

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

на тему «Розробка пропозицій з удосконалення системи очищення стічних вод на станції нейтралізації гальванічного виробництва»

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи ЗНС-18-16д

Спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(назва)

Освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»

(назва)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Русак Д.О.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Белоконь К.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент доц., к.т.н. Румянцев В.Р.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2022

2

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ**

Кафедра прикладної екології та охорони праці

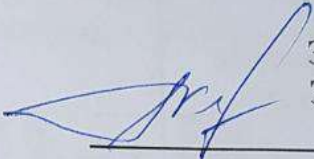
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»
(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»
(шифр)
(назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)


ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Г.Б. Кожемякін

“ 13 ” 06 2022 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Русак Дмитро Олегович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проєкту) «Розробка пропозицій з удосконалення системи очищення стічних вод на станції нейтралізації гальванічного виробництва»

керівник роботи Белоконь Каріна Володимирівна, канд. техн.наук, доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” 01 2022 року № 90-с


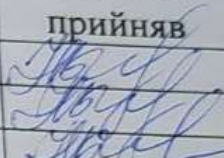
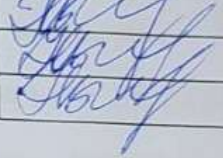
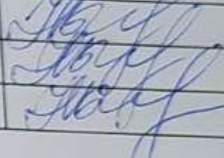
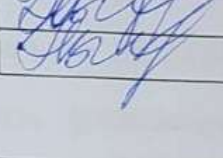
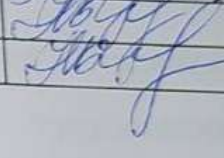
2. Строк подання студентом 13.06.2022

3. Вихідні дані до роботи хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім.Макарова, концентрації до очищення нафтопродуктів та зважених речовин

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, загальна частина, спеціальна частина, охорона праці та техногенна безпека, висновки, список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 14 слайдів: титульний лист, класифікація методів очищення стічних вод, принципова схема іонообмінної та зворотноосмотичної установки очищення стічних вод, стічних вод гальванічних виробництв, принципова схема установки очищення промивних вод електродіалізом та біохімічного очищення хромовміщуючих стічних вод, структура стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова, технологічна схема очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова, хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова до та після очищення, запропонована технологічна схема очищення стічних вод гальванічного виробництва, багаторівневий гідроциклон, технічні характеристики розробленої схеми очищення, розрахунок загальної маси річного скидання забруднюючих речовин – 2 слайди, висновки – 2 слайди.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Белоконов К.В.		
2	доцент Белоконов К.В.		
3	доцент Белоконов К.В.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	02.05-08.05.2022	
2	Аналіз зібраного матеріалу	09.05-15.05.2022	
3	Виконання 1 розділу	16.05-22.05.2022	
4	Виконання 2 розділу	23.05-29.05.2022	
5	Виконання 3 розділу	30.05-05.06.2022	
6	Розробка презентації	06.06-12.06.2022	
7	Перевірка роботи консультантами	13.06-19.06.2022	
8	Попередній захист роботи	13.06.2022	
9	Захист роботи у ЕК	24.06.2022	

Студент


(підпис)

Русак Д.О.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)



(підпис)

Белоконов К.В.

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

Белоконов К.В.

(ініціали та прізвище)

Анотація

Русак Д.О. Кваліфікаційна робота «Розробка пропозицій з удосконалення системи очищення стічних вод на станції нейтралізації гальванічного виробництва».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня бакалавра за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища», науковий керівник К.В. Белоконь. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2022.

У кваліфікаційній роботі було досліджено джерела утворення забруднюючих стічних вод у гальванічному виробництві, вплив рідких відходів гальванічного виробництва на оточуюче середовище, методи очищення і регенерації стоків гальванічних відділень. Виконано аналіз складу стічних вод гальванічного цеху Виробничого об'єднання «Південний машинобудівний завод імені О.М. Макарова», розглянуто технологічну схему очищення стоків та розроблено зміни до неї. Проведено обґрунтування вибору апаратурного оформлення. Зроблено розрахунок багатоярусного гідроциклона.

Ключові слова: гальванічне виробництво, кислотно-лужні стічні води, важкі метали, забруднення гідросфери, відпрацьовані розчини, промивні води, реагентні методи, вапнякове молоко, іонний обмін, зворотній осмос, електрохімічні методи, реактор-нейтралізатор, відстійник.

Abstract

Rusak Dmitry. Qualification work «Development Of Proposals For Improving The Wastewater Treatment System At The Neutralization Station Of Galvanic Production».

Scientific supervisor is K.V. Belokon of qualifying project for obtaining bachelor's degree on specialty № 183 «Environmental Protection Technologies».

Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni of Zaporizhzhia National University, The Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2022.

In the qualifying work, the sources of polluting wastewater in the electroplating industry, the impact of liquid waste from the electroplating industry on the environment, methods of cleaning and regeneration of wastewater from electroplating departments were investigated. The analysis of the composition of wastewater from the galvanizing shop of the Production Association «Southern Machine-Building Plant named after A.M. Makarov», the technological scheme of wastewater treatment was considered and changes to it were developed. The substantiation of the choice of hardware design is made. The calculation of a multi-tiered hydrocyclone was made.

Keywords: galvanic production, acid-alkaline wastewater, heavy metals, hydrosphere pollution, waste solutions, washing water, reagent methods, limestone milk, ion exchange, reverse osmosis, electrochemical methods, reactor-neutralizer, sump.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Технологія нанесення гальванічних покриттів.....	10
1.2 Технологія промивання.....	11
1.3 Екологічні наслідки забруднення гідросфери скидами гальванічних відділень.....	13
1.4 Аналіз методів очищення стічних вод гальванічних відділень.....	15
1.4.1 Реагентні методи очищення стічних вод.....	16
1.4.2 Реагентні методи очищення ціаністих стічних вод.....	18
1.4.3 Реагентні методи очищення хромистих стічних вод.....	22
1.4.4 Реагентні методи очищення кислих та лужних стічних вод.....	25
1.4.5 Реагентні методи очищення змішаних стічних вод.....	26
1.5 Інші методи очищення стічних вод гальванічних відділень.....	27
1.5.1 Іонообмінний метод очищення стічних вод гальванічних відділень.....	28
1.5.2 Електрохімічний метод очищення стічних вод.....	31
1.5.3 Очистка стічних вод зворотнім осмосом	33
1.5.4 Термічні методи	34
1.5.5 Біологічні методи очищення.....	35
2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	37
2.1 Характеристика стоків гальванічного відділення ДП ВО ПМЗ ім. Макарова.....	37
2.1.1 Кількість стічних вод.....	37
2.1.2 Хімічний склад стічних вод.....	39
2.2 Опис існуючої схеми очищення стічних вод гальванічного відділення ДП ВО ПМЗ ім. Макарова.....	42
2.3 Розробка заходів з удосконалення системи очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова.....	45

2.4 Переваги та принцип дії гідроциклону.....	46
2.5 Розрахунок гідроциклону.....	51
3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	60
3.1 Основні шкідливі та небезпечні чинники гальванічного цеху машинобудівного заводу ім. Макарова	60
3.2 Заходи зі зниження шкідливих та небезпечних чинників у гальванічному цеху.....	68
3.3 Засоби індивідуального захисту	74
3.4 Пожежна профілактика	74
ВИСНОВКИ	77
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	80

ВСТУП

Актуальність роботи. Створена в Україні структура промислового виробництва характеризується високою питомою вагою ресурсо- і енергоємних технологій. Великі масштаби ресурсоспоживання приводять до значних втрат коштовних компонентів, зокрема, кольорових металів і, як наслідок, до забруднення навколишнього середовища [1].

У ряді найважливіших проблем в області захисту навколишнього середовища особливе місце займає охорона водного басейну від забруднення. Основним негативним фактором, що серйозно впливає на стан гідросфери, є скидання стічних вод промисловими підприємствами. Стічні води гальванічних виробництв складають 30-50% загальної кількості стічних вод, що утворюються на підприємствах машинобудування. Вони представляють серйозну екологічну загрозу, тому що містять солі важких металів, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини. При цьому коефіцієнт використання кольорових металів у гальванотехніці складає 30-50%, кислот і лугу – 5-20% [2].

Найбільш небезпечними забрудненнями навколишнього середовища є іони важких металів, що попадають у природне середовище в основному від гальванічних виробництв. Питомий вихід стічних вод для великих підприємств, що здійснюють за рік більш 300 тис. м² гальванопокриттів, складає 1,9, а для дрібних – 6,5 м³/м² гальванічного покриття [3].

Одним з варіантів рішення проблеми екологічної безпеки полягає в широкому впровадженні безвідхідних технологій, у т.ч. вторинному використанні стічних вод. Найбільш радикальним шляхом скорочення споживання свіжої води є створення замкнутих систем водопостачання, заснованих на багаторазовому споживанні очищених стічних вод, що відповідають вимогам до якості технічної води [4].

Інший аспект проблеми – вилучення зі стічних вод металів та інших коштовних компонентів. Методи очищення, найбільш розповсюджені в

даний час, пов'язані з утворенням великої кількості токсичних шламів, що містять кольорові метали у виді малорозчинних з'єднань. Ці відходи накопичуються на територіях підприємств, у відвалах, ставках-накопичувачах, різних смітниках і т.п. Значна частина цих об'єктів являє серйозну загрозу навколишньому середовищу, особливо внаслідок забруднення водного басейну. До всього іншого, усі коштовні компоненти, що містяться у відходах, (мідь, нікель, цинк, хром, кобальт і ін.) безповоротно втрачаються.

З огляду на усе вище сказане, у даній кваліфікаційній роботі досліджуються питання удосконалення існуючої системи очищення стічних вод на станції нейтралізації гальванічного виробництва Виробничого об'єднання «Південний машинобудівний завод імені О.М. Макарова» (ДП ВО ПМЗ ім. Макарова).

Мета кваліфікаційної роботи – проаналізувати ефективність існуючої системи очищення стічних вод гальванічного виробництва в умовах ДП ВО ПМЗ ім. Макарова та розробити пропозиції з її удосконалення.

Об'єкт розробки – система очищення стічних вод на станції нейтралізації гальванічного виробництва.

Практичне значення. Застосування удосконаленої схеми очищення дозволить знизити антропогенне навантаження на навколишнє середовище. Матеріали роботи можуть бути впроваджені у навчальний процес кафедри прикладної екології та охорони праці Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету при виконанні лабораторних і практичних робіт з дисциплін: «Оцінка впливу на довкілля», «Аналіз та оцінка екологічних ризиків», «Екологія та неоекологія».

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи. Кваліфікаційна робота викладена на 83 сторінках і складається зі вступу, 3 розділів, висновків, переліку джерел посилання, який включає посилання на 47 джерел. Робота ілюстрована 10 таблицями та 8 рисунками.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Технологія нанесення гальванічних покриттів

Гальванічні покриття – металеві плівки товщиною від часток мкм до десятих часток мм, що наносять методом електролітичного осадження на поверхню виробів для захисту їх від корозії та механічного зношення, декоративного оздоблення, а також для надання поверхні спеціальних фізичних та хімічних якостей [5].

У промисловості гальванотехнічні методи застосовують, насамперед, для одержання мідних, нікелевих, хромистих, олов'яних, цинкових, та кадмієвих покриттів, а також срібних, золотих та з інших шляхетних чи рідких металів. Найбільш розповсюджені нікелювання та хромування .

Нанесення гальванічного покриття – електролітичне осадження шару металу на поверхні деталей [6]. При електролізі проведеному з метою одержання металевого покриття, катодом служить виріб, на який наносять покриття, а анодом найчастіше пластини з металу, що осаджується. У деяких випадках, наприклад при хромуванні, застосовуються нерозчинні аноди, метал яких не переходить у розчин у виді іонів, а служить лише провідником електрики.

Основними процесами при проведенні електролізу з розчинними анодами є: на катоді – виділення металу, а на аноді – розчинення його. Поряд з цим, на катоді відбувається виділення водню, а на аноді – кисню, що може окисляти метал анода чи складові частини електроліту. У деяких випадках умови електролізу можуть бути такими, що практично не будуть відбуватися виділення ніяких продуктів, а будуть лише змінюватися заряди іонів, тобто відбуватися реакції окислювання і відновлення.

Технологічний процес гальванічного нанесення металевих покриттів складається з ряду окремих операцій, що у більшості випадків можна розділити на наступні три групи:

1) підготовчі роботи – їх ціль складається в підготовці поверхні металу для нанесення покриття гальванічним шляхом; на цій стадії гальванічного процесу проводять шліфування, знежирення і травлення;

2) основний процес – утворення відповідного металевого покриття за допомогою гальванічного методу;

3) оздоблювальні операції – служать для облагороджування і захисту гальванічних покриттів; найбільше часто для цієї мети застосовують пасивування, фарбування, полірування і лакування.

Крім основних операцій у технологічний процес нанесення гальванічних покриттів входять і допоміжні операції, наприклад промивання і сушіння. Промивання здійснюють між окремими допоміжними операціями (знежирення, травлення, активування) для запобігання переносу компонентів розчину з однієї ванни в іншу на деталях і підвісках. Деталі промивають після нанесення покриття для видалення з них і підвісок залишків електроліту, а також після операції освітлення та пасивування. Після нанесення покриттів і остаточного промивання теплою водою деталі сушать. Швидке і якісне сушіння перешкоджає виникненню на покритті плям і смуг. Особливо це важливо при сушінні пасивованих цинкових і кадмієвих покриттів. При сушінні з щілин і поглиблень віддаляється волога, що може бути причиною наступної корозії. Сушка проводиться за допомогою сильного потоку сухого і підігрітого (до температури 50-60°C) повітря чи інфрачервоного випромінювання [7].

1.2 Технологія промивання

На якість гальванічних покриттів значно впливає міжопераційне промивання виробів, що проводиться з метою збереження хімічного складу і чистоти електролітичних розчинів, що застосовуються в окремих операціях.

Операції промивання у гальванічному виробництві регламентує ГОСТ 9.305-85 «Покриття металіческие и неметаллические». Металеві вироби

після нанесення покриттів промиваються водою в проточних та непроточних ваннах.

Розрізняють два основних способи промивання заготівель, що піддаються гальванотехнічним операціям: промивання під душем і занурення. Кожний з цих способів має свої переваги і недоліки.

Промивання під душем застосовують для деталей чи заготівель простої форми, що не мають порожнеч, так званих «кишень». Дуже часто цей спосіб промивання застосовують у різних автоматичних лініях, призначених для нанесення гальванопокриттів, хімічного чи електрохімічного полірування, фосфатування та інших процесів. Стічні води, що утворюються при цій схемі промивання, звичайно направляють у каналізаційну систему.

Промивання зануренням у воду не має істотних обмежень, пов'язаних з формою поверхні оброблюваних деталей, що визначає більш широке застосування цього способу в промисловості. Цей спосіб також вимагає меншої кількості води в перерахуванні на одиницю промитої поверхні.

Застосування системи промивання зануренням розрізняються між собою кількістю ванн і способом подачі води. Найпростіший спосіб промивання - з періодичною зміною води у ванні.

Інший спосіб промивання заснований на безупинному протіканні води. Промивання тільки в проточній ванні переважно застосовують у тих випадках, коли не потрібно повного видалення забруднень з поверхні, що промивається, наприклад, після знежирення, чи травлення. Промивання виробів цим способом після електрохімічних процесів застосовують рідко, тому що він вимагає значної витрати води [6].

У старих гальванічних відділеннях періодичне і безупинне промивання застосовують одночасно. Застосування такого способу промивання дозволяє повернути значну кількість електроліту, перенесеного заготівлями з основної ванни, а також значно знизити витрати води в порівнянні з одинарним промиванням у проточній ванні.

Для дуже ретельного промивання заготівель при мінімально можливій

витраті води застосовують систему ванн, що включають ванну періодичної дії і дві ванни з проточною водою [8].

1.3 Екологічні наслідки забруднення гідросфери скидами гальванічних відділень

Гальванічне виробництво має величезний негативний вплив на навколишнє середовище в цілому і на його окремі складові компоненти. Особливу загрозу оточуючому середовищу несуть стоки гальванічного виробництва.

Стічні води гальванічного виробництва вміщують кислоти, луги, велику кількість важких металів, поверхнево-активні речовини. Слід відмітити, що у гальванічному виробництві тільки 25-50% металу йде на утворення покриття, а інша кількість виноситься з промивними водами [1]. Важкі метали та їх з'єднання попадають зі стічними водами у водойми і ґрунт, а потім – у їжу і питну воду.

Основну небезпеку забруднення стічними водами гальванічного виробництва представляє для водної фауни і флори та, у першу чергу, для промислових риб. Установлено, що з'єднання таких важких металів, як мідь і цинк навіть при малих концентраціях (0,001 мг/л) гальмують розвиток, а при великих (більш 0,004 мг/л) викликають токсичний вплив на водяну фауну. Важкі метали поглинаються фітопланктоном, а потім передаються по харчовому ланцюзі більш високоорганізованим організмам. У результаті впливу стічних вод порушується нормальне розмноження і розвиток риби, тому що гинуть багато організмів, що служать кормом для риби, нерестовища утрачають своє значення, а риби уражають різні хвороби, у тому числі рак. У підсумку різко знижуються продуктивність водойм і якість товарної продукції, чим наноситься величезний збиток рибальству.

При забрудненні водойм спостерігається порушення окремих фізіологічних функцій, зміна поведінки, зниження темпу росту, збільшення

смертності, зміна спадковості особів. Забруднення також можуть змінити деякі показники популяції: зміна чисельності гідробіонтів і біомаси, народжуваності і смертності, полові і розмірної структури і ряду функціональних властивостей. На біоцентричному рівні забруднення позначається на структурі і функціях співтовариства, оскільки ті самі забруднюючі речовини по різному впливають на різні компоненти біоценозу. У кінцевому рахунку відбувається деградація екосистеми, погіршення її як елемента середовища людини і зниження позитивної ролі у формуванні біосфери.

Наслідком забрудненням гідросфери також є уповільнення і навіть повне припинення її самоочищення в результаті отруєння мікроорганізмів, що забезпечують цей процес.

Шкідливі речовини, що знаходяться в забрудненій воді, можуть надходити в людський організм із їжею, а також впливати на шкірний покрив і слизові оболонки. З відходів гальванічного виробництва, що попадають у водойми, найбільшу небезпеку для здоров'я людини представляють домішки деяких хімічних речовин. Вони можуть знаходити у воді в дуже малих кількостях, однак навіть невелике збільшення їх концентрації наносить шкоду організму. Наприклад, масова концентрація фтору в питній воді не повинна перевищувати 1,5 мг/л. У протилежному випадку руйнується зубна емаль, а ще при більшій концентрації може розвинути флюороз, що уражає кістки людини. До числа металів, вміст яких у питній воді є особливо шкідливим для людини, відноситься кадмій, отруєння яким викликає захворювання нервової системи, розм'якшення кісток, а довготривалий вплив може викликати смерть; хром, що уражує шкіру (набряки, дерматити, екземи) та центральну нервову систему. Дуже токсичні також ціаніди, що містяться у гальванічних стоках.

Улучення забруднених стічних вод у ґрунти супроводжується їх засоленням, вилуговання солей, гальмуванням біохімічних процесів у ґрунтах і клітках рослин [9]. Йони важких металів викликають послаблення

життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, що в значній мірі обумовлюють якість ґрунтів та їх врожайність. Змінюється хімічний склад рослин, з часом в них накопичуються важкі метали у великій кількості, що є загрозою для тварин та людини. Таким чином, забруднення стічними водами гальванічного виробництва водою і ґрунту може привести до захворювань людей, рослин і тварин.

1.4 Аналіз методів очищення стічних вод гальванічних відділень

Для вибору методу очищення стічних вод гальванічні операції найчастіше класифікують, виходячи з реакції і хімічного складу електролітів, що служать джерелом утворення стічних вод.

Гальванічні операції поділяють на групи, що відповідають видам стічних вод:

1. Операції, при яких утворюються концентровані розчини чи промивні води, що містять ціаністі з'єднання: до них відносяться основні процеси електрохімічного виділення металу з їх ціаністих солей (цинкування, кадміювання, міднення, сріблення), а також операції промивання після цих процесів. Концентрація ціанідів у них 5-30 мг/л, рН=9.0

2. Операції, при яких розчини чи промивні води містять хромісті з'єднання: до них відносяться процеси хромування, хромістої пасивації, полірування нержавіючої сталі, зняття міді і нікелю, травлення й операції промивання після цих процесів. Концентрація іонів хрому в них сильно варіює, у залежності від виду виробництва, технологічного процесу і застосовуваного устаткування. Частина стоків, що вміщують хром, складає близько 40% від загальної кількості стічних вод гальванічних цехів.

3. Операції, при яких розчини і промивні води не містять згаданих з'єднань, але містять іони важких металів: до них відносяться деякі допоміжні роботи (знежирення, хімічної активації і травлення), основні процеси (лудіння, фосфатування, анодирування алюмінію, оксидування

сталей, свинцювання, нікелювання, міднення, цинкування, кадміювання) і опоряджувальні роботи. Під час цих операцій утворюються кислотно-лужні стоки, що поєднують промивні води після усіх ванн. У них містяться іони важких металів, різного роду добавки. Ці стоки складають 80-90% стічних вод гальванічного виробництва [10].

Таким чином, в гальванічному виробництві утворюються первинні стічні води (ціаністі, хромісті, кислотно-лужні (або їх ще називають різні), сюди також входять промивні води) та змішані – це змішані попередньо очищені ціаністі і хромісті стічні води з кислими й основними водами.

В електролітах концентрація забруднень складає 200-2500 г/л, а в промивних водах – 100-200 г/л.

Для виконання вимог екологічного нормування стічні води, перед скиданням у водойми, слід очищати. Взагалі всі методи очищення стічних вод поділяють на три основні групи: механічні й механохімічні, хімічні й фізико-хімічні та біохімічні. Класифікацію методів очищення стічних вод наведено на рисунку 1.1. Основні методи очищення стічних вод гальванічних виробництв можна об'єднати в групи: реагентні, іонообмінні, електрохімічні (електролізний, електрокоагуляційний, електродіалізний), мембранні (зворотній осмос), сорбційні, термічні, біохімічні. Очищення стічних вод від розчинених речовин, що є основною складовою стічних вод гальванічного виробництва, проводять різними способами в залежності від цінності, токсичності, концентрації, фізичних і хімічних властивостей забруднювачів, що знаходяться в розчиненому стані у виді молекул чи іонів [11]. В даний час найбільш розповсюдженим є реагентний метод [4].

1.4.1 Реагентні методи очищення стічних вод

Аналіз науково-технічної літератури і досвід експлуатації очисних споруд дають підстави розділити процеси, здійснювані реагентним способом, на три взаємозалежні стадії:

- знешкодження токсичних компонентів (ціанідів, з'єднань Cr^{6+});
- нейтралізація (змішування кислих і лужних стоків) і усереднення;
- осадження, виділення і зневоднювання осаду з наступною утилізацією.

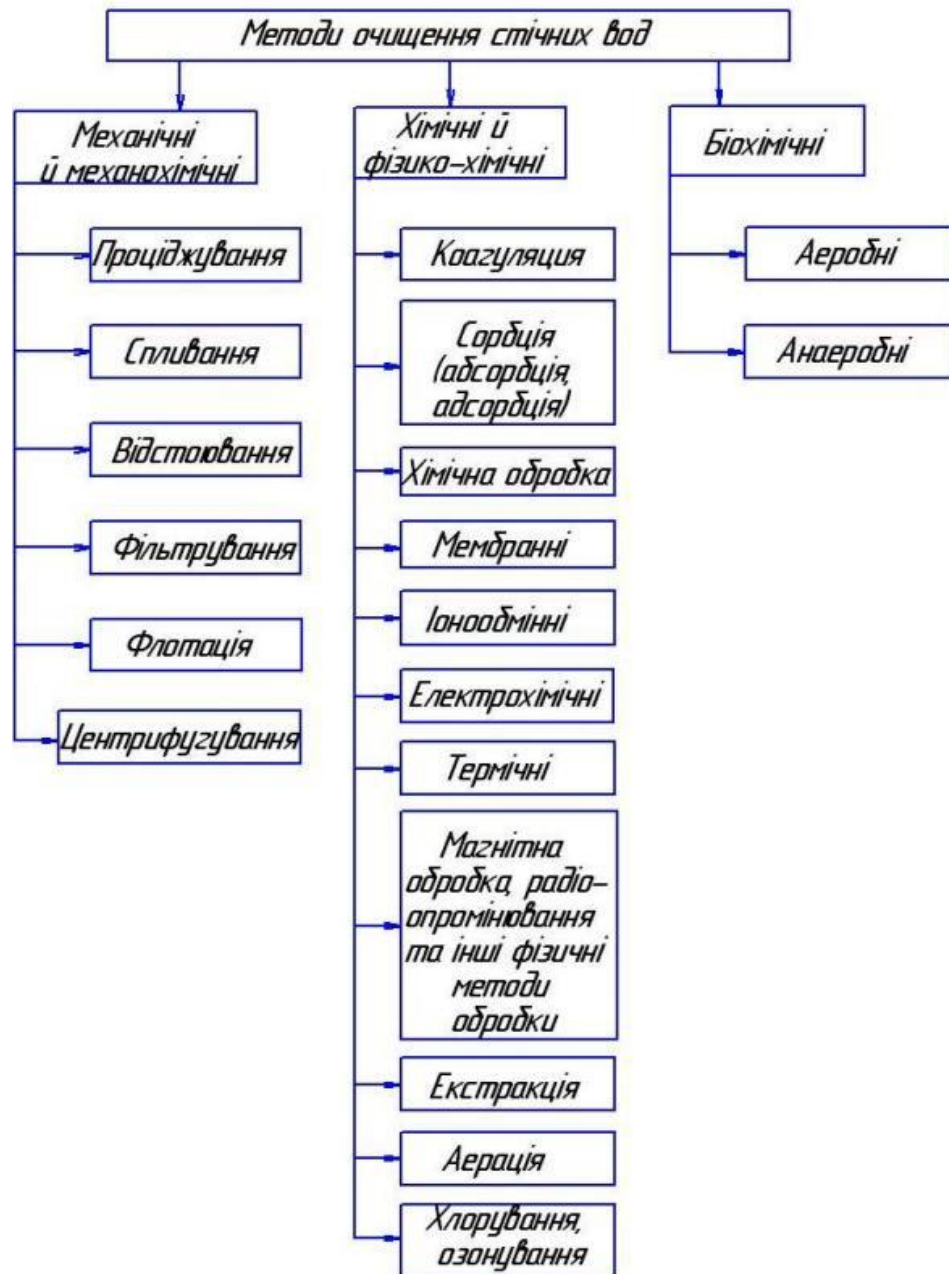


Рисунок 1.1– Класифікація методів очищення стічних вод

При використанні реагентного методу важкі метали осаджуються у виді важкорозчинних з'єднань: сульфідів, карбонатів, гідроксидів, змішаних з'єднань [3].

Хімічні методи очищення стічних вод гальванічних відділень засновані на застосуванні хімічних реакцій, у результаті яких забруднення, що містяться в стічних водах, перетворюються в з'єднання, що безпечні для споживача чи легко виділяються у виді осаду.

До переваг реагентних способів відносять високий ступінь очищення, невисоку вартість реагентів, можливість автоматизації, відносна простота в експлуатації. Основні недоліки – високий солевміст очищеної води, велика витрата реагентів, потреба в значних площах для реагентного господарства і шламовідвалів, труднощі витягу зі шламів солей. Очищення стоків реагентним способом здійснюється на установках як безупинної, так і періодичної дії. Верхня межа застосування останніх визначається продуктивністю до 20 м³/год.

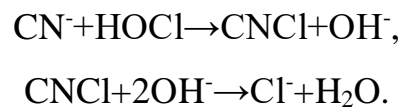
Стічні води кожної з трьох вказаних груп (ціаністи, хромісти та кислотно-лужні) повинні відводитися від місць їх утворення по окремим системам каналізації та оброблюватися на окремих (локальних) установках. Сумісне відведення неочищених ціаністих та кислотно-лужних стічних вод недопустимо через можливість утворення та виділення у виробничі приміщення високотоксичного газу – ціаністого водню. При сумісному відведення хромістих та кислотно-лужних стічних вод та їх подальшому знешкодженні неминуча значна перевитрата реагентів. Після реагентного знешкодження стічних вод першої та другої групи можливо їх об'єднання зі стоками третьої групи для сумісної нейтралізації та більш ефективного видалення важких металів, таким чином утворюються змішані стічні води [12].

1.4.2 Реагентні методи очищення ціаністих стічних вод

Стічні води, що включають високотоксичні ціаністі сполуки (ціаніди), утворюються при нанесенні мідних, цинкових та кадмієвих покриттів з використанням ціаністих електролітів, а також при термічному

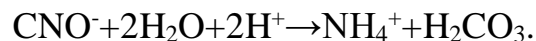
загартовуванні сталевих виробів у розчинах ціаністих солей. Промивні води, що утворюються у цих технологічних процесах вміщують прості ціаніди, а також комплексні ціаніди міді, цинку, кадмію, заліза та деякі інші речовини.

З існуючих способів очищення стічних вод від ціанідів найбільш поширеними є реагентні. Вони зводяться до перетворення цих високотоксичних сполук в малотоксичні продукти, а у деяких випадках до повного видалення їх з води. Для переведення ціанідів в малотоксичні продукти (наприклад, ціанати) використовують різні реагенти-окислювачі, з яких найпоширенішим є так названий активний хлор (гіпохлорид кальцію чи натрію, хлорна вода, хлорне вапно, газоподібний хлор) [12]. Ці з'єднання в основному середовищі гідролізуються з одержанням іонів Cl^- , що з ціанідами реагують відповідно до реакції:



Реакція окислювання ціанідів до ціанатів протікає в дві стадії, спочатку утворюється хлорціан, що потім гідролізується до ціанату.

Незважаючи на те, що ціанати приблизно в 1000 разів менш токсичні в порівнянні з ціанідами, усе-таки вони вимагають подальшої нейтралізації, що може бути здійснено шляхом окислювання до CO_2 і N_2 при $\text{pH}=7,5-8,5$, або шляхом їх гідролізу до солей амонію при $\text{pH}<3$ по реакції



Кінетика цієї реакції, як і попередніх, залежить від pH реакційного середовища. При $\text{pH}<3$ реакція гідролізу продовжується протягом двох хвилин.

Гіпохлоритний метод окислювання ціанідів до ціанатів застосовують при очищенні звичайних стічних вод гальванічних відділень, у яких концентрація ціанідів (у перерахування на іони CN) не перевищує 100-200 мг/л. Стічні води з більш високою концентрацією ціанідів (наприклад, відпрацьовані електроліти гальванічних відділень) вимагають відповідного розведення, чи інших методів нейтралізації у виді небезпеки виділення дуже

отрутного ціаніду хлору.

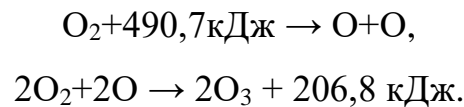
На практиці нейтралізацію ціаністих стічних вод проводять періодичним чи безупинним методом, що залежить від інтенсивності подачі стічних вод і їхньої витрати. Однак існує тенденція до установки, навіть у невеликих гальванічних відділеннях автоматичних проточних пристроїв.

Процес очищення ціаністих стічних вод не закінчується нейтралізацією ціаністих з'єднань, що містяться в них, тому що в них ще залишаються для видалення з'єднання важких металів (цинку, міді, кадмію й інших). Коли стічні води очищають методом повного окислювання ціанідів, то в наступній фазі процесу (окислювання ціанатів до CO_2 і N_2) створюються сприятливі умови для повного виділення гідроокису металів у виді суспензії. При проведенні ж процесу гідролізу ціанатів до солей амонію в кислому середовищі необхідна додаткова нейтралізація кислот, що містяться в стічних водах для створення умов, що сприяють утворенню і виділенню суспензії гідроокису металів.

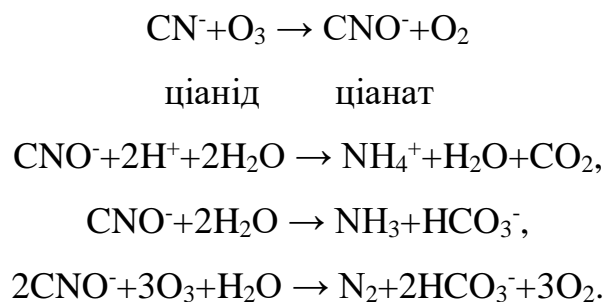
Окислення активним хлором є найбільш недорогим та доступним методом знешкодження ціанідів. Окислення ціанідів до ціанатів може бути здійснено крім гіпохлорит-іону багатьма окислювачами, наприклад, перманганатом, озоном [13]. Так, прості і комплексні розчинні ціаніди можуть бути також окислені до ціанатів перекисом водню. Переваги даного способу в порівнянні з окислюванням активним хлором полягає в тому, що в процесі реакції не утворюються проміжні токсичні з'єднання, не збільшується сольовий склад стічних вод, а надлишок реагенту, що вводиться, легко розкладається з утворенням води. Метод економічно більш рентабельний, особливо при обробці стічних вод, що містять ціаніди у великих концентраціях. Перекис водню береться в надлишку 50-80% від теоретичного, причому застосування останнього замість гіпохлорита натрію дозволяє також зменшити корозію устаткування і підвищити продуктивність очисної установки [14, 15]. Перекис водню дешевше і простіше в застосуванні, хоча окисна здатність її нижче, ніж, наприклад, у озону.

Озон – найбільш активний хімічний окислювач із застосовуваних в очищенні води. У присутності каталізаторів (оксиди міді, алюмінію, хрому, цинку, магнію й ін.) процес окислювання прискорюється. Однак синтез озону відносно дорогий, що пов'язано з експлуатацією високовольтного устаткування.

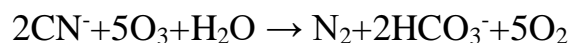
В основі промислового отримання озону лежить процес розщеплення молекул O_2 під дією електричного розряду на атоми та їх приєднання до молекул:



Подалі, при контактуванні ціанідів з озоном процес окислення простих ціанідів протікає в 2 ступеня (1 – утворення з ціанідів ціанатів, 2 – гідроліз до N_2 , O_2 , CO_2) за наступними реакціями:



Ціанат окислюється в 5 разів повільніше, ніж ціанід. Сумарне рівняння реакції:



Оптимальне значення рН в цьому випадку 10-11. Стехіометричні витрати озону на окислення ціанідів до N_2 та CO_3^{2-} складає 3,0 г на 1 г CN^- .

Озонування забезпечує високу ефективність знешкодження ціанідів, не призводить до збільшення солевого складу очищених стічних вод; не забруднює воду продуктами реакції; легко піддається автоматизації; дозволяє одночасно забезпечити очищення, знезараження стічної води, усунути присмаки, запахи, колір; дозволяє використання очищеної води в обороті.

Слід зазначити, що при малих кількостях ціанідів у стоках очищення останніх можна здійснити в барботажних апаратах чи у скруберах продувкою

повітрям або сумішшю повітря-двоокис сірки. Стік зі змістом ціанідів 100 мг/л і вихідним рН=11 аерується при швидкості подачі повітря 0,1-0,14 м/с. Додавання 0,2-10% об'ємної частки двоокису сірки дозволяє знизити вміст ціанідів з 0,2-1,15 м до 0,04-1 мг/л. При цьому витрати двоокису сірки складають 7-14 м на 1 м CN- [8].

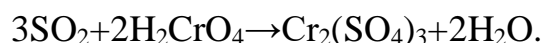
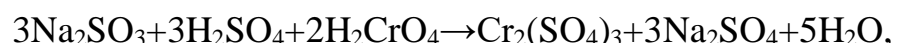
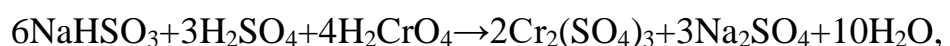
1.4.3 Реагентні методи очищення хромистих стічних вод

Гальванічні хромові покриття є одними з найпоширеніших. Для нанесення хромових покриттів використовують електроліти, основним компонентом яких являється хромово кислота. З'єднання хрому (VI) застосовують також при електрохімічному хромуванні, травленні в розчинах, що містять хромову кислоту, при хромистій пасивації та в інших процесах. Високотоксичні сполучення хрому (VI) знаходяться у відроблених технологічних розчинах та промивних водах цих процесів [12]. У стічних водах хром знаходиться у виді іонів CrO_4^{2-} . Концентрація Cr^{6+} у цих водах коливається в діапазоні 5-200 мг/л. Стічні води, що містять сполучення Cr^{6+} , належать до дуже токсичних і без очищення не можуть бути спрямовані в міську каналізацію чи ріку [8].

Обробка стічних вод здійснюється у два ступені:

1. Відновлення хрому (VI) до хрому (III).
2. Осадження хрому (III) у вигляді гідроокису [12].

В даний час для відновлення сполучень Cr^{6+} найчастіше застосовують сульфати чи газоподібний сірководень. При цьому реакція протікає в наступному порядку:



Кінетика приведених реакцій значно залежить від рН реакційного середовища. Відомо, що реакція відновлення Cr^{6+} до Cr^{3+} протікає з

задовільною швидкістю в сильно кислому середовищі при $\text{pH} < 3$. При цьому варто брати до уваги необхідну кількість вільної сірчаної кислоти, що бере участь у реакції. Тому до стічних хромистих вод, реакція яких переважно лише злегка кисла ($\text{pH} = 4-5$), додають відповідну кількість кислоти. У цьому випадку недоцільне збільшення обсягу стічних хромистих вод у результаті змішування їх з іншими злегка кислими стічними водами, тому що це привело б до значної витрати кислоти, що потім повинна бути нейтралізована.

Зменшення кількості хромистих стічних вод гальванічного відділення досягається за рахунок регенерування концентрованих стоків, і застосування каскадних промивних ванн.

Як й у випадку ціаністких стічних вод, хромисті стічні води після відновлення Cr^{6+} до Cr^{3+} не піддаються індивідуальній нейтралізації, а змішують з іншими стічними водами і разом з ними вони нейтралізуються. При такій технології існує небезпека повторного окислювання Cr^{6+} до Cr^{3+} у тому випадку, коли кількість активного хлору, що утворюється в ціаністких стічних водах, буде значно більше кількості продуктів нейтралізації хромистих стічних вод. Така ситуація цілком можлива, хоча на практиці і рідко зустрічається. Її виникнення попереджають подачею відповідно великої кількості відновлювачу (NaHSO_3) до хромистих стічних вод чи усуненням надлишку активного хлору в ціаністких стічних водах за допомогою тіосульфату натрію. При безупинному, як і при періодичному, способі хімічної обробки хромистих стічних вод їх окислюють до $\text{pH} = 2,5-2$, а потім, з огляду на окислювально-відновний потенціал чи результати хімічного аналізу, додають відповідну кількість 10%-ного розчину NaHSO_3 . Тривалість реакції досягає в середньому 5-20 хвилин, після чого стічні води змішують з іншими стічними водами і піддають нейтралізації.

З метою виділення $\text{Cr}(\text{OH})_3$ у виді осаду стічні води нейтралізують до $\text{pH} = 8,5-9,5$. Процес нейтралізації хромистих стічних вод може проходити періодично чи безупинно, а його контроль засновано на хімічних аналізах чи

електрометричних вимірах реакції й окислювально-відновлювального потенціалу середовища.

Деякі методи передбачають застосування для відновлення Cr^{6+} газоподібного з'єднання SO_2 . У цьому випадку приготують у відповідному пристрої водяний розчин SO_2 , і подають його в реактор.

У вітчизняній і закордонній практиці стоки гальванічних цехів, що містять важкі кольорові метали, залізо, хром, звичайно піддають обробці вапняним молоком, попередньо відновивши шестивалентний хром сульфідом натрію. Однак застосування цього способу не завжди забезпечує потрібний ступінь очищення, у результаті чого забруднюється водяний басейн. Крім того, пульпа після відстоювання ще вимагає значних витрат на виділення з її твердої фази. Найчастіше її захоронюють у відвалах, що також наносить шкоду навколишньому середовищу. Зазначені недоліки можна виключити, застосувавши як реагент так називаний вапняно-сірчаний осаджувач (розчин сірки у вапняному молоці). Поряд з очищенням промислових стоків цей реагент дозволяє регенерувати коштовні метали в сульфідний продукт. Реагент-осаджувач готується з негашеного вапна (75 % активної CaO) і елементарної сірки чистотою 99,9%. Вапняно-сірчаний осаджувач має високий окислювально-відновний потенціал: шестивалентний хром легко відновлюється до тривалентного навіть у слабокислих середовищах (рН 5-6). Таким чином, виключається необхідність у підкисленні стоків перед їхнім відновленням. Пульпа, що виходить після обробки стоків вапняно-сірчаним осаджувачем, відстоюється протягом 15-20 хвилин, ущільнюється удвічі швидше, ніж при обробці тільки вапняним молоком, порівняно легко фільтрується. Розчини після відстоювання не містять сульфідної сірки.

Вивчення складу осадів, що утворюються, показує, що кольорові метали і залізо знаходяться в них у виді сульфідів. Крім того, до складу осадів входять гідроокис хрому, гіпс, вапно, елементарна сірка. Ці осади можуть бути перероблені на підприємствах кольорової металургії. Слід зазначити, що в стоках гальванічних цехів, оброблених вапняно-сірчаним

осаджувачем, хрому не виявлено, а концентрація кольорових металів і заліза нижче гранично припустимих [8].

1.4.4 Реагентні методи очищення кислих та лужних стічних вод

Ці групи стічних вод утворюють промивні води і відпрацьовані електроліти гальванічного виробництва, що зливаються періодично, у яких не утворюються ціаністи і хромісти з'єднання. Це в основному розчини, що служать для знежирення, травлення, нікелювання, лудіння, фосфатування і т.д. Первинні стічні води, з яких складається ця група стічних вод, змішують без обліку їх рН, що приводить до того, що рН змішаних стічних вод може змінитися від кислої до основної. Характерною рисою таких вод є вміст жирів та емульсій, що утворюються при знежиренні металевих предметів, що піддаються гальванотехнічній обробці. Ці речовини, хоча і не утруднюють процесу нейтралізації стічних вод, але впливають на якість їх очищення. Масляну емульсію можна затримувати шляхом фільтрації очищених стічних вод через кокс чи інший пористий матеріал.

Концентрація жирів та емульсій у стічних водах помітно змінюється, якщо вапняним молоком нейтралізувати змішані стічні води, з яких виділяється осад гідроокису металів і гіпсу. Такий осад має розвинену поверхню і сорбує масляну емульсію. Однак, з огляду на труднощі, пов'язані з видаленням масляної емульсії зі змішаних стічних вод, необхідно насамперед уникати подачі замаслених розчинів. Їх варто направляти за границі гальванічних відділень на спеціально відведені для цього площадки.

Для нейтралізації стічних вод, а точніше для корекції їх реакцій, застосовують 10% розчин вапняного молока, виготовлений з гідратизованого вапна, а також 10-20% розчин сірчаної чи соляної кислоти. Часто застосовують відходи хімічної промисловості. Нейтралізовані стічні води піддаються потім освітленню в відстійниках чи центрифугах [8].

1.4.5 Реагентні методи очищення змішаних стічних вод

Основною метою змішування попередньо очищених ціаністих і хромистих стічних вод з кислими й основними водами є використання здатності часткової взаємної нейтралізації цих стічних вод. рН змішаних стічних вод може бути змінена у широких границях: від кислої до основної.

Літературні джерела [14] повідомляють, що при рН в області значення від 8,5 до 9 концентрація іонів металів в стічних водах гальванічного процесу буде знаходитися у концентраціях нижче 10^{-5} моль/л, за винятком іонів Fe^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} і Ni^{2+} . Такий ступінь очищення стічних вод, що відводяться в міську каналізацію чи у водойму, цілком достатній.

У тих випадках, коли необхідно подальше зниження концентрації деяких іонів важких металів (Fe^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Cd^{2+}) рН очищених стічних вод підіймають до 10, а потім, після виділення суспензії гідроокису важких металів, коректують реакцію стічних вод.

Корекція реакції стічних вод до заданого значення рН має на меті створення умов, що забезпечують повне виділення гідроокису важких металів, що є присутнім у стічних водах гальванотехнічних ванн. В таблиці 1.1 приведено граничні значення рН, при яких гідроокиси важких металів виділяються в значних кількостях [8].

Таблиця 1.1 – Значення рН, при яких осаджуються іони різних металів

Іони	Значення рН	Іони	Значення рН
Al^{3+}	4.0-5.5	Ni^{2+}	6.5-9.4
Fe^{3+}	1.7-4.3	Zn^{2+}	6.5-10.0
Fe^{2+}	5.0-7.2	Cd^{2+}	8.0-10.0
Cr^{3+}	4.5-7.5	Pb^{2+}	7.0-9.0
Cu^{2+}	5.5-8.0	Sn^{2+}	4.0-4.5

Реакція нейтралізації протікає дуже швидко, і при подальшому змішуванні вся маса стічних вод здобуває однакове значення рН протягом декількох хвилин.

У зв'язку з тим, що змішані стічні води можуть мати кислу чи основну реакцію, то корекцію їх рН до значення $pH=9$ проводять за допомогою добавки відповідної кислоти або лугу. Для цієї мети застосовують 5-10% розчин вапняного молока, 10-20% розчин NaOH, а також 10-20% розчин сірчаної чи соляної кислоти.

Для видалення суспензії, що виникає в процесі нейтралізації стічних вод їх направляють у відстійники чи сепаратори, відкіля вони після освітлення надходять у водозбірник.

Нейтралізацію стічних вод можна проводити періодично чи безупинно в залежності від типу застосовуваних для цього пристроїв. В умовах періодичного накопичення і нейтралізації стічних вод контроль за протіканням процесу може здійснюватися за допомогою хімічних аналізів чи експресного виміру рН стічних вод. При безупинній же нейтралізації стічних вод обов'язковий безупинний вимір величини рН і автоматичне керування кількістю реагентів, що додаються. Часто на виході стічних вод установлюють вимірники рН та концентрації ціанідів та важких металів. Ці пристрої часто з'єднані із сигналізацією та блокадою відводу стічних вод [8].

1.5 Інші методи очищення стічних вод

Іонітові та електрохімічні методи очищення стоків гальванічного виробництва безсумнівно є більш сучасними в порівнянні з реагентним методом (при нейтралізації втрачаються цінні компоненти). Основна їх перевага складається в можливості знешкодження концентрованих стічних вод, в одержанні коштовних електролітів і чистої води, придатної для повторного використання. За допомогою таких методів можливо створення у гальванічному відділенні замкнутої системи циркуляції технологічної води і майже повне усунення необхідності зливу стічних вод у каналізаційну систему. Незважаючи на те, що ці методи очищення стічних вод гальванічних відділень перебувають у стадії інтенсивних досліджень, вже

існує багато гальванічних відділень, у яких вони застосовуються. Це особливо відноситься до іонітного методу, технологія якого цілком освоєна в промисловому масштабі [8].

1.5.1 Іонообмінний метод очищення стічних вод гальванічних відділень

Іонообмінне очищення широко застосовується для вилучення зі стічних вод металів, ціаністих сполучень, радіоактивних речовин.

Економічний аналіз показує, що в багатьох випадках очищення стічних вод гальванічних відділень іонітним методом більш вигідно, ніж класичні хімічні методи. В даний час іонообмінний метод широко застосовується для витягу металів зі стічних вод. У результаті можливо здійснити оборотне водопостачання гальванічних цехів з одночасною утилізацією коштовних компонентів. Так, іонообмінне очищення хромвміщуючих промислових стічних вод дозволяє повторно використовувати в гальванічному цеху очищену воду необхідної якості і концентрат хромового ангідриду чи хромвміщуючих солей, а також хромвміщуючі концентровані електроліти, очищені від забруднюючих домішок до норм, передбачених технологією.

Іонітний метод можна застосовувати для очищення окремих видів первинних стічних вод чи окремих груп змішаних стічних вод. У деяких випадках установки для очищення промивних вод, що повертаються після очищення для повторного використання, будують поблизу гальванічних ванн. У технології очищення стічних вод іоніти застосовують в основному для утилізації з електролітів коштовних розчинів, придатних для повторного безпосереднього чи непрямого використання, а також для одержання чистої технологічної води, що повторно використовується в процесах промивання. Досягнення цих цілей приводить до дуже значного, а у визначених випадках і до повного обмеження зливу стічних вод у каналізаційну систему при одночасному обмеженні до мінімуму забору свіжої води.

Індивідуальне очищення окремих категорій первинних стічних вод застосовують переважно лише тільки в випадках, коли стічні води містять коштовні метали (срібло, золото, нікель, молібден і т.д.) чи електроліти, придатні для повторного використання (хромово кислота). Стічні води, що очищаються іонітним методом, вимагають попереднього видалення з них суспензій і дисперсій. З цією метою для видалення масляної дисперсії її фільтрують через коксовий фільтр, а для видалення суспензій - через сепаратор. Недостатнє видалення суспензій чи колоїдів зі стічних вод приводить до поступового закупорювання каналів у зернах іоніту і до зниження його обмінної ємності.

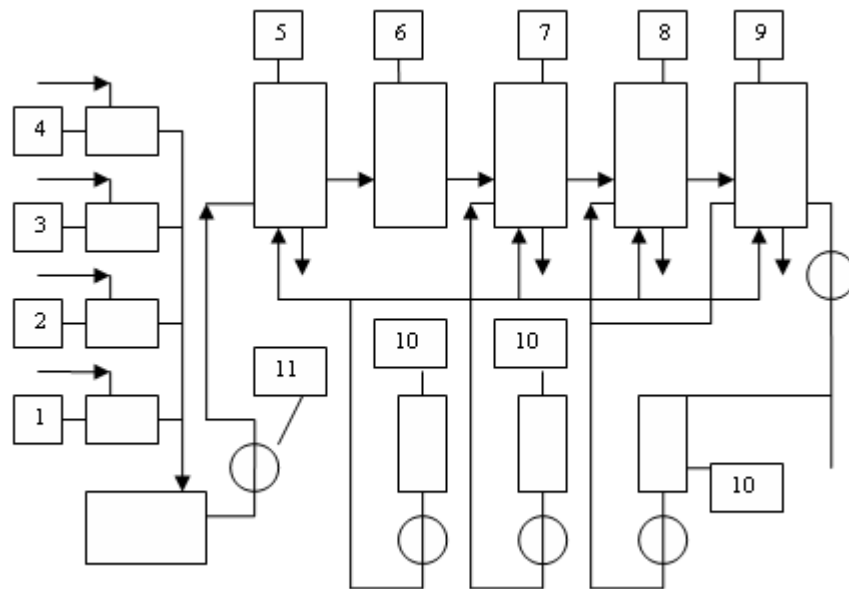
Кількість іонітних колон, обсяг іонообмінного шару і циклічність роботи пристроїв встановлюють у залежності від загальної кількості стічних вод і їх тиску при відводі від гальванічних відділень. Досвід експлуатації іонообмінних установок показує, що їх застосування доцільне при концентрації забруднень у вихідній воді 1,5-6 мг-екв/л і відсутності забруднень органічного характеру.

Іонний обмін – це процес взаємодії розчину з твердою фазою, що може обмінювати іони, що входять до неї, на інші іони, присутні в розчині. Речовини, що складають цю тверду фазу, носять назву іонітів. Ті, що можуть поглищати з розчину електролітів позитивні іони, називаються катіонітами, а негативні – аніонітами [16].

Принципова схема іонообмінної установки для стічних вод гальванічного виробництва показана на рисунку 1.2 [8].

Стоки з ємкостей 1-4 (для усереднення складу і часткового відділення механічних домішок) направляються до усереднювача 11. Максимальна концентрація забруднюючих речовин до 400 мг/л. При великій концентрації обов'язкове розведення в усереднювачах (додаванням чистої води). З апарата 11 стоки подаються до пісчано-гравійного фільтру 5 для очищення від механічних домішок. Швидкість руху рідини 5-7 м/год. Наступна ступінь - очищення активованим вугіллям в апараті 6 від маслопродуктів, ПАР,

біологічних домішок і ін. Відфільтрована вода направляєтся до катіонообмінювача 7, заповненого смолою КУ-2, КУ-8 чи КУ-23 у водневій формі. Лінійна швидкість руху рідини в апараті 7 складає 10-20 м/год. По досягненні на виході концентрації сорбуємих іонів 0,02-0,03 мг-екв/л катіоніт піддають регенерації. Звільнена від катіонітів вода надходить до аніонообмінників 8 і 9, що заповнені смолами АВ-17-8, АВ-17-16, АН-21, АН-22 чи АН-221. При вмісті сорбуємих аніонів на виході з апарата 0,05-0,1 мг/л аніоніт регенерують. Стічні води направляються на виробництво, а промивні - у збірники концентратів для хімічного знешкодження чи використання у виробництві.



1-4 – ємкості кислих, лужних, ціан- і хромвміщуючих стоків; 5,6 – пісчано-гравійний і вугільний фільтри; 7 – катіонообмінник; 8, 9 – аніонообмінники; 10 – збірники чистої води для промивання колон; 11 – усереднювач

Рисунок 1.2 – Принципова схема іонообмінної установки очищення стічних вод гальванічних виробництв

У наш час іонообмінний засіб очищення стічних вод, що утворюються у процесі обробки металів, є поки що домінуючим при утворенні замкнених систем водопостачання. Застосування іонообмінних способів дозволяє

забезпечити високий ступінь очищення стоків і можливість їх повторного використання для технологічних нужд підприємства. Однак, крім переваг цього методу, в нього є також ряд недоліків: як витрати великої кількості хімікатів для регенерування електролітів, великої кількості води на відмивку, великі витрати хімікатів на знешкодження елюатів [12].

1.5.2 Електрохімічний метод очищення стічних вод

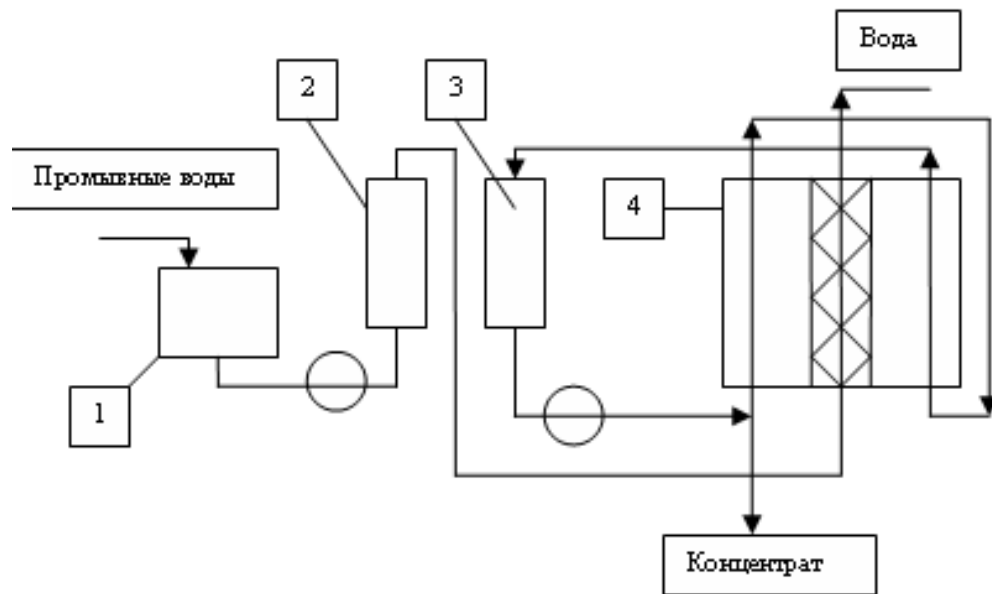
Найбільш перспективними способами вирішення питань очищення стічних вод гальванічного виробництва є електрохімічні методи (електрофлотація з нерозчинними електродами, електроліз, електродіаліз), що не вимагають додаткових реагентів, менш громіздкі та можуть бути легко автоматизовані. Ці методи дозволяють як очищувати промивні води від іонів металів так і регенерувати відпрацьовані гальванічні розчини.

В роботах [17-20] розглянуто проблеми, пов'язані з застосуванням електрохімічних процесів для очищення стічних вод гальванічних відділень.

Для очищення промивних стічних вод одного виду (хромистих або ціаністих), а також для вод, що вміщують важкі метали, застосовується спосіб електродіаліза. Під дією постійного електричного струму катіони й аніони, що забруднюють воду, виводяться через напівпроникні мембрани в одні камери (наприклад, парні) електродіалізатора, а очищена вода з інших (непарних) направляється в зворотній цикл. Сконцентровані речовини повертаються у виробництво для повторного використання. Принципова схема установки представлена на рисунку 1.3 [20].

Промивні води після гальванічної ванни з ємкості 1 насосом подаються на фільтр 2, заповнений активованим вугіллям для видалення механічних домішок, тому що нерозчинні речовини, осідаючи усередині камер, збільшують електричний опір електродіалізатора і порушують розподіл потоків у камері. При відсутності домішок вода відразу ж направляється в електродіалізатор 5, розділений катіонітовими й аніонітовими мембранами,

що чергуються. Катіони, направляються до катода, проходять катіонитові мембрани, але затримуються аніонітовими. У свою чергу аніоніти, рухаючи в напрямку анода, проходять аніонітові, та затримуються катіонітовими мембранами. При такому електрохімічному процесі можна регенерувати відпрацьований хромовий електроліт: в катодний простір виділяються домішки хрому, заліза, міді, цинку, а очищена хромово кислота повертається до виробництва.



1 – прийомна ємкість; 2 – фільтр з активованим вугіллям; 3 – буферна ємкість; 4 – електродіалізатор

Рисунок 1.3 – Принципова схема установки очищення промивних вод електродіалізом

Порівняльний аналіз вартості очищення стічних вод гальванічних виробництв хімічним і електрохімічним способом віддає перевагу електрохімічному методу. Цей метод прост у застосуванні, а також не вимагає будівництва складних пристроїв, типових для хімічного методу. Вартість електроенергії, що витрачається, повністю окупається поверненням у виробництво коштовних матеріалів (метали, хромово кислота) та зменшенням збитків оточуючому середовищу [20].

1.5.3 Очистка стічних вод зворотнім осмосом

Спосіб очищення стічних вод гальванічних виробництв зворотнім осмосом засновано на їх фільтрації під тиском крізь напівпроникні мембрани, що пропускають воду, але затримують гідратовані іони розчинених у воді речовин. Силою, що двигає процес осмотичного переносу, є різниця концентрацій солей по обидві сторони мембрани. Для видалення забруднювачів зі стічних вод методом зворотного осмосу треба, утворюючи деякий зайвий тиск, примусити стоки фільтруватися через мембрану у напрямку, протилежному осмотичному переносу, тобто з боку води, що вміщує забруднювачі [12].

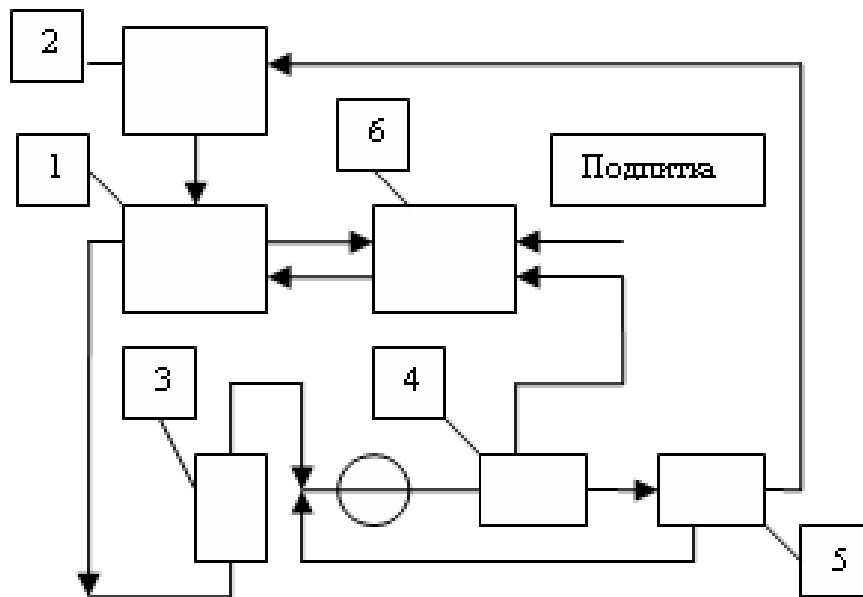
Мембрани з помірною затримуючою здатністю (50-70%) затримують практично всі багатовалентні катіони.

Принципова схема зворотноосмотичної установки приведена на рисунку 1.4 [21]. Вироби після гальванічної ванни 2 надходять послідовно в промивні ванни 1 та 6. Промивні води з ванни 1 подаються на фільтр 3, у якому очищуються від зважених часток розміром більш 10 мкм, а потім на першу ступінь зворотноосмотичного очищення в апарат 4. Фільтрат, що утворився, використовується для промивання, а концентрат направляється на другу зворотноосмотичну ступінь 5. Фільтрат з апарата 5 подається в апарат 4, а регенований розчин у гальванічну ванну 2 для приготування електроліту. Застосування ацетатцелюлозних і поліамідних мембран забезпечує селективність очищення до 99% [21].

Обробка зворотнім осмосом стічних вод гальванічного виробництва дозволяє виключити скид у каналізацію стоків, що включають токсичні речовини, значно зменшити витрати цінних компонентів на приготування технологічних розчинів та електролітів, створювати маловідходні та безвідходні виробництва. До переваг мембранних процесів очищення варто також віднести можливість їх повної автоматизації.

Однак, широке впровадження цього методу для очищення стічних вод

доки що стримується недостатнім випуском спеціальних насосів високого тиску, полімерних мембран, що є стійкими у агресивних середах, малою продуктивністю установок. Тому мембранні технології доки ще не можуть конкурувати з іншими технологіями при необхідності очищення великих об'ємів стоків [12].



1, 6 – промивні ванни; 2 – гальванічна ванна; 3 – фільтр; 4, 5 – зворотноосмотичні ступіні

Рисунок 1.4 – Принципова схема зворотноосмотичної установки очищення стічних вод гальванічного виробництва

1.5.4 Термічні методи

Термічне знешкодження стічних вод гальванічних виробництв, як правило, включає дві стадії: попереднє концентрування і вогневе знешкодження концентратів (шламу).

Метою першої стадії є повернення частини води у виробництво. Для цього в основному застосовують процеси розпарювання і сушіння, які лімітуються необхідністю врахування можливості утворення відкладень на

поверхні теплообміну, корозії устаткування і забруднення атмосфери шкідливими газоподібними викидами.

Вогневе знешкодження концентрату здійснюється у високотемпературних печах, топках котлоагрегатів і ін. Так, наприклад, стоки і шлами, що вміщують ціаніди, спалюються в трубчатих обертових і циклонних печах, у киплячому шарі, або в печах із завантаженням каталізатора. При цьому ціаніди цілком окислюються, а зв'язані з ними метали виділяються у виді окислів чи чистих металів. Каталітичне окислювання знижує температуру процесу і, отже, витрати палива. [22].

1.5.5 Біологічні методи очищення

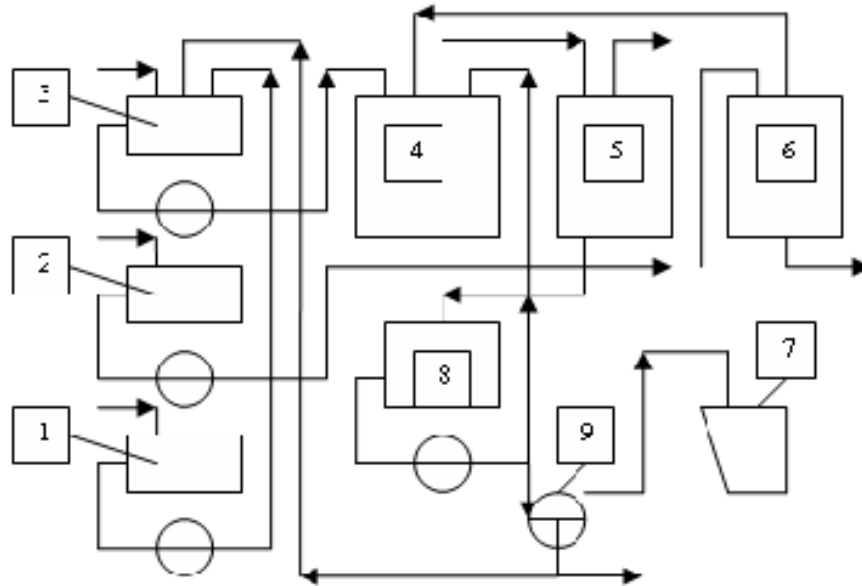
Серед методів очищення стічних вод гальванічного виробництва цікавими також є біологічні методи, що засновані на використанні закономірностей біохімічного та фізіологічного самоочищення водойм. Існує багато пристроїв для біологічного очищення стічних вод: біофільтри, біологічні пруди, аеротенки. [23].

Існують способи біологічного очищення стічних вод, що містять іони важких металів і сульфат іони, з відновленням їх до нерозчинних у воді з'єднань [23].

Принципова схема установки очищення хромовміщуючих стічних вод показана на рисунку 1.5 [8].

У збірниках 1-3 відбувається нагромадження хромовміщуючого електроліту, побутових стоків і промивних вод. Для усереднення складу стоків за допомогою насоса здійснюється дозована подача електроліту в ємкість 3. Після цього стоки подаються в біовідновлювач 4, у який дозуються побутові стічні води з відстійника 6 і активний мул з резервуара 9. Кількість шестивалентного хрому у вихідних стоках 75-85 мг/л, рН – 7-11, температура - не вище 20°C, час перебування в апараті – 4-1,5 годин. Знешкоджені стічні води, активний мул і гідроокис хрому самопливом надходять у відстійник 5.

Вода відводиться в побутову каналізацію, активний мул і гідроокис хрому – у резервуар 9. Надлишок мулу після зневоднення на вакуум-фільтрі 8 подається стрічкові транспортером у бункер зневодненого осаду [24].



1, 2, 3 – збірники відпрацьованого хромового електроліту, побутових і промивних хромовміщуючих стоків; 4 – біовідновлювач; 5 – відстійник; 6 – відстійник побутових стоків; 7 – бункер осаду; 8 – вакуум-фільтр; 9 – резервуар активного мулу

Рисунок 1.5 – Принципова схема установки біохімічного очищення хромовміщуючих стічних вод

Застосування біохімічних способів дозволяє забезпечити досить високий ступінь очищення, але виключає можливість повторного використання з'єднань важких металів [25].

2 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Характеристика стоків гальванічного відділення ДП ВО ПМЗ ім. Макарова

Велике місце в технології виробництва на ДП ВО ПМЗ ім. Макарова займають процеси нанесення захисних і декоративних покриттів. Підприємством освоєно 34 види гальванічних покриттів. Вид і концентрація забруднень у стічних водах гальванічних відділень змінюється в широкому діапазоні в залежності від характеру виробництва і застосованих технологічних операцій. Основними складовими забруднень стічних вод гальванічного виробництва, незважаючи на їх розмаїтість, є неорганічні з'єднання високої токсичності, викликані, насамперед, іонами важких металів і ціаністих з'єднань [26].

2.1.1 Кількість стічних вод

З техніко-економічної точки зору необхідно прагнути до мінімальної кількості стічних вод, що зливаються з гальванічних відділень. Цього можна досягти встановлюючи в технологічному ланцюжку після кожної хімічної чи електрохімічної операції агрегати для каскадного промивання з автоматичним регулюванням подачі води. З метою раціонального використання виробничої площі звичайно приймають компромісне рішення, що дозволяє досягти мінімальних експлуатаційних витрат, що підраховують разом для гальванічного відділення і станції очищення стічних вод.

Гальванічне виробництво - одне з найбільш великих джерел утворення стічних вод у машинобудуванні.

Для кожного гальванічного відділення, при повному використанні технологічних установок, кількість стічних вод, що зливаються, є характерною величиною, що мало змінюється в кількісному відношенні. При

цьому слід зазначити, що гальванічні відділення рівної продуктивності і з однаковою програмою можуть відрізнятися між собою по кількості і характеру «вироблених» стічних вод, у результаті різних застосованих методів і технологій промивання оброблюваних заготівель. Через вплив багатьох різнобічних факторів неможливо установити єдиний показник витрати води для всіх гальванічних відділень незалежно від застосовуваних технологічних процесів, встановленого устаткування, а виробничої програми. Рекомендується для кожного гальванічного відділення скласти оптимальні технологічно обґрунтовані норми води на підставі аналізу сукупності застосованих технологічних процесів.

Кількісне співвідношення між окремими групами стічних вод може значно змінюватися, тому що воно залежить від застосовуваної технології і виробничого профілю даного гальванічного відділення [8].

Станція нейтралізації ДП ВО ПМЗ ім. Макарова, на яку направляються усі стоки гальванічного відділення розрахована на очищення 145 м³ у годину промивних кислотно-лужних стоків, 40,6 м³ у годину промивних хромистих стоків, 12,8 м³ у годину ціаністих промивних стоків.

В даний час на станції нейтралізації знешкоджується 160 м³/год промивних кислотно-лужних стоків; 75 м³/год промивних хромистих стоків; 20 м³/год промивних ціаністих стоків. Дані про структуру цих стічних вод приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Структура стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова

Тип стічних вод	Обсяг, м ³ /год	Доля в загальному обсязі стічних вод гальванічного цеху, %
Ціаністі	20	7,84
Хромові	75	29,41
Кислотно-лужні, забруднені важкими металами	160	62,75

2.1.2 Хімічний склад стічних вод

Стічні води, що утворюються в гальванічних відділеннях, підрозділяють не тільки по властивостях груп (на ціаністі, хромісті та кислотно-лужні (або змішані)), а й на концентровані та розведені води.

Концентровані стічні води утворюються періодично, при зміні відпрацьованих технологічних розчинів на свіжі. Деякі технологічні розчини заміняють на свіжі через кілька днів, у той час як інші переміняють через два місяці. Найбільше рідко змінюють розчини ванн, що служать для електрохімічного нанесення металевих покриттів, тому що час їхньої експлуатації збільшують шляхом очищення розчинів. Хімічний склад концентрованих відпрацьованих розчинів, що направляються в стічні жолоби, відрізняється від хімічного складу нормальних розчинів присутністю різних домішок і меншою концентрацією основних складових. Концентровані стічні води потребують знешкодження або регенерування.

До розведених стічних вод, що зливається з гальванічних відділень, відносять усі промивні води, що утворюються при процесах хімічної чи електрохімічної обробки заготівель, а також усі стічні води від пристроїв, що служать для очищення повітря, яке відсмоктується. Розведені (промивні) води утворюють основну структуру стічних вод гальванічних відділень.

Використані концентровані технологічні розчини та промивні води часто усереднюються перед їх очищенням. У класичній схемі трьох груп стічних вод, що відводяться від гальванічних відділень, застосовують багато способів взаємного змішування первинних стічних вод (відпрацьованих електролітів та промивних вод окремих операцій) за умови не з'єднувальності ціаністих стічних вод з кислими. З первинними ціаністими стічними водами змішують переважно стічні води після знежирення в лужних ваннах, що збільшує основність змішаних стічних вод і полегшує протікання реакції окислювання ціанідів.

Кислі стічні води ($\text{pH}=1-3$), що утворюються від кислих ванн гальванопокриттів міднення, цинкування, нікелювання, а також при промиванні після операцій декапірування і травлення, містять в основному соляну, сірчану, рідше азотну і фосфорну кислоти, солі заліза й інших металів. Можуть містити до 200 г/дм^3 зважених речовин, у тому числі грубодисперсних.

Лужні стоки ($\text{pH}=9-11$) промивні води, що утворюються, після ванн лужних гальванопокриттів (наприклад, цинкування) та знежирення й мийки, містять $50-150 \text{ г/м}^3$ олій і нафтопродуктів. Концентровані лужні стоки утворюються при зміні розчинів, що знежирюють, і мають наступний склад, г/м^3 : NaOH 20-30, N_2CO_3 10-30, Na_3PO_4 20-30, Na_2Si_3 1-2, олій і нафтопродуктів 0,1-1, зважених речовин 10-20.

Звичайно кислі і лужні стоки направляються на знешкодження в одному потоці чи змішуються, тоді цей стік стає продуктом взаємної нейтралізації. Його pH залежить від прийнятої технології (площі деталей, що піддаються травленню і знежиренню, концентрації розчинів і ін.) і звичайно знаходиться в межах 4-9.

Хромовміщуючі стоки ($\text{pH}=4-5$) від промивних ванн після хромування, хроматування, освітлення, фарбування алюмінію і травлення містять $10-100 \text{ г/м}^3$ шестивалентного хрому та $1-15 \text{ г/м}^3$ інших важких металів. Концентровані хромовміщуючі стоки ($10-300 \text{ г/м}^3$) утворюються при періодичному скиданні робочих ванн, а також при профілактиці устаткування та витоках.

Ціаністі стоки ($\text{pH}=8-11$), що утворюються при промиванні деталей з ціаністих ванн (цинкування, кадміювання, сріблення), освітленні міднених деталей після зняття нікелю і хрому, містять до $50-100 \text{ г/м}^3$ комплексних ціанідів важких металів. Витрати ціанвміщуючих стічних вод складають $20 \text{ м}^3/\text{год}$. У залежності від pH вони можуть містити різну кількість зважених речовин, тому що комплексні ціаніди важких металів, особливо цинку, схильні до утворення нерозчинних з'єднань при зниженні pH до 8-9. Стоки

малоагресивні і схильні до утворення відкладень на стінках труб і резервуарів.

Концентрація забруднювачів у промивних водах залежить від обсягу і концентрації розчину електроліту. Основна кількість води (90-98%) у гальванічних цехах витрачається на промивання деталей, концентрації шкідливих речовин у стоках можуть знаходитися в межах 300 мг/л. Важливою обставиною є те, що стічні води гальванічного виробництва це складні водяні розчини, що у своєму складі крім ціанідів, хрому, натрію, калію, цинку, міді мають різні органічні сполуки. Хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ПМЗ ім. Макарова до очищення наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова до очищення

Показники забруднення	Концентрація, мг/л	ГДК, мг/л
Зважені речовини	100-400	20
Хлориди	40	50
Сульфати	80	50
Ціаніди	50	0,05
Мідь	40	0,01
Цинк	7,5	0,05
Залізо	30	0,5
Хром	78	0,1

З таблиці видно, що в стічних водах гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова концентрації забруднювачів значно перевищують гранично допустимі, тому перед скиданням таких вод необхідно встановлювати очисні споруди. Технологічну схему очищення цих стічних вод роздивимося далі.

2.2 Опис існуючої схеми очищення стічних вод гальванічного відділення ДП ВО ПМЗ ім. Макарова

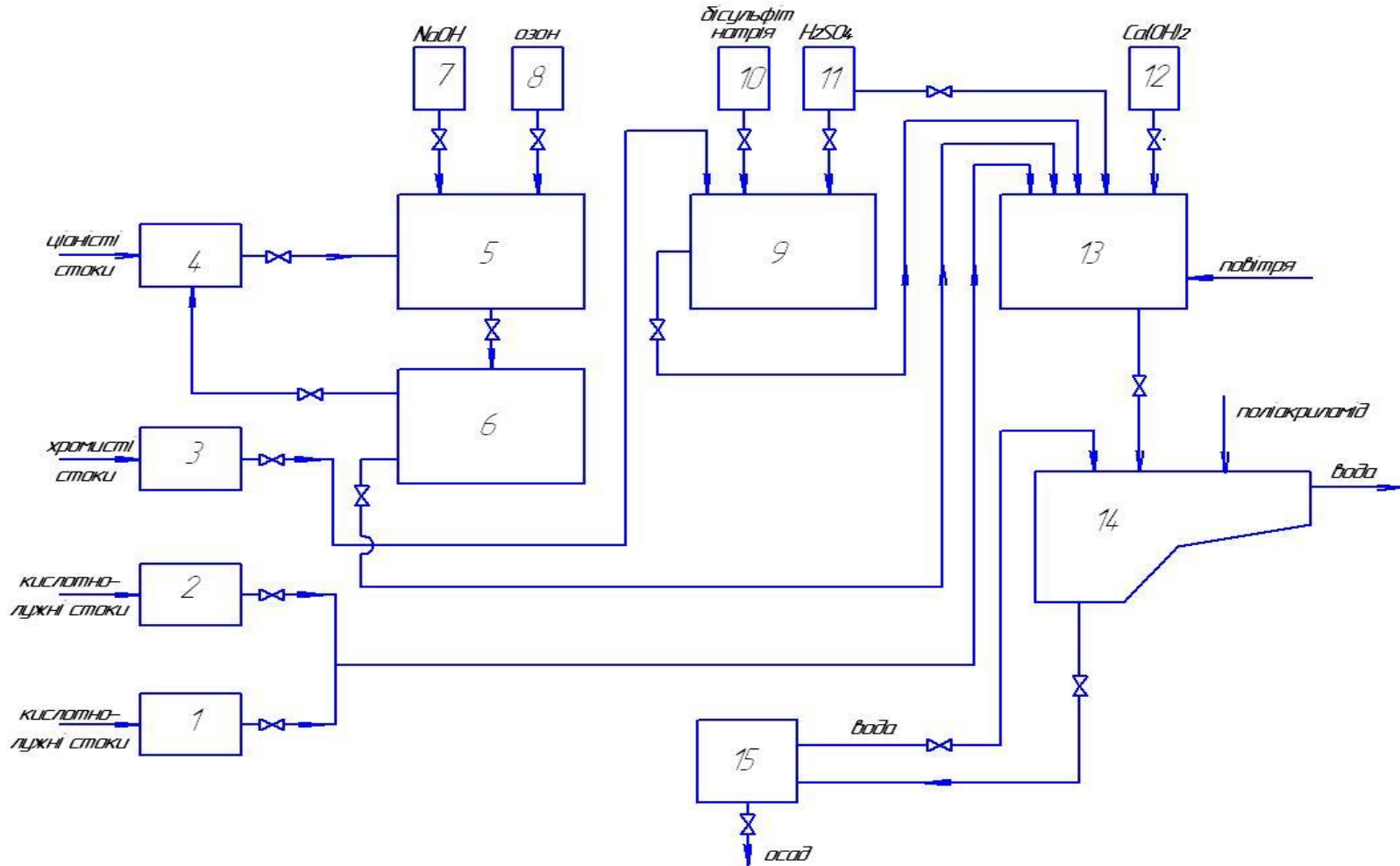
На станції нейтралізації ДП ВО ПМЗ ім.Макарова знешкоджуються промивні води і відпрацьовані розчини цехів № 2, 6, 22, 24, 25, 79, що вміщують хромові та ціаністі з'єднання, луги і кислоти; а також відпрацьовані розчини цехів № 1, 7, 16, 23, 52, 60, 64, що вміщують хром. Проєктом станції нейтралізації передбачається очистка промивних та основних кислотно-лужних, хромовміщуючих та ціановміщуючих стоків.

На рисунку 2.1 наведено технологічну схему очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім.Макарова, що здійснюється реагентними методами.

Знешкодження промивних стічних вод і відпрацьованих розчинів виробляється на станції нейтралізації, що представляє собою систему ємкостей і комунікацій, у яких здійснюється роздільне знешкодження хромових, ціаністих і кислотно-лужних стоків.

Кислотно-лужні стоки гальванічного відділення подаються до усереднювачів 1 (промивні води) та 2 (концентровані розчини), звідки подаються в реактор-нейтралізатор 13. В залежності від рН цих стоків у реактор надходить реагент: або 98% розчин сірчаної кислоти з ємкості 11, або вапнякове молоко з ємкості 12. Після введення реагенту в нейтралізатор подається стиснене повітря, і на протязі 15 хвилин стоки перемішуються. При досягненні рН=7,5- 8,5 подача реагенту припиняється, стоки подаються до відстійника 14. У відстійник для покращання виділення осаду додається поліакриламід. Стоки відстоюються на протязі однієї години, а потім очищена вода скидається в зовнішню мережу зливової каналізації.

Осад, що утворився у відстійнику, направляється до фільтр-пресу, де здійснюється його розділення на тверду фазу та воду. Вода повертається до відстійника, осад вивозиться в місця погоджені з органами Держсанінспекції.



1-4 – ємкості усереднювачі стічних вод; 5 – реактор-нейтралізатор для знешкодження ціаністих стоків; 6 – ємкість знешкоджених ціаністих стоків; 7 – ємкість з розчином гідроксиду натрію; 8 – генератор озону; 9 – реактор-нейтралізатор для знешкодження хромістих стоків; 10 – ємкість з розчином бісульфіту натрію; 11 – ємкість з сірчаною кислотою; 12 – ємкість з вапняним молоком; 13 – реактор-нейтралізатор; 14 – відстійник, 15 – фільтр-прес.

Рисунок 2.1 – Технологічна схема очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім.Макарова

Хромисті стоки (промивні води та відпрацьовані розчини) збираються в усереднювачі 3. Далі вони поступають на нейтралізацію до реактора 9. Спосіб знешкодження хромовміщуючих стоків заснований на відновленні шестивалентного хрому до тривалентного в кислому середовищі з наступним осадженням гідроокису хрому лугами. Для нейтралізації цих стоків застосовується 98% розчин сірчаної кислоти з ємкості 11, яким рН стічних вод доводиться до 3-3,5, після чого подається 10% розчин бісульфіту натрію з ємкості 10 й на протязі 30 хвилин стоки залишаються в спокійному стані. Для відновлення однієї частини шестивалентного хрому потрібно три частини бісульфіту натрію. На практиці застосовують 5-7-кратний надлишок.

Після проведення аналізу на вміст 6-валентного хрому при несприятливих даних аналізу проводиться додаткова подача реагенту, перемішування і заключний аналіз стоків. При підтвердженні аналізом відсутності хрому в стоках, знешкожені стоки скидаються до реактору 13, де доводяться до рН=7,5-8,5 розчином вапняного молока з ємкості 11. Після доведення рН стоків до бажаної величини, стоки подаються до відстійника, куди подається також поліакриламід. Стоки відстоюються на протязі 30 хвилин для осадження гідрату окису хрому в осад. Далі очищена вода скидається в зовнішню мережу зливової каналізації. Осад, що утворився у відстійнику, направляється до фільтр-пресу, де здійснюється його розділення на тверду фазу та воду. Вода повертається до відстійника, осад вивозиться в місця погоджені з органами Держсанінспекції.

Промивні стоки, що вміщують ціаніди, надходять до усереднювача 4. Далі по окремому трубопроводу - у реактор-нейтралізатор 5, де стоки підключаються 40% розчином гідроокису натрію з ємкості 7, та де здійснюється їх змішування з озоно-повітряною сумішшю, що надходить з генератору озона 8. Далі оброблені озоном стоки поступають до ємкості знешкоджених ціановміщуючих стоків 6, де встановлено датчик сигналізації ціанидів. Якщо кількість ціанидів у очищеній воді не відповідає вимогам якості, стоки повертаються до ємкості усереднювача 4, якщо відповідає -

направляються до реактора-нейтралізатора 13, де знешкоджені стоки доводяться до рН=8,5 лужним реагентом з ємкості 12. Далі стічні води подаються у відстійник 14, куди подається поліакриламід. Далі очищена вода скидається в зовнішню мережу зливної каналізації. Осад, що утворився у відстійнику, направляється до фільтр-пресу, де здійснюється його розділення на тверду фазу та воду. Вода повертається до відстійника, осад вивозиться в місця погоджені з органами Держсанінспекції.

2.3 Розробка заходів з удосконалення системи очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова

Хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова до очищення та після нього наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова

Показники забруднення	Концентрації до очищення, мг/л	Концентрації після очищення, мг/л	Затверджені концентрації після очищення, мг/л	ГДК, мг/л	Фактичні скиди, г/годину	Затверджені скиди, г/годину
Зважені речовини	100-400	17,60	11,55	20	14150,0	9286,0
Сульфати	80	70,80	70,80	50	56923,0	56923,0
Хлориди	40	43,85	43,85	50	35255,0	35255,0
Нафто-продукти	100	0,46	0,30	0,1	369,84	241,20
Ціаніди	50	0,05	0,05	0,05	1500	1500
Хром (III)	-	0,0017	0,0017	0,5	1,367	1,367
Хром (VI)	78	0,0077	0,0077	0,1	6,191	6,191
Цинк	7,5	0,066	0,066	0,05	53,046	53,046
Залізо	30	0,33	0,30	0,5	265,32	241,20
Мідь	40	0,22	0,22	0,01	176,88	176,88
Нікель	15	0,007	0,007	0,1	5,628	5,628

З таблиці видно, що навіть після очищення є перевищення ГДК за деякими забруднювачами (сульфати, нафтопродукти, цинк, мідь), також є

перевищення по затвердженим концентраціям та скидам (зважені речовини, нафтопродукти, залізо). Тому існуюча система очищення потребує доробки та удосконалення.

Враховуючи склад забруднювачів, що необхідно додатково вилучати зі стоків, можна запропонувати встановити додатковий апарат – багатоярусний гідроциклон – після відстійника. Гідроциклони застосовують для покращання процесу освітлення стічних вод. Запропонована технологічна схема очищення стічних вод гальванічного виробництва наведена на рис. 2.2.

Технічні характеристики запропонованої схеми наведено у таблиці 2.4.

Таблиця 2. 4 – Технічні характеристики розробленої схеми очищення

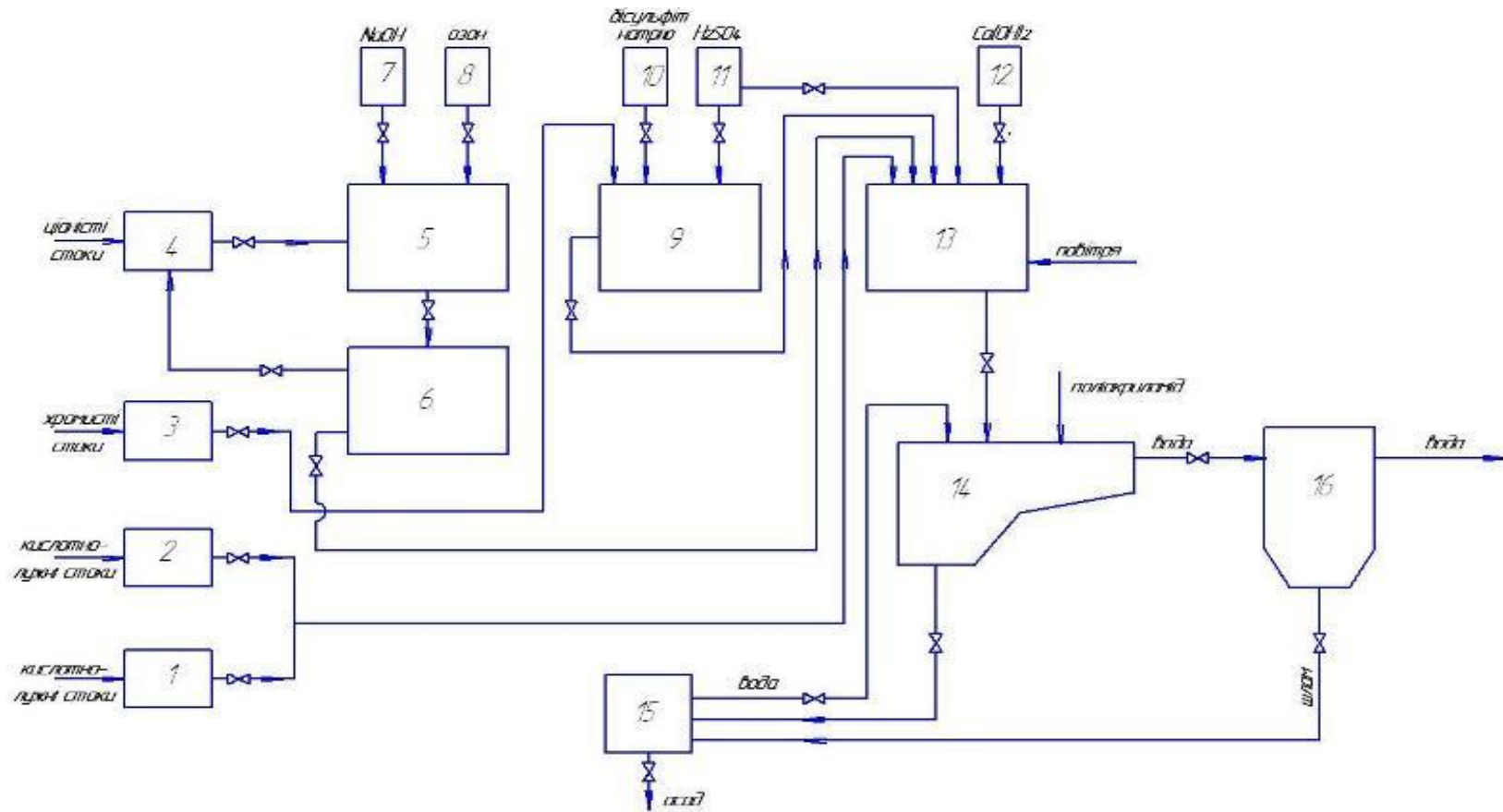
Назва забруднюючої речовини	Концентрації до очищення, мг/л	Затверджені концентрації після очищення, мг/л	Концентрації після очищення, мг/л		Ефективність, %	
			існуюча схема	розроблена схема	існуюча схема	розроблена схема
Нафтопродукти	100	0,30	0,49	0,22	99,54	99,79
Зважені речовини	200	11,55	17,6	0,46	91,2	99,74

З наведених даних видно, що запропонована схема виконує вимоги нормувань забруднення оточуючого середовища, залишкова кількість забруднюючих речовин не перевищує затверджених концентрацій.

2.4 Переваги та принцип дії гідроциклона

Високий ефект очищення стічних вод досягається різними способами інтенсифікації гравітаційного відстоювання - освітленням у зваженому шарі (відстійники-освітлювачі) чи в тонкому шарі (тонкошарові відстійники), а також з допомогою гідроциклонів.

Принцип дії гідроциклонів заснований на сепарації часток твердої фази в обертовому потоці рідини. Величина швидкості сепарації часток у центробіжному полі гідроциклону може перевищувати швидкість осадження еквівалентних часток в полі гравітації у сотні разів.



1-4 – ємкості усереднювачі стічних вод ; 5 – реактор-нейтралізатор для знешкодження ціаністих стоків; 6 – ємкість знешкоджених ціаністих стоків; 7 – ємкість з розчином гідроксиду натрію; 8 – генератор озону; 9 – реактор-нейтралізатор для знешкодження хромістих стоків; 10 – ємкість з розчином бісульфіту натрію; 11 – ємкість з сірчаною кислотою; 12 – ємкість з вапняним молоком; 13 – реактор-нейтралізатор; 14 – відстійник, 15 – фільтр-прес; 16 – багатоярусний гідроциклон.

Рис. 2.2 – Запропонована технологічна схема очищення стічних вод гальванічного виробництва

Гідроциклони одержали значне поширення і популярність завдяки своїм технічним і економічним перевагам.

До основних переваг гідроциклонів варто віднести:

- 1) високу питому продуктивність по оброблюваній суспензії;
- 2) порівняно низькі витрати на будівництво й експлуатацію установок;
- 3) відсутність обертових механізмів, призначених для генерування відцентрової сили; відцентрове поле створюється за рахунок тангенціального введення стічної води;
- 4) можливість створення автоматизованих установок;
- 5) компактність та легкість в обслуговуванні.

Для механічної очистки виробничих стічних вод від зважених речовин використовують відкриті та напірні гідроциклони.

Відкриті гідроциклони використовують для виділення грубо-дисперсних домішок, що можуть спливати та осаджуватися, з гідравлічною крупністю більше 0,2 мм/с та зкоагульованих зважених речовин. У них, не дивлячись на значно менший, ніж у радіальних відстійниках час перебування стічної води, стабілізація складу води проходить досить задовільно.

Використовують відкриті гідроциклони слідуючих типів:

- без внутрішніх пристроїв для видалення з стічних вод крупних та мілкодисперсних домішок;
- з конічною діафрагмою та з внутрішнім циліндром для видалення осідаючих та спливаючих мілкодисперсних зважених речовин;
- багатоярусний з нахиленими випусками освітленої води з кожного ярусу для видалення крупних та мілко дисперсних зважених речовин та спливаючих домішок;
- багатоярусний з периферійним відбором освітленої води для видалення крупних та мілкодисперсних зважених речовин.

У конструкції багатоярусного гідроциклона сполучені принципи роботи відкритого гідроциклона і тонкошарового відстійника, що дозволяє одержати високу ефективність очищення при питомих гідравлічних

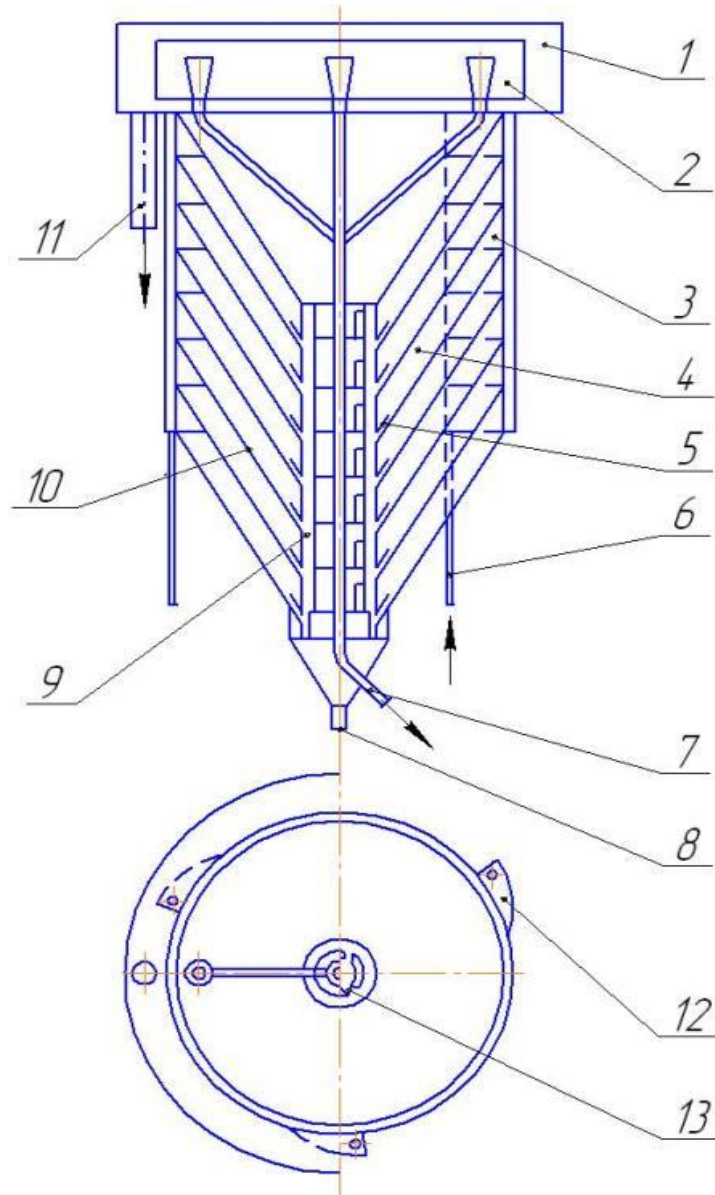
навантаженнях у 8-10 разів більше навантажень на звичайні відстійники. Вода, що очищається, подається тангенціально через 3 щілини [27].

Вибір типу гідроциклону у кожному конкретному випадку необхідно визначати техніко-економічним порівнянням результатів.

У багатоярусних циклонах робочий об'єм розділено конічними діафрагмами на декілька ярусів, кожен з яких працює самостійно. У цій конструкції використано принцип тонкошарового відстоювання, перевагами якого є більш повне використання обсягу апарата, зменшення часу перебування при однаковому ступені очищення [16]. Схема багатоярусного гідроциклону показана на рисунку 2.3 [27].

Гідроциклон, що працює за прямоточною схемою, складається з циліндроконічного корпусу, в який вмонтовано конічні діафрагми 10, що поділяють його обсяг на окремі яруси 4, що працюють незалежно один від іншого. Вихідну воду впускають через три загальні для всіх ярусів вертикальні труби 6 з допомогою тангенціальних впускних насадок 12, розташованих по окружності через 120° . Вода по висоті щілини розподіляється аванкамерою 3. Робочий потік, що впускається тангенціально, рухається в ярусі по спіралі, що сходиться, і виходить у центральну частину через три впускних патрубки 13. Важкі механічні домішки осаджуються на нижній діафрагмі ярусу і сповзають у центральну частину на козирки відводу шламу 5, відкіля через шахту відводу шламу 9 надходять у конічну частину апарата і виводяться через трубу для видалення шламу 8. Для надійного видалення осаду кут нахилу конічної діафрагми повинний знаходитися в межах $45-60^\circ$. Виділені з води олія- та нафтопродукти піднімаються до верхніх діафрагм ярусів і рухаються до периферії. Тут через щілини між циліндричною частиною корпусу і діафрагмами вони спливають на поверхню води в гідроциклоні, збираються напівзануреною перегородкою 2 і виводяться через трубу для видалення домішок, що спливли, 7. Потіки проясненої води, що вийшли з ярусів, поєднуються в один потік, що піднімається у верхню частину гідроциклону. Тут він направляється до

периферії, проходить під напівзануреною перегородкою 2, що утримує олію-і нафтопродукти, і переливається через водозлив у водозбірний лоток 1, з котрого через випуск 11 направляється далі [16].



1 – водозбірний жолоб; 2 – напівзанурена перегородка; 3 – аванкамера; 4 – яруси; 5 – козирки для відводу шламу; 6 – труби, що подають воду; 7 – труба для видалення спливаючих домішок; 8 – труба для відводу шламу; 9 – шахта відводу шламу; 10 – конічні діафрагми; 11 – випуск освітленої води; 12 – тангенціальні впускні насадки; 13 – патрубки впуску води

Рисунок 2.3 – Багатоярусний гідроциклон

2.5 Розрахунок гідроциклона

Розраховуємо гідроциклон для очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова.

Витрати стічних вод складають 255 м³/годину, гідравлічна крупність часток, які необхідно виділити для забезпечення необхідного ефекту, $u=0,2$ мм/с.

Виходячи з необхідного ступеня очищення, застосовуємо багатоярусний гідроциклон.

Конструктивні розміри багатоярусних гідроциклонів: діаметр 3-6 м; висота ярусу 130-200 мм; число ярусів 4-20; діаметр отвору діафрагми 0,6-1,4 м; ширина щілини для відводу шлама 100 мм; число впусків 3; швидкість води на вході в апарат приймається рівною 0,5 м/с.

Основною розрахунковою величиною відкритих гідроциклонів є питоме гідравлічне навантаження q , м³/(м²*годину), що визначається за формулою [8]:

$$q=k \cdot u, \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{годину}) \quad (2.1)$$

де u - гідравлічна крупність часток, які необхідно виділити для забезпечення необхідного ефекту; визначається за кривими кінетики осадження, що одержують у лабораторних умовах при відстоюванні вихідної стічної води в стані спокою в шарі $l=200$ мм;

k - коефіцієнт пропорційності, що залежить від типу гідроциклона і рівний: для гідроциклона без внутрішніх пристроїв 0,61; для гідроциклона з конічною діафрагмою і внутрішнім циліндром 1,98; для багатоярусних гідроциклонів з периферійним відбором освітленої води:

$$k=1,5 \cdot n \cdot (D^2-d_0^2)/D^2 \quad (2.2)$$

де n – число ярусів,

D – діаметр гідроциклона,

d_0 – діаметр отвору середньої діафрагми пари ярусів.

За таблицею зі справочними даними [27] задаємося наступними параметрами гідроциклона: основним розміром гідроциклона є діаметр циліндричної частини (D), від якого залежать інші конструктивні параметри, $D=2$ м. Призначаємо інші розміри: діаметр центрального отвору верхньої діафрагми прямогочного ярусу $d_0 = 0,6$ м; висота ярусів $h = 0,1$ м; кількість впусків - 3; кут конічної частини - 60^0 ; кут конуса діафрагми - 70^0 ; зазор між корпусом і діафрагмою $0,1$ м; швидкість потоку на вході - $v = 0,5$ м/с; висота водозливної стінки - $H_2=0,5$ м, кількість ярусів 4.

Висота циліндричної частини розраховується за формулою:

$$H=(n+2) \cdot h, \text{ м} \quad (2.3)$$

$$H=(4+2) \cdot 0,1=0,6 \text{ м.}$$

Діаметр водозливної стінки розраховується за формулою:

$$d=D+0,2, \text{ м} \quad (2.4)$$

$$d=2+0,2=2,2 \text{ м.}$$

Ефективність освітлення залежить і від форми конусної частини. У загальному приймають, що чим довше конічна частина, тим прозоріші зливи і менше концентрація суспензії в стоці.

Розміри поживного, зливного та шламового патрубків приймаються з розрахунком співвідношень:

$$d_{\text{пож}}/d_{\text{зл}}=0,5-1,0, \quad (2.5)$$

$$d_{\text{пож}}/D=0,12-0,4, \quad (2.6)$$

$$d_{\text{пож}} \leq (D-d_{\text{зл}})/2-\Delta. \quad (2.7)$$

де Δ - товщина стінки зливного патрубка,

$$d_{\text{шл}}/d_{\text{зл}}=0,2-1,0 \quad (2.8)$$

За формулами (2.1) та (2.2) знаходимо коефіцієнт пропорційності та питоме гідравлічне навантаження

$$k=1,5 \cdot 4 \cdot (2^2 - 0,6^2) / 2^2 = 5,46,$$

$$q=5,46 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} \cdot 3600 = 3,93 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год.})$$

Розраховуємо питоме гідравлічне навантаження, що приходить на 1 ярус гідроциклона:

$$q_0 = q \cdot b \cdot K, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год.}) \quad (2.9)$$

де b - ширина периферійної щілини для відводу очищеної води, $b = 0,1 \text{ м}$;

K - коефіцієнт використання обсягу ярусу, $K = 0,4$.

$$q_0 = 3,93 \cdot 0,1 \cdot 0,4 = 0,1572 \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год.})$$

Продуктивність багатоярусного гідроциклона визначається по залежності

$$Q = 3,6 \cdot \pi \cdot n \cdot (R^2 - r^2) \cdot u, \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (2.10)$$

де R - радіус обертання;

r - радіус козирків, що приймають шлам;

n - число ярусів у гідроциклоні [16].

$$Q = 3,6 \cdot 3,14 \cdot 4 \cdot (1^2 - 0,4^2) \cdot 0,2 \cdot 3,6 = 27,35 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Концентрацію зважених речовин у освітленій воді можна розрахувати за формулою:

$$C_{\text{осв}} = A \cdot q / H \quad (2.11)$$

де A – коефіцієнт, що дорівнює при роботі без коагулювання 0,075 та з коагулюванням 0,033 [27].

$$C_{\text{осв}} = 0,075 \cdot 3,93 / 0,6 = 0,49 \text{ мг/л.}$$

Ефективність очищення в цьому випадку розраховується за формулою:

$$\eta = (C_{\text{поч.}} - C_{\text{осв}}) / C_{\text{поч}} \quad (2.12)$$

де $C_{\text{поч}}$ – початкова концентрація забруднювачів у воді до очищення в гідроциклоні.

Для взважених речовин ефективність очищення буде дорівнювати:

$$\eta = (17,6 - 0,49) / 17,6 = 0,97.$$

Охорона навколишнього середовища і природоохоронні заходи сьогодні є економічною потребою, тому що приводять до: забезпечення високих виробничих показників, зниженню витрат на лікування і соціальне страхування хворих людей, підвищенню продуктивності праці, підвищенню продуктивності сільського господарства, збільшенню біопродуктивності, збереженню геологічних пам'яток і ландшафтів, зменшенню міграцій людей, стримуванню конфліктів і поліпшенню соціального клімату.

На ДП ВО ПМЗ ім. Макарова освоєно 34 види гальванічних покриттів. Гальванічне виробництво - одне з найбільш великих джерел утворення стічних вод у машинобудуванні. Основними забруднювачами стічних вод гальванічних виробництв є іони важких металів, неорганічних кислот і лугів, ціаніди, поверхово-активні речовини.

На підприємстві впроваджуються такі природоохоронні заходи: впровадження систем зворотнього водопостачання технічної води, будівництво насосної станції та градирні; капітальний ремонт установки «Вихрь»; впроваджено пересувний фільтровентиляційний агрегат ЕМК-1400 при плазмовому різанні вузлів; розпочато модернізацію вентиляційних систем роторної печі у цеху №3; монтаж циклонів мокрого очищення В-7 цеху №76; здійснено капітальний ремонт вентсистем В-27, 28, 5 у травильному відділенні; проведено дослідницькі роботи з впровадження у виробництво другого техпроцесу зварювання з використанням «екологічно чистих» засобів зварювання.

Станція нейтралізації ДП ВО ПМЗ ім. Макарова, на яку направляються усі стоки гальванічного відділення розрахована на очищення 145 м³ у годину промивних кислотно-лужних стоків, 40,6 м³ у годину промивних хромистих стоків, 12,8 м³ у годину ціаністих промивних стоків.

У 2020 році на станції нейтралізації знешкоджувалось 150 м³/годину промивних кислотно-лужних стоків; 60 м³/годину промивних хромистих стоків; 15 м³/годину промивних ціаністих стоків. У 2021 році - 160 м³/годину промивних кислотно-лужних стоків; 75 м³/годину промивних хромистих стоків; 20 м³/годину промивних ціаністих стоків.

У стічних водах гальванічного виробництва навіть після очищення є перевищення ГДК за деякими забруднювачами (сульфати, нафтопродукти, цинк, мідь), також є перевищення по затвердженим концентраціям та скидам (зважені речовини, нафтопродукти, залізо). Тому існуюча система очищення потребує доробки та удосконалення.

Враховуючи склад забруднювачів, що необхідно додатково вилучати зі стоків, можна запропонувати встановити додатковий апарат – багатоярусний гідроциклон – після відстійника. Гідроциклони застосовують для покращання процесу освітлення стічних вод.

Технічні характеристики запропонованої схеми очищення:

- концентрація забруднювачів у освітленій воді до удосконалення системи: зважені речовини $C_{в.р.}=17,6$ мг/л, нафтопродукти $C_{нафт.}=0,49$ мг/л;
- концентрація забруднювачів у освітленій воді після удосконалення системи: зважені речовини $C_{в.р.}=0,46$ мг/л, нафтопродукти $C_{нафт.}=0,22$ мг/л;
- затвержені концентрації після очищення: зважені речовини $C_{в.р.}=11,55$ мг/л, нафтопродукти $C_{нафт.}=0,30$ мг/л.

З наведених даних видно, що запропонована схема виконує вимоги нормувань забруднення оточуючого середовища, залишкова кількість забруднюючих речовин не перевищує затверджених концентрацій.

Згідно даним підприємства, у стічних водах спостерігається перевищення ПДК по зважених речовинах і нафтопродуктам. Затвержені

скиди дорівнюють по зваженим речовинам $M_{л1} = 9286,0$ г/год, по нафтопродуктам $M_{л2} = 241,20$ г/год; фактичні скиди зважених речовин $M_{ф1}=14150,0$ г/год, нафтопродуктів $M_{ф2}= 369,84$ г/год.

Розрахуємо обсяг перевищуючого ліміт скидання для зважених речовин ($M_{п1}$) та нафтопродуктів ($M_{п2}$):

$$M_{пi}=M_{фi}-M_{лi} \quad (2.13)$$

$$M_{п1}=M_{ф1}-M_{л1}=14150,0 - 9286,0=4864 \text{ г/год.}$$

$$M_{п2}=M_{ф2}-M_{л2}=369,84-241,20=128,64 \text{ г/год.}$$

У зв'язку з тим, що розрахунок обсягу перевищуючого ліміт скидання необхідно виконати в таких одиницях як т/рік, тоді розраховуємо теоретичний час роботи зливальних пристроїв у перерахуванні за рік. Допустимо, що в році близько 260 робочих днів. Тоді, злив роблять 260 днів у році, зі зміною зливу стічних вод 8 годин.

Тоді розрахункові тимчасові дані будуть такі: d - кількість робочих днів у році, буде дорівнює 260 днів, sm - теоретична зміна роботи зливальних пристроїв, дорівнює 8 годин.

Теоретичний час роботи зливальних пристроїв буде дорівнювати

$$T = d \cdot sm. \quad (2.14)$$

Теоретичний час роботи зливальних пристроїв буде дорівнювати

$$T=260 \cdot 8=2080 \text{ год/рік.}$$

Перераховуємо обсяг перевищуючого ліміт скидання з г/год у т/рік:

$$M_{п1}= 4864 \cdot 2080 \cdot 10^{-6}=10,11712 \text{ т/рік,}$$

$$M_{п2}=128,64 \cdot 2080 \cdot 10^{-6}=0,268 \text{ т/рік.}$$

Перерахуємо обсяг скидання забруднюючих речовин в межах ліміту $M_{лi}$ з г/год у т/рік:

$$M_{л1} = 9286,0 \cdot 2080 \cdot 10^{-6} = 19,315 \text{ т/рік,}$$

$$M_{л2} = 241,20 \cdot 2080 \cdot 10^{-6} = 0,502 \text{ т/рік.}$$

У зв'язку з тим, що після реалізації запропонованого заходу фактичні скидання будуть дорівнювати $M_{ф1}=369,83$ г/год, $M_{ф2}=166,051$ г/год та не будуть перевищувати ліміти скидання, обсяги перевищуючого ліміт скидання $M_{п1}$ та $M_{п2}$ дорівнюватимуть 0 т/рік.

Приведена маса річного скидання визначається відповідно по формулі:

$$M_{\epsilon} = \sum m_{\epsilon i} \cdot A_{\epsilon i} \quad (2.15)$$

де $m_{\epsilon i}$ - загальна маса річного скидання i -ї забруднюючої речовини, умовн. т/рік;

$A_{\epsilon i}$ - показник відносної небезпеки скидання i -ї речовини, умовн. т/т, що розраховується по формулі:

$$A_{\epsilon i} = \frac{1}{ГДК_{р/xi}} \quad (2.16)$$

де $ГДК_{р/xi}$ - гранично припустима концентрація i -ї забруднюючої речовини у водних об'єктах, що використовуються для рибогосподарських цілей, г/л.

Обсяг стічних вод, що скидаються зі станції нейтралізації $V_{ст.в.} = 0,138889$ м³/с; концентрація забруднювачів у стічних водах до впровадження запропонованих заходів: зважених речовин $C_{зваж. р.1} = 17,6 \cdot 10^{-3}$ г/л, нафтопродуктів - $C_{нафт.1} = 0,49 \cdot 10^{-3}$ г/л. Концентрація забруднювачів у стічних водах після впровадження запропонованих заходів: зважених речовин $C_{зваж. р.2} = 0,46 \cdot 10^{-3}$ г/л, нафтопродуктів - $C_{нафт.2} = 0,22 \cdot 10^{-3}$ г/л.

У зв'язку з тим, що обсяг стічних вод, що скидаються, приведений в одиницях виміру $\text{м}^3/\text{с}$, а розрахунок загальної маси річного скидання необхідно виконати в таких одиницях як т/рік, необхідно розрахувати теоретичний час роботи зливальних пристроїв у перерахуванні на с/рік.

Скидання стічних вод здійснюється 260 робочих днів на рік, з зміною зливу стічних вод 8 годині на добу, тоді теоретичний час роботи дорівнює

$$T=260 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 60=7488000 \text{ с/рік.}$$

Обсяг стічних вод, що зливаються, у перерахуванні за рік знайдемо по формулі:

$$V_{\text{річний}} = V \cdot T, \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.17)$$

$$V_{\text{річний}} = 0,138889 \cdot 7488000=1040000,83 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

Зробимо перерахунок значень концентрацій забруднюючих речовин відповідно до загальної маси річного викиду (т/рік) в одиниці $\text{т}/\text{м}^3$:

- до впровадження запропонованих заходів: зважених речовин

$$C_{\text{зваж. р.1}}=17,6 \cdot 10^{-6} \text{ т}/\text{м}^3, \text{ нафтопродуктів} - C_{\text{нафт.1}}=0,49 \cdot 10^{-6} \text{ т}/\text{м}^3.$$

- після впровадження запропонованих заходів: зважених речовин

$$C_{\text{зваж. р.2}}=0,46 \cdot 10^{-5} \text{ т}/\text{м}^3, \text{ нафтопродуктів} - C_{\text{нафт.2}}=0,22 \cdot 10^{-6} \text{ т}/\text{м}^3.$$

Для розрахунку показника відносної небезпеки забруднюючих речовин необхідне значення показників гранично допустимих концентрацій зважених речовин і нафтопродуктів для рибного господарства, що відповідно складають: $\text{ГДК}_{\text{взв. р.}}=0,02 \text{ г}/\text{л}$; $\text{ГДК}_{\text{нафт.}}=0,0001 \text{ г}/\text{л}$.

Тоді показник відносної небезпеки забруднюючих речовин буде дорівнювати:

$$A_{\text{взв. р.}}=1/0,02=50,$$

$$A_{\text{нафт.}}=1/0,0001=10000.$$

Розраховуємо загальну масу річного скидання забруднюючих речовин по формулі:

$$m_i = C_{\text{vi}} \cdot V_{\text{vi}}^{\text{річний}}, \text{ т/рік.} \quad (2.18)$$

Для кожної забруднюючої речовини цей показник буде дорівнювати:

- до впровадження запропонованих заходів:

$$m_{\text{взв. р.1}} = 17,6 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000 = 18,30 \text{ т/рік,}$$

$$m_{\text{нафт.1}} = 0,49 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000 = 0,5096 \text{ т/рік,}$$

- після впровадження запропонованих заходів:

$$m_{\text{взв. р.2}} = 0,46 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000 = 0,4784 \text{ т/рік,}$$

$$m_{\text{нафт.2}} = 0,22 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000 = 0,2288 \text{ т/рік.}$$

Приведена маса річного скидання цих забруднюючих речовин буде складати:

- до впровадження запропонованих заходів:

$$M_{\text{г1}} = 50 \cdot 18,30 + 10000 \cdot 0,5096 = 6011 \text{ т/рік,}$$

- після впровадження запропонованих заходів:

$$M_{\text{г2}} = 50 \cdot 0,4784 + 10000 \cdot 0,2288 = 2311,92 \text{ т/рік.}$$

3 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

3.1 Основні шкідливі та небезпечні чинники гальванічного цеху машинобудівного заводу ім. Макарова

В умовах науково-технічного прогресу розвиток гальванічного виробництва супроводжується підвищенням виробничих потужностей, інтенсифікацією технологічних процесів, використанням більш високопараметричних фізичних і хімічних процесів, ростом розмаїтості хімічних реагентів, що ускладнює вирішення питань безпеки праці.

Усі різноманітні небезпечні і шкідливі фактори гальванічного виробництва по природі впливу на людину можна звести в три основні групи: фізичні, хімічні, психофізіологічні. Кожен фактор у залежності від інтенсивності й умов впливу може бути небезпечним чи шкідливим, що приводить відповідно до травматизму чи до професійного захворювання.

Технологічні процеси нанесення гальванічних покриттів супроводжуються виділенням у повітря робочої зони пари органічних розчинників, кислот, лугів, аміаку, з'єднань цинку, олова, свинцю, міді, нікелю, ціаністих з'єднань, крапель електроліту. Крім того, підготовка поверхонь деталей під покриття з застосуванням шліфувальних і полірувальних кіл, абразивних стрічок, гідропіскострумною, дробеструмною обробок супроводжується підвищеними рівнями шуму, значними виділеннями металевого та абразивного пилу. Процеси нанесення металевих покриттів супроводжуються підвищеними рівнями вібрації і шуму, значними виділеннями металевого пилу, небезпечними рівнями напруги електричних ланцюгів, великою небезпекою виникнення пожеж.

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів відносяться фізичні перевантаження при роботах з великогабаритними важкими деталями, монотонність праці, перенапруга зору та ін.

Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони

(температура, вологість, швидкість руху повітря, зміст шкідливих речовин) визначаються ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» [31] та ДСН 3.3.6.042-99 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений» [32]. Згідно з цими нормативними документами оптимальні і припустимі величини температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень з урахуванням надлишків явного тепла, важкості виконуваної роботи і сезонів року.

У цеху, що розглядається, надлишків явного тепла немає (явне тепло – тепловиділення більш 20 кКал/м³·год.), категорія важкості робіт середня Пб (енерговитрати до 250 кКал/год.) [31,32].

Фактичні та нормативні параметри мікроклімату наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Фактичні та нормативні параметри мікроклімату

Значення	Сезон року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Нормативна	Фактична	Нормативна	Фактична	Нормативна	Фактична
оптимальні	холодний та перехідний	17-19	16	60-40	70-60	0,2	0,2
	теплий	20-22	22	60-40	70-60	0,3	0,3
допустимі	холодний та перехідний	15-21		75		0,3	
	теплий	не більш 28 ⁰ С		при 26 ⁰ С не більш 65 при 25 ⁰ С не більш 70 при 24 ⁰ С не більш 75		0,3-0,7	

Майже 50 % професійних захворювань пов'язано з впливом несприятливих умов мікроклімату. Продуктивність праці при цьому знижується на 20-40%. З таблиці видно, що фактичні параметри мікроклімату у даному цеху не перевищують допустимі та відповідають вимогам нормативних документів [33].

Багато хімічних речовин впливають на організм людини, викликаючи порушення його нормальних функцій. Наслідки небезпечні для здоров'я, а в деяких випадках і для життя. Головна причина забруднення повітря у цеху - недосконалість технологічних процесів і негерметичність виробничого устаткування. Відомо, що значні забруднення повітряного середовища навіть на сучасних великих виробництвах спостерігається у відділеннях готування електролітів при операціях дозування, змішування, розчинення сипучих компонентів. Крім того рідкі компоненти, що використовують у технологічному процесі, також можуть попадати у повітря у вигляді парів та аерозолів.

Пил та отруйні гази відносять до хімічно небезпечних і шкідливих факторів. Група хімічних факторів поділяється на такі підгрупи щодо характеру впливу на організм людини: загальнотоксичні (наприклад, сірководень, ароматичні вуглеводи, оксид вуглецю та ін.); дратівні (пари лугів та кислот, оксиди азоту і аміак); сенсibiliзуючі; канцерогенні; мутагенні.

Щодо шляху проникнення в організм людини:

- а) ті, що діють через дихальні шляхи;
- б) ті, що діють через шлунково-кишковий тракт;
- в) ті, що діють через шкіряний покрив.

У повітрі гальванічного цеху містяться речовини в аерозольній фазі (хромовий ангідрид, сірчана кислота, луги, солі важких металів) і в паровій чи газовій фазі (ціаністий водень, фтористий водень, окисли азоту, соляна кислота). Крім того, утворюються розчини і стічні води, що містять ціаніди, хромати, кислоти, луги.

Вплив цих забруднювачів на організм людини:

- ціаніди - отруйні речовини. При дії кислоти ціаніди розкладаються з виділенням синильної кислоти - найсильнішої отрути. Вплив ціанідів на людину виражається у порушенні дихання, продуціювання гормонів щитовидної залози, розвитку анемії, ураженню нирок, погіршення зору та

слуху, утворенню хронічної екземи на шкірі. Отруєння ціанідами можуть відбуватися при вдиханні аерозолю, при висиханні пилу, при випадковому проковтуванні цих речовин, а також через шкіру; смертельна доза ціанідів 0,1-0,2 г;

- хромові з'єднання: розчини хромових солей як і їхні пари шкідливо діють на шкіру і дихальні шляхи;

- концентровані кислоти, луги і їх розчини, потрапляючи на шкіру людини та на слизову оболонку дихальних шляхів, викликають опіки.

Для знешкодження виробничих стоків застосовуються наступні речовини: бісульфіт натрію, хлорне вапно, сірчана кислота, їдкий натрій, залізний купорос. Ці речовини також можуть вплинути на здоров'я робітників. Їх вплив на людину:

- бісульфіт натрію - являє собою рідину бурого кольору зі специфічним запахом, при контакті зі шкірою викликає її подразнення;

- хлорне вапно - являє собою білий порошкоподібний продукт, що активно реагує з вологою і легко втрачає хлор при збереженні, сильно подразнює дихальні шляхи і шкіру. Хлорне вапно вимагає обережного поводження і збереження в стандартному упакованні;

- сірчана кислота - прозора масляниста рідина. При влученні у дихальну систему та на шкіру людини викликає сильні опіки;

- їдкий натрій - являє собою їдку речовину, що потрапляючи на слизову оболонку дихальних шляхів та шкіру, викликає опіки, вимагає обережного поводження;

- залізний купорос - являє собою прозорі зеленувато-блакитні кристали, що легко стають бурими на повітрі. При надходженні до організму людини викликає нудоту, блювоту, болі у животі, пронос, появу гемоглобіну у сечі, жовтухи, анемії;

- озон – газ з різким специфічним запахом, що відчувається при концентрації у повітрі 0,02 мг/м³, легко розпадається. Гранично допустима концентрація дорівнює 0,1 мг/м³ (згідно з ГОСТ 12.1.005-88). Є токсичним,

відноситься до I класу небезпеки, максимальна допустима концентрація в повітрі робочої зони дорівнює $0,1 \text{ мг/м}^3$. Впливає на органи дихання (може викликати сухість у роті, кашель, набряк легенів). Також подразнює слизові оболонки очей, викликає головні болі.

ГДК та класи небезпеки деяких з вищеназваних забруднювачів згідно з ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» та ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общих требования безопасности» наведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – ГДК та класи небезпеки деяких забруднювачів

Назва забруднювача	ГДК р.з., мг/м^3	Фактична концентрація у цеху, мг/м^3	Клас небезпеки
Ціаністий водень	0,3	0,1	2
Хлористий водень	5	5	2
Озон	0,1	0,4-2	1
Їдкий натрій	0,5	0,3	2
Сірчана кислота	1,0	0,5	2
Хромові з'єднання	0,01	0,002	1

Усі вищеназвані речовини відносяться до I та II класу загрози (чрезвычайно та високонебезпечні), тому необхідно ретельно контролювати їх у повітрі робочої зони [33]. Для підтримання санітарно-гігієнічних вимог з нормування забруднень у повітрі робочої зони у цеху працює припливно-витяжна вентиляція з шестикратним повітрообміном за годину. Також встановлено та аварійну вентиляцію. Повітря повинно видалятися в обсязі 80% з нижньої та 20% з верхньої зони, припливне повітря подається у верхню зону. Крім того у цеху встановлено місцеву витяжну вентиляцію (місцеві відсмоктувачі відкритого типу).

Припустимі рівні шуму та вібрації на робочих місцях, вимоги до шумових та вібраційних характеристик устаткування і вимоги по захисту від їх негативного впливу на людину визначаються ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности», СН 3228-85 «Санитарные нормы

допустимых уровней шума на рабочих местах» та ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования». Вплив шуму на організм людини відрізняється різноманітністю прояву несприятливого впливу на центральну нервову, серцево-судинну і травну системи. Шум, як загальнобіологічний подразник, швидко стомлює працюючих, знижує працездатність, продуктивність праці, гальмує реакції на небезпечні ситуації. При систематичному впливі викликає необоротні органічні поразки слухового нерва - глухуватість.

Загальна вібрація викликає деформацію органів і тканин людини, супроводжується зміною функціонального стану організму, приводить до патологічних змін нервово-м'язового, опорно-рухового апарата, судинним розладам - вібраційної хвороби. Місцева вібрація приводить до хворобливих змін рук [34-36].

У цеху, що розглядається, показники шуму та вібрації не перевищують допустимих норм.

Згідно з Правилами устрою електроустановок [37], цеха гальванічного виробництва у відношенні небезпеки поразки людей електричним струмом можливо віднести до особливо небезпечних, тому що ці приміщення є вологими (вологими приміщеннями називаються приміщення, у яких пари чи волога, що конденсується, виділяється лише коротко тимчасово в невеликих кількостях, а відносна вологість повітря більш 60%, але не перевищує 75%); середовище є хімічно-активним; у зв'язку з наявністю в даному приміщенні великої кількості приводів можлива поразка обслуговуючого персоналу електричним струмом; поли, що проводять електричний струм. Тобто існує одночасно декілька умов підвищеної небезпеки для персоналу. При керуванні технологічним процесом, і при необхідності здійснювання ручних операцій людина може потрапити під електричну напругу у випадку несправності електроустаткування. Огляд електроустаткування, що знаходиться під напругою, сполучений з небезпекою поразки електричним струмом, що виникає при випадковому дотику до неізольованих

струмоведучих частин чи при наближенні до них на таку близьку відстань, коли можливе перекриття повітряного проміжку і поразка через електричну дугу. Поразка також можлива при дотику до металевих корпусів і огорожень електроустановок, що мають внаслідок ушкодження ізоляції, замикання на корпус і незадовільний стан заземлення. Тому робітник, що робить огляд, повинен мати достатню кваліфікацію і знання ТБ.

Джерелами поразки електричним струмом можуть бути струмоведучі частини електроустаткування з живлячою напругою до 6 кВ. При випадковому дотику до них, а також до металевих частин, що знаходяться під напругою при ушкодженні ізоляції; або при порушенні правил техніки безпеки. Результат поразки електричним струмом залежить від сили і тривалості впливу, роду, частоти, і шляху проходження струму в тілі людини, опору тіла; індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища [38].

Світлова обстановка у виробничому приміщенні і на робочому місці характеризується наступними параметрами: світловим потоком, освітленістю, силою світла і яскравістю джерела світла [39]. Головним є вплив освітлення на органи зору.

Нормативні вимоги до освітлення приміщень промислових підприємств наведено у таблиці 3.3.

Значення фактичної та нормованої освітленості у гальванічному цеху приведено в таблиці 3.4.

Таким чином, значення фактичної освітленості у гальванічному цеху відповідають нормативним вимогам.

Згідно з проведеним аналізом шкідливих та небезпечних виробничих факторів даним проектом пропонуються ряд заходів зі зменшення чи усунення їх впливу на персонал.

Таблиця 3.3 – Нормативні вимоги до освітлення приміщень промислових підприємств

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Штучне освітлення. Освітленість, лк	Природне освітлення		Суміщене освітлення	
					КПО, ϵ_n , %			
					при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні	при верхньому або комбінованому освітленні	при боковому освітленні
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу, періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні	більше 5	VIII	б	100	1	0,3	0,7	0,2
Середньої точності	Більше 0,5 до 1,0	IV	б,в,г	200	4	1,5	2,4	0,9

Таблиця 3.4 – Фактична та нормована освітленість у гальванічному цеху

Приміщення і виробничі ділянки, устаткування, споруди	Робоча поверхня і площа, на якій нормується освітленість	Розряд зорової роботи	Нормована освітленість, лк	Фактична освітленість, лк
Зливно-наливні естакади	Підлога	XIII	5	5
	Горловина цистерни	XI	20	20
Прилади контролю	Шкала приладів	IV	150	150
Камери реакторів	1,5 м	VIIIб	75	75
Приміщення вентиляторів, бункерне відділення	0,8 м від підлоги	IV	150	150
Приміщення хімводоочищення	підлога	VIIIб	75	75

3.2 Заходи зі зниження шкідливих та небезпечних чинників у гальванічному цеху

Згідно з проведеним аналізом шкідливих та небезпечних виробничих факторів встановлено, що метеорологічні умови в цеху, фактичні рівні шуму, вібрації та освітленості відповідають встановленим нормам. Загальнообмінна вентиляція, що існує у цеху, не повністю забезпечує додержання санітарно-гігієнічних вимог до повітря робочої зони. Цех у відношенні безпеки поразки людей електричним струмом відноситься до особливо небезпечних. Тому необхідно запропонувати інженерно-технічні заходи зі зменшення або усунення їх впливу на персонал.

Для запобігання впливу на людину небезпечних і шкідливих виробничих факторів використовуються основні та допоміжні технічні засоби техніки безпеки і виробничої санітарії, виконані у вигляді пристроїв, установок, апаратів, устаткування, споруджень.

При виробництві, застосуванні і збереженні шкідливих речовин передбачають наступний комплекс заходів:

- заміну шкідливих речовин у виробництві менш шкідливими, сухих способів переробки матеріалів, що порошать - мокрими;
- застосування прогресивних технологій виробництва;
- раціональне планування промислових площадок, приміщень;
- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- дистанційне керування, автоматизація і механізація;
- удосконалення технологічних процесів;
- застосування засобів індивідуального захисту працюючих;
- спеціальну підготовку та інструктаж обслуговуючого персоналу;
- проведення попередніх і періодичних медичних оглядів працівників, що мають контакт зі шкідливими речовинами [40].

Для зниження надходження шкідливих речовин у повітря робочої зони проектом запропоновано модернізувати систему повітрообміну.

Розрахунок повітрообміну у виробничих приміщеннях здійснюється таким чином: кількість повітря, що необхідно ввести в приміщення для зниження концентрації забруднювача до санітарних норм, розраховується за формулою:

$$V_{\text{пов.}} = c_1 \cdot 1000 / (c_{\text{доп}} - c_{\text{пр}}), \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{пов.}}$ – кількість повітря, що необхідно ввести в приміщення для зниження концентрації забруднювача до санітарних норм, $\text{м}^3/\text{год}$;

c_1 – кількість забруднювача, що виділяється на протязі години, $\text{г}/\text{год}$; $c_{\text{доп}}$ – гранично допустима концентрація забруднювача за санітарними нормами, $\text{мг}/\text{м}^3$;

$c_{\text{пр}}$ – концентрація забруднювача у припливному повітрі, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Потрібну кратність повітрообміну знаходимо за формулою:

$$K = V_{\text{пов.}} / V_{\text{пр.}}, \text{ год}^{-1}, \quad (3.2)$$

де K – кратність повітрообміну, год^{-1} ;

$V_{\text{пов.}}$ – кількість повітря, що необхідно ввести в приміщення для зниження концентрації забруднювача до санітарних норм, $\text{м}^3/\text{год}$;

$V_{\text{пр}}$ – об'єм виробничого приміщення, м^3 [41].

Вихідні дані: габарити цеху $V \cdot L \cdot H = 24 \cdot 30 \cdot 6 \text{ м}$, забруднювач – озон, ГДК озону = $0,1 \text{ мг}/\text{м}^3$, кількість забруднювача, що виділяється на протязі години – $3,456 \text{ м}^3/\text{год}$, концентрація забруднювача у припливному повітрі дорівнює у цеху - $0 \text{ мг}/\text{м}^3$.

За формулою (3.1) розраховуємо кількість повітря, що необхідно ввести в приміщення для зниження концентрації забруднювача до санітарних норм:

$$V_{\text{пов.}} = 1000 \cdot 3,456 / 0,1 = 34560 \text{ м}^3/\text{год}.$$

За формулою (3.2) знаходимо потрібну кратність повітрообміну:

$$K=34560/4320=8 \text{ год}^{-1}.$$

Таким чином, для додержання санітарно-гігієнічних характеристик у цеху, необхідно встановити вентиляцію з 8 кратним повітрообміном за годину.

При роботах з об'єктами, що генерують вібрацію та шум, повинна застосовуватися система профілактичних мір і заходів, спрямованих на попередження несприятливого впливу вібрації на організм людини. Боротьба з шумом та вібрацією і захист від них досягаються проведенням наступних заходів:

- ослабленням цих факторів у джерелі виникнення;
- зниженням факторів по шляху поширення;
- автоматизацією і дистанційним керуванням;
- індивідуальним захистом у тих випадках, коли технічні засоби не дозволяють знизити рівень шуму і вібрації.

Щоб уникнути поразки електричним струмом під час огляду діючої електричної установки необхідно дотримуватися наступних мір обережності. При огляді електричної установки понад 1000В одним обличчям забороняється проникати за огороження і відкривати шухляди пристроїв. Оглядати електроустаткування з безпечної відстані. У разі потреби, черговому, що має групу не нижче 4-ої, дозволяється для огляду заходити за огороження і відкривати необхідні шухляди.

При виявленні під час огляду якого-небудь пошкодження струмоведучої частини електроустановки забороняється до відключення ушкодженої ділянки наближатися до місця такого замикання. При необхідності наближення до цього місця необхідне використання засобів захисту: калош, бот і інших. Самостійне одноособове обслуговування електроустановок напругою до 1000 В, включаючи періодичні огляди, перевірки й експлуатацію, дозволяється робітникам-електрикам, що мають кваліфікаційну групу по ТБ не нижче 3-ої. Під час огляду

електроустаткування забороняється виконувати які-небудь роботи на цьому устаткуванні, за винятком робіт, пов'язаних з попередженням аварій чи нещасливого випадку. Також заборонено знімати огороження струмоведучих і обертових частин і наближатися до них на небезпечну відстань.

Електроустаткування, що потребує ремонту повинне бути відключене з усіх боків, відкіля може бути подане на нього напруга. Це відключення необхідно виконувати з видимим розривом електричного ланцюга. Щоб уникнути небезпеки зворотної трансформації силовими і вимірювальними трансформаторами необхідно відключати їх з боку як первинних обмоток, так і нижчої напруги.

Щоб запобігти випадкові або мимовільні включення відключених апаратів, їх приводи повинні бути надійно закріплені механічним запором, за допомогою чеки, замка, або іншим способом [42].

Таким чином, все електроустаткування повинне відповідати по своїй будівлі діючим нормативним актам "Правил устрою електроустановок" (ПУЕ); а їх обслуговування й експлуатація здійснювалася на основі "Правил безпечної експлуатації електричних установок споживачів" (ПТЕ) [38] і "Правил техніки безпеки при експлуатації електричних установок споживачів" (ПТБ).

Згідно з ПУЕ, цеха гальванічного виробництва у відношенні небезпеки поразки людей електричним струмом можливо віднести до особливо небезпечних. Тому для безпечного використання електрообладнання передбачається: захисне заземлення, яке є найбільш розповсюдженим та досить ефективним і простим заходом захисту від ураження струмом.

Для заземлення обрано трубчасті заземлювачі, що розміщують по контуру будівлі. Для з'єднання вертикальних електродів застосовуємо сталеву смугу прямокутного перетину 4*12 мм.

Розрахуємо опір розтікання струму одного вертикального електроду за формулою:

$$R_l = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln \frac{2 \cdot L}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + L}{4 \cdot t - L} \right) \quad (3.3)$$

де ρ - питомий опір ґрунту у місці розташування заземлювачів, для суглинку дорівнює 310 Ом*м;

L - довжина трубчатого електроду, 3,0 м;

d - діаметр трубчатого електроду, 0,05 м

t - глибина розташування середини електроду від поверхні землі, м;

t_0 - відстань від верхньої точки трубчатого заземлювача до поверхні землі, м;

$$0,5 < t_0 < 1,0 \text{ м};$$

$$t = t_0 + L / 2 = 0,5 + 3/2 = 2,0 \text{ м}.$$

$$R_l = \frac{310}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2,0 + 3}{4 \cdot 2,0 - 3} \right) = 85,2 \text{ Ом}.$$

Розраховуємо попередню кількість заземлювачів без урахування смуги з'єднання за формулою:

$$n' = R_l / R_{\text{доп}}, \quad (3.4)$$

де $R_{\text{доп}}$ - допустимий опір пристрою, що заземлюється, застосованого відповідно до ПУЕ в залежності від напруги в електроустановці, Ом. Для установки напругою до 1000 В $R_{\text{доп}} = 4$ Ом.

$$n' = 85,2 / 4 = 21 \text{ шт}.$$

Визначаємо необхідне число заземлювачів за формулою:

$$n = n' / \eta_l \quad (3.5)$$

де η_l - коефіцієнт використання вертикальних електродів, який враховує обопільне екранування, приймаємо $\eta_l = 0,63$.

$$n=21/0,63=33 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n=33$ шт.

Знаючи кількість заземлювачів можна знайти довжину з'єднувальної смуги:

$$Z=a \cdot n \cdot L \quad (3.6)$$

де Z - довжина з'єднувальної смуги, яка з'єднує всі вертикальні трубчаті електроди, м;

a - відношення відстані між електродів до їх довжини, $a=2$.

$$Z=2 \cdot 33 \cdot 3=198 \text{ м.}$$

Визначення опору розтіканню струму з'єднувальної штиби без урахування екранування:

$$R_u = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot Z} \ln \frac{2 \cdot Z^2}{b \cdot t_0} \quad (3.7)$$

де b - ширина з'єднувальної смуги, м, як правило, вона дорівнює діаметру електроду, $b = d = 50$ мм.

$$R_u = \frac{310}{2 \cdot 3,14 \cdot 198} \ln \frac{2 \cdot 198^2}{0,05 \cdot 0,5} = 3,73 \text{ Ом.}$$

Визначаємо загальний опір пристрою, що заземлюється, яке складається з опору вертикальних електродів і опору з'єднувальної смуги:

$$R_3 = \frac{R_l \cdot R_{ш}}{R_l \cdot \eta_{ш} + R_{ш} \cdot \eta_l \cdot n} , \quad (3.8)$$

де $\eta_{ш}$ - коефіцієнт використання з'єднувальної смуги, дорівнює 0,29.

$$R_3 = \frac{85,2 \cdot 3,73}{85,2 \cdot 0,63 + 3,73 \cdot 0,29 \cdot 33} = 3,5 \text{ Ом.}$$

$R_3 < R_{\text{доп}}$ (3,5 Ом < 4 Ом), умова виконується, розрахунок пристрою, що заземлюється, виконаний вірно і відповідає вимогам ПУЕ.

3.3 Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту служать для захисту робочих від шкідливих і небезпечних факторів виробничого процесу. Трудящі гальванічного виробництва забезпечуються засобами індивідуального захисту згідно зі штатним розписом і одержують безкоштовний спеціальний одяг на основі типових галузевих норм видачі [43]. Річна потреба у засобах індивідуального захисту для робочих основних професій приведена у таблиці 3.5. Аналіз засобів індивідуального захисту та спецодягу показали їх відповідність існуючим нормативам.

3.4 Пожежна профілактика

Виробничий процес у цеху по вибуховій, вибухонебезпечній та пожежній небезпеці згідно СНиП 2.01.02–85 «Противопожарные нормы» відноситься до категорії «В» [45].

Будівля цеха побудована з неспалюваних матеріалів (залізобетону, цегли, скла, металоконструкцій) і згідно СНиП 2.09.02–85 «Производственные здания» має II ступінь вогнетривкості [46].

Таблиця 3.5 – Норми видачі ЗІЗ основних професій робітників гальванічного виробництва

Професія	Найменування спецодягу та інших ЗІЗ	Строки носки по місяцях
Апаратчик виготовлення електроліту	Чоботи гумові або Чуні гумові	12 6
	Костюм сукняний	12
	Фартух прогумований	9
	Рукавиці сукняні	1
	Рукавички гумові	чергові
	Онучі сукняні	6
Апаратчик виготовлення хімічних розчинів	Костюм бавовняний	12
	Білизна натільна	6
	Чоботи шкіряні	12
	Рукавиці брезентові	2
	Рукавички гумові	чергові
Хлораторщик	Білизна натільна	6
	Костюм лавсано-бавовняний з кислото-захисним просоченням	12
Оператор ПУ	комбінезон сукняний	12
	черевики шкіряні	12
	рукавиці комбіновані	1
Апаратчик нейтралізації	Суконний костюм	12
	Білизна натільна	6
	Чоботи гумові	12
	Рукавички гумові	1
	Рукавиці брезентові	2
	Окуляри	36

Пожежі у цеху можуть виникнути в результаті возгорання електроустаткування при перевантаженнях, перегрівих та коротких замиканнях, возгорання паливномастильних матеріалів при потраплянні на них іскор електричного чи механічного походження, у озонаторній можливо

виникнення запалу та вибуху горючих газоповітряних сумішей, самозапалювання промасленої ветоші; дія статичного чи грозового розряду. Небезпека виникнення пожежі у цеху зменшена у проекті слідуючими розробленими заходами: оснастка систем керування електроустаткування автоматом з максимальними струмовими захистами і плавкими запобіжниками, обмеження кількості паливно-мастильних матеріалів добової потреби, інші ПММ зберігаються на складі, спеціально обладнаним у протипожежному відношенні, головні електродвигуни приводів оснащені системою замкнутої примусової вентиляції, трансформаторні кіоски винесені за межі виробничого приміщення, промашене ганчір'я після використання складається у металеві ящики з герметичними кришками, статичний заряд відводиться у землю по сеті заземлення, ймовірність поразення будівель блискавкою зменшена застосуванням системи громовідводу, II категорії.

Для гасіння можливих пожеж у цеху передбачені первинні засоби пожежегасіння. В таблиці 3.6 приведено норми розрахунку первинних засобів пожежегасіння для гальванічного виробництва.

Таблиця 3.6 – Норми необхідних первинних засобів пожежегасіння для гальванічного виробництва

Категорія приміщення	Гранична захищувана площа, м ²	Клас пожежі	Пінні та водяні вогнегасники місткістю 10 л	Порошкові вогнегасники з величиною заряду, кг			Хладонові вогнегасники місткістю 2(3) л	Вуглекислотні вогнегасники місткістю, л	
				2	5	10		2 (3)	5 (8)
В	400	А	2++	4+	2++	1+	-	-	2+
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		Е	-	-	2++	1+	2+	4+	2++

Знаком «++» позначені вогнегасники, рекомендовані до оснащення об'єктів, знаком «+» - вогнегасники, застосування яких дозволяється в разі відсутності рекомендованих вогнегасників та за наявності відповідного обґрунтування; знаком «-» - вогнегасники, котрі не допускаються для оснащення об'єктів.

ВИСНОВКИ

1. Стічні води гальванічних виробництв складають 30-50% загальної кількості стічних вод, що утворюються на підприємствах машинобудування. Вони представляють серйозну екологічну загрозу, тому що містять солі важких металів, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини. Тому у кваліфікаційній роботі досліджуються питання удосконалення існуючої системи очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова.

2. Для виконання вимог екологічного нормування стічні води, перед скиданням у водойми, слід очищати. Сьогодні найчастіше застосовують реагентні методи очищення. До переваг реагентних способів відносять високий ступінь очищення, невисоку вартість реагентів, можливість автоматизації, відносна простота в експлуатації. Основні недоліки - високий солевміст очищеної води, велика витрата реагентів, потреба в значних площах для реагентного господарства і шламовідвалів, труднощі витягу зі шламів солей. Очищення стоків реагентним способом здійснюється на установках як безупинної, так і періодичної дії.

3. Велике місце в технології виробництва на заводі ім. О.М. Макарова займають процеси нанесення захисних і декоративних покриттів. Підприємством освоєно 34 види гальванічних покриттів. Вид і концентрація забруднень у стічних водах гальванічних відділень змінюється в широкому діапазоні в залежності від характеру виробництва і застосованих технологічних операцій. Основними складовими забруднень стічних вод гальванічного виробництва є неорганічні з'єднання високої токсичності, викликані іонами важких металів і ціаністих з'єднань.

4. Станція нейтралізації ДП ВО ПМЗ ім. Макарова, на яку направляються усі стоки гальванічного відділення розрахована на очищення 145 м³ у годину промивних кислотно-лужних стоків, 40,6 м³ у годину промивних хромистих стоків, 12,8 м³ у годину ціаністих промивних стоків.

В даний час на станції нейтралізації знешкоджується 160 м³/год промивних кислотно-лужних стоків; 75 м³/год промивних хромистих стоків; 20 м³/год промивних ціаністих стоків. В стічних водах гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім.Макарова концентрації забруднювачів значно перевищують гранично допустимі значення, тому перед скиданням таких вод необхідно встановлювати очисні споруди.

5. Аналіз ефективності діючої схеми очищення стічних вод гальванічного цеху ДП ВО ПМЗ ім. Макарова показав, що необхідна її доробка, тому що ступінь очищення скидів від забруднювачів недостатній, залишкові концентрації забруднюючих речовин перевищують ГДК. Тому в роботі було запропоновано удосконалити існуючу схему очищення стічних вод ДП ВО ПМЗ ім. Макарова. Дослідження методів та апаратів, що використовують для очищення стоків гальванічного виробництва, вказує на можливість та перспективність використання багатоярусних гідроциклонів після відстійників для підвищення ефективності системи очищення стічних вод.

6. Виконано розрахунок багатоярусного гідроциклона. Витрати стічних вод складають 255 м³/годину, гідравлічна крупність часток, які необхідно виділити для забезпечення необхідного ефекту, $u=0,2$ мм/с. Згідно з розрахунками питома гідравлічне навантаження складає $q = 3,93$ м³/м²·год, питома гідравлічне навантаження, що приходить на 1 ярус гідроциклона $q_0 = 0,1572$ м³/м²·год. Продуктивність багатоярусного гідроциклона $Q = 27,35$ м³/год. Запропонована схема виконує вимоги нормувань забруднення оточуючого середовища, залишкова забрудненість стічних вод не перевищує ГДК.

7. Обсяг стічних вод, що скидаються зі станції нейтралізації складає $V_{ст.в.} = 0,138889$ м³/с; концентрація забруднювачів у стічних водах до впровадження запропонованих заходів: зважених речовин $C_{зваж. р.1} = 17,6 \cdot 10^{-3}$ г/л, нафтопродуктів - $C_{нафт.1} = 0,49 \cdot 10^{-3}$ г/л. Концентрація забруднювачів у

стічних водах після впровадження запропонованих заходів: зважених речовин $C_{\text{зваж. р.2}}=0,46 \cdot 10^{-3}$ г/л, нафтопродуктів - $C_{\text{нафт.2}}=0,22 \cdot 10^{-3}$ г/л.

8. Виконано розрахунок загальної маси річного скидання забруднюючих речовин, яка складає до впровадження запропонованих заходів $m_{\text{взв. р.1}}=18,30$ т/рік, $m_{\text{нафт.1}}= 0,5096$ т/рік, після впровадження запропонованих заходів $m_{\text{взв. р.2}}= 0,4784$ т/рік, $m_{\text{нафт.2}} = 0,2288$ т/рік.

9. У розділі охорона праці та техногенна безпека проаналізовано умови праці та розроблено заходи з їх покращання. Зроблено розрахунки повітрообміну та захисного заземлення.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Калиновский Е.А., Саранин О.Л. Безотходные технологии очистки сточных вод. Очистка гальванических стоков. *Экотехнологии и ресурсосбережение*. 1999. №1. С. 48-53.
2. Гребенюк В.Д., Соболевская Т.Т., Махно А.Г. Состояние о перспективны развития методов очистки сточных вод гальванических производств. *Химия и технология воды*. 1969. Т. 11, №5. С. 407-421.
3. Цыганков А.П., Лаумянскас Г. А., Балацкий О. Ф., Кержанов В. Н. Экономико-экологические аспекты проблемы регенерации цветных металлов из сточных вод гальванических производств. *Химическая промышленность*. 1981. №1. С. 36-39.
4. Запольский А. К., Образцов В. В. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства. Киев: Техніка, 1989. 188 с.
5. Политехнический словарь. Под ред. И.И.Артоболевского. М. : Советская энциклопедия, 1977. 608 с.
6. Бартл Д., Мудрох О. Технология химической и электрохимической обработки поверхности металлов. Перевод с чешского. Под ред. Строганова Л.П. М. : Машгиз, 1961. 712 с.
7. Коротин А. И. Технология нанесения гальванических покрытий. М. : Высшая школа, 1984. 311 с.
8. Бучило Э. Очистка сточных вод травильных и гальванических отделений. Пер. с польского. М. : Металлургия, 1974. 200 с.
9. Аксеров Ю.М., Дурнев В.Д. Машиностроение и охрана окружающей среды. Ленинград : Машиностроение, 1979. 189 с.
10. Безотходная очистка промывных вод гальванических производств/ Т. Е. Митченко, В. П. Стендер, Е. А. Шевчук и др. *Химия и технология воды*. 1996. Т.18, № 6. С. 639-648.
11. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології. К. : Вища шк., 2004. 382с.

12. Смирнов Д.Н., Генкин В.Е.. Очистка сточных вод в процессах обработки металлов. М. : Metallurgia, 1989. 224 с.
13. Сериков Н.Ф, Ильичев Ю.И. Кислотное хозяйство на заводах черной металлургии. М. : Metallurgia, 1974. 160 с.
14. Михеев А. Д., Симаков И. А. Реагентная очистка промстоков гальванических цехов. *Водоснабжение и сантехника*. 1982. №1. С. 24.
15. Тимофеева В. Н., Шуматова Н. Г., Пустовалов Н. Н. Получение удобрений из сточных вод гальванопроизводств//*Водоснабжение и сантехника*. 1983. №5. С.15.
16. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды: Учебник для вузов. М. : Химия, 1989. 512 с.
17. Лурье Ю. Ю., Генкин В. Е. Электромеханическая очистка сточных вод цехов металлопокрытий. Сб. №3. М., ВОДГЕО, 1962. С. 50-63.
18. Генкин В. Е., Бельцев А. Н. В кн.: водоснабжение и канализация предприятий в машиностроении. М. : МДНТП, 1968 (ВОДГЕО). С. 60-72.
19. Калиновский Е. А. Нерастворимые аноды для электролиза водных растворов: Автореф. дис. докт. тех. наук. Днепропетровск, 1989. 26 с.
20. Новое в физико-химической очистки сточных вод. Под ред. А. Н. Лободиной. К. : УкрНИИНТИ, 1985. Вып. 2. 12 с.
21. Макарова Т.Г. Ультрафильтрационное разделение разделение смазочно-охлаждающих жидкостей. Тез. докл. конфер. по мембранным методам разделения смесей. М., 1987. Т. 4. С.61-62.
22. Костюк В.И., Карнаух Г.С. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий. К. : Техніка, 1990. 234 с.
23. Патент США, № 4256577, 1981. Способ биологической очистки сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов и сульфат ионы.
24. Губская Е. С. Утилизация отходов гальванического производства, содержащих Cr(VI). *Экотехнологии и ресурсосбережение*, 2005, №2. С. 33-35.

25. Костюк В.И. Бессточное нефтеперерабатывающее производство. К.: Техніка, 1979. 123 с.
26. Липкин Я.Н., Штанько В.М. Химическая и электрохимическая обработка стальных труб. М. : Металлургия, 1974. 420 с.
27. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М., Воронов Ю.В. Очистка производственных сточных вод. Учебное пособие для вузов. М. : Стройиздат, 1985. 335 с.
28. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществляемых природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиненного народному хозяйству загрязнением окружающей среды. Сост. Быстров А. С., Варанкин В. В., Виленский А. М. и др. М.; Экономика, 1986. 96 с.
29. Э.В. Гирусов, С.Н. Бобылев, А.Л. Новоселов, Н.В. Чепурных. Экология и экономика природопользования. М. : ЮНИТИ, 2000. 445 с.
30. Законодавство України про охорону праці. Збірник в 4-х томах. К.: Основа, 1995. Т.1. С. 5.
31. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М. : Издательство стандартов, 1988. 75 с.
32. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. К. : Мінздрав, 1999. 10 с.
33. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – М. : Издательство стандартов, 1976. 25 с.
34. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. М.: Издательство стандартов, 1991. 10с.
35. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. СН 3228-85. М. : Минздрав СССР, 1986. 15 с.
36. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М. : Издательство стандартов, 1991. 21 с.
37. Правила устройства электроустановок/Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. М. : Энергоатомиздат, 1985. 640 с.

38. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. К. : Основа, 1998. 380 с.
39. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. К. : Мінбуд України, 2006. 76 с.
- 40.. Злобинский Б.М. Охрана труда в металлургии. М. : Металлургия, 1975. 536 с.
41. Методические указания по расчетному обоснованию мероприятий по охране труда в дипломных проектах и работах для студентов всех специальностей. Днепропетровск : НМетАУ, 2004. 79 с.
42. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. К. : Мінбуд України. 77 с.
43. Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты. М. : Профиздат, 1988. 15 с.
44. СНиП 2.09.04–87. Административные и бытовые здания. М. : Стройиздат, 1989. 15 с.
45. СНиП 2.01.02–85. Противопожарные нормы. М. : Стройиздат, 1986. 26 с.
46. СНиП 2.09.02–85. Производственные здания. М. : Стройиздат, 1991. 26 с.
47. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : Основа, 2002. 352 с.

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні
Запорізького національного університету
Кафедра прикладної екології та охорони праці

Кваліфікаційна робота

**на тему: «Розробка пропозицій з удосконалення системи
очищення стічних вод на станції нейтралізації гальванічного
виробництва».**

Виконав:

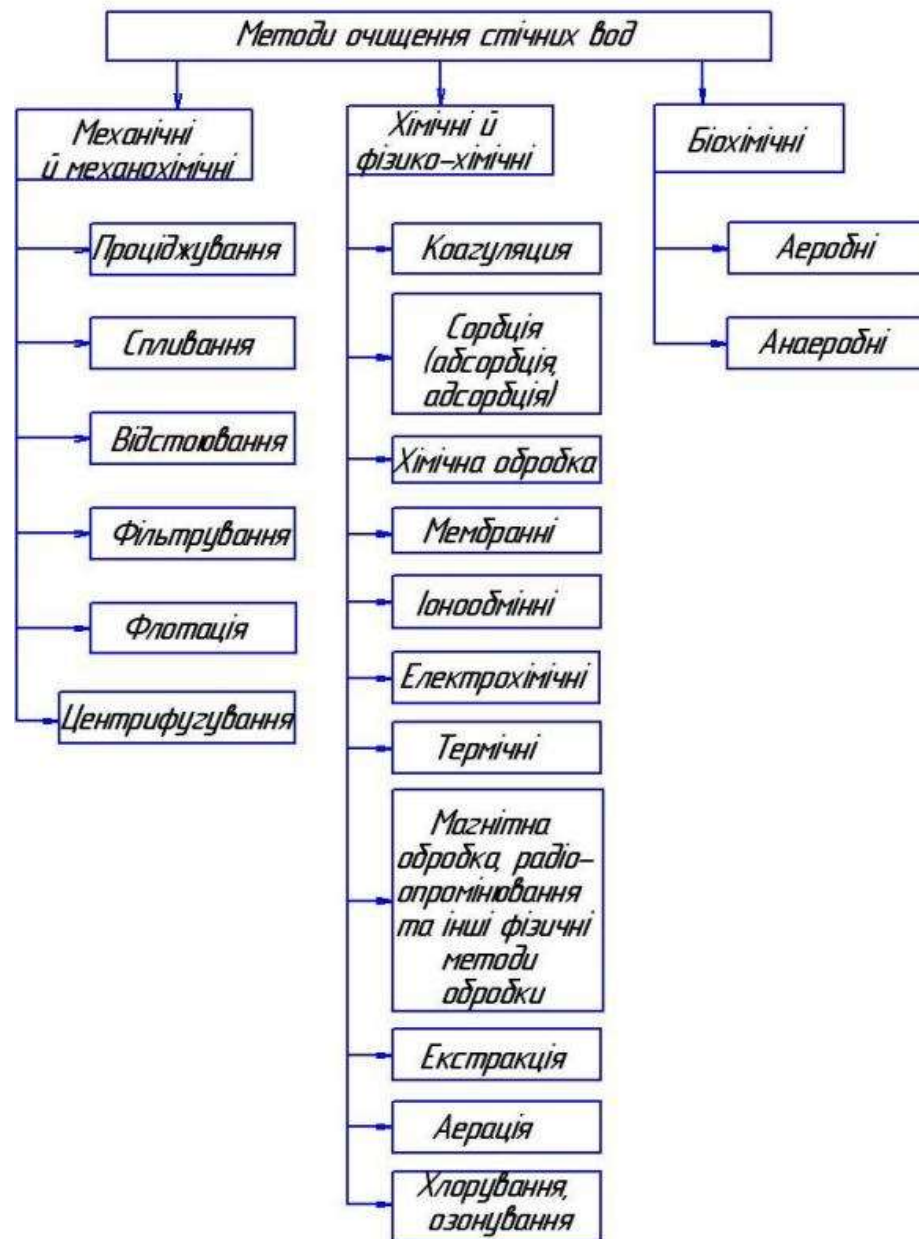
ст. гр. ЗНС-18-1бд
Русак Д.О.

Керівник:

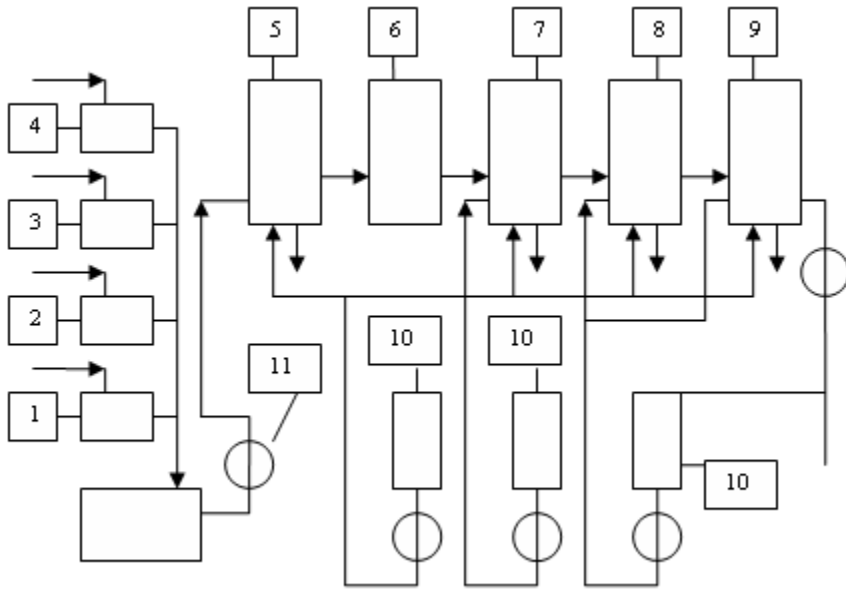
к.т.н., доц. каф. ПЕОП
Белоконь К.В.

м. Запоріжжя
2022 р.

Класифікація методів очищення стічних вод

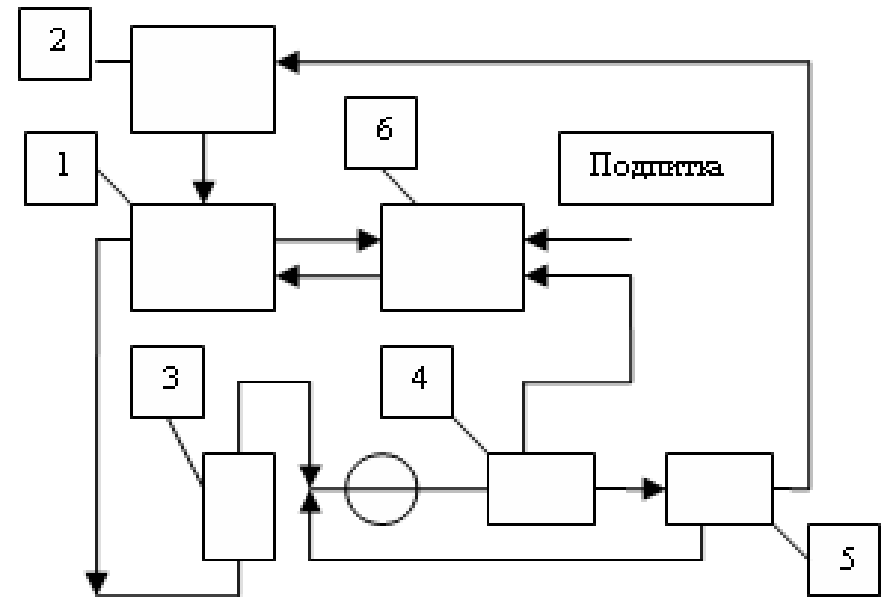


Принципова схема іонообмінної установки очищення стічних вод гальванічних виробництв



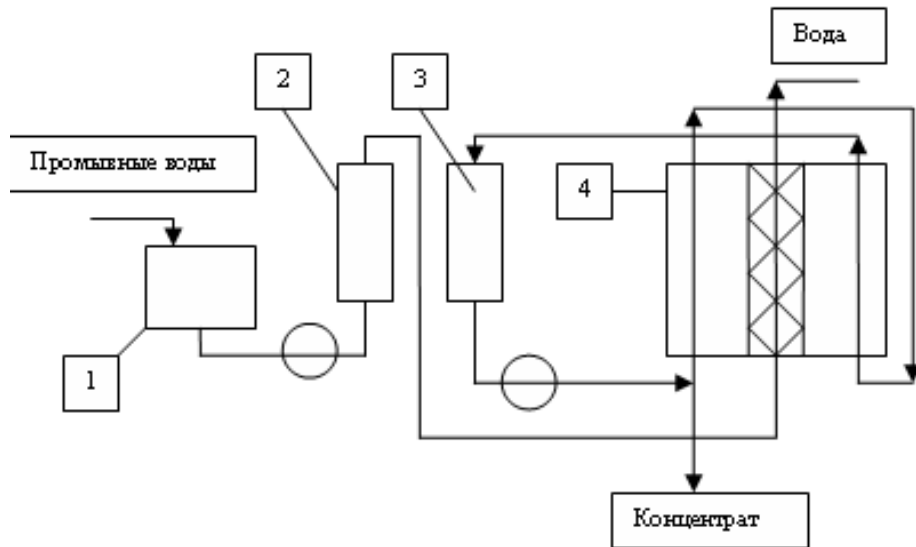
1-4 – ємкості кислих, лужних, ціан- і хромвміщуючих стоків; 5,6 – пісчано-гравійний і вугільний фільтри; 7 – катіонообмінник; 8, 9 – аніонообмінники; 10 – збірники чистої води для промивання колон; 11 – усереднювач

Принципова схема зворотноосмотичної установки очищення стічних вод гальванічного виробництва



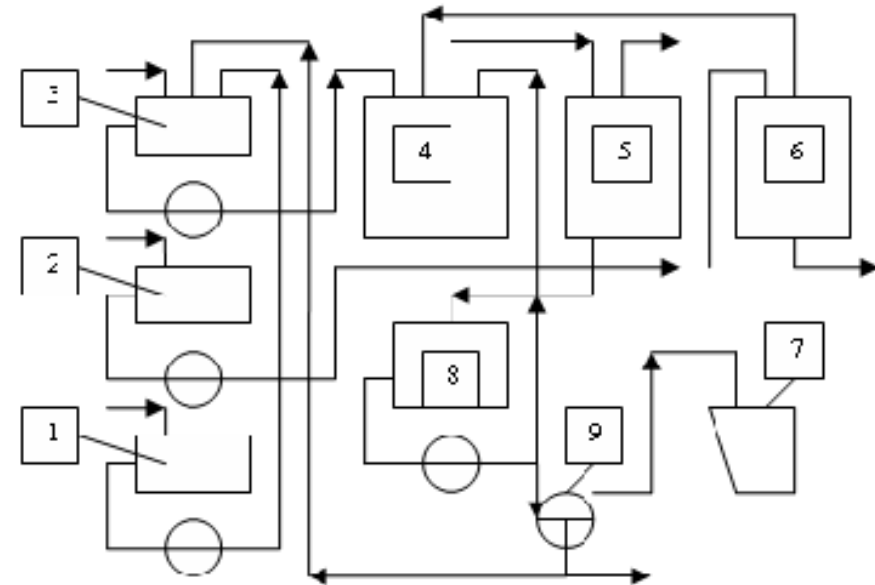
1, 6 – промивні ванни; 2 – гальванічна ванна; 3 – фільтр; 4, 5 – зворотноосмотичні ступіні

Принципова схема установки очищення промивних вод електродіалізом



1 – прийомна ємкість; 2 – фільтр з активованим вугіллям; 3 – буферна ємкість; 4 – електродіалізатор

Принципова схема установки біохімічного очищення хромовміщуючих стічних вод



1, 2, 3 – збірники відпрацьованого хромового електроліту, побутових і промивних хромовміщуючих стоків; 4 – біовідновлювач; 5 – відстійник; 6 – відстійник побутових стоків; 7 – бункер осаду; 8 – вакуум-фільтр; 9 – резервуар активного мулу

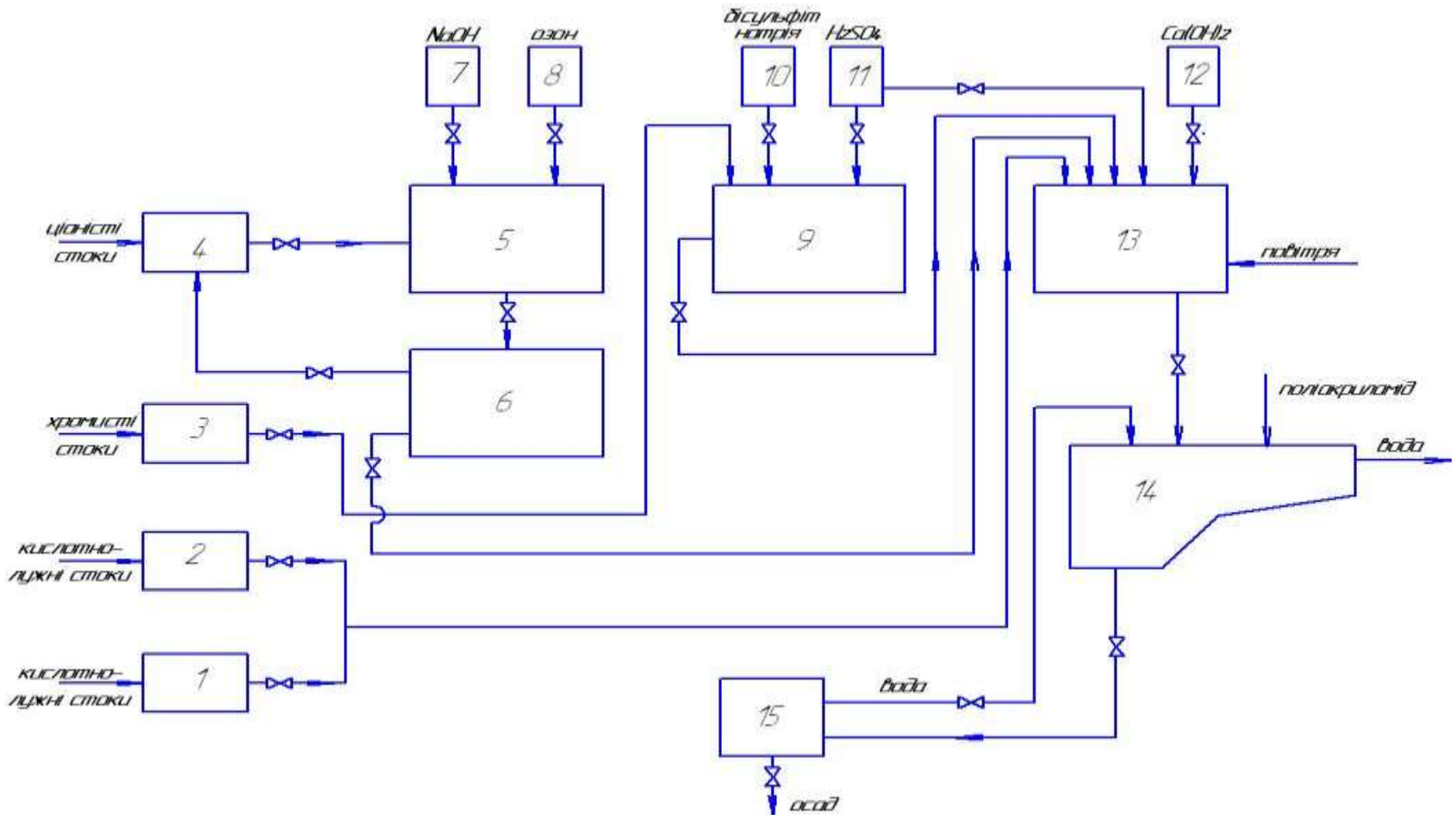
Структура стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова

Тип стічних вод	Обсяг, м ³ /год	Доля в загальному обсязі стічних вод гальванічного цеху, %
Ціаністі	20	7,84
Хромові	75	29,41
Кислотно-лужні, забруднені важкими металами	160	62,75

Хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова до очищення

Показники забруднення	Концентрація, мг/л	ГДК, мг/л
Зважені речовини	100-400	20
Хлориди	40	50
Сульфати	80	50
Ціаніди	50	0,05
Мідь	40	0,01
Цинк	7,5	0,05
Залізо	30	0,5
Хром	78	0,1

Технологічна схема очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім.Макарова

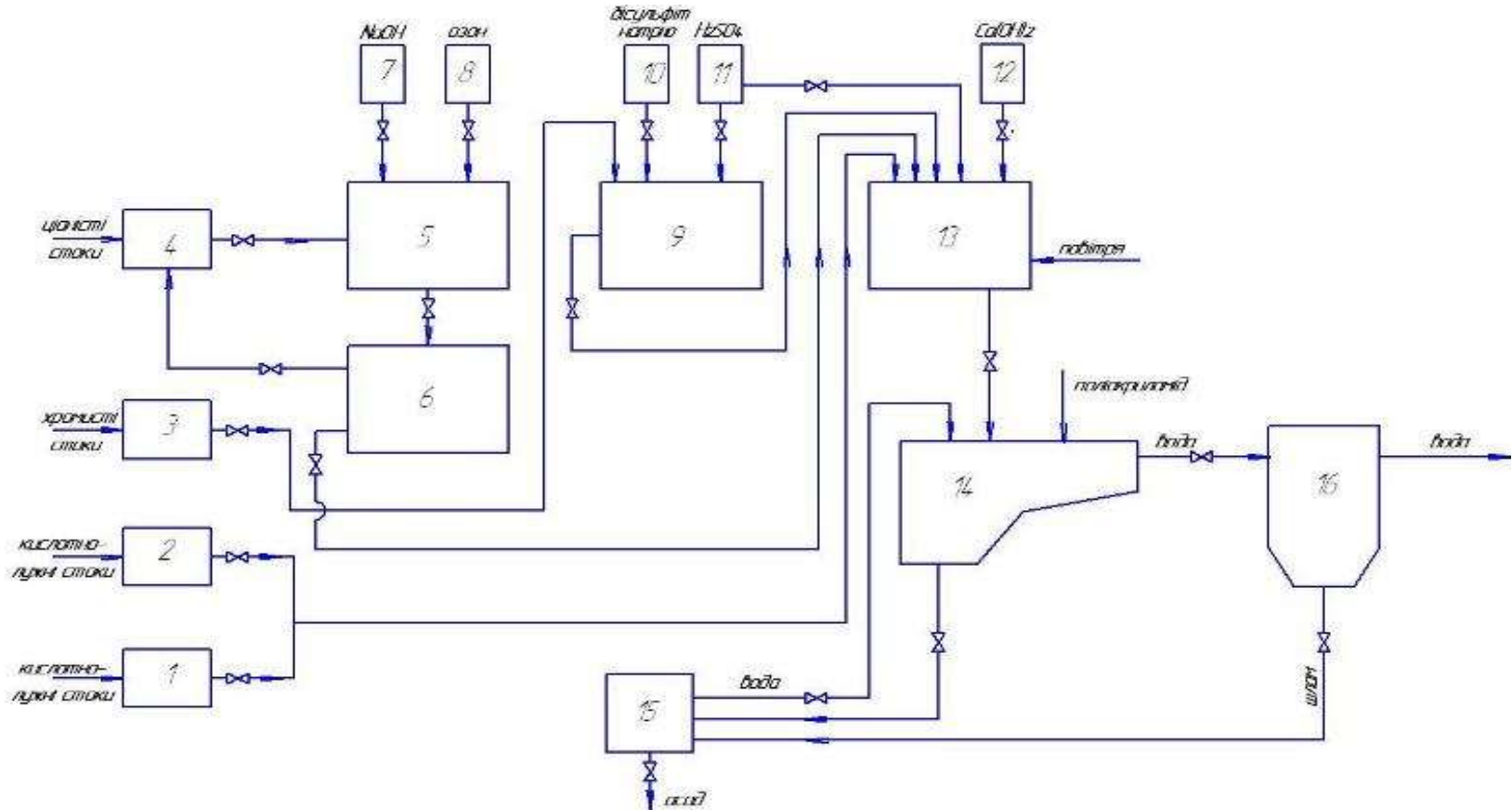


1-4 – ємкості усереднювачі стічних вод; 5 – реактор-нейтралізатор для знешкодження ціанідних стоків; 6 – ємкість знешкоджених ціанідних стоків; 7 – ємкість з розчином гідроксиду натрію; 8 – генератор озону; 9 – реактор-нейтралізатор для знешкодження хромистих стоків; 10 – ємкість з розчином бісульфіту натрію; 11 – ємкість з сірчаною кислотою; 12 – ємкість з вапняним молоком; 13 – реактор-нейтралізатор; 14 – відстійник; 15 – фільтр-прес.

Хімічний склад стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова до та після очищення

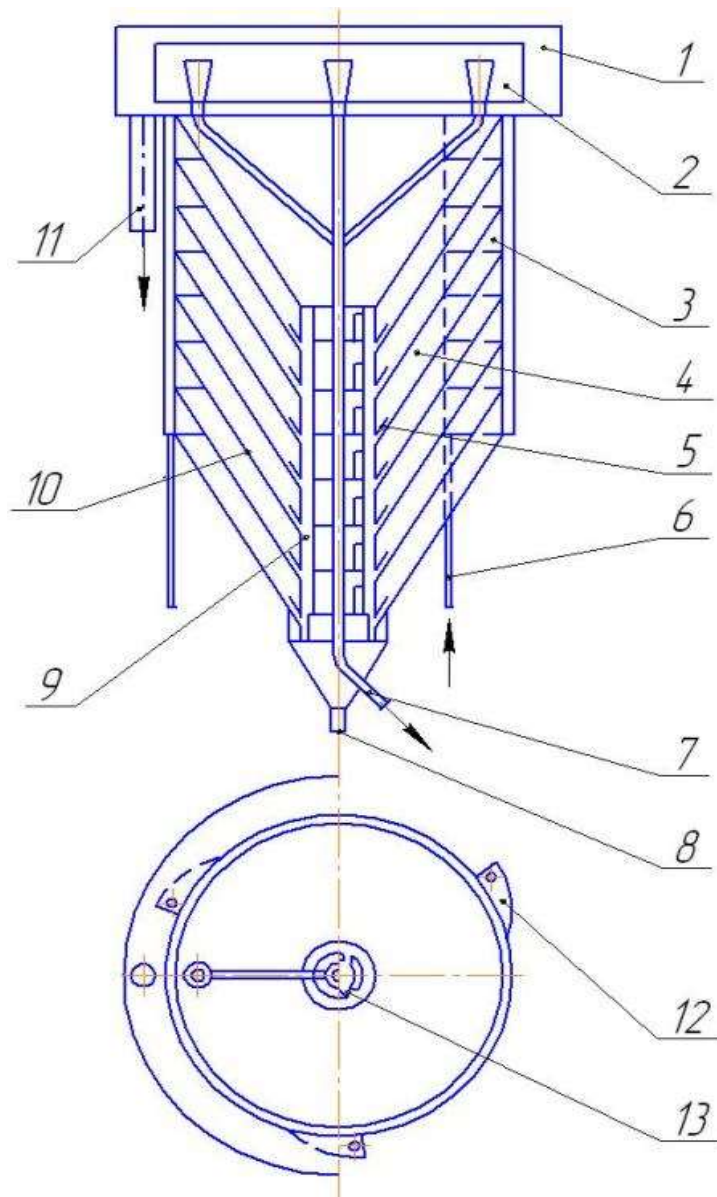
Показники забруднення	Концентрації до очищення, мг/л	Концентрації після очищення, мг/л	Затверджені концентрації після очищення, мг/л	ГДК, мг/л	Фактичні скиди, г/год	Затверджені скиди, г/год
Зважені речовини	100-400	17,60	11,55	20	14150,0	9286,0
Сульфати	80	70,80	70,80	50	56923,0	56923,0
Хлориди	40	43,85	43,85	50	35255,0	35255,0
Нафтопродукти	100	0,46	0,30	0,1	369,84	241,20
Ціаніди	50	0,05	0,05	0,05	1500	1500
Хром (III)	-	0,0017	0,0017	0,5	1,367	1,367
Хром (VI)	78	0,0077	0,0077	0,1	6,191	6,191
Цинк	7,5	0,066	0,066	0,05	53,046	53,046
Залізо	30	0,33	0,30	0,5	265,32	241,20
Мідь	40	0,22	0,22	0,01	176,88	176,88
Нікель	15	0,007	0,007	0,1	5,628	5,628

Запропонована технологічна схема очищення стічних вод гальванічного виробництва



1-4 – ємкості усереднювачі стічних вод ; 5 – реактор-нейтралізатор для знешкодження ціаністих стоків; 6 – ємкість знешкоджених ціаністих стоків; 7 – ємкість з розчином гідроокису натрію; 8 – генератор озону; 9 – реактор-нейтралізатор для знешкодження хромистих стоків; 10 – ємкість з розчином бісульфіту натрію; 11 – ємкість з сірчаною кислотою; 12 – ємкість з вапняним молоком; 13 – реактор-нейтралізатор; 14 – відстійник, 15 – фільтр-прес; 16 – багатоярусний гідроциклон.

Багатоярусний гідроциклон



1 – водозбірний жолоб; 2 – напівзанурена перегородка; 3 – аванкамера; 4 – яруси; 5 – козирки для відводу шламу; 6 – труби, що подають воду; 7 – труба для видалення спливаючих домішок; 8 – труба для відводу шламу; 9 – шахта відводу шламу; 10 – конічні діафрагми; 11 – випуск освітленої води; 12 – тангенціальні впускні насадки; 13 – патрубки впуску води

Питоме гідравлічне навантаження
 $q = 3,93 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год.}$

**Питоме гідравлічне навантаження, що
 приходится на 1 ярус гідроциклону**
 $q_0 = 0,1572 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{год.}$

**Продуктивність багатоярусного
 гідроциклону** $Q = 27,35 \text{ м}^3/\text{год.}$

Технічні характеристики розробленої схеми очищення

Назва забруднюючої речовини	Концентрації до очищення, мг/л	Затверджені концентрації після очищення, мг/л	Концентрації після очищення, мг/л		Ефективність, %	
			існуюча схема	розроблена схема	існуюча схема	розроблена схема
Нафтопродукти	100	0,30	0,49	0,22	99,54	99,79
Зважені речовини	200	11,55	17,6	0,46	91,2	99,74

Обсяг стічних вод, що скидаються зі станції нейтралізації

$$V_{\text{ст.в.}} = 0,138889 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Концентрація забруднювачів у стічних водах до впровадження запропонованих заходів:

- зважених речовин $C_{\text{зваж.р.1}} = 17,6 \cdot 10^{-3} \text{ г/л,}$
- нафтопродуктів - $C_{\text{нафт.1}} = 0,49 \cdot 10^{-3} \text{ г/л.}$

Концентрація забруднювачів у стічних водах після впровадження запропонованих заходів:

- зважених речовин $C_{\text{зваж.р.2}} = 0,46 \cdot 10^{-3} \text{ г/л,}$
- нафтопродуктів – $C_{\text{нафт.2}} = 0,22 \cdot 10^{-3} \text{ г/л.}$

забруднюючих речовин

Розраховуємо загальну масу річного скидання забруднюючих речовин по формулі, т/рік:

$$m_i = C_{vi} \cdot V_{vi}^{\text{річний}}$$

Обсяг стічних вод, що зливаються, у перерахуванні за рік знайдемо по формулі, м³/рік:

$$V_v^{\text{річний}} = V \cdot T$$

Скидання стічних вод здійснюється 260 робочих днів на рік, з зміною зливу стічних вод 8 годині на добу, тоді теоретичний час роботи дорівнює

$$T = 260 \cdot 8 \cdot 60 \cdot 60 = 7488000 \text{ с/рік.}$$

Обсяг стічних вод, що скидаються зі станції нейтралізації

$$V_{\text{ст.в.}} = 0,138889 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$V_v^{\text{річний}} = 0,138889 \cdot 7488000 = 1040000,83 \text{ м}^3 / \text{рік.}$$

Розрахунок загальної маси річного скидання забруднюючих речовин

Для кожної забруднюючої речовини цей показник буде дорівнювати:

- до впровадження запропонованих заходів:

$$m_{\text{взв. р.1}} = 17,6 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000,83 = 18,30 \text{ т/рік,}$$

$$m_{\text{нафт.1}} = 0,49 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000,83 = 0,5096 \text{ т/рік,}$$

- після впровадження запропонованих заходів:

$$m_{\text{взв. р.2}} = 0,46 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000,83 = 0,4784 \text{ т/рік,}$$

$$m_{\text{нафт.2}} = 0,22 \cdot 10^{-6} \cdot 1040000,83 = 0,2288 \text{ т/рік.}$$

Висновки

1. Стічні води гальванічних виробництв складають 30-50% загальної кількості стічних вод, що утворюються на підприємствах машинобудування. Вони представляють серйозну екологічну загрозу, тому що містять солі важких металів, кислоти, луги, поверхнево-активні речовини. Тому у кваліфікаційній роботі досліджуються питання удосконалення існуючої системи очищення стічних вод гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова.

2. Для виконання вимог екологічного нормування стічні води, перед скиданням у водойми, слід очищати. Сьогодні найчастіше застосовують реагентні методи очищення. До переваг реагентних способів відносять високий ступінь очищення, невисоку вартість реагентів, можливість автоматизації, відносна простота в експлуатації. Основні недоліки - високий солевміст очищеної води, велика витрата реагентів, потреба в значних площах для реагентного господарства і шламовідвалів, труднощі витягу зі шламу солей. Очищення стоків реагентним способом здійснюється на установках як безупинної, так і періодичної дії.

3. Велике місце в технології виробництва на заводі ім. О.М. Макарова займають процеси нанесення захисних і декоративних покриттів. Підприємством освоєно 34 види гальванічних покриттів. Вид і концентрація забруднень у стічних водах гальванічних відділень змінюється в широкому діапазоні в залежності від характеру виробництва і застосованих технологічних операцій. Основними складовими забруднень стічних вод гальванічного виробництва є неорганічні з'єднання високої токсичності, викликані іонами важких металів і ціаністих з'єднань.

4. Станція нейтралізації ДП ВО ПМЗ ім. Макарова, на яку направляються усі стоки гальванічного відділення розрахована на очищення 145 м³ у годину промивних кислотно-лужних стоків, 40,6 м³ у годину промивних хромистих стоків, 12,8 м³ у годину ціаністих промивних стоків.

В даний час на станції нейтралізації знешкоджується 160 м³/год промивних кислотно-лужних стоків; 75 м³/год промивних хромистих стоків; 20 м³/год промивних ціаністих стоків. В стічних водах гальванічного виробництва ДП ВО ПМЗ ім. Макарова концентрації забруднювачів значно перевищують гранично допустимі значення, тому перед скиданням таких вод необхідно встановлювати очисні споруди.

Висновки

5. Аналіз ефективності діючої схеми очищення стічних вод гальванічного цеху ДП ВО ПМЗ ім. Макарова показав, що необхідна її доробка, тому що ступінь очищення скидів від забруднювачів недостатній, залишкові концентрації забруднюючих речовин перевищують ГДК. Тому в роботі було запропоновано удосконалити існуючу схему очищення стічних вод ДП ВО ПМЗ ім. Макарова. Дослідження методів та апаратів, що використовують для очищення стоків гальванічного виробництва, вказує на можливість та перспективність використання багатоярусних гідроциклонів після відстійників для підвищення ефективності системи очищення стічних вод.

6. Зроблено розрахунок багатоярусного гідроциклона. Витрати стічних вод складають 255 м³/год, гідравлічна крупність часток, які необхідно виділити для забезпечення необхідного ефекту, $u=0,2$ мм/с. Згідно з розрахунками питома гідравлічне навантаження складає $q = 3,93$ м³/м²·год, питома гідравлічне навантаження, що приходить на 1 ярус гідроциклона $q_0 = 0,1572$ м³/м²·год. Продуктивність багатоярусного гідроциклона $Q = 27,35$ м³/год. Запропонована схема виконує вимоги нормувань забруднення оточуючого середовища, залишкова забрудненість стічних вод не перевищує ГДК.

7. Обсяг стічних вод, що скидаються зі станції нейтралізації складає $V_{ст.в.} = 0,138889$ м³/с; концентрація забруднювачів у стічних водах до впровадження запропонованих заходів: зважених речовин $C_{зваж.р.1} = 17,6 \cdot 10^{-3}$ г/л, нафтопродуктів - $C_{нафт.1} = 0,49 \cdot 10^{-3}$ г/л. Концентрація забруднювачів у стічних водах після впровадження запропонованих заходів: зважених речовин $C_{зваж.р.2} = 0,46 \cdot 10^{-3}$ г/л, нафтопродуктів - $C_{нафт.2} = 0,22 \cdot 10^{-3}$ г/л.

8. Виконано розрахунок загальної маси річного скидання забруднюючих речовин, яка складає до впровадження запропонованих заходів $m_{взв.р.1} = 18,30$ т/рік, $m_{нафт.1} = 0,5096$ т/рік, після впровадження запропонованих заходів $m_{взв.р.2} = 0,4784$ т/рік, $m_{нафт.2} = 0,2288$ т/рік.

9. У розділі охорона праці та техногенна безпека проаналізовано умови праці та розроблено заходи з їх покращання. Зроблено розрахунки повітрообміну та захисного заземлення.

**Дякую
за увагу!**