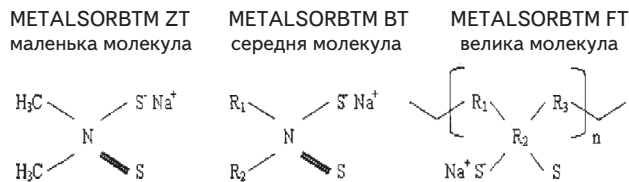


Рис. 1. Види реагентів METALSORBTM™

зменшується, проте осад, що утворився, може бути відразу відділений від оброблюваної води відстоюванням або додаванням невеликої кількості флокулянта. Реагенти METALSORBTM ефективні з великим рядом металів і одночасно видаляють різні комбінації важких металів. Сила комплексоутворення дітіокарбонатних груп дозволяє безпосередньо осаджувати метали що пов'язані в комплексі. Хімічно стійкий осад не виділяє вторинні забруднення.

Основним недоліком органічних реагентів-осаджувачів є їх висока вартість і низька активність. Мінеральний реагент-осаджувач сульфід натрію позбавлений цих недоліків. Використання сульфід натрію замість органічних реагентів-осаджувачів дозволить суттєво зменшити собівартість процесу очищення і знизити залишкові концентрації іонів важких металів в стічних водах, що очищені.

В основі впровадження запропонованої технології лежать результати досліджень кафедри «Водопостачання та водовідведення» Пензенського ДУАБ з інтенсифікації хімічного очищення промивних стічних вод гальвановиробництва за рахунок використання реагенту-осаджувача, що містить сульфідні сполуки [4].

Виробниче впровадження нової технології очищення стічних вод було виконано на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод» м. Пенза продуктивністю 300 м³/добу. В якості основного стандартного технологічного прийому знешкодження стічних вод, що містять іони важких металів, на локальних очисних спорудах використовувався реагентний метод хімічного осадження (нейтралізації), який передбачає підвищення рівня рН до 9–10 за рахунок додавання в стічні води вапняного молока і подальше осадження гідроксидів важких металів, що утворюються. При наявності надлишку іонів OH⁻, що виникає за рахунок підвищення рівня рН, відбувається молярізація іонів важких металів і утворення малорозчинних гідроксидів. Через виносу пластівців гідроксидів важких металів з відстійника і наявності в очищених стічних водах металів, що знаходяться в розчиненому вигляді і в формі комплексних сполук, якість стічних вод, які скидаються у міську каналізаційну мережу, не задовольняло пропонованим до них вимогам.

З метою підвищення ефективності реагентної очистки стічних вод гальвановиробництва було запропоновано використовувати на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод» реагент-осаджувач, що містить сульфід (сульфід натрію), який зв'язує іони важких металів в нерозчинні з'єднання, які випадають в осад, і флокулянт поліакриламід, що дозволяє збільшити гідралічну крупність, утворилися після обробки стічних вод у реакторі пластівців. Рекомендована доза реагенту-осаджувача – 10 мг/л і доза флокулянта – 0,5 мг/л.

Відповідно до розробленої технології очищення стічних вод гальвановиробництва з використанням реагенту-осаджувача силами ВАТ «Радіозавод» була проведена

реконструкція локальних очисних споруд. У ході проведення реконструкції на локальних очисних спорудах були змонтовані розчинно-видаткові баки сульфід натрію і поліакрил амід, а також пневмобаком-дозатори реагентів.

Загальний вигляд пневмобаків-дозаторів сульфід натрію і поліакриламід представлений на рис. 2.

Технологічна схема знешкодження стічних вод гальвановиробництва після проведення реконструкції на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод» представлена на рис. 3.

Розчин сульфід натрію приготується в розчинно-видатковому баці (12). Робоча концентрація розчину сульфід натрію становила $СП = 2,5 \text{ г/л}$. При відкритті вентиля на лінії (14) і вентиля на повітряному патрубку (16) розчин сульфід натрію самопливом надходив у пневмобак-дозатор (15). При піднятті рідини у пневмобак-дозаторі (15) до розрахункового рівня вентилі на лініях (14) і (16) закривалися. Після проведення технологічного процесу лужної обробки стічних вод гальвановиробництва розчином вапняного молока у реактор (6) з пневмобака-дозатора (15) подавався розчин сульфід натрію. Розрахунковий обсяг реагенту-осаджувача (сульфід натрію) видавлювався з пневмобака-дозатора (15) стисненим повітрям при відкритті вентилів на лініях (17) і (18). Тривалість обробки стічних вод реагентом-осаджувачем в реакторі 10 хвилин. У стічні води, що пройшли обробку реагентом-осаджувачем, з пневмобака-дозатора (22) дозувався розчин флокулянта — поліакриламід. Тривалість флокуляційної обробки стічних вод 5 хвилин. Робоча концентрація розчину поліакриламід $СП = 0,5 \text{ г/л}$.

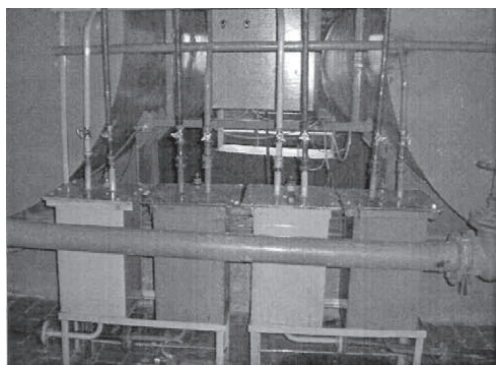


Рис. 2. Загальний вигляд пневмобаків-дозаторів сульфід натрію і поліакриламід на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод» м. Пензи

Пояснення до рис. 3: 1 — усреднювач; 2 — насос, що подає стічні води у реактор; 3 — видатковий бак вапняного молока; 4 — насос-дозатор, 5 — система перемішування витратного бака; 6 — реактор; 7 — розподільна система; 8 — патрубок відводу повітря, 9 — запірні арматури; 10 — відстійник періодичної дії; 11 — насос, що подає стічні води у міську каналізаційну мережу; 12 — розчинно-видатковий бак сульфід натрію, 13 — пневматична система перемішування; 14 — подача сульфід натрію у пневмобак-дозатор; 15 — пневмобак-дозатор сульфід натрію;

16 — повітряний патрубок, 17 — подача стиснутого повітря у пневмобак-дозатор; 18 — подача сульфід натрію в реактор; 19 — розчинно-видатковий бак флокулянта (поліакриламід); 20 — пневматична система перемішування; 21 — подача поліакриламід у пневмобак-дозатор; 22 — пневмобак-дозатор поліакриламід; 23 — повітряний патрубок; 24 — подача стиснутого повітря у пневмобак-дозатор; 25 — подача поліакриламід у реактор.

Результати, які отримані від впровадження технології очищення стічних вод гальвановиробництва з використанням реагенту-осаджувача на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод», представлені в табл. 2.

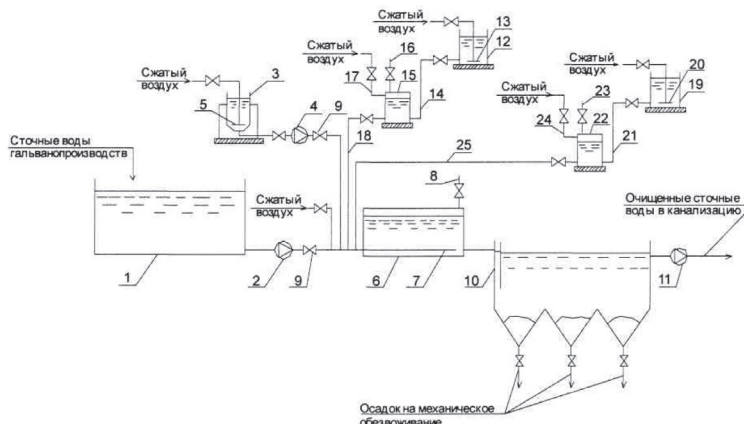


Рис. 3. Технологічна схема знешкодження стічних вод гальвановиробництва після проведення реконструкції на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод» м. Пензи (мова оригіналу)

Таблица 2

Результати впровадження технології очищення стічних вод гальвановиробництва з використанням реагенту-осаджувача на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод» м. Пенза

Показники	Концентрації забруднень в стічних водах, що поступають на очищення, мг/л	Концентрації забруднень в стічних водах, що очищено до проведення реконструкції, мг/л	Ефект очищення до проведення, реконструкції, %	Концентрації забруднень в стічних водах, що очищено, після проведення реконструкції, мг/л	Ефект очищення після проведення реконструкції, %	
1	2	3	4	5	6	7
1	Зважені речовини	$\frac{12-27}{21}$	$\frac{7-10}{9}$	57,1	3	85,7
2	Цинк	$\frac{1,8-3,9}{2,7}$	$\frac{0,35-0,52}{0,41}$	84,2	$\frac{0,06-0,11}{0,08}$	97,1
3	Нікель	$\frac{2,3-6,4}{4,8}$	$\frac{0,47-0,58}{0,52}$	89,2	$\frac{0,08-0,13}{0,09}$	98,1
4	Мідь	$\frac{4,5-11,2}{8,1}$	$\frac{0,21-0,34}{0,29}$	96,4	$\frac{0,04-0,09}{0,06}$	99,3
5	Залізо	$\frac{3,1-7,6}{5,2}$	$\frac{0,62-0,81}{0,72}$	86,2	$\frac{0,08-0,19}{0,12}$	97,7

Примітка: У знаменнику показано середнє значення аналізованого показника.

Висновки

1. Теоретично обґрунтовано та експериментально підтверджено можливості нової технології локального очищення стічних вод гальвановиробництв з використанням реагенту-осаджувана.

2. Впровадження нової розробленої технології на локальних очисних спорудах ВАТ «Радіозавод» м. Пенза дозволило:

- збільшити гідравлічну крупність пластівців, що утворюються у реакторі, з 0,4 мм/с до 0,7 м/с;

- скоротити тривалість освітлення у відстійнику періодичної дії стічних вод, що пройшли процес реагентної обробки, з 2,5 до 0,8 години;

- зменшити вміст іонів важких металів в очищених стічних водах: цинку в 5,1 рази; нікелю в 5,8 рази; міді в 4,8 рази; загального заліза в 6,0 разів;

- підвищити ефект очищення стічних вод гальвановиробництва від іонів важких металів з 84,8–96,4 % до 97,1–99,3 %.

3. Підтверджений середньорічний економічний ефект від впровадження склав понад 200 тис. руб (50 тис. гр.)/рік у цінах 2010 року.

Досліджено вплив електророзрядної обробки на процес коагуляції та флокуляції. Наведені результати експериментальних досліджень впливу кавітації на ступінь очищення стічних вод.

Ключові слова: коагуляція, флокуляція, електророзрядна обробка, кавітація.

Исследовано влияние электро-разрядной обработки на процесс коагуляции и флокуляции. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния кавитации на степень очистки сточных вод.

Ключевые слова: коагуляция, флокуляция, электро-разрядная обработка, кавитация.

The effect of electrical discharge machining on the coagulation and flocculation. The results of experimental studies of the effect of cavitation on the degree of wastewater treatment.

Keywords: coagulation, flocculation, electro-bit treatment, cavitations.

Введение

Очистка природных и сточных вод тесно связана с охраной окружающей среды и является актуальной проблемой современности. В последнее десятилетие вследствие сброса недостаточно очищенных сточных вод

Література

1. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство [Текст] / С. С. Виноградов; под ред. В. Н. Кудрявцева; изд. 2-е, перераб. и доп. — М.: Производственно-издательское предприятие «Глобус», 2002. — 352 с.
2. Запольский А. К. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства [Текст] / А. К. Запольский, В. В. Образцов. — Киев: Техника, 1989. — 200 с.
3. Андреев С. Ю. Новая технология очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов [Текст] / С. Ю. Андреев, М. В. Бікунова, А. М. Исаева, А. С. Кочергин // Информационный бюллетень «Строй-инфо» № 23. — Самара: ИСНЦ РАН, 2008.
4. Андреев С. Ю. Новая технология интенсификации работы локальных очистных сооружений цехов гальванопокрытий [Текст] / С. Ю. Андреев, Б. М. Грішин, М. В. Бікунова, А. С. Кочергин // Известия высш. учеб. заведений. Строительство. — Новосибирск, № 1, 2010.

УДК 628.314.2

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ НА ОЧИСТКУ СТОЧНЫХ ВОД В ПРОЦЕССАХ КОАГУЛЯЦИИ И ФЛОКУЛЯЦИИ

Е. Г. Кузнецова

Аспирант*

Контактный тел.: 095-131-02-81

E-mail: romantic14@mail.ru

Ю. Г. Сарбекова

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник научно-исследовательского сектора, докторант*

Контактный тел.: 050-318-80-16

E-mail: a-ermolaeva@mail.ru

*Кафедра химической технологии и дизайна волокнистых материалов Херсонский национальный технический университет Бериславское шоссе, 24, г. Херсон, Украина, 73008

промышленными предприятиями отмечено значительное повышение в водах содержания тяжелых металлов, нефтепродуктов, трудноокисляемых органических соединений, синтетических поверхностно-активных веществ, пестицидов и других загрязнений. Существующие на сегодняшний день методы очистки производственных