

УДК 628.515

В.В. КРУЧИНА

Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»

ВПЛИВ ФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ НА РІДКІ ВІДХОДИ ВИРОБНИЦТВА

Розглянуто особливості складу стічних вод, що утворюються при хімічній і електрохімічній обробці матеріалів на підприємствах авіаційної і ракетно-космічної техніки. Скидання промислових стоків являє собою важливу проблему, так як вони містять компоненти розчинів токсичних речовин, у результаті чого відбувається інтенсивне забруднення водних об'єктів. Проаналізовано шляхи вирішення проблеми утилізації рідких промислових відходів підприємств на основі аналізу фізичних методів, що відповідають вимогам екологічності технології і забезпечення регенерації цінних речовин. Наведено особливості реалізації таких методів обробки рідких середовищ. Запропоновано звернути увагу на електроімпульсний метод комплексної утилізації рідких і твердих металевих відходів виробництва заснований на комбінованому впливі на воду фізико-хімічних явищ, що виникають при здійсненні імпульсних електричних розрядів.

Ключові слова: гальванічні покриття, утилізація гальванічних стоків, електричне і магнітне поле, електричний розряд, ультрафіолетове випромінювання, іонізуючі випромінювання

Вступ

Підприємства авіаційної і ракетно-космічної техніки випускають продукцію, для виготовлення деталей і агрегатів якої застосовують такі матеріали, як сталь, алюміній, титаномagneвві стопи та ін. Умови та режими експлуатації авіаційної і ракетної техніки припускають обробку поверхонь деталей такими способами, як нікелювання, анодування, оксидування, хромування, цинкування, кадмірування та ін.

Підприємства застосовують хімічні речовини для процесів:

- розконсервації і мийки металопрокату;
- видалення окисних плівок і окалини з металопрокату, вилівок, поковок, після термообробки;
- нанесення захисних і захисно-декоративних покриттів на деталі, що використовуються в конструкціях вузлів і агрегатів виробленої продукції;
- нанесення спеціальних покриттів, що забезпечують виконання вимог до окремих поверхонь: підвищення твердості, зносостійкості, зміни коефіцієнта тертя, здатності до термодифузійної м'якої пайки, термостійкості, запобігання схоплювання в умовах глибокого вакууму, зміни коефіцієнта поглинання променів (табл. 1);
- отримання різної величини і форми пазів хімічним фрезеруванням.

Процеси розконсервації і мийки від мастильно-охолоджуючих рідин проводяться в основному в розчинах на лужній основі з застосуванням поверхнево-активних речовин, при цьому утворюються

промивні води та розчини, що містять компоненти цих розчинів, а також жирові забруднення.

Таблиця 1

Призначення і область застосування покриттів

Область застосування покриттів	Призначення покриттів	Матеріал покриттів
Авіація		
Лопатки газових турбін	Термостійкість	Al-Ni; Al; Al ₂ O ₃
Гальмівні колодки	Зносостійкість	Cr-B-Ni оксиди
Елементи конструкції фюзеляжу	Міцність, жорсткість	Композиційні матеріали на основі Al; Ti
Ракетно-космічна техніка		
Сопла ракет, теплоізоляція	Жаростійкість, ерозійна стійкість	Оксиди, Al; W
Елементи космічних апаратів	Триботехнічні властивості	Карбіди, силіциди W, Zr, Mo

Очищення від окисних плівок і окалини припускає використання травильних розчинів на лужній або кислотній основі. Утворені відходи і промивні води містять в своєму складі катіони основних і легуючих сплавів і аніони кислот і лугів, що входять до складу розчинів. Для нанесення захисних, захисно-декоративних, спеціальних покриттів, хімічного фрезерування використовуються розчини, відповідні природі оброблюваного матеріалу та виду електрохімічної обробки. До складу рідких відходів входять катіони хімічних елементів, сплавів, захисного покриття і аніони кислот і розчинів солей, застосовувані в технологічному процесі. Стічні води містять мінеральні та органічні речовини, солі важких (Fe, Cu, Zn, Ni, Cd, Pb, Sn, As), лужних (Mg, St) металів, хромати, ціаніди, органічні сполуки і поверхнево-активні речовини.

Промислові стічні води, що утворюються в гальванічних цехах відносяться до найбільш розповсюджених. Утворені, в результаті нанесення покриттів, а також хімічної і електрохімічної обробки металів, гальванічні стічні води містять солі важких металів, кислот і лугів у кількостях, що в десятки разів перевищують гранично допустимі концентрації. Такі стоки являють собою серйозну небезпеку для стану навколишнього середовища і, зокрема, водних об'єктів, що обумовлює актуальність розробки методів, спрямованих на вдосконалення очищення стічних вод гальванічних цехів.

Постановка завдання дослідження

Аналіз існуючих технологій та обладнання дозволяє зробити висновок про необхідність розробки та вдосконалення нових технологій і устаткування.

Методи очищення промислових стоків, які широко застосовуються сьогодні на виробництві – реагентні, сорбційні та електрохімічні – мають ряд недоліків технологічного і екологічного плану. Так, для реалізації найбільш поширеного метода реагентної очистки потрібні значні капітальні витрати, що пов'язані з проблемою подальшої утилізації чи захоронення великої кількості шлаків. До того ж, реагенти, що застосовуються для процесу нейтралізації, дорого коштують. Більш економічний метод електрокоагуляції вимагає низки дефіцитних матеріалів, витрачених у процесі обробки стічних вод. Іонообмінний метод не отримав достатньо широкого розповсюдження, оскільки є найбільш дорогим.

Наведений вище широкий спектр забруднень стічних вод визначає необхідність розробки універсальних технологічних процесів комплексної утилізації забруднених вод [1, 2]. Вибір процесу утилізації і його апаратне оформлення повинні бути засновані на ретельному аналізі основної технології з

метою максимального скорочення відходів і виборі оптимальних систем для їх видалення.

У сучасних умовах на передній план висувається питання екологічності технології із забезпеченням регенерації цінних речовин. Кінцевою метою є створення маловідходних технологічних процесів, систем оборотного водопостачання.

Результати дослідження

Автором виконані дослідження та проведено аналіз, широко застосовуваних сьогодні, методів очищення промислових стічних вод. Реагентні, сорбційні та електрохімічні методи очищення промислових стоків мають ряд недоліків технологічного, економічного та екологічного плану.

Альтернативою хімічним методам обробки водних систем з метою їх утилізації є фізичні методи: високі температури, електростатичні та магнітні поля, електричні розряди і струми, УВЧ, УФ-та іонізуюче випромінювання. До фізичних методів інтенсифікації процесів очищення стічних вод відноситься також обробка води ультразвуком.

В ультразвукових апаратах вода обробляється ультразвуковими коливаннями різної інтенсивності і частоти, що руйнують фізико-хімічні та біологічні забруднення і прискорюють процеси окиснення, коагуляції, флоатації [3]. Ці методи обробки води енергоємні, вимагають спеціальної підготовки води перед очищенням, складні в апаратному оформленні, мають обмежену продуктивність.

Серед електрофізичних методів слід виділити обробку води імпульсними розрядами в цілях її очищення та знезараження. Високовольтний розряд (10-70 кВ) у воді генерує ударну хвилю, викликаючи електрогідралічний ефект, що характеризується ударною хвилею ($10^4 \dots 10^5 \text{ кг/см}^2$) і пружними коливаннями середовища (10^5 Гц). Такий розряд виробляє потужний комплексний вплив на рідину, інтенсифікуючи процеси в ній [4]. Однак застосування високовольтних розрядів лімітується ресурсом роботи розрядних камер і складністю високовольтних джерел живлення. Принциповим недоліком є локалізація розряду, що не дозволяє рівномірно ввести електроенергію в обсяг оброблюваної рідини.

Низьковольтні (до 1000 В) електричні розряди малої потужності дозволяють обробляти воду як температурними і електромагнітними полями, а також коагулювати дисперсну фазу і здійснювати окислювальні процеси [5]. Недоліками електричних розрядів малої потужності в процесах очищення води є необхідність додаткового очищення і мала продуктивність, пов'язана з низькою витратою або рециркуляцією води в цілях магнітно-імпульсної обробки для підвищення її ефективності.

Найбільш ефективними є імпульсні розряди середньої потужності, що генерують сильні електромагнітні поля. Вони інтенсифікують процеси окислення, знезараження та коагуляції і найбільш придатні для очищення стічних вод. [6]. Однак при цьому значно ускладнюється технологічна схема очищення і ростуть енерговитрати.

При плазмохімічній обробці води в тліючих розрядах, процес здійснюється в газовій фазі над поверхнею рідини. Рідина виконує роль біполярного електроду: катода тліючого розряду і анода по відношенню до рідини [7]. Окислювальні реакції протікають на кордоні розряду фаз. Цей метод недостатньо вивчений і знаходиться на стадії досліджень з причини нерівномірного розподілу струму по поверхні рідини і низької продуктивності розрядної камери низького тиску.

Магнітну обробку води широко застосовують у багатьох технологічних процесах [8] для активації води, коагулювання забруднень та ін. Найбільш широко омагнічування води застосовується в практиці зниження жорсткості мінералізованих вод. У вихрових апаратах вода обробляється феромагнітними частинками в обертовому магнітному полі, і такі апарати можуть застосовуватися для локальних замкнених систем для видалення з води важких металів, фенолу, ціанідів у вигляді гідроксидів. Незважаючи на переваги, серед яких слід відзначити простоту і надійність методу, існують недоліки, що не дозволяють широко застосовувати цей метод - нестабільність і незначність ефектів обробки води.

Радіаційно-хімічний метод обробки стічних вод засновано на окислюванні неорганічних забруднень у воді під дією іонізуючих випромінювань γ -джерел або прискорювачів електронів [9].

Механізм радіаційно-хімічної обробки стічних вод полягає в нейтралізації забруднень продуктами радіолізу води: OH^\cdot , H^\cdot , HO_2^\cdot , H_2O_2 . Ефективність процесу оцінюється радіаційно-хімічним виходом, який визначається числом зруйнованих або утворених молекул на 100 еВ поглиненої енергії.

Утилізація ГС за методом ланцюгової радіаційно-хімічної полімерізації, яку ініціюють іон-радикали, що утворюються при опроміненні мономеру або розчинника, дозволяє перевести забруднення з води в твердий осад в одностадійному процесі. Проблеми реалізації цього метода виникають з приводу складності апаратурного виконання.

Вибір методу утилізації відходів виробництва обумовлюється технологічною можливістю і економічною доцільністю.

Таким є метод електроімпульсного диспергування струмопровідного матеріалу. В роботах [10, 11] розглянуті питання вдосконалення електроімпульсного методу, що забезпечує одностадійний про-

цес утилізації екологічно шкідливих відходів гальванічних та повторне застосування відходів механообробних цехів. Схема установки приведена на рис. 1.

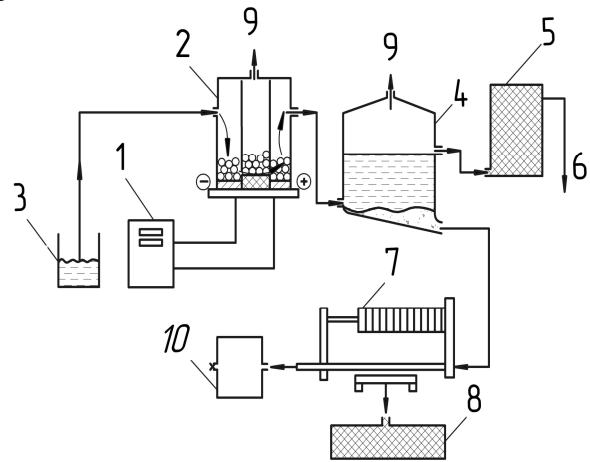


Рис. 1. Принципова схема установки:

- 1 – генератор імпульсного струму;
- 2 – електророзрядний реактор; 3 – ємність стічної води; 4 – відстійник; 5 – фільтр тонкого очищення; 6 – фільтрат; 7 – фільтр-прес; 8 – збірник води; 9 – відведення газу; 10 – збірник води.

Метод заснований на комбінованому впливі на стоки фізико-хімічних явищ, що виникають при здійсненні імпульсних електричних розрядів. При цьому, в порівнянні з існуючими фізичними методами, набір фізико-хімічних впливів на воду, що очищається розширюється (наявність електроерозійних процесів дозволяє отримати високодисперсні металеві порошки (рис. 2), провести активацію водних суспензій, що впливає на характер протікання процесів при диспергуванні, отримати активний коагулянт).

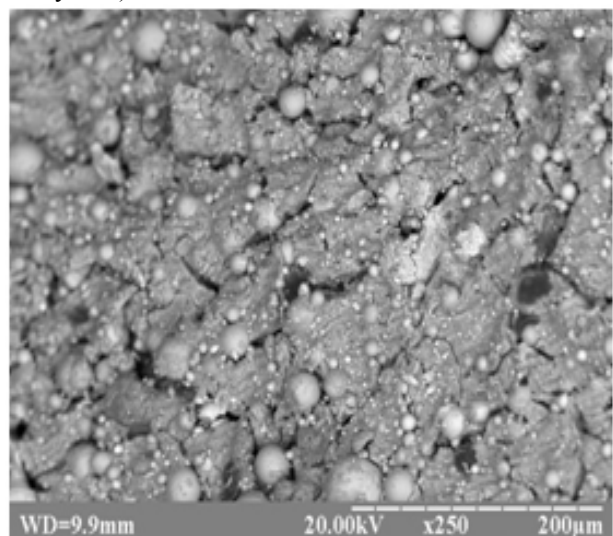


Рис. 2. Зовнішній вигляд сталевих частинок порошку (сталь 20)

Результати проведених досліджень показали, що процес супроводжується активацією води за рахунок підвищення тангенса кута діелектричних втрат $\operatorname{tg} \delta$ та діелектричної проникності ϵ рідких відходів (рис. 3).

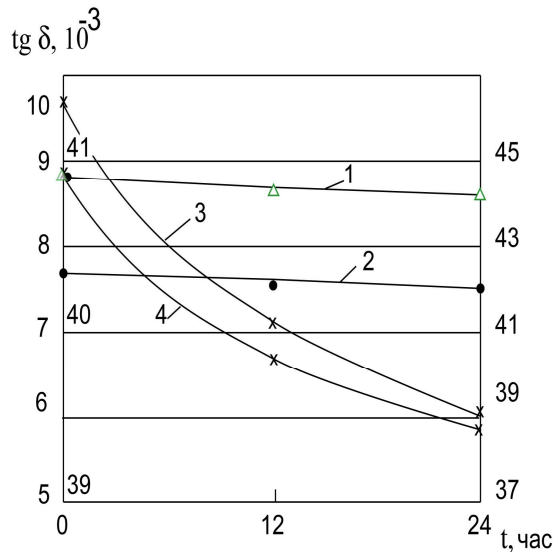


Рис. 3. Залежність $\epsilon(t)$ і $\operatorname{tg} \delta(t)$ від підводимої енергії N , на одиницю об'єму робочої області реактора електроімпульсного диспергування: 1 - $\epsilon(t)$ при $N = 0,084 \text{ Дж/см}^3$; 2 - $\epsilon(t)$ при $N = 0,064 \text{ Дж/см}^3$; 3 - $\operatorname{tg} \delta(t)$ при $N = 0,084 \text{ Дж/см}^3$; 4 - $\operatorname{tg} \delta(t)$ при $N = 0,064 \text{ Дж/см}^3$

Висновки

Гальванічні виробництва надають істотний вплив на незадовільний екологічний стан водних об'єктів України.

Існує необхідність розробки нових технологій і обладнання для утилізації відходів та забезпечення регенерації цінних речовин.

Альтернативою існуючих методів утилізації рідких гальванічних відходів є фізичні методи з використанням високих температур, електричних і магнітних полів, електричних розрядів і струмів, УФ-та іонізуючих випромінювань.

Електроімпульсний метод є комплексним для вирішення проблем утилізації рідких промислових стоків та твердих металевих відходів в одностадійному процесі. Метод об'єднує в собі вплив фізичних явищ, що виникають при здійсненні імпульсних електричних розрядів

Література

1. Гребенюк, В.Д. Состояние и перспективы развития методов очистки сточных вод гальванических производств [Текст] / В.Д. Гребенюк, Т.Т. Соболевская, А.Г. Махно // Химия и технология воды. – 1989. – Т. 11, № 5. – С. 407 – 421.
2. Родионов, А.И. Техника защиты окружающей среды [Текст]: учеб. для вузов / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. – М.: Химия, 1989. – 512 с.
3. Терновцев, В.Е. Очистка промышленных сточных вод [Текст]: моногр. / В.Е. Терновцев, В.М. Пухачев. – К.: Будівельник, 1986. – 120 с.
4. Кравченко, А.В. Деструкция химически чистой воды в разрядах пониженного давления [Текст] / А.В. Кравченко, А.Ф. Нестеренко // Украинский химический журнал. – 1994. – Т. 60, № 5-6. – С. 429 – 432.
5. Малошевский, П.П. Основы разрядно-импульсной технологии [Текст]: моногр. / П.П. Малошевский. – К.: Наук. думка, 1983. – 270 с.
6. Веселов, Ю.С. Водоочистное оборудование: конструирование и использование [Текст]: моногр. / Ю.С. Веселов, И.С. Лавров, Н.И. Рукобратский. – Л.: Машиностроение, 1985. – 232 с.
7. Плазменное обеззараживание воды в несамостоятельном разряде [Текст] / П.Н. Воронин, С.В. Ольшевский, П.Н. Цыбулев и др. // Плазмотехнология-97: сб. науч. тр. ЗГТУ, Запорожье. – 1997. – С. 58 – 61.
8. Классен, В.И. Омагничивание водных систем [Текст] / В.И. Классен. – М.: Химия, 1982. – 269 с.
9. Шубин, В.Н. Радиационное обеззараживание сточных и природных вод [Текст]: моногр. / В.Н. Шубин, Ю.И. Шаранин, С.А. Брусенцева. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 64 с.
10. Кручина, В.В. Обоснование химических реакций при электроимпульсной очистке сточных вод [Текст] / В.В. Кручина // Экологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: зб. наук. ст. УкрНДІЕП. – 2007. – Т. 1. – С. 410 – 413.
11. Электроимпульсная активация воды в процессах очистки промышленных стоков [Текст] / Н.В. Нечипорук, С.В. Олейник, В.Ф. Гайдуков, В.В. Кручина // Вопросы проектирования и производства конструкций летательных аппаратов: сб. науч. тр. Нац. аэрокосм. ун-та им. Н.Е. Жуковского «ХАИ». – Вып. 1(57) – X., 2009. – С. 84 – 93.

Надійшла до редакції 25.10.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. проектування ракетно-космічних апаратів В.С. Гайдачук, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ», Харків.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ НА ЖИДКИЕ ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА

В.В. Кручина

Рассмотрены особенности состава сточных вод, образующихся при химической и электрохимической обработке материалов на предприятиях авиационной и ракетно-космической техники. Сброс промышленных стоков представляет собой важную проблему, так как они содержат компоненты растворов токсичных веществ, в результате чего происходит интенсивное загрязнение водных объектов. Проанализированы пути решения проблемы утилизации жидких промышленных отходов предприятий авиационной и ракетно-космической техники на основе анализа физических методов, соответствующих требованиям экологичности технологии и обеспечения регенерации ценных веществ. Приведены особенности реализации таких методов обработки жидких сред. Предложено обратить внимание на электроимпульсный метод комплексной утилизации жидких и твердых металлических отходов производства, основанный на комбинированном воздействии на воду физико-химических явлений, возникающих при осуществлении импульсных электрических разрядов.

Ключевые слова: гальванические покрытия, утилизация гальванических стоков, электрическое и магнитное поле, электрический разряд, ультрафиолетовое излучение, ионизирующие излучения

INFLUENCE OF PHYSICAL PROCESSES OF TREATMENT TO LIQUID WASTE PRODUCTION

V.V. Kruchyna

Features of composition of the sewage which is forming at chemical and electrochemical processing of materials at the enterprises of aviation and space-rocket equipment are considered. Dumping of industrial drains represents an important problem as they contain components of solutions of toxic substances therefore there is an intensive pollution of water objects. Solutions on the basis of the analysis of physical methods for the recycling, meeting the requirements of environmental friendliness of technology and ensuring regeneration of valuable substances are offered. The features of the implementation of such methods of treatment fluids are offered. Invited to pay attention to the electric pulse method of comprehensive utilization of liquid and solid waste metal production based on the combined action of a water physics-chemical phenomena occurring in the implementation of pulsed electric discharges.

Key words: electroplating, recycling of electroplating wastewater, electric and magnetic fields, electric shock, ultraviolet radiation, ionizing radiation

Кручина Вікторія Віталіївна – канд. техн. наук, доцент каф. хімії, екології та експертизних технологій, Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», Харків, Україна.