

**ПОВЕРХНЕВО-АКТИВНІ РЕЧОВИНИ
ПРИ ОЧИЩЕННІ СТІЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА
В СИСТЕМАХ ОБОРОТНОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Мовчан Сергій Іванович, к.т.н., доцент,

Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного (м. Мелітополь), Голова басейнової ради річок Приазов'я

***Анотація.** Розглянуто питання використання поверхнево-активних речовин, які використовуються в якості добавок при очищенні, обробленні або нейтралізації виробничих стічних вод із підвищеним вмістом іонів важких металів, механічних домішок, завислих речовин, масл й нафтопродуктів тощо.*

Стічні води гальванічного виробництва є одним із небезпечних різновидів забруднень, які накопичуються у водних об'єктах і несуть серйозну екологічну загрозу до навколишнього природного середовища.

Проблема очищення стічних вод переважної більшості промислових підприємств, які містять іони важких металів, механічні домішки, завислі речовини тощо, так чи інакше пов'язана з утворенням відходів, що утворились в попередніх процесах очищення, нейтралізації і вилучення цінних компонентів стічної води з високими початковими концентраціями: хрому, міді, цинку, заліза тощо. Для технології електрохімічного очищення з використанням реагентів – це суттєві об'єми рідинних відходів. Тому ефективно введення реагентів та видалення значних об'ємів шламів, відходів визначає подальший розвиток технологій, які в комплексі вирішують питання очищення стічних вод і утилізації, перероблення значних об'ємів шламів, які утворюються від попередніх процесів.

Результати лабораторних досліджень і випробувань в промислових умовах наочно довели, що використання хімічних компонентів: поверхнево-активних речовин, силікат, карбонат і триполіфосфат натрію у певному їх співвідношенні до шестивалентного хрому, порядку їх введення та використання для відповідних видів стічних вод мають високу ефективність.

Використання поверхнево-активних речовин, якості реагентів є основою для розроблення нових і удосконалення існуючих інженерних рішень, які забезпечують ефективно змішування багатокомпонентних рідинних середовищ, багатофункціональне виконання технологічних операцій і надійність в роботі систем оборотного водопостачання.

***Ключові слова:** поверхнево-активні речовини, системи оборотного водопостачання, хімічні речовини, відпрацьовані миючі засоби, пірофосфат натрію, метасилікат натрію, сода кальцинована, триполіфосфат натрію, осади гальванічного виробництва, флотошлам.*

***Постановка проблеми.** Водогосподарський комплекс промисловості України є одним з найбільших споживачів якісної води з її водних об'єктів. Споживання води промисловими підприємствами сягає 35 % від її загального водоспоживання, що в*

умовах виробництва по країні становить серйозну екологічну загрозу. У якій є всі підстави перетворитися до екологічної катастрофи та мати негативні наслідки по відношенню до навколишнього середовища взагалі і водних об'єктах зокрема.

У відповідності із даними «Національних доповідей про стан навколишнього середовища в Україні» (Міністерства охорони навколишнього середовища) щорічно до водних об'єктів країни скидається неочищеними близько 3 млрд. м³ води.

Суттєву частку в обсязі промислових стічних вод (СВ) складає гальванічне виробництво. Лише на підприємствах машинобудівного комплексу країни їх відсоток становить від 30 до 50 від загального об'єму стічних вод, які утворюються на цих же підприємствах.

Розроблення нових і удосконалення існуючих інженерних рішень, які забезпечують ефективне змішування багатокомпонентних рідинних середовищ, багатофункціональне виконання технологічних операцій і надійність в роботі систем оборотного водопостачання визначає важливу прикладну задачу для водогосподарського комплексу країни.

Актуальність дослідження. Стічні води із важкими металами та іншими супутніми речовинами утворюються на переважній більшості промислових підприємств. До них належать підприємства машинобудівного комплексу країни, чорної й кольорової металургії, хімічного та електрохімічного оброблення металів, сплавів та ін. Вказані виробництва знаходяться в експлуатації в Україні близько на 4000 підприємствах різних галузей. Орієнтовно об'єм стічних вод, що скидаються вказаними виробництвами, становить по країні не менше, ніж 500 млн. м³ на рік. Рівень регенерації важких металів та очищеної води становить не більше 10%, тоді як у країнах Західної Європи він сягає 97...98%. Тому підвищення рівня екологічної безпеки за рахунок впровадження вискоелективного очисного обладнання маловідходних та ефективних технологій із замкненими системами ресурсообігу є пріоритетним напрямом розвитку промислових підприємств країни.

Складовою частиною промислових підприємств є рідинні відходи, які утворюються внаслідок очищення, оброблення та утилізації СВ від виробничих процесів. На території України у відвалах та сховищах накопичено більш ніж 50 млн. т осадів (по сухому залишку), що при їх звичайній вологості перевищує 5 млрд. т. Значні обсяги й від утворення і накопичення осадів, шламів та інших рідких відходів промислового виробництва, які накопичуються при очищенні стічних вод гальванічного виробництва. Об'єми рідких відходів, які безпосередньо утворюються від гальванічних відділень та виробництв, становлять 2,5...3,0 млн. м³/рік, що обумовлює серйозну екологічну загрозу для навколишнього природного середовища.

Такий стан водного господарства в промисловому виробництві створює народногосподарську проблему, суть якої полягає в недостатньо високій ефективності роботи водоочисного обладнання систем промислового водопостачання.

Вирішення даної народногосподарської проблеми неможливе без розв'язання науково-технічної проблеми за рахунок раціонального використання хімічних речовин при реагентному обробленні стічних вод, визначенню гідромеханічних параметрів частинок домішок водних розчинів, стічних вод, прозорих технічних рідин та обробленні рідких відходів, що утворюються при обробленні стічних вод

промислових підприємств.

Тому, розроблення наукових основ комплексних методів інтенсифікації роботи систем оборотного водопостачання є важливою й актуальною науково-прикладною задачею водогосподарського комплексу країни у галузі улаштування та експлуатації систем оборотного водопостачання.

Зв'язок авторського доробку із науковими і практичними завданнями.
Фізико-хімічний склад стічних вод промислових підприємств, підприємств чорної та кольорової промисловості, радіоелектроніки, металообробки та ін., забрудненнями яких є іони важких металів, об'єми водних ресурсів, що використовуються в системах оборотного водопостачання, обсягів рідинних відходів тощо, і визначають актуальність і водогосподарське значення використання реагентів при обробленні, нейтралізації стічних вод із вмістом важких металів, механічних домішок, завислих речовин та ін.

При використанні хімічних речовин в якості добавок до відпрацьованих миючих розчинів розроблена низка інженерно-технічних рішень [1, стор. 3-4], спрямованих на підвищення ефективності оброблення, очищення і нейтралізації окремих видів забруднень, які входять до складу стічних вод гальванічного виробництва.

В табл. 1 наведено розроблені технічні рішення щодо оброблення із використанням хімічних компонентів в якості реагентів.

Таблиця 1

Розроблені технічні рішення щодо оброблення із використанням хімічних компонентів в якості реагентів

Джерело інформації	Технічна сутність	Формула хімічних компонентів ВМР	Практична реалізація
1	3	3	4
Патент № 9877А Україна [2]	Хімічні компоненти в певному їх співвідношенні до Cr^{6+} із концентрацією 50-100 мг/дм ³ , з питомими витратами електричного струму 100-600 Кл/дм ³ .	$Cr^{6+} : Na_5P_3O_{10} : Na_4P_2O_7 : Na_2SiO_3 : Na_2CO_3 = 1 : (0,15-0,5) : (0,15-0,5) : (0,05-0,5) : (0,05-0,5)$	Підвищується швидкість транспортування залізовміщуючого коагулянту до стоків із вмістом хрому, отримують більш концентрований розчин коагулянту.
Патент № 45347. Україна [3]	В якості хімічних компонентів використовується пірофосфату натрію, а використання електричного струму проводять у двох 100-600 Кл/дм ³ та 600-4000 Кл/дм ³ режимах роботи обладнання.	$Cr^{6+} : Na_4P_2O_7 : Na_2SiO_3 : Na_2CO_3 : Na_5P_3O_{10} = 1 : (0,05-0,5) : (0,05-0,5) : (0,25-2,5) : (0,15-1,5)$	Створюються умови для утворення більш дрібних пухирців газової фази. Прискорюється окислювально-відновлювальна реакція.
Патент № 64255. Україна [4]	П'ять хімічних компонентів, які використовуються в оптимальній кількості в межах 50-100 мг/дм ³ , а питомі витрати електричного струму в межах 600-4000 Кл/дм ³ .	$Cr^{6+} : ПАР : NaOH : Na_2SiO_3 : Na_4P_2O_7 : Na_2CO_3 : Na_5P_3O_{10} = 1 : (0,15-0,5) : (0,05-0,5) : (0,15-0,5) : (0,15-0,5) : (0,05-0,5) : (0,05-0,5)$	Відбувається прискорення окислювально-відновлювальної реакція, створюються умови для формування флококомплексів і ефективна флокація гідроксидів до пінного шару.

Продовження таблиці 1

1	3	3	4
Патент № 94243 Україна [5]	Шість хімічних компонентів, із загальною концентрацією 50-100 мг/дм ³ , з питомі витрат електричного струму становлять 100-600 Кл/дм ³ і 600-4000 Кл/дм ³ .	Cr ⁶⁺ : ПАР : NaOH : Na ₂ SiO ₃ : Na ₄ P ₂ O ₇ : Na ₂ CO ₃ : Na ₅ P ₃ O ₁₀ = 1 : (0,15-0,5) : (0,05-0,5) : (0,15-0,5) : (0,15-0,5) : (0,05-0,5) : (0,05-0,5)	Забезпечуються умови формування флотокомплексів і їх флоатації до пінного шару забезпечує збільшує ступень очищення стічних вод із вмістом іонів важких металів.
Патент № 97943 Україна [6]	Питомі витрати електричного струму становлять 100-4000 Кл/дм ³ . Концентрація компонентів становить 40 г/л- (32%)+40 г/л- (32%)+40 г/л- (32%)+ 5 г/л- (4%).	Їдкий натр. (Na ₂ SiO ₃) сода кальцинована (Na ₂ CO ₃) тринатрійфосфат (Na ₃ PO ₄ ·12H ₂ O) скло натрієве рідке (Na ₂ O _x SiO ₂)	Відбувається повне руйнування миючого розчину, а ефективність забезпечується ефективністю флоатації і ступенем пасивації сталевих електродів.
Патент № 103544. Україна [7]	За рахунок використання шістьох хімічних компонентів зменшено об'єми утворення рідких відходів, які утворюються	Cr ⁶⁺ : ПАР : NaOH : Na ₂ SiO ₃ : Na ₄ P ₂ O ₇ : Na ₂ CO ₃ : Na ₅ P ₃ O ₁₀ = 1:(0,15-0,5): (0,05-0,5):(0,15-0,5):(0,15-0,5) : (0,05-0,5):(0,05-0,5)	Зведено до оптимальних показників питомі витрати електричного струму. Стабілізовано процес обробки стоків на рівні 99,0-99,5%.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Шляхи удосконалення існуючих технологій очищення стічних вод, що містять поверхнево-активні речовини, характеризуються широким спектром застосування в різних сферах виробничої діяльності. Наведені результати експериментальних досліджень з впливу поверхнево-активної речовини на кінетику розділення мулової суміші та муловий індекс [1, стор. 3-4].

Наведено методи підготовки води для систем централізованого тепловодопостачання, проаналізовано переваги та недоліки фізичних та хімічних методів. Встановлено доцільність використання нових комбінованих методів водопідготовки на основі використання комплексонатів та поверхнево-активних речовин. Наведено результати дослідження нового модифікаційного розчину ПАР, виготовленого на основі складних естерів жирних кислот рослинних олій. Модифікатор показує ефективність при видаленні накипних відкладень з поверхонь нагріву, в тому числі котлів, до того ж спостерігається утворення захисної плівки на очищених поверхнях [8, стор. 55, 61].

Реагентна водопідготовка для теплових мереж великих міст країни потребує попереднього пом'якшення води перед введенням реагентів і подальшим підпорядкуванням організації водно-хімічного режиму котлів з димогарними трубами. Авторами пропонується введення поверхнево-активних речовин для обробки води при підживленні теплових мереж [9, стор. 73- 83].

Хімічні компоненти, які використовуються в якості реагентів, використовуються для інженерного забезпечення при обробленні стічних вод в системах оборотного водопостачання [10, стор. 5, 10].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття (можливо зазначити у аналізі останніх досліджень і публікацій, яке виділити окремим реченням, об'єм надати у авторський редакції).

Проблема очищення стічних вод переважної більшості промислових підприємств, які містять іони важких металів, механічні домішки, завислі речовини тощо, так чи інакше пов'язана з утворенням відходів, що утворились в попередніх процесах очищення, нейтралізації і вилучення цінних компонентів. Для технології електрохімічного очищення з використанням реагентів – це суттєві об'єми рідинних відходів. Тому ефективно введення реагентів та видалення значних об'ємів шламів, відходів визначає подальший розвиток технологій, які в комплексі вирішують питання очищення стічних вод і утилізації, перероблення значних об'ємів шламів, які утворюються від попередніх процесів.

Формулювання цілей статті (постановка задач й завдання).

Існуючі технології очищення стічних вод, впровадженні в системи оборотного водопостачання, не в повній мірі відповідають сучасним умовам улаштування та експлуатації водоочисного обладнання для водного господарства країни. Технології очищення стічних вод характеризуються низькою ефективністю, неповною гнучкістю для окремих видів забруднень і обмеженими функціональними можливостями.

Тому розроблення ефективних, надійних та водночас екологічнобезпечних технологій оброблення стічних вод визначає мету роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі й завдання:

Викладення основного матеріалу досліджень. Розробка способу обробки стічних вод з використанням хімічних компонентів відпрацьованих миючих розчинів, як реагентів, виконано в загальній технологічній схемі (рис. 2).

В умовах гальванічного виробництва підвищення ефективності оброблення стічних вод з підвищеним вмістом іонів важких металів забезпечується хімічними компонентами, які входять до складу ВРМ.

Окремі показники інтенсифікації роботи оборотних систем водопостачання при очищення виробничих стічних вод, які проводилося в декілька етапів з використанням відпрацьованих миючих розчинів, наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Показники ефективності ВРМ в залежності від складу та відношення хімічних компонентів

№ п/п	Склад хімічних компонентів	Ефективність очищення, %	Витрати електричного струму	Об'єм утворення осадів
1.	Cr ⁶⁺ ПАР : Na ₂ Si O ₃ : Na ₂ CO ₃ : Na ₅ P ₃ O ₁₀	98,0 ... 98,5		2,0 ... 2,5
2.	Cr ⁶⁺ Na ₂ SiO ₃ :Na ₄ P ₂ O ₇ :Na ₂ CO ₃ :Na ₅ P ₃ O ₁₀	98,5 ... 99,5		2,0 ... 2,3
3.	Cr ⁶⁺ ПАР:Na ₄ P ₂ O ₇ :Na ₂ SiO ₃ :Na ₂ CO ₃ :Na ₅ P ₃ O ₁₀	98,5 ... 99,5		2,0 ... 2,4
4.	Cr ⁶⁺ ПАР:Na ₄ P ₂ O ₇ :Na ₂ SiO ₃ :Na ₂ CO ₃ :Na ₅ P ₃ O ₁₀	98,5 ... 99,5		
	- ПАР		2,3 – 2,5	2,0 ... 2,15
	- Na ₂ Si O ₃ : Na ₂ CO ₃ : Na ₅ P ₃ O ₁₀		1,85 – 1,90	1,50 ... 1,75
	- Na ₄ P ₂ O ₇		1,25-1,50	1,75 ... 1,95

О	$\text{Cr}^{6+} : \text{ПАР} : \text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 =$ $= 1 : (0,05 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5) : (0,25 \dots 2,5) : (0,15 \dots 1,5)$
	$\text{Cr}^{6+} : \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} : \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{Na}_2\text{CO}_3 =$ $= 1 : (0,15 \dots 0,5) : (0,15 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5)$
М	$\text{Cr}^{6+} : \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} =$ $= 1 : (0,05 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5) : (0,25 \dots 2,5) : (0,15 \dots 1,5)$
	$\text{Cr}^{6+} : \text{ПАР} : \text{NaOH} : \text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} =$ $= 1 : (0,15 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5) : (0,15 \dots 0,5) : (0,15 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5)$
Р	$\text{Cr}^{6+} : \text{ПАР} : \text{NaOH} : \text{Na}_2\text{SiO}_3 : \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 : \text{Na}_2\text{CO}_3 : \text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} =$ $= 1 : (0,1 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5) : (0,15 \dots 0,5) : (0,15 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5) : (0,05 \dots 0,5)$

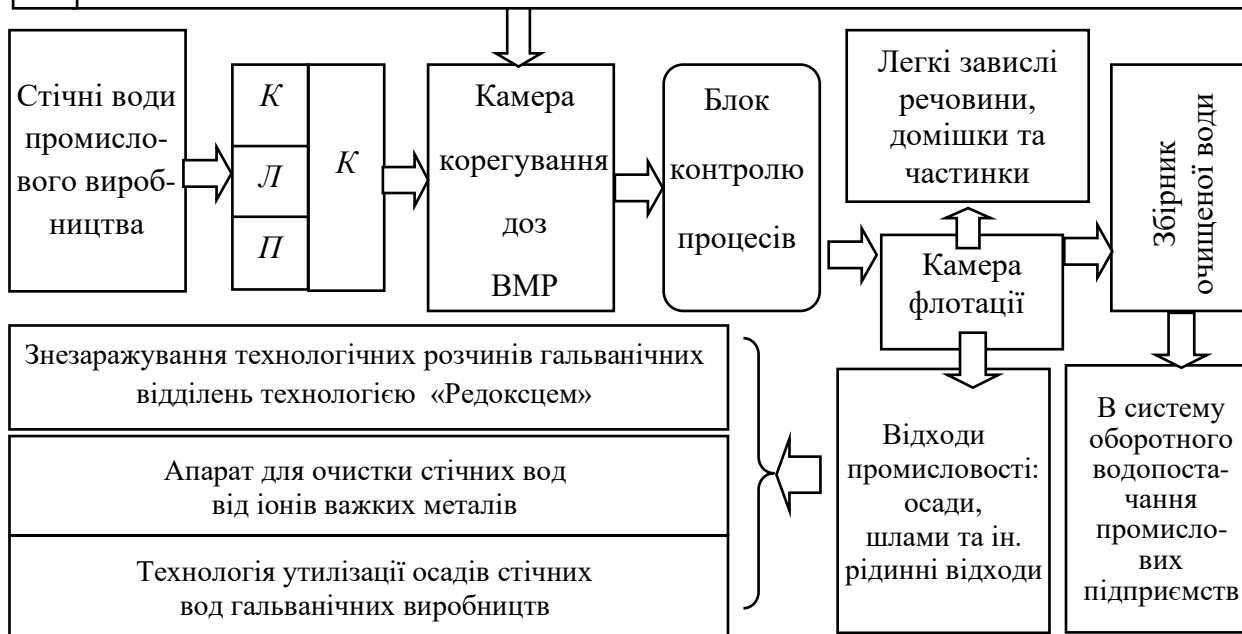


Рис. 2. Блок-схема обробки виробничих стічних вод гальванічних відділень з використанням реагентів електрохімічними методами. Приймач-усереднювач стоків: К – концентровані; Л – кислі; П – промивні стічні води.

Застосування ВМР розчинів пов'язано з наступними перевагами:

- використання компонентів відпрацьованого миючого розчину, пов'язане зі збільшенням диспергуючої здатності та дії на забруднення, а також суттєвим впливом на процес обробки та нейтралізації стічних вод, які містять у собі іони важких металів.

- із підвищенням температури підвищується транспортуюча спроможність коагульованих забруднень до пінного шару і створюються умови для випадання осадів, які утворюються при цьому;

- утворення значних обсягів шламів сприяє підвищенню ступеню ефективності очищення стічних вод гальванічного виробництва й видалення іонів важких металів разом з пінним продуктом, що спрощує технологічну схему обробки стічних вод гальванічного виробництва за рахунок механічного їх пересування в камери накопичення шламу й осадів.

- розчинені сполуки, що містяться у воді, яка підлягає очищенню, взаємодіють з хімічним реагентом, що додається з утворенням води та малорозчинних сполук гідроксидів металів, карбонатів, сульфатів, сульфідів тощо;

- зі збільшенням диспергуючого впливу на забруднення та суттєвим впливом на процес обробки і нейтралізації відпрацьованим миючим розчином виробничих стічних вод, які містять у собі іони хрому [11, стор. 3-4].

Новизна (можливо зазначити у викладенні основного матеріалу досліджень яке виділити окремим реченням, об'єм надати у авторський редакції); Наукова новизна полягає в наступному:

Наукова новизна отриманих результатів полягає в наступному:

1. Встановлено закономірності впливу іонів важких металів та суміжних сполук на ступень забруднення стічних вод, що є основою для розроблення нових технічних й технологічних прийомів раціонального використання води в системах промислового водопостачання шляхом введення реагентів за розробленими технічними рішеннями, які забезпечують гранично допустимі скиди очищеної води в переважній більшості регіонів країни;

2. За рахунок використання хімічних компонентів в якості реагентів обґрунтована інтенсифікація складових одиниць та окремих елементів систем оборотного водопостачання промислових підприємств, в яких доведено:

- механізм формування флотошлему у вертикальній флотокамері, що дозволяє визначити оптимальні конструктивні параметри водоочисного обладнання;

- вплив конструктивно-технологічних параметрів ежекторного пристрою на ефективність видалення сфлотованих домішок;

3. Експериментально визначено й доведено в промислових умовах ефективність очищення стічних вод гальванічних відділень з використанням хімічних компонентів, які входять до складу ВМР у певному їх співвідношенні до Cr^{6+} та порядку їх введення. Встановлені закономірності впливу хімічних компонентів ВМР: їх оптимальна доза 50-100 мг/дм³, порядок введення, раціональна величина електричного струму (в межах 100-4000 Кл/дм³), що дозволяє стабілізувати ефективність оброблення стічних вод на рівні 99,0-99,5 % при високих початкових концентраціях 180-200 мг/дм³ IBM, наприклад Cr^{6+} , Cr^{3+} тощо.

Практичне значення отриманих результатів.

1. Розроблено нові та вдосконалено існуючі технічні рішення оброблення стічних вод із використанням в якості реагентів хімічних компонентів, що входять до складу ВМР, в яких оптимізовано їх кількісний склад [А.с. № 1730045, А.с. № 1730046, Пат. № 9877А], послідовність їх введення [Пат. № 45347, Пат. № 64255, Пат. № 97943] та визначені мінімальні затрати електричного струму [Авторські права на твір. Свідоцтво № 58412], які забезпечують ефективне (на рівні 99,0-99,5%) оброблення стічних вод (з високими початковими концентраціями: хрому (VI) 300 - 350 г/дм³; міді (II) 100 - 150 г/дм³; заліза (III) 180 - 200 г/дм³; хрому (III) 80 - 100 г/дм³) [Пат. № 103544].

2. Розроблена екологічно безпечна технологія утилізації осадів гальванічного виробництва потужністю по сухому залишку 1-2 м/добу з витратами електричної енергії 6-8 кВт год./т з питомими витратами мінеральних добавок 15-25 % та відходів промисловості 10-15 % від маси осаду, а отриманий зневоднений осад використовується в якості добавок до будівельних матеріалів: відсоток осаду знаходиться в межах 35-80 %, а питома вага – 1000-2300 кг/м³ [Пат. № 105153, Пат. № 105154, Авторські права на твір. Свідоцтво № 67543].

3. Використання розробленої технології знезаражування відпрацьованих

миючих розчинів гальванічного виробництва «Редоксцем» потужністю 1-3 м³/добу при обробленні відпрацьованих миючих розчинів, які містять іони хрому (операції пасивації, хромування тощо) та розчинів, які містять іони міді (операції травлення печатних плат та ін.) з початковими концентраціями (Cr⁶⁺ до 350 мг/дм³, Cr³⁺ до 100 мг/дм³, Cu²⁺ до 150 мг/дм³, Fe³⁺ до 200 мг/дм³), що дозволяє ефективно проводити їх оброблення на рівні 99,5-99,9%. [Пат. № 97879, Пат. № 103544].

4. Застосування хімічних реагентів впроваджено в роботу водоочисного обладнання, які мають потужність очисних споруд в межах від 1 до 10 м³/год. підтверджено розробленими конструктивно-технологічними інженерними рішеннями [Пат. №112945, Пат. № 112667, Пат. № 115710, Пат. 117398]. Їх позитивна якість підтверджена державною службою інтелектуальної власності України [Авторські права на твір. Свідоцтво № 58412, Пат. № 103544, Пат. № 103688].

Методологічне або загальнонаукове значення (можливо зазначити у аналізі останніх досліджень і публікацій яке виділити окремим реченням, об'єм надати у авторській редакції).

Технічна новизна, практичне значення та конкурентоспроможність використання відпрацьованих миючих розчинів, які використовуються в якості реагентів, визначає наукове значення й подальше методологічне значення, яке полягає в наступному:

1. Проведені дослідження є основою розробки й впровадженню прикладних інженерно-технічних задач й завдань. Розроблені математичні моделі в роботі складових одиниць роботи систем оборотного водопостачання дозволяють визначити параметри і характеристики кожного ланцюга роботи цієї системи:

- за рахунок використання множинної регресії оптимізовано кількісне значення хімічних компонентів, які входять до складу ВМР у їх певному співвідношенні до Cr⁶.

- при використанні методу найменших квадратів визначено параметри зневоднення осадів, які утворюються при очищенні стоків промислових підприємств.

Для вирішення компромісної задачі (оптимізації): підвищення ефективності оброблення стічних вод та зменшення витрат електричного струму, використано метод дисперсійного аналізу, який дозволив визначити оптимальне їх значення та показники ефективності очищення стічних вод на рівні 99-99,5% при витратах електричного струму в межах 5,4-7,1 кВт год./м³.

2. Розроблено методи очищення стічних вод гальванічних відділень в роботі систем оборотного водопостачання, які впроваджено в роботу очисних споруд 12 промислових підприємств України різних галузей. Впровадження в роботу очисних споруд промислових підприємств створює умови для комплексного вирішення питань інтенсифікації при очищенні стічних вод гальванічних відділень, забезпечує зниження рівня екологічної безпеки за рахунок ефективного оброблення визначених стоків, повторного використання очищеної води в системі оборотного водопостачання та ефективного керування визначеними процесами.

Висновки з даного дослідження.

Основні результати наукових досліджень дозволяють вирішити важливу водогосподарську проблему, яка полягає в розробці та подальшому удосконаленні

основ раціонального використання води в системах промислового водопостачання за рахунок очищення стічних вод із важкими металами в системах оборотного водопостачання і управління процесами поводження з рідкими відходами промисловості.

Означений системний підхід до роботи *систем оборотного водопостачання промислових підприємств* дозволив сформулювати наступні висновки:

1. Для ефективного оброблення виробничих стічних вод гальванічних відділень досліджено і в промислових умовах апробовано використання хімічних компонентів в якості реагентів у вигляді відпрацьованих миючих розчинів (ВМР) по їх відношенню до шестивалентного хрому (в од. 4, 5, 6 на 1 в од. 4, 5, 6), які дозволяють з високим показником ефективності проводити очищення стічних вод із підвищеним вмістом іонів важких металів (100-350 мг/дм³) на рівні 99,0-99,5 %.

2. Для визначених хімічних компонентів показано, що оптимальна доза реагентів ВМР знаходиться в межах 50-100 мг/дм³, оброблення стічних вод відбувається з питомими витратами електричного струму 100-4000 Кл/дм³. Використання означених хімічних компонентів ВМР: ПАР, пірофосфат натрію (Na₄P₂O₇), метасилікат натрію (Na₂SiO₃), сода кальцинована (Na₂CO₃), триполіфосфат натрію (Na₅P₃O₁₀) зменшує об'єм накопичення осадів гальванічного виробництва не менш ніж у 3 рази (з 12 до 4,0), а об'єм формування флотошламу – не менш ніж у 5 разів (з 2,5 до 0,5).

3. Розроблені та впроваджені в роботу очисних споруд екологічно безпечні технології перероблення відходів гальванічного виробництва: утилізація осадів гальванічного виробництва потужністю по сухому залишку 1-2 м³/добу з витратами електричної енергії 6-8 кВт год./т з питомими витратами мінеральних добавок 15-25 % та відходів промисловості 10-15 % від маси осаду, а отриманий зневоднений осад використовується при отриманні добавок до будівельних матеріалів: відсоток осаду знаходиться в межах 35-80 %, а питома вага 2000-150 кг/м³.

4. Для знезаражування та оброблення розчинів стічних вод, які містять іони хрому (операції пасивації, хромування тощо) та розчинів, які містять іони міді (операції травлення печатних плат та ін.) з високими початковими концентраціями (Cr⁶⁺ до 350 мг/дм³), (Cr³⁺ до 100 мг/дм³), (Cu²⁺ до 150 мг/дм³), (Fe³⁺ до 200 мг/дм³) розроблено технологію «Редоксцем» для знезаражування відпрацьованих миючих розчинів гальванічного виробництва потужністю 1-3 м³/добу з високою ефективністю їх оброблення на рівні 99,5-99,9 %.

5. Внаслідок виконаних техніко-економічних розрахунків визначено співвідношення складових одиниць роботи очищення стічних вод, обладнання для визначення в *системах оборотного водопостачання*. При зменшенні вартості очищення 1 м³ стічних вод за рахунок впровадження ефективних технологій з використанням реагентів, оптимізації параметрів якості очищення стоків значно зменшуються відходи виробництва, які утворюються при їх переробленні.

Перспективи використання результатів досліджень (можливо зазначити у висновках, об'єм надати у авторський редакції).

Перспективи наукових досліджень полягають у розробленні нових і удосконаленні існуючих інженерних рішень, які забезпечують ефективне змішування багатокомпонентних рідинних середовищ, багатофункціональне

виконання технологічних операцій і надійність в роботі систем оборотного водопостачання.

1. Отримані результати досліджень спрямовані на удосконалення математичної моделі конструктивно-технологічних параметрів комбінованих установок оброблення стічних вод, яка дозволяє дослідити:

- кінетику утворення флотошляму в горизонтальній та вертикальній камерах фотокамерах, що створює умови для підвищення рівня інтенсифікації оброблення стічних вод;

- механізм ущільнення флотошляму, що дозволяє розробити оптимальну конструкцію флотокамери, зменшити габаритні розміри обладнання і підвищити рівень інтенсифікації їх роботи;

- процес переміщення частинок, які рухаються в водних розчинах, визначається силами, які діють на частинки домішок, що знаходяться в водних розчинах;

- видалення флотошляму ежекторним пристроєм.

2. Створені нові конструктивні інженерно-технічні рішення підтверджено актами впровадження на очисних спорудах м. Алушта (АР Крим, 2012 р.). Їх ефективне використання підтверджено державною службою інтелектуальної власності України [Авторські права на твір. Свідоцтво № 58251], створює умови для автоматизації процесу вимірювань в режимі реального часу.

Література

1. *Россінський В.М., Саблій Л.А.* Інтенсифікація біологічного очищення стічних вод, що містять поверхнево-активні речовини / *В.М. Россінський, Л.А. Саблій. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 25.* / Головний редактор О.С. Волошкіна. Київ: КНУБА, 2013. С. 232-238.

2. Патент на корисну модель № 9877А Україна, МПК⁷ C02F1/46. Спосіб обробки стічних вод гальванічного виробництва промислових підприємств / *С.І. Мовчан.* Заявка № u 2005 03515; заявл. 14. 04. 2005, опубл. 17. 10. 2005, Бюл. № 10.

3. Патент на корисну модель № 45347 Україна, МПК⁷ C 02 F 1 / 46. Спосіб очищення стічних вод гальванічного виробництва / *С.І. Мовчан.* Заявка № u 2009 04539, заявл. 07. 05. 2009; опубл. 10. 11. 2009, Бюл. № 21.

4. Патент на корисну модель № 64255 Україна, МПК⁷ C 02 F1/46. Спосіб очищення стічних вод гальванічного виробництва комплексом хімічних компонентів / *С.І. Мовчан, М.В. Морозов.* Заявка № u 2010 132249, заявл. 08. 11. 2010; опубл. 10. 11. 2011, Бюл. № 21.

5. Патент на корисну модель № 94243 Україна, МПК⁷ C02 F1/46 (2006.01). Спосіб каскадного очищення стічних вод / *С.І. Мовчан.* Заявка № u 2014 03882, заявл. 14.04.2014; опубл. 10.11.2014, Бюл. № 21.

6. Патент на корисну модель № 97943 Україна, МПК⁷ (2014.11.09) C02 F11/00. Спосіб очищення стічних вод, які утворюються у гальванічних відділеннях / *С.І. Мовчан.* Заявка № u 2014 11865; заявл. 09.10.2014, опубл. 10.04.2015, Бюл. № 7.

7. Патент № 103544. Україна Патент на корисну модель № 103544 Україна, МПК⁷ (2006.1) C02 F1/46. Спосіб оброблення висококонцентрованих стічних вод гальванічних відділень / *С.І. Мовчан.* Заявка № a 201505048; заявл. 25.05.2015, Опубл. 25.12.2015, Бюл. № 24.

8. Вітковський В.С., Гламаздін П.М., Габа К.О. Перспективи розвитку нових методів підготовки води для систем централізованого тепловодопостачання / В.С. Вітковський, П.М. Гламаздін, К.О. Габа. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 27. / Головний редактор А.М. Кравчук. Київ: КНУБА, 2016. С. 55-62.

9. Гламаздін П.М., Давиденко Є.П., Вітковський В.С., Карпюк М.А. Перспективи застосування реагентної водопідготовки для систем тепловодопостачання / П.М. Гламаздін, Є.П. Давиденко, В.С. Вітковський, М.А. Карпюк. Проблеми водопостачання, водовідведення та гідравліки: Науково-технічний збірник. Випуск 28. / Головний редактор А.М. Кравчук. Київ: КНУБА, 2017. С. 55-62.

10. Авторські права на твір. Свідоцтво № 72260. Інженерне забезпечення обробки стічних вод в системах оборотного водопостачання промислових підприємств / С.І. Мовчан. Заявка № 72954. Від 28.03.2017 р. Дата реєстрації 16.06.2017 р.

11. Авторські права на твір. Свідоцтво № 58412 Хімічні речовини для очищення, оброблення й нейтралізації окремих видів стічних вод гальванічного виробництва промислових підприємств / С.І. Мовчан. Заявка № 58010. Від 13.10.2014 р. Дата реєстрації 02.02.2015 р.

Матеріали надійшли до організаційного комітету конференції 14 червня 2020 р.

УДК 331.2

СИСТЕМИ ОПЛАТИ ПРАЦІ: ЇХ ПЕРЕВАГИ, НЕДОЛІКИ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ У МОТИВАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ВОДОКАНАЛУ

Синяєва Людмила Василівна, д. е. н., професор,

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

***Анотація.** В статті розглянуті питання організації праці через наступні елементи: розподіл і кооперація праці; організація робочого місяця; визначення прийомів і методів праці; установлення норми праці; планування й облік трудової діяльності; створення сприятливих умов праці; дисципліна праці, оплата праці, навчання персоналу. Доведено, що одним з варіантів зниження плинності кадрів є використання елементів негрошового стимулювання.*

***Ключові слова:** праця, оплата, мотивація, працівник, ефективність, організація праці, метод, підприємство, дисципліна праці.*

***Постановка проблеми.** Неодмінною умовою успішного функціонування будь-якої системи управління господарською діяльністю, як на мікро-, так і на макрорівні, є вибір або створення оптимальної системи організації праці. Значення правильно організованої праці в умовах ринкової економіки суттєво зростає. Із зростанням конкуренції результативність праці стає все більш значущою, втрати позначаються на діяльності підприємств. Головною умовою успішної роботи підприємства будь-якої сфери діяльності є організація праці персоналу. Вона дозволяє вирішувати багато проблем, що виникають у господарській діяльності підприємства, сприяє*