

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ
(повне найменування вищого навчального закладу)

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти

на тему: «Розробка методу електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечних хімічних речовин»

Виконав: здобувач вищої освіти 2 курсу за
другим (магістерським) рівнем вищої освіти,
групи ЗМХТ-19
Галузь знань (освітньо-професійна програма)
16 «Хімічна та біоінженерія»,
(«Радіаційний та хімічний захист»)

Марія УДОВЕНКО
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник Юліана ГАПОН
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент Сергій НІКУЛІН
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Харків – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Факультет (підрозділ) оперативно-рятувальних сил
Кафедра спеціальної хімії та хімічної технології
Галузь знань 16 «Хімічна та біоінженерія»
Спеціальність 161 «Хімічні технології та інженерія»
(назва)
Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист»
(назва)
Рівень вищої освіти другий (магістерський)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Начальник кафедри спеціальної
хімії та хімічної технології

Олена ТАРАХНО

“___” _____ 2021 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Удовенко Марії Миколаївни
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розробка методу електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечних хімічних речовин»

керівник роботи Гапон Юліана Костянтинівна, к.т.н.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом НУЦЗ України від « 22 » лютого 2021 року № 28

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи 19 травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи стічні води хімічної нафтавидобувної та газовидобувних промисловості, константи нестійкості комплексних сполук на основі кобальту, електрохімічна комірка для осадження сплаву, сталеві пластини для нанесення сплаву Co-Mo-W, корозійна стійкість та її позначення.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) огляд та аналіз небезпек пов'язаних з викидом стічних вод промислових підприємств, сучасні методи та устаткування для очищення стічних вод на підприємствах, розробка методу електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечно хімічних речовин, охорона праці при роботі з небезпечними хімічними речовинами, техніко-економічне обґрунтування кваліфікаційної роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) мультимедійні слайди в кількості 16 штук

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Дейнека В.В., доцент		
5	Григоренко Н.В., ст.викладач		

7. Дата видачі завдання 22 лютого 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання роботи	Примітка
1.	Отримання завдання	22.02.2021	
2.	Збір інформації та огляд літературних джерел	15.03.2021	
3.	Аналіз небезпек пов'язаних з викидом промислових	29.03.2021	
4.	Сучасні методи для очищення стічних вод на підприємствах	12.04.2021	
5.	Розробка методу електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечно хімічних речовин	30.04.2021	
6.	Охорона праці при роботі з небезпечними хімічними речовинами	11.05.2021	
7.	Техніко-економічне обґрунтування	11.05.2021	
8.	Подання роботи на рецензування	11.05.2021	
9.	Подання роботи на передзахист	17.05.2021	
10.	Подання роботи на захист	20.05.2021	

Здобувач вищої освіти

_____ Марія УДОВЕНКО
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи

_____ Юліана ГАПОН
(підпис) (Власне ім'я ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Звіт про КР : 93 с., 4 рис., 14 табл., 60 джерел інформації.

Ключові слова: небезпечні хімічні речовини, промислові стічні води, електрохімічне очищення, катодний матеріал, сплав Со-Мо-В, окислення, відновлення

Об'єкт досліджень: методи електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечних хімічних речовин.

Мета роботи: розробка матеріалу електродів для електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечних хімічних речовин.

Стислий зміст роботи та висновки: проведено огляд і аналіз статистичних даних Державної служби з надзвичайних ситуацій та Держводагенства щодо стану викидів стічних вод промисловими підприємствами України. Визначено особливості систем водовідведення промислових підприємств та встановлено небезпеки пов'язані із потраплянням НХР в навколишнє середовище. Розглянуто сучасні методи та устаткування для очищення стічних вод на промислових підприємствах.

Запропоновано удосконалений метод електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств за рахунок синтезу катодного матеріалу зі сплаву Со-Мо-В на сталеву підкладку гальванохімічним способом. Проведено розрахунок щодо ефективності використання синтезованого катодного матеріалу Со-Мо-В в порівнянні з монолітними матеріалами. Також розкриті питання безпеки при роботі з НХР та рекомендовані засоби індивідуального захисту.

Область використання: електрохімічні методи очищення стічних вод від небезпечних хімічних речовин (ціанідів, амінів, спиртів, солей важких металів та ін.).

ABSTRACT

GW report: 93 pages, 4 figures, 14 tables, 60 sources.

Keywords: hazardous chemical substances, industrial wastewater, electrochemical treatment, cathode material, Co-Mo-W alloys, oxidation, reduction

Object of study: methods of electrochemical wastewater treatment of industrial enterprises from hazardous chemical substances.

Purpose of work: development of materials for electrochemical treatment of industrial wastewater from hazardous chemical substances.

Summary of work and conclusions: a review and analysis of statistical data of the State Emergency Service and the State Water Agency on the state of wastewater emissions by industrial enterprises of Ukraine. The features of industrial drainage systems have been identified and the hazards associated with the release of HCS into the environment have been identified. Modern methods and equipment for wastewater treatment at industrial enterprises are considered.

An improved method of electrochemical wastewater treatment of industrial enterprises due to the synthesis of cathode material from Co-Mo-W alloy on a steel substrate by electroplating is proposed. The efficiency of the use of the synthesized cathode material Co-Mo-W in comparison with monolithic materials is calculated. Safety issues when working with hazardous chemicals are also disclosed and personal protective equipment is recommended.

Scope of use: electrochemical methods of wastewater treatment from hazardous chemicals (cyanides, amines, alcohols, heavy metal salts, etc.)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКИДОМ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ.....	9
1.1. Огляд та аналіз стану викидів стічних вод промисловими підприємствами за минулий рік.....	9
1.2. Класифікація стічних вод, що відводяться від підприємств.....	13
1.3. Особливості систем водовідведення промислових підприємств.....	18
1.4. Особливості стічних вод, що містять солі важких металів та їх вплив на навколишнє середовище.....	25
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ПІДПРИЄМСТВАХ.....	35
2.1. Аналіз методів та способів очищення стічних вод.....	35
2.2. Сучасні методи очистки стічних вод промислових підприємств.....	43
2.3. Очистка промислових стічних вод методами електрокоагуляції та електрофлотокоагуляції.....	47
2.4. Устаткування для електрохімічної очистки стічних вод від НХР.....	51
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МЕТОДУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ВІД НХР.....	55
3.1. Електрохімічне окислення та відновлення компонентів стічних вод.	55
3.2. Особливості електроосадження катодних матеріалів зі сплавів.....	59
3.3. Електролітичне осадження потрійного сплаву кобальту з тугоплавкими металами.....	61
3.4. Корозійна поведінка сплаву Co-Mo-W.....	67

					НУЦЗУ.2.19-28. СХ та ХТ РПЗ-17			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	Розробка методу електрохімічного очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечних хімічних речовин	<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
Розробив		Удовенко М.М.					6	93
Перевірила		Гапон Ю.К.				ЗМХТ – 19		
Н.контр.		Скородумова О.Б.						
Затв.		Тарахно О.В.						

РОЗДІЛ 4.ОХОРОНА ПРАЦІ.....	70
4.1. Загальні положення.....	70
4.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, наявних при проведенні експериментальних досліджень.....	74
4.3. Вимоги безпеки перед початком роботи та під час закінчення.....	77
4.4. Вимоги безпеки під час аварійних ситуацій.....	78
РОЗДІЛ 5.ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	80
5.1. Техніко-економічні показники кваліфікаційної роботи. Розрахунок собівартості і ціни науково-технічної продукції.....	80
5.2. Визначення ефективності кваліфікаційної роботи прикладного характеру.....	84
5.3. Економічне обґрунтування прикладної кваліфікаційної роботи.....	84
ВИСНОВКИ.....	88
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	89

ВСТУП

Вода – це ресурс, який має економічну цінність і визначає стійкість розвитку країни. Проблеми екологічних наслідків науково-технічної діяльності людини і її вплив на навколишнє середовище в Україні є в даний час дуже актуальним напрямом наукових досліджень. Через бурхливий розвиток сільськогосподарського виробництва, енергетики, транспорту, нафтопереробної промисловості та всебічних, забруднення природи більшості регіонів України переступило екологічно безпечний рівень.

На території України зосереджені потужні виробництва сталі, транспортні засоби, значний обсяг хімічних виробництв, військово-промислового комплексу, нафтовидобувної та газовидобувної промисловості. Висока концентрація населення і промисловості викликає підвищену екологічну напруженість у багатьох регіонах України.

Одним з найбільш ефективних методів очищення промислових стічних вод від небезпечних хімічних речовин є електрохімічні технології. Дані методи дозволяють витягати зі стічних вод цінні продукти при відносно простій технологічній схемі очищення без використання хімічних реагентів та з незначними матеріальними затратами. При проходженні стічної води через міжелектродний простір електролізера відбувається електроліз води, поляризація частинок, електрофорез, окислювально-відновні процеси, взаємодія продуктів електролізу один з одним, ініціація процесів флоатації та коагуляції.

Ці методи розроблені для очищення стічних вод від розчинених домішок (ціанідів, амінів, спиртів, альдегідів, нітросполук, сульфідів, меркаптанів). У процесах електрохімічного окислення речовини, перебувають у стічній воді, повністю розпадаються з утворенням CO_2 , NH_3 і води або утворюються більш прості і нетоксичні речовини, які можна видаляти іншими методами.

Отже, вдосконалення електрохімічного методу очищення стічних вод промислових підприємств від небезпечних хімічних речовин є необхідною та актуальною задачею для вирішення екологічних проблем.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
						8
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕК ПОВ'ЯЗАНИХ З ВИКИДОМ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1. Огляд та аналіз стану викидів стічних вод промисловими підприємствами за минулий рік

В результаті діяльності промислових підприємств різних галузей в землю або водойми скидаються великі обсяги неочищених стоків. Це робить негативний вплив на стан водних об'єктів, багато з яких є джерелами питної води для жителів міст і селищ.

Якщо не очищати стічні води промислових підприємств, то це призводить до порушення екологічного балансу. Забруднене хімічними компонентами, бактеріями і мікробами середовище не тільки погіршує стан флори і фауни, а й негативно впливає на здоров'я людей.

Якщо не проводити якісне очищення стічних вод промислових підприємств, то забруднене середовище призводить до цілого ряду проблем:

1. У стічних водах молочних або м'ясопереробних підприємств містяться органічні забруднення, яйця гельмінтів і патогенна мікрофлора. При попаданні в питну воду, органіка тваринного походження може стати причиною спалахів інфекційних захворювань людей.

2. Неочищені стічні води промислових підприємств впливають на колір, запах і присмак води, порушують кислотно-лужний баланс середовища. Нафтопродукти, рослинні і тваринні жири при попаданні в річки і озера утворюють на поверхнях водойм плівку, яка перешкоджає збагаченню води киснем. Все це погіршує якість води і робить її непридатною для використання в побутових цілях.

3. Разом з неочищеними стічними водами промислових підприємств текстильної, хімічної або металообробної галузі в водойми потрапляють шкідливі для здоров'я риб, тварин і людей отруйні речовини.

4. Забруднені стічні води промислових підприємств значно скорочують обсяги питної води. В такому середовищі вирощується риба, забрудненою водою поли-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		9

вають сільськогосподарські культури, напувають тварин. Все це – продукти харчування, які негативно впливають на здоров'я людей [1].

На підставі даних державного обліку водокористування за результатами поданими суб'єктами господарювання звітності про використання води за попередній рік [2]. До переліку забруднювачів увійшли підприємства, які скидають в природні водні об'єкти зворотні (стічні) води без очистки або після очисних споруд і якість яких не відповідає встановленим у дозволах на спеціальне водокористування гранично допустимим скидам.

Перше місце антирейтингу належить ПРАТ «АК «Київводоканал». У минулому році ПРАТ «АК «Київводоканал» не зменшив, а навіть майже на 1,4% збільшив скиди. Зокрема, у попередньому році ПРАТ «АК «Київводоканал» у водні ресурси скинуто 283,3 млн. куб. м забруднених стічних вод, у минулому році ця цифра склала – 287,4 млн. куб. м.

Крім того, найбільшими забруднювачами за даними статистичної звітності минулого року, були ПАТ «Дніпровський меткомбінат» (м.Камянське), КП «Дніпроводоканал», ТОВ ВКФ «НАЙС» (м.Дніпро), ДМКП «Львівводоканал», МКП «Миколаївводоканал», сільгосппідприємство СВК «Маяк» (м.Кілія), Філія ПРУВОКС ПАТ «ДТЕК Павлоградвугілля», КП «Чернігівводоканал», КП «Міськводоканал» (м.Суми), ПРАТ «Петриківський рибгосп», Макіївське ВУВКГ КП «Компанія «Вода Донбасу».

Загалом у минулі роки в українські водойми скидали забруднені стічні води 520 водокористувачів. Загальний обсяг скиду забруднених зворотних (стічних) вод – 737,25 млн. куб. м (із них 709,3 млн. куб. м. скидали підприємства, що увійшли до антирейтингу).

Майже дві третини підприємств, що увійшли до першої сотні антирейтингу розташовані на території 5 областей: 22 – Дніпропетровська, 19 – Донецька, 8 – Львівська, 7 – Харківська, 6 – Луганська. Найбільше підприємств-забруднювачів належать до комунальної галузі – 74, промисловості – 18 (з них найбільші це підприємства чорної металургії – 5) та сільського господарства – 7 .

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		10

Влітку вода у більшості наших водойм стає зеленуватою. Це пов'язано з тим, відбувається процес евтрофікації. Причиною цього є мийні засоби, які містять фосфати (сполуки фосфору).

З одного боку, фосфати є найважливішим обов'язковим хімічним елементом, необхідним для живих організмів, але з іншого – надмірна кількість фосфору (або його сполук) у воді спричиняє активне розмноження мікроорганізмів. Внаслідок цього, знижується вміст кисню, гине риба, а великі обсяги біомаси роблять водопідготовку складнішою.

За даними Держводагентства [2] маємо таку інформацію про скиди в поверхневі водні об'єкти фосфатів у складі зворотних стічних вод на основі даних державного обліку водокористування за попередній рік.

Отже, у минулому році до водних об'єктів України скинуто 5708 тон фосфатів [3]. Найбільшим забруднювачем водойм є житлово-комунальне господарство – 5354 тони. Значно поступається, але все ж другою у антирейтингу є промисловість – 319,5 тони. Далі йдуть: сільське господарство – 10,1; торгівля і громадське харчування – 8,3; транспорт – 5,1 та охорона здоров'я – 4,1 тони. Щодо територіальності «озеленювачів водойм», то є певна закономірність, яка пояснюється двома факторами (Табл. 1.1.,1.2.):

- велика кількість населення (якщо говорити про міста):

Таблиця 1.1.

Рейтинг міст-забруднювачів фосфатами

№	Місто	Кількість фосфатів, тони	№	Місто	Кількість фосфатів, тони
1.	Київ	1239	13.	Луцьк	84,2
2.	Харків	531,1	14.	Черкаси	82,8
3.	Одеса	370,5	15.	Івано-Франківськ	81,4
4.	Маріуполь	227,9	16.	Тернопіль	79,3
5.	Запоріжжя	196,8	17.	Суми	66,9
6.	Львів	144,8	18.	Кропивницький	54,8

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		11

7.	Рівне	124,5	19.	Ужгород	48,2
8.	Дніпро	120,2	20.	Хмельницький	38,0
9.	Миколаїв	102,9	21.	Херсон	37,4
10.	Полтава	101,7	22.	Чернівці	21,0
11.	Житомир	101,3	23.	Вінниця	18,8
12.	Чернігів	92,7			

- наявність підприємств-забруднювачів, що займаються зазначеною вище діяльністю у тій чи іншій області:

Таблиця 1.2.

Рейтинг підприємств-забруднювачів по областях України

№	Область	Кількість фосфатів, тони	№	Область	Кількість фосфатів, тони
1.	Дніпропетровська	715,6	13.	Черкаська	109,1
2.	Харківська	600,6	14.	Миколаївська	108,3
3.	Донецька	516,5	15.	Тернопільська	101,7
4.	Одеська	416,6	16.	Волинська	100,4
5.	Запорізька	306,8	17.	Хмельницька	76,9
6.	Львівська	207,8	18.	Кіровоградська	74,8
7.	Рівненська	173,7	19.	Київська (без м. Київ)	74,1
8.	Полтавська	169,7	20.	Закарпатська	71,8
9.	Івано-Франківська	136,4	21.	Херсонська	54,3
10.	Житомирська	124,6	22.	Луганська	41,8
11.	Сумська	118,6	23.	Вінницька	34,4
12.	Чернігівська	110,5	24.	Чернівецька	23,4

1.2. Класифікація стічних вод, що відводяться від підприємств

Стічні води, що відводяться з території промислових підприємств, за складом розділяють на три види:

перший вид – це виробничі, які утворюються в процесі виробництва різних виробів, продуктів, матеріалів (технологічні розчини, що відпрацювали, промивні води, води від охолодження; шахтні і кар'єрні води; води від хімводоочистки; води від миття устаткування й виробничих приміщень, води від збагачувальних фабрик, а також від очистки та охолодження газоподібних відходів, очистки твердих відходів і їх транспортування тощо);

другий вид – це атмосферні води – дощові води та води від танення снігу;

третій вид – це побутові – стічні води від санітарних вузлів виробничих корпусів і будинків, а також від душових установок, наявних на території промислових підприємств [4].

Відповідно до цього розподілу на промислових підприємствах існують три колектори для відводу:

1. Виробничо-технологічних стічних вод, тобто використаних у технологічному процесі або що утворюються при видобутку корисних копалин (вугілля, руди, нафти), технологічних процесах їх переробки на металургійних підприємствах і одержанні готового продукту;
2. Побутових стічних вод;
3. Поверхневого стоку з території промислових підприємств, що утворюється з дощових і талих вод;

Побутова каналізація промислових підприємств підключається до загально-міської. Таким чином, водовідведення промислових підприємств розглядається в основному відносно до виробничих стічних вод і поверхневого стоку з території промислових підприємств.

Виробничі стічні води поділяють на дві основні категорії: забруднені і незабруднені («умовно чисті»). На промислових підприємствах значну частину води (на окремих виробництвах до 70–90 %) витрачають на охолодження устаткування,

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		13

готової продукції тощо. Ця вода практично не забруднюється, а лише нагрівається.

Отже, до промислових стічних вод відносяться:

- умовно чисті (від охолодження агрегатів);
- хімічно забруднені стічні води;
- поверхневі стічні води, що збираються на території підприємств.

Хімічно забруднені стічні води, в свою чергу, поділяють на:

- органічно забруднені (підприємства м'ясної, харчової, целюлознопаперової, хімічної промисловості, заводи з виробництва пластмас, каучуку);
- забруднені переважно мінеральними домішками (підприємства металургійної, машинобудівної, рудо- й вуглевидобувної промисловості, заводи з виробництва мінеральних добрив, кислот, будівельних матеріалів);
- забруднені мінеральними і органічними домішками (підприємства нафтовидобувної, нафтопереробної, нафтохімічної, текстильної, легкої, фармацевтичної промисловості; заводи з виробництва консервів, цукру, та ін.);
- води, що мають специфічні забруднення. Речовини, що забруднюють виробничі стічні води, різноманітні і залежать від технології та виду виробництва.

За вмістом забруднюючих речовин виробничі стічні води (слабкоконцентровані та висококонцентровані) розділяються на чотири групи: 1-500, 500–5000, 5000–30000 і більше 30 000 мг/л.

Виробничі стічні води можуть розрізнятися за фізичними властивостями забруднюючих їх органічних продуктів (наприклад, за температурою кипіння): менше 120 °С, 120–250 °С та вище 250 °С.

За ступенем агресивності стічні води поділяють на:

- слабкоагресивні (слабкокислі із рН = 6–6,5 і слабколужні із рН = 8–9);
- сильноагресивні (сильнокислі із рН < 6 і сильнолужні із рН > 9);
- неагресивні (з рН = 6,5–8).

Для розробки раціональної схеми водовідведення і оцінки можливості повторного використання виробничих стічних вод визнають їх склад і режим водо-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		14

відведення. При цьому аналізують фізико-хімічні показники стічних вод і режим надходження в каналізаційну мережу не тільки загального стоку промислового підприємства, але й стічних вод від окремих цехів.

Під час аналізу стічних вод визначають: вміст компонентів, специфічних для даного виду виробництва (фенолів, нафтопродуктів, поверхнево-активних, радіоактивних, вибухонебезпечних речовин), загальну кількість органічних речовин, що виражається величинами біохімічного споживання кисню (БСК) і хімічного споживання кисню (ХСК); активну реакцію; інтенсивність забарвлення; ступінь мінералізації. Необхідно встановити такі параметри, як кінетика осідання або спливання механічних домішок та ін. Ці дані дозволяють вибрати найбільш доцільний і економічно обґрунтований метод очистки стічних вод для певного підприємства.

Фізико-хімічні показники виробничих стічних вод окремих підприємств свідчать про широкий діапазон коливань складу цих вод, що викликає необхідність ретельного обґрунтування вибору оптимального методу очистки для кожного виду виробничих стічних вод [4].

Якість стічних вод характеризується вмістом компонентів, специфічних для даного виду виробництва: загальною кількістю органічних речовин, активною реакцією, інтенсивністю кольору, ступенем мінералізації, наявністю біогенних елементів, режимом притоку, властивостями домішок і ін. Ці дані дозволяють вибрати найбільш раціональний метод очищення стічних вод певного підприємства. Фізико-хімічні показники виробничих стічних вод окремих підприємств свідчать про широкий діапазон коливань складу цих вод, що викликає необхідність ретельного обґрунтування вибору оптимального методу очищення для кожного виду вод.

Виробничі стічні води різних галузей промисловості істотно відрізняються як за складом забруднюючих речовин, так і за їх концентраціями [4].

Заводи чорної металургії. Вода забруднена завислими речовинами (0,2–5 г/л – різні цехи), окалиною (0,3–2 г/л – прокатні цехи), залізом 3–5 мг/л і мастилами

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		15

200–250 мг/л; сірчаною кислотою до 0,3 г/л і залізним купоросом до 0,7 г/л (травильні установки – промивні води), фенолами 0,7–1 г/л тощо .

Коксохімічні заводи. Стічні води містять завислі речовини (0,3–0,5 г/л), смоли і мастила (0,3–0,5 г/л), феноли (0,4–1,8 г/л), аміак (0,2–3 г/л і більше), ціаніди і роданіди (0,1–0,4 г/л), солі неорганічних кислот. Високий вміст органічних речовин – БСК5= 0,8–3 г/л (хімічні цехи – фенольні води).

Нафтопереробні заводи з нафтохімічними виробництвами. Стічні води забруднені нафтою і нафтопродуктами від 150 мг/л до 15 г/л, завислими речовинами до 300 мг/л, солями (хлориди) 3–15 мг/л, різними органічними речовинами. БСК стічних вод коливається від 150 мг/л (більшість виробництв) до 7 г/л (виробництво жирних кислот) [4].

У стічних водах целюлозно-паперових заводів завислих речовин затримуються 400–2000 мг/л – це переважно волокно і целюлоза.

Текстильні підприємства. Основні забруднюючі речовини: миючі засоби (50–120 мг/л), завислі речовини (250–400 мг/л), барвники; БСК досягає 300–350 мг/л. Сильно забруднені стічні води фабрик первинної обробки шерсті: завислі речовини (20–40 г/л), тваринний жир (8–12 г/л); БСК20 16–20 г/л.

У стічних водах підприємств важкої індустрії затримуються в основному забруднення мінерального походження, а харчової й легкої промисловості - забруднення органічного походження.

Машинобудівні й автомобільні заводи. Концентрація забруднень у стічних водах становить: ціанідів – 70–120 мг/л, хрому – 40–60 мг/л, кислот – 70–100 мг/л, нафтопродуктів – 25–40 мг/л (цехи металопокриттів), завислих речовин – 100–200 мг/л (загальний стік). У відпрацьованих розчинах і емульсіях вміст забруднень досягає: хрому – 200 г/л, ціану – 100 г/л, мастил – 50 г/л, окалини – 15 г/л.

На різних підприємствах, навіть при однакових технологічних процесах, склад виробничих стічних вод, режим водовідведення і питома витрата на одиницю продукції, що випускається, дуже різноманітні. Велике значення у формуванні складу виробничих стічних вод має вид перероблюваної сировини. Склад стічних вод залежить також від технологічного процесу виробництва, застосовуваних

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		16

компонентів, проміжних виробів і продуктів, продукції, що випускається, складу вихідної водопровідної води, місцевих умов і інших факторів.

Кількість виробничих стічних вод визначається залежно від продуктивності підприємства за укрупненими нормами водоспоживання та водовідведення для різних галузей промисловості.

Нормою водоспоживання вважається доцільна кількість води, яка необхідна для виробничого процесу, встановлена (або що рекомендується) на підставі передового досвіду чи науково обґрунтованого розрахунку. Нормою водовідведення є встановлена середня кількість стічних вод, що відводяться від виробництва у водойму при доцільній нормі водоспоживання [4].

До укрупненої норми водоспоживання входять всі витрати води на підприємстві, як виробничі, так і господарсько-питні, витрати для приймання душів тощо. Норма водовідведення включає кількість стічних вод, що випускаються у водойму: очищених виробничих і побутових, виробничих, що не потребують очистки, фільтраційних, із ставків-освітлювачів, хвостосховищ і шламонакопичувачів.

Укрупнені норми водоспоживання та водовідведення виражаються в м³ води на одиницю готової продукції або використовуваної сировини.

Укрупнені норми водовідведення в різних галузях промисловості коливаються в широких межах. Так, наприклад, при збагаченні 1 т вугілля утворюється 0,08 м³ стічних вод; при виплавці 1т сталі – 4 м³ ; при виробництві 1 т синтетичного дивінілового каучуку – 18 м³ ; 1 т добрив – 2 м³ ; 1 т бавовняної тканини – 300 м³ ; 1 т хліба – 4 м³ , 1 т м'яса – 22 м³ ; 1 т цементу – 0,12 м³ . При відсутності норм водовідведення кількість стічних вод визначається за технологічними розрахунками відповідно до регламенту виробництва. Кількість стічних вод від великих промислових підприємств може досягати 200-400 тис. м³ за одну добу, що відповідає кількості стічних вод від міста з населенням 1-2 млн. осіб.

На практиці ж кількість промстоків від окремих установок або цехів може коливатися в широких межах: від декількох м³/год до десятків тисяч. Крім того, слід враховувати нерівномірність утворення промстоків і при проектуванні передбачати акумулюючі ємкості необхідних обсягів.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		17

Витрати стічних вод від душових установок у побутових приміщеннях промислових підприємств обчислюють у відповідності від кількості душових сіток, що визначається залежно від характеру процесу, санітарної характеристики, кількості працюючих, що користуються душем у найбільш численну зміну. Орієнтовно кількість робітників, що користуються душем, у текстильній промисловості складає 10%, машинобудівній – 25%, металургійній, металообробній, хімічній, целюлозно-паперовій – 40%, харчовій, шкіряній, будівельних матеріалів – 75 % і т.д.

1.3. Особливості систем водовідведення промислових підприємств

Під системою каналізації розуміють спосіб відведення стічних вод з території об'єкта, що каналізується. На промислових підприємствах залежно від характеру забруднення стічних вод і способів очистки системи водовідведення підприємств, як і системи водовідведення міст є загальносплавні, роздільні (повні, неповні) й змішані. Вибір системи водовідведення підприємств дуже важливий, оскільки на деяких підприємствах можуть утворюватися до 5-10 різних видів стічних вод, що відрізняються за витратою, складом і властивостями забруднень, що містяться у них [6].

При проектуванні і експлуатації водовідвідних систем промислових підприємств розрізняють майданчикову і позамайданчикову системи.

Очисні споруди промислових підприємств розміщують як правило на території цих підприємств.

Особливістю водовідведення для підприємств є те, що на окремих з них можуть утворюватися до 5-10 різних видів стоків, що відрізняються за витратою, складом й властивостями забруднень.

При виборі системи і схеми водовідведення промислових підприємств необхідно враховувати:

1) вимоги до кількості і якості води, яка використовується в різних технологічних процесах;

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		18

- 2) кількість, склад та властивості стічних вод окремих цехів і підприємства в цілому, а також режим водовідведення;
- 3) потужність водойми, в яку передбачається скидання очищених стічних вод, її самоочисну здатність і вид водокористування;
- 4) можливість скорочення кількості забруднених виробничих стічних вод підприємства шляхом удосконалення технологічних процесів;
- 5) можливість повторного використання виробничих стічних вод без очистки або після очистки у системі оборотного водопостачання або для технологічних потреб на іншому виробництві;
- 6) доцільність вилучення і використання цінних речовин, які містяться в стічних водах;
- 7) можливість сумісної та роздільної очистки стічних вод;
- 8) доцільність локальної схеми системи водовідведення окремих виробництв і цехів;
- 9) умови спуску виробничих стічних вод у неї і необхідну ступінь очищення цих вод за лімітуючими показниками;
- 10) доцільність застосування кожного методу очищення;
- 11) можливість використання для виробничих потреб очищених побутових і дощових стічних вод;
- 12) можливість використання виробничих вод для зрошення сільськогосподарських і технічних культур.

Водовідведення від промислових підприємств, як правило, здійснюється за повною роздільною системою.

Сумісне відведення побутових і виробничих стічних вод доцільно, якщо останні забруднені органічними речовинами, деструкція яких можлива біологічним шляхом; при цьому концентрація токсичних домішок не повинна перевищувати гранично припустиму.

Дощові води, що стікають з незабруднених територій промислових підприємств, відводять окремою водовідвідною мережею або поєднують з незабрудненими виробничими стічними водами і спускають у водойми. У безстічних систе-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		19

мах промислових підприємств в оборот включають також і побутові стічні води після відповідного очищення і доочищення, а у водойму спускаються лише дощові.

Загально сплавну систему водовідведення доцільно застосовувати для невеликих промислових підприємств (з малою витратою води), якщо виробничі стічні води близькі за складом до побутових стічних вод. Загально сплавна система призначена для спільного відведення мало забруднених, але різних за походженням стічних вод (атмосферних, побутових і виробничих) по одній водовідвідній мережі на єдині очисні споруди.

Роздільна система каналізації характеризується роздільним відведенням різних за походженням і характером забруднення стічних вод. Роздільні системи водовідведення можуть мати кілька водовідвідних мереж для відводу виробничих стічних вод від окремих цехів. Такі мережі називаються виробничими (наприклад, кислотовміщуючі, нафтовміщуючі). Побутові й дощові води відводяться по самостійних мережах (побутова мережа і дощова мережа). При цьому можливі варіанти спільного відведення декількох видів стічних вод, наприклад, виробничих стічних вод усього підприємства або окремого цеху разом з побутовими водами (виробничо-побутова водовідвідна мережа); виробничих вод і дощових (у цьому випадку мережа називається виробничо-дощова).

Застосування роздільної системи каналізації дозволяє диференційовано вирішувати очистку різних за складом забруднень стічних вод і найбільш повно використовувати очищені стічні води для виробничих потреб підприємства. При такій системі сильно забруднені води можуть направлятися на локальні очисні споруди до їх змішання з якими-небудь слабо забрудненими водами. Очищену на очисних спорудах невелику кількість стічних вод, як правило, використовують повторно на виробництві [6].

Наприклад, за роздільною системою здійснюється відведення стічних вод (дощових, побутових, виробничих, фенольних) на коксохімічних підприємствах. Виробничо-фенольні стічні води піддаються локальному очищенню на заводських очисних спорудах, потім використовуються для виробничих потреб підприємства

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		20

або передаються в систему міської каналізації для спільної доочистки з побутовими стічними водами.

Роздільну систему водовідведення з локальними очисними спорудами промислових стічних вод доцільно застосовувати при різному характері забруднень побутових і виробничих вод. У стічних водах окремих цехів можуть бути специфічні забруднення, для очистки від яких доцільне влаштування локальних очисних споруд. Очищені на локальних очисних спорудах стічні води залежно від їх складу скидають у водойму або направляють на міські очисні споруди.

Роздільну систему водовідведення з локальною очисткою побутових і промислових стічних вод доцільно застосовувати у тих випадках, коли сумісна очистка побутових і промислових стічних вод неможлива, а підприємство перебуває на великому видаленні від міста або селища [7].

Роздільну систему з повним оборотом промислових стічних вод застосовують у випадку маловодного джерела водопостачання, коли свіжої води, вистачає тільки на підживлення системи водопостачання. Вибір тієї або іншої системи водовідведення промислових підприємств залежить від концентрації забруднень і кількості стічних вод від окремих технологічних операцій, потужності джерела водопостачання, його далекості від підприємства, вимог до якості очистки стічних вод для скидання у водойму.

Роздільна система водовідведення з повним оборотом усіх стічних вод називається безстічною системою водокористування або замкнутою системою водного господарства промислових підприємств. Створення таких систем водокористування дозволяє забезпечити раціональне використання води у всіх технологічних процесах, виключення забруднення навколишнього природного середовища, скорочення капітальних і експлуатаційних витрат. Вибір тієї або іншої системи водовідведення промислових підприємств залежить від концентрації забруднень і кількості стічних вод від окремих технологічних операцій, потужності джерела водопостачання, його віддаленості від підприємства, вимог до якості очищення стічних вод для скидання у водойму [7].

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		21

Залежно від конкретних умов на підприємствах можливе створення декількох систем очистки з варіантами об'єднання різних видів стічних вод (у тому числі побутових і дощових). Можливе створення і декількох оборотних централізованих систем. У загальному випадку замкнена система водокористування підприємства включає:

- локальні оборотні (замкнені) системи;
- централізовані замкнені системи;
- охолоджувальні локальні (централізовані) оборотні або замкнені системи;
- системи послідовного використання води у двох або декількох технологічних операціях з передачею води з однієї системи в іншу.

Умови приймання у міську каналізацію та умови випуску стічних вод у водойми.

При розташуванні промислових підприємств у містах або поблизу них, а також при рішенні про сумісне очищення стічних вод групи підприємств промислової зони і прилеглого житлового масиву забруднені виробничі води можуть скидатися в міську водовідвідну мережу. Очищення суміші побутових і виробничих стічних вод у цьому випадку здійснюється на єдиних очисних спорудах. У зв'язку з тим, що в стічних водах промислових підприємств можуть міститися специфічні забруднення, їхній спуск у міську водовідвідну мережу обмежений рядом вимог, установлених відповідними правилами прийому виробничих стічних вод у системи каналізації населених пунктів.

У системи каналізації населених пунктів можуть бути прийняті виробничі стічні води, які не викликають порушення в роботі каналізаційних мереж і споруд, забезпечують безпеку їх експлуатації і можуть бути очищені сумісно зі стічними водами населених пунктів до вимог і нормативів, що задовольняють «Правилам охорони поверхневих вод від забруднення стічними водами» [7].

Виробничі стічні води при скиданні їх у водовідвідну мережу не повинні:
- перевищувати витрати стічних вод і вміст завислих, спливаючих речовин, установлених для конкретного промислового підприємства;

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		22

- порушувати роботу мереж і споруд;
- містити речовини, які здатні засмічувати труби водовідвідних мереж або відкладатися на стінках труб (окалина, вапно, пісок, гіпс, металева стружка, та т.п.);
- виявляти руйнівну дію на матеріал труб і елементи очисних споруд;
- містити горючі домішки і розчинені газоподібні речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні суміші у водовідвідних мережах і очисних спорудах;
- містити шкідливі речовини в концентраціях, що перешкоджають біологічному очищенню стічних вод або скиданню їх у водойму (з урахуванням ефективності очищення);
- мати температуру вище 40°C;
- мати рН за межами 6,5 - 9;
- містити небезпечні бактеріальні забруднюючі речовини;
- мати ХСК, що перевищує БСК_{новн} більш ніж у 1,5 рази.

Виробничі стічні води, які не задовольняють зазначеним вимогам, повинні підлягати попередньому очищенню. Ступінь цього очищення повинен бути погоджено з органами місцевої влади.

Забороняється об'єднання виробничих стічних вод, взаємодія яких може привести до утворення емульсій, вибухонебезпечних газів, а також великої кількості нерозчинних речовин (наприклад, стічних вод, що містять солі кальцію або магнію і лужних розчинів; соду й кислі води; сульфід натрію і води з надмірним вмістом луг; хлору, фенолів тощо).

Скидання виробничих стічних вод у системи каналізації населених пунктів повинно здійснюватися самостійними випусками з обов'язковим устроєм контрольного колодязя, розташованого за межами підприємства. Випуски промислових підприємств повинні бути обладнані пристосуваннями (автоматичними пробовідбірниками, витратомірами і якщо буде потреба автоматичними запірними пристроями, які опломбовуються) для постійного контролю за витратою і якістю стічних вод.

Відповідно до правил прийому водоканали встановлюють кожному конкретному підприємству режим і нормативи скидання забруднень у систему каналіза-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		23

ції населеного пункту. Ці нормативи встановлюють виходячи зі гранично допустимого скидання стічних вод у водойму, гранично-припустимих концентрацій (ГПК) стічних вод, що надходять на споруди біологічної очистки, ефективності очистки, а також гранично-припустимих концентрацій забруднюючих речовин у воді водоймищ господарсько-питного й рибогосподарського призначення (табл.1.3.).

Якщо кількість і складові виробничих і інших стічних вод істотно змінюються протягом доби, на промислових підприємствах встановлюють спеціальні ємкості - усереднювачі, які забезпечують протягом доби відносно рівномірний режим скидання виробничих стічних вод.

Таблиця 1.3.

Припустимі величини показників якості стічних вод і води водоймищ

Найменування показників	ГПК стічних вод, г/м ³	Орієнтовна ефективність очистки, %	ГПК у воді водойми	
			господарсько-питного водокористування, г/м ³	рибогосподарського призначення, г/м ³
Азот амонійний	30	20-60	2,0	0,5
Залізо	2,5	50	0,3	0,05
Жири	50	70	-	-
Кадмій	0,01	60	0,001	0,005
Нафта	10	85	0,3	0,05
Нітрати (NO ₃)	45	-	45	40
Нітри.1,2ти	3,3	-	3,3	0,08
Сульфіди	1,0	-	0	-
Фенол	10	95	0,001	0,001
Фосфати	10	10-20	3,5	-
Сульфати	500	-	500	100
Хлориди	350	-	350	300

Промислові підприємства зобов'язані постійно контролювати кількість та склад виробничих стічних вод, що скидаються в систему каналізації населеного пункту. Контроль здійснюється шляхом аналізу складу стічних вод до і після комплексу локальних споруд з очищення виробничих стічних вод, у контрольних колодязях (у тому числі при відсутності локальних очисних споруд), а також виміру кількості стічних вод, що скидаються у контрольних колодязях.

1.4. Особливості стічних вод, що містять солі важких металів та їх вплив на навколишнє середовище

Особливо актуальною для України є проблема антропогенного забруднення навколишнього середовища. Так, на кожного жителя України припадає 300 кг шкідливих техногенних речовин, в тому числі і важких металів, які здатні утворювати високотоксичні металоорганічні з'єднання. На нашій території знаходиться 2 млрд тон відходів, в тому числі 13 млн тон високотоксичних і небезпечних для здоров'я. 17 млн українців відчують вплив атмосферних забруднень, а 11 млн живуть в умовах небезпечного для здоров'я забруднення повітряного середовища.

Проблема антропогенного забруднення навколишнього середовища існує в усьому світі. На Давоському економічному форумі (2002 г.) американські вчені представили рейтинг екологічної чистоти 142 країн світу. Експерти проаналізували дані по набору параметрів (стан навколишнього середовища, ступінь схильності жителів країни екологічну загрозу, спроможності уряду країни протистояти екокатастрофою) і прийшли до висновку, що Фінляндія сама «чиста» країна в світі. В першу десятку потрапили Норвегія, Швеція, Канада. Завершують список Італія, Великобританія, Росія і Україна (137-е місце) [6].

У 1991 році в Україні вперше кількість померлих перевищила кількість народжених, а в 2007 році ця різниця зросла вдвічі.

Загальний обсяг водоспоживання України становить близько 30 млрд м³/год; кількість стічних вод становить близько 4,3 млрд м³/год.

Споживання розподіляється наступним чином:

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		25

Сільське господарство - 36%;

Електроенергетика - 31%;

Металургія - 9%;

Інші галузі промисловості - 14%;

Внутрішнє споживання \approx 10%;

70% населення забезпечується водою з Дніпра, 15% - з інших поверхневих водних джерел і тільки 15% - з підземних джерел.

Водоспоживання в містах, розташованих уздовж Дніпра, становить близько 20 млрд м³/год. Близько 50% загального обсягу стічних вод припадає на міські стічні води. За грубими підрахунками, в 80 великих містах, невеликих містах і селищах очисні споруди функціонують незадовільно або дуже перевантажені, що призводить до прямих викидів неочищених стічних вод в річки і моря. Залізні руди Кривого Рогу дають майже 50 млн м³/год очищених стічних вод, що містять не тільки сіль (4г/л), а й частки важких металів. Близько 800 млн м³ солоної води з вугільних шахт потрапляють в річки. 100 млн м³ скидається безпосередньо в Дніпро. Солоність води становить, в середньому 4-5 г/л, максимальна - 100 г/л. Згідно Гідрометцентру, забруднена велика частина Дніпра, багато станцій реєструють зміст біохімічної потреби кисню, нітритів, продуктів нафти, фенолу і особливо міді, перевищуючі відповідні показники в стандартах якості води. Найчастіше всього порушуються стандарти на вміст цинку і марганцю. Морепродукти, відібрані для аналізу в гирлі Дніпра, містять ртуть в концентраціях перевищуючих допустимі для продуктів харчування. За офіційними даними, витік води становить 25% і менше, проте вона може збільшуватися до 35 %. Внаслідок відсутності робочих систем моніторингу і контролю втрат [6].

Особливо увагу слід приділити визначенню граничних концентрацій токсичних речовин, особливо важких металів, так як від концентрації цих металів в міських стічних водах безпосередньо залежить можливість використання мулу в сільському господарстві.

Джерела утворення стічних вод, що містять важкі метали. До «важких» металів відносять більше 40 хімічних елементів періодичної системи з атомними

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		26

масами понад 50 а.о.м. іноді важкі метали називають елементи, які мають щільність $> 7-8$ тис. кг м⁻³ (крім благородних і рідкісних). Обидва визначення умовні і переліки важких металів за цими формальними ознаками не збігаються. Група елементів, що позначають важкі метали, активно беруть участь в біологічних процесах, багато які з них входять до складу ферментів. Набір, «важких металів» багато в чому збігається з переліком «мікроелементів».

До числа важких металів відносять Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Mo, Cd, Sn, Sb, Te, W, Hg, Tl, Pb, Bi.

Головним природним джерелом важких металів є породи (магматичні і осадові) і породоутворюючі мінерали.

Надходження важких металів у біосферу внаслідок техногенного розсіювання здійснюється різноманітними шляхами і всіма видами господарської діяльності [8]. За домінуванням особливо токсичних елементів в забруднювачі, антропогенні джерела можна охарактеризувати наступним чином:

- спалювання вугілля - Se, As, Zn, Hg, V;
- кольорова металургія - Se, As, Sb, Cu, Ag, Sr, Cd, Hg, Al, Sn, Pb, Bi, Mo, W, Co, Ni;
- лакофарбова промисловість - Cu, Se, Sb, Sr, Zn, Cd, Hg, Al, Sn, Pb, V, Cr, Mo, W, Co;
- гальванічне виробництво - Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Al, Sn, Pb, Bi, Cr, Ni;
- поліграфія - Se, As, Zn, Hg, Pb, V, Co, Ni;
- виробництво акумуляторів - Cu, Ag, Sr, Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, Bi, Ni, Zi;
- текстильна промисловість - Se, Sb, Al, Sn, Pb, V, Cr, Wi;
- виробництво скла - Se, As, Sb, Ag, Zn, Cd, Al, Pb, V, Sr, Co;
- побутове сміття і господарсько-побутові стічні води - Cu, Ag, Zn, Cd, Hg, Sn, Pb, Si, Cr, Mo;
- автотранспорт - Pb, Sn;
- хімічна обробка рослин - As, Cu, Zn, Pb, Co, Hg, F, B, Sn, Bi;
- фосфорні мінеральні добрива - Sr, F, Pb, Cu, U, As.

					НУЦЗУ.2.19-28.CX та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		27

Джерела надходження важких металів в навколишнє середовище діляться на стаціонарні та рухливі. Основними стаціонарними джерелами є підприємства гірничо-металургійної галузі, паливно-енергетичного і хімічного комплексів, машинобудування, виробництво будівельних матеріалів, скляні підприємства, целюлозно-паперова і оборонна промисловість, полігони твердих побутових і промислових відходів. Рухливими джерелами є всі види транспорту, особливо авто і залізничний транспорт, авіація, ракетно-космічна техніка.

Гальванічне виробництво є одним з найбільших споживачів води, а його стічні води - одним з найбільш токсичних і шкідливих.

Гальванотехніка - процес отримання на поверхні виробу або основи (форми) шарів металів з розчинів їх солей під дією постійного електричного струму. Суть методу полягає в зануренні покриваючих виробів в водний розчин електроліту, головним компонентом якого є солі або інші розчинні сполуки – металопокриття.

Гальваностегія застосовується ширше, ніж гальванопластика, її мета надати готовим виробам або напівфабрикатам певні властивості: підвищену корозійну стійкість (цинкуванням, кадміюванням і ін.)

Гальванічне виробництво є одним з великих споживачів кольорових металів і досить дорогих хімікатів [8]. Найбільш розповсюджені процеси - цинкування, нікелювання, хромування, міднення, кадміювання, сріблення, золочення.

Мідні покриття застосовуються в якості підшару при нанесенні багатошарових захисно-декоративних та багатофункціональних покриттів на вироби зі сталі, цинкових і алюмінієвих сплавів в багатьох галузях промисловості, в тому числі обміднення труб. Нікелеві покриття застосовують в промисловості для захисту від корозії виробів із сталі і кольорових металів, для підвищення зносостійкості поверхонь тертя.

Нанесення олова застосовують для захисту виробів від корозії в органічних кислотах, що містяться в харчових продуктах. Сріблення широко застосовується в радіоелектронній промисловості, виробництві засобів зв'язку та електронно-обчислювальних машин для забезпечення високої електричної провідності контактів, покриття внутрішньої поверхні хвилеводів, монтажного дроту.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		28

Цинкування застосовують для виготовлення труб для харчових і питних цілей. Деталі з металів, що підлягають гальванізації, лакуванню, емальованого покриттю іншими матеріалами (забарвленням, порошковими фарбами), необхідно попередньо очистити і знежирити (від бруду, мастил, пігментних плям, полірувальних і шліфувальних паст, оксидів і ін.).

Стічні води заводів по обробці кольорових металів. Існують заводи первинної і вторинної обробки кольорових металів. Заводи первинної обробки (прокатні, волочильні, пресові) виробляють прокат плоского і круглого формату з важких кольорових металів, складних сплавів і прокат алюмінієвої фольги. Заводи вторинної обробки (ливарні) виробляють в основному лиття алюмінієве і бронзо латунне.

На заводах з обробки кольорових металів утворюються:

а) забруднені стічні води від промивання металу після протруєння його в травильних розчинах, від періодичних скидів відпрацьованих масляних емульсій, від гідро збивання окалини та інших технологічних операцій;

б) незабруднені стічні води від охолодження технологічної апаратури і силових агрегатів в машинних залах прокатних цехах. Незабруднені стічні води використовуються в оборотних циклах водопостачання заводів.

Стічні води електротехнічної промисловості. До цих підприємств відносяться заводи електромашинобудування, апаратобудування, трансформаторного будування, конденсатор будування, хімічних (аккумуляторних) джерел струму та електроізоляційних матеріалів[8].

До хімічних джерел струму відносяться акумулятори різних типів (кислотні та лужні) і гальванічні елементи різних систем.

Стічні води пігментної промисловості. До цих підприємств відносяться заводи і цехи по виробництву свинцевих і цинкових крон, глету і сурику, червоних і жовтих залізоокисних пігментів, двоокису титану.

Стічні води родовищ золота. Залежно від природних умов золоті розсипи розробляються різними методами. На Україні промисловий видобуток золота

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		29

здійснюється в Карпатах, Дніпропетровській і Кіровоградській областях, а переробка концентрату в Кам'янську (Придніпровський хімічний завод).

Вплив солей важких металів на навколишнє середовище. Токсичністю називається здатність різних хімічних елементів або їх з'єднань мати шкідливий вплив на мікроорганізми, рослини, тварин, людини [9]. Поняття «токсичність» відноситься не до певних елементів, наприклад важких металів, а до будь-яких хімічних забруднюючих речовин, що надходять в біосферу в високих концентраціях. В даний час загальновизнаним є твердження, що немає токсичних речовин - є токсичні концентрації.

Серед великого набору хімічних забруднюючих речовин найбільш вивчено токсичний вплив важких металів на рослини, або фітотоксичність.

Токсичний вплив важких металів на рослини проявляється:

- в зміні проникності клітинних мембран (Ag, Au, Cd, Cu, Hg, Pb);
- в реакції тіольних груп з катіонами (Ag, Hg, Pb);
- в конкуренції з життєво важливими метаболітами (As, Sb, Se, Te, W);
- в спорідненості до фосфатним груп і активним центрам в АДФ і АТФ (Al, Be, Se, Zr);
- в заміщенні життєво важливих іонів (переважно макроелементів - Cs, Li, Rb, Se, Sr);
- в захопленні в молекулах позицій, займаних життєво важливими функціональними групами типу фосфату і нітрату (арсенат, борат, селенат, теллурації, вольфрамат).

Оцінка фітотоксичності дуже складна і залежить від безлічі факторів, зокрема від співвідношення іонів і їх з'єднань в розчині: токсичність арсенату і селенату знижується в присутності надлишку фосфату або сульфату.

Фітотоксичність Mn і Fe тісно пов'язана з кислотно-основним і окислювально-відновними потенціалами ґрунтів: фітотоксичність простежується на сильно кислому або переізовіткованому ґрунтах з лужною реакцією. На кислих ґрунтах від токсичності марганцю страждає картопля. Відносно толерантні (збереження життєдіяльності при постійному надходженні важких металів в біосферу) до мар-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		30

ганцю овес, жито, цукрові буряки, боби, найбільш чутлива - капуста. Фітотоксичність нікелю найчастіше проявляється на кислих ґрунтах. Молібден малотоксичний для рослин. Фітотоксичність нікелю найчастіше проявляється на кислих ґрунтах. Цинк характеризується слабкою фітотоксичністю: перші ознаки уповільнення зростання і пригніченості розвитку з'являються у більшості рослин при утриманні цього елемента понад 300 мг/кг. Вміст цинку в зернових злаках менше, ніж в бобових культурах. Мідь у високих концентраціях здатна надавати фітотоксичну дію, вдвічі перевищує фітотоксичність цинку. Пригнічення рослин міддю спостерігається на легких бідних гумусом ґрунтах. Фітотоксичність ртуті обумовлена характером її з'єднань; найбільш токсичні метил-, диметил- і етилртуть.

Токсичність миш'яку проявляється тільки при дуже високих концентраціях на легких ґрунтах. Для більшості рослин миш'як не є дуже небезпечним елементом, так як рослини виводять його з організму. Сурма фітотоксична вже при відносно низьких концентраціях. Свинець має невисоку фітотоксичність в зв'язку зі здатністю рослин переводити його в малорухливий стан в процесах різних хімічних реакцій утворення важкорозчинних фосфатів, сульфатів, карбонатів, хроматів, молібденів, гідроксидів, а також за рахунок сорбції органічними і мінеральними колоїдами. Рубідій проявляє фітотоксичність при вмісті, знижуючому надходження кальцію в рослини [9].

Вплив важких металів на людину. Розрізняють два види впливів важких металів на організм людини:

- специфічне, що приводить до виникнення певних захворювань в результаті виборчого впливу на органи і системи організму;
- неспецифічне, при якому дія елементів сприяє росту хвороб, пов'язаних з іншими факторами.

Специфічна дія проявляється при значних дозах важких металів, неспецифічна - при низьких. Специфічна дія характерно для більшості важких металів, в тому числі ртуті, кадмію, свинцю, миш'яку. Забруднення риби ртуттю в Японії викликало важку хворобу Мінамата.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		31

Загально токсична дію високих доз важких металів на людину або тварин призводить до ураження або зміни діяльності таких найважливіших систем організму, як центральної і периферичної нервової системи, кровотворення, внутрішньої секреції. Важкі метали поряд із загальним токсичним впливом мають специфічний вплив на репродуктивну функцію, сприяють виникненню злоякісних новоутворень, порушення апарату спадковості. Кадмій, хром, нікель, свинець, ртуть впливають на статеві клітини, специфічне канцерогенну дію надає миш'як, кобальт, кадмій, хром, нікель.

Важкі метали вибірково накопичуються в різних органах і тканинах людини і тварин [9]. Зазвичай вони акумулюються в органах з інтенсивними біохімічними процесами - в печінці, нирках, ендокринних залозах. Найбільшу здатність представляє можливість прояву негативного впливу на організм через багато років і в наступних поколіннях.

З отрут, які регулярно надходять в організм людини, 70% - потрапляє з їжею, 20% - з повітря і 10% - з водою.

В ефективності накопичення важких металів істотну роль відіграє забезпеченість організму необхідними елементами: залізом, цинком, кальцієм, селеном, йодом і ін. Є дані про те, що при недостатньому надходженні в організм заліза такі метали як свинець, кадмій, плутоній засвоюються в надмірній кількості, особливо у людей, які мають справу з цими металами професійно.

Важкі метали, що потрапили в організм, розподіляються в ньому нерівномірно. Перший удар приймають на себе основні органи виділення (печінка, нирки, легені, шкіра). Ртуть накопичується в речовині головного мозку, печінки, щитовидної залози і гіпофізі; свинець - в кістках; кадмій - в нирках, печінці, кістках; мідь - в печінці; миш'як і ванадій - у волоссі і нігтях; олово - в тканинах кишечника; цинк - в підшлунковій залозі.

Все двадцяте століття пройшло під знаком "крилатого металу" - алюмінію, який може бути винуватцем безлічі захворювань: хвороби Альцгеймера (старече слабоумство), ураження мозку з розладами як у дорослих, так і у дітей та інші захворювання.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		32

Вплив важких металів на онкозахворюваність. Спектр захворювань, що викликають Cr, Zn, Ni, Mn, дуже широкий: від токсичних до канцерогенних ефектів. Ці метали можуть призводити до раку шлунка, печінки, легенів, шкіри. Проте, в мікродозах вони здатні підвищувати стійкість організму до дій хвороботворних мікробів.

Вплив на виникнення злоякісних захворювань у чоловіків більше виражено, ніж у жінок, в силу того, що професійні дії у чоловіків частіше поєднуються з більш важкими умовами праці та більшого поширення шкідливих звичок. Внесок професійних впливів в смертності від різних локалізацій раку може змінюватись від 25% до 1%. У канцерогенних виробництвах внесок професійних впливів в онкологічний ризик може істотно зростати від 2% до 38%.

Гранично допустима концентрація важких металів у водному середовищі. Протягом сотень років якістю питної води пояснюють як хороший, так і поганий стан здоров'я населення [9].

Середньозважена кількість води при загальній масі людини 70 кг складає 40 літрів, з них 25 л становить внутрішньоклітинна і 15 л позаклітинна вода. Баланс води для людського організму при нормальних умовах: температурі навколишнього середовища 20° С і при виконанні роботи середньої тяжкості можна представити наступними показниками, що наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4.

Баланс води для людського організму

Надходження, л/день	Витрата, л/день
Напої - 1,5	Сеча - 1,4
Їжа - 0,6	Шкіра - 0,35
Обмін речовин - 0,2	Дихання - 0,35
-	Піт - 0,2
Сумарна кількість 2,3	Сумарна кількість 2,3

Для запобігання негативним наслідкам впливу важких металів на окремі компоненти природного середовища слід знати їх граничні рівні, при яких можлива нормальна життєдіяльність і функціонування організмів. Основною величиною екологічного нормування вмісту важких металів в компонентах природного середовища є гранично допустима концентрація (ГДК). ГДК - це такий вміст шкідливої речовини в навколишньому середовищі, яке при постійному контакті або при впливі за визначений проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і не викликає несприятливих наслідків у його потомства. При визначенні ГДК враховується не тільки вплив забруднюючої речовини на здоров'я людини, але і його вплив на тварин, рослини, мікроорганізми, а також на природні співтовариства в цілому.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		34

РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД НА ПІДПРИЄМСТВАХ.

2.1. Аналіз методів та способів очищення стічних вод

Очищення стічних вод – це руйнування або видалення з них певних речовин, знезараження і видалення патогенних організмів.

Існує велике різноманіття методів очищення, які можна розділити на наступні основні групи по основним використовуваним принципам:

- **Механічні.** Вони засновані на процедурах проціджування, фільтрування, відстоювання, інерційного поділу. Дозволяють відокремити нерозчинні домішки. За вартістю механічні методи очищення відносяться до одних з найдешевших методів.
- **Хімічні.** Застосовуються для виділення зі стічних вод розчинних неорганічних домішок. При обробці стічних вод реагентами відбувається їх нейтралізація, знебарвлення і знезаражування. У процесі хімічної очистки може накопичуватися досить велика кількість осаду.
- **Фізико-хімічні.** При цьому використовуються процеси коагуляції, окислення, сорбції, екстракції, електролізу, іонообмінного очищення, зворотного осмосу. Це високопродуктивний спосіб очищення, що відрізняється високою вартістю. Дозволяє очистити стічні води від дрібно- і грубо дисперсних часток, а також розчинених сполук.
- **Біологічні.** В основі цих методів лежить використання мікроорганізмів, що поглинають забруднювачі стічних вод. Застосовуються біофільтри з тонкою бактеріальною плівкою, біологічні ставки з мікроорганізмами, аеротенки з активним мулом, з бактеріями та мікроорганізмами.

Часто застосовуються комбіновані методи, які використовують на кількох етапах різні методи очищення. Застосування того чи іншого методу залежить від концентрації і шкідливості домішок.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		35

Залежно від того, витягуються чи компоненти забруднюючих речовин із стічних вод, всі методи очищення можна розділити на регенеративні і деструктивні.

Застосовуються деструктивні методи очищення промислових стоків, що передбачають руйнування шкідливих домішок або переведення їх на нетоксичні продукти, і регенеративні, засновані на отриманні та утилізації домішок з стічних вод.

Очищення стічних вод та використання очищених вод промислового водопостачання здійснюють із такою метою:

- зменшення забору води, джерел водопостачання переходом на нову технологію виробництва із заміною водомістких процесів безводними або маловодними, наприклад, застосування повітряного охолодження замість водяного;
- переходу на замкнені системи водопостачання і водовідведення;
- підвищення коефіцієнта оборотного водопостачання і повторного використання води у виробництві;
- впровадження нових методів очищення стічних вод на локальних установках, загальнозаводських і районних очисних спорудах, які передбачають вилучення та утилізацію цінних продуктів і відходів виробництва й використання очищеної води;
- раціонального розміщення нових та реконструкції діючих промислових підприємств і споруд для очищення стічних вод [10].

Виробничі стічні води забруднені, в основному, відходами і викидами виробництва. Кількісний і якісний склад їх різноманітний і залежить від галузі промисловості, її технологічних процесів. Їх ділять на дві основні групи: неорганічні домішки, що містяться, у тому числі і токсичні, і ті, що містять отрути.

Методи очищення стічних вод можна розділити на механічні, хімічні, фізико-хімічні й біологічні, коли ж вони застосовуються разом (комбіновані).

Застосування того або іншого методу у кожному конкретному випадку визначається характером забруднення і ступенем шкідливості домішок.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		36

Способи очищення забруднених промислових вод можна об'єднати в такі групи: механічні, фізичні, фізико-механічні, хімічні, фізико-хімічні, біологічні, комплексні.

Механічний метод очищення стічних вод полягає у видаленні із стічної води забруднень, які знаходяться в ній в нерозчинному і частково колоїдному стані. Відходи, які містяться в стічній воді (папірці, ганчірки, кістки, різні промислові відходи тощо) попередньо затримуються решітками.

Механічне очищення дозволяє виділяти з побутових стічних вод до 60- 75% нерозчинних домішок, а з промислових – до 95%, багато з яких як цінні домішки використовуються у виробництві [11]. Для здійснення проціджування застосовують решітки, сітки, за допомогою яких відбувається фільтруючий процес від велике сміття (пакети, ганчірки, пластик, великі деталі або предмети). Очищаючу пристрій працює за принципом установки спеціальної сітки, яка ловить велике сміття, потім очищена вода переходить до більш дрібної сітки, де затримується дрібне сміття, і в ув'язненні мікропроціджувач прибирає мікрочастинки і нерозчинені речовини [12].

До хімічних способів очищення стічних вод відносяться такі методики як нейтралізація, окислення, відновлення. Хімічне очищення можуть використовувати як попередню перед біологічної або як метод доочистки. І хімічне, і фізико-хімічне очищення використовуються тільки в промислових умовах. Попередньо обов'язково проводять механічну очистку. Хімічним очищенням досягається зменшення нерозчинних домішок до 95% і розчинних – до 25% [13].

Нейтралізація - це особливий спосіб обробки забрудненої води, який дозволяє відновлювати нормальний рівень рН (6.5-8.5). Даний метод знешкоджує кислоти і луги шляхом перетворення їх в безпечні речовини. З такими забруднювачами доводиться мати справу при очищенні стоків промислових підприємств. Якщо в наявності є і кислотні, і лужні стоки, їх можна нейтралізувати шляхом простого змішування. Для нейтралізації кислотних вод застосовують лужні відходи, їдкий натрій, соду, крейду і вапняк. Для реалізації даного методу на підприємствах встановлюють фільтри і різні пристрої [14].

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		37

Основні способи, що застосовуються для проведення нейтралізації:

- змішування кислотних, лужних рідин;
- введення реагентів;
- фільтрування кислотовміщуючих стоків із застосуванням нейтралізують речовин;
- лужне розчинення газів;
- введення в кислі стоки аміачного розчину.

Після *окислення* патогенні мікроорганізми гинуть. Даний спосіб застосовує тоді, коли витяг домішок механічними способами або шляхом відстоювання не дає потрібних результатів. Активні препарати - озон, хлор, біхромат калію, піролюзит, хлорат кальцію, кисень. Застосування хлору передбачає подальше дехлорування води. Озонування - методика передова, але досить дорога. Більш того, у великих кількостях озон є вибухонебезпечною речовиною.

За допомогою *відновлення* можна знешкодити сполуки хрому, ртуті, миш'яку і деяких інших елементів, які є легко відновлювальними. У ролі реагентів виступають діоксид сірки, гідросульфід натрію, водень і сульфат заліза.

Біологічний метод відіграє велику роль серед методів очищення стічних вод, оснований на використанні закономірностей біохімічного і фізіологічного самоочищення річок й інших водоймищ. Є декілька типів біологічних пристроїв по очищенню стічних вод: біофільтри, біологічні ставки й аеротенки [15].

У біологічних ставках в очищенні стічних вод беруть участь всі організми, що населяють водоймище.

Аеротенки – величезні резервуари із залізобетону. Тут очисне начало – активний мул з бактерій і мікроскопічних тварин. Всі ці живі істоти бурхливо розвиваються в аеротенках, чому сприяють органічні речовини стічних вод і надлишок кисню, що надходить до споруди потоком повітря, що подається. Бактерії склеюються в пластівці і виділяють ферменти, що мінералізують органічні забруднення. Мул з пластівцями швидко осідає, відділяючись від очищеної води. Інфузорії, джгутикові, амеби, коловертки й інші найдрібніші тварини, пожираючи бактерії, що не злипаються в пластівці, омолоджують бактерійну масу мулу [16].

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
						38
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		

Стічні води перед біологічним очищенням піддають механічній, а після неї для видалення хвороботворних бактерій і хімічному очищенню, хлоруванню рідким хлором або хлорним вапном. Для дезінфекції використовують також інші фізико-хімічні прийоми (ультразвук, електроліз, озонування й ін.).

Біологічний метод дає великі результати при очищенні комунально- побутових стоків. Він застосовується також і при очищенні відходів підприємств нафтопереробної, целюлозно-паперової промисловості, виробництві штучного волокна.

Очищення стічних вод на підприємствах може здійснюватися за однією з таких схем:

- очищення стічних вод на заводських очисних спорудах;
- очищення стічних вод після їхнього забруднення на заводських, а потім на міських очисних спорудах з подальшим спуском у водойми;
- безперервне очищення промислових вод та розчинів на локальних очисних спорудах протягом певного часу, після чого вони передаються на регенерацію, після регенерації повертаються в оборот та лише після з'ясування неможливості регенерації усереднюються і передаються на заводські очисні споруди та утилізуються.

Біологічний метод вважають основним для знешкодження стічних вод від органічних домішок, які окислюються. В їх основі лежить біологічне окислювання, яке дозволяє очистити стічні води від різних органічних речовин. Ці речовини не можна видалити зі стоків механічним шляхом. Біологічне окислення реалізується за допомогою спільноти мікроорганізмів (біоциноз), які включають безліч різних бактерій, найпростіших та ряд високоорганізованих організмів- водоростей, грибів та інші [17].

Для стічних вод підприємств машинобудування використовується рідко.

Фізико-хімічні методи очищення базуються на :

Коагуляція: в основі методу лежить додавання в стічні води активних коагулянтів (солі амонію, міді, заліза і т.д.). Шкідливі речовини випадають в осад пластівцями, які вилучаються без особливих зусиль. Коагуляція популярна на бі-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		39

льшість підприємств промисловості: текстильної, легкої, нафтохімічної, целюлозно-паперової, хімічної та ін. Метод має ефективність до 95%.

Іонообмінний метод: найчастіше застосовується з метою пом'якшення води. Суть методу полягає в заміні «небажаних» іонів (в разі пом'якшення - магнію і кальцію) «нешкідливими», наприклад, натрію [18].

Метод очищення іонним обміном набув широкого поширення, як в промисловості, так і в побуті. Побутові іонообмінні фільтри, як правило, не використовуються для роботи з сильно забруднені водами, тому ресурсу одного фільтра вистачає на очищення великої кількості води, після чого фільтр підлягає утилізації. У той же час при водопідготовки іонообмінний матеріал найчастіше підлягає регенерації за допомогою розчинів з великим вмістом іонів H^+ або OH^- [18].

Флокуляція. Флокулянти представляють собою високомолекулярні сполуки. Молекули флокулянта контактують з частинками домішок, що призводить до агрегації забруднень. Дрібні частинки переходять у завислий стан. Зазвичай цей метод додатково використовують коагуляції, що б прискорити випадання в осад пластівців і скоротити обсяги необхідного коагулянту.

Флокулянти бувають природного (діоксид кремнію) або синтетичного (поліакриламід) походження.

При додаванні флокулянта відбуваються такі дії:

- на поверхневому шарі колоїдних частинок адсорбуються молекули коагулянту;
- молекули флокулянта утворюють сітчасту структуру; - вплив сил Ван-дер-Ваальса змушує колоїдні частинки злипатися .

Флокулянти: крохмаль, декстрин, ефіри целюлози та ін.

Очищення цим способом дуже просте в реалізації і застосуванні. Спочатку підбирають необхідний обсяг флокулянта і додають його в воду. Випадають пластівці, які забирають механічним методом. Адсорбція заснована на здатності певних речовин вбирати домішки. Найбільш частими реагентами є активоване вугілля, бентонітові глини, торф, цеоліти і т.д .

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		40

Основним плюсів адсорбції є велика результативність, очищення від декількох видів забруднень, рекуперація.

Розділяють регенеративну і деструктивну адсорбційну очистку. У першому виді домішки видаляються з адсорбенту і піддаються утилізації. При другому виді домішки піддаються знищенню разом з адсорбентом [19].

Залежно від виду використовуваного адсорбенту і видаляється хімічної речовини можна досягти ефективності до 95%. Найбільш поширене використання активованого вугілля.

У адсорбції обов'язково передбачають перемішування води і сорбенту або пропускання води через його шар. Сорбційна установка може складатися з 3-5 фільтрів в певній послідовності.

Екстракція застосовується для очищення стічних вод, що містять феноли, масла, органічні кислоти, іони металів і інші [20].

Стадії процесу екстракції:

- інтенсивне перемішування з екстрагентом (органічні розчинники) і поділ на 2 фази: перша містить витягуванні речовини з екстрагентом (екстракт), друга - СВ з екстрагентом (рафінат);
- поділ екстракту і рафіната;
- регенерація екстрагента з екстракту і рафіната.

Широке застосування знаходить також електроліз. Він полягає в руйнуванні органічних речовин у стічних водах і витяганні металів, кислот й інших неорганічних речовин. Електролітичне очищення здійснюється в особливих спорудах – електролізерах. Очищення стічних вод за допомогою електролізу ефективно на свинцевих і мідних підприємствах, в лакофарбовій і деяких інших областях промисловості [21].

Електрофлотація – фізико-хімічний метод очищення води від нерозчинних (дисперсних) речовин. Метод заснований на проведенні електролізу води на нерозчинних електродах і флотаційному ефекті. В процесі електрофлотації нерозчинні забруднюючі речовини піднімаються на поверхню стічної води, що переносяться спливаючими мікробульбашками електролітичних газів [22].

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		41

Забруднені стічні води очищають також за допомогою ультразвуку, озону, іонообмінних смол і високого тиску, добре зарекомендувало себе очищення шляхом хлорування [22].

Фізико-механічний метод очищення стічних вод.

Флотація: метод очищення стічних вод спрямований на виділення нафтопродуктів та масел. В стічні маси подається повітря, який утворює безліч бульбашок. Частинки нафтопродуктів мають властивість прилипати до таких бульбашок, внаслідок чого вони виявляються на поверхні у вигляді піни. Її можна видалити за допомогою спеціальних скребоків або шляхом підняття рівня води - при цьому піна сама стече в приймальний лоток [23].

Зворотний осмос (знесолення води, водопідготовка ТЕЦ) і *ультрафільтрація* це процеси фільтрування розчинів через напівпроникні мембрани під тиском, що перевищує осмотичний тиск. Мембрани пропускають молекули розчинника затримуючи розчинені речовини. З води видаляються такі шкідливі речовини як магній, ртуть, нітрати, нітрити, стронцій, миш'як, свинець, сульфати, залізо, хлор, а також багато (але не всі), бактерії і віруси [24].

Ультрафільтрація (UF) є одним із способів мембранної фільтрації, за допомогою гідростатичного тиску рідина просочується через порожнисті волокна. Волокна використовувані в ультрафільтраційних мембранах представляють собою тонкий шар матеріалу, здатний відсіювати речовини, якщо їх величина більше розміру мембранних пор [24].

При ультрафільтрації розмір окремих частинок на порядок більше. Тиск, необхідне для проведення зворотного осмосу (6-10 МПа), значно більше, ніж для процесу ультрафільтрації (0,1-0,5 МПа).

Ультрафільтрація очищає від таких речовин як заліза, нафтопродуктів, завислі речовини, важких металів та інші.

Перевагами методу:

- відсутність фазових переходів при відділенні домішок;
- можливість проведення процесу при кімнатних температурах з невеликими добавками хімічних реагентів;

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		42

- повне видалення зважених речовин;
- підвищений ступінь очищення до 0,01 мікрон;
- освітлення рідини; - зниження витрат споживаної води в 2 рази;
- зменшення енерговитрат в 2 рази;
- простота конструкцій апаратури.

Недоліки методу: виникнення явища концентраційної поляризації, яке полягає в зростанні концентрації розчиненого речовини біля поверхні мембрани [25]. Ефективність процесу залежить від мембран. Вони повинні володіти: високою розділяючою здатністю (селективністю), великою питомою продуктивністю (проникністю), стійкістю до дії середовища, незмінністю характеристик в процесі експлуатації, достатньою механічною міцністю, низькою вартістю. Процес мембранного поділу залежить від тиску, гідродинамічних умов і конструкції апарату, природи і концентрації стічних вод, утримання в них домішок, температури [25].

2.2. Сучасні методи очистки стічних вод промислових підприємств

Охорона навколишнього природного середовища та раціональне використання природних ресурсів набуває в наші дні все більше значення для запобігання забруднення водойм промисловими стічними водами. У зв'язку з різноманітністю складу, властивостей і витрати стічних вод промислових підприємств необхідна розробка і застосування різних методів і споруд по очищенню води і обробці осаду.

Очищення стічних вод промислових підприємств здійснюється із застосуванням основних технологічних операцій – механічної, фізико-хімічної, біологічної очистки та поєднання їх з новими методами (зворотний осмос, ультразвук (УЗ), ультрафіолет (УФ), ультрафільтрація, електродіаліз тощо). Також можуть застосовуватися більш сучасні мембранні і електрохімічні методи. Це можуть бути загальні споруди для очищення стічних вод промислових підприємств харчової, нафтохімічної, машинобудівної галузей або локальні очисні споруди [26].

Мембранна система очистки води є на сьогоднішній день найбільш передовою технологією. Мембранні технології добре підходять для переробки та повто-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		43

рного використання стічних вод. В основі таких систем лежать напівпроникні пористі мембрани, через які проходить водний потік і очищає його від домішок. Непотрібні утримані речовини концентруються в потоці (концентрат), який не накопичується, а виводиться з системи. Очищена вода проходить через мембрану у вигляді фільтрату . Чим менші пори мембран, тим вище ступінь очищення, а й тим більший тиск необхідно застосувати для фільтрації. Фільтри, що працюють з тиском до 6 атмосфер, найчастіше застосовують для очищення прісної води від будь-якого роду домішок. Системи середнього тиску до 40 атмосфер служать для демінералізації води. З високим - понад 40 атмосфер - для демінералізації сольових розчинів або очищення стічних вод [27].

Мембранна система очистки води має ряд переваг: забруднення не накопичуються, екологічна чистота, простота експлуатації і малогабаритність і високий ступінь автоматизації. Така система дозволяє отримувати особливо чисту воду без домішок. Згубний вплив на них чинять солі жорсткості, розчинене залізо, органічні сполуки. Фільтр буде служити довше, якщо буде проведена водопідготовка, в результаті це обійдеться дешевше, ніж часта заміна картриджів. До мембранних процесів відносять ультрафільтрацію, мікрофільтрацію , нанофільтрація та зворотний осмос [27].

Мембранні технології зворотного осмосу (ЗО) і нанофільтрації (НФ) отримали широке визнання в якості найбільш ефективних і економічних з доступних в даний час процесів.

Зворотний осмос є найтонший рівень фільтрації. ЗО мембрани служать бар'єром для всіх розчинених солей, а також для речовин з молекулярною вагою понад 100. Молекули води, навпаки, вільно проходять через мембрану, завдяки чому на виході створюється потік чистої води. Затримання розчинених солей зазвичай становить 95% -99,9%. Робочий тиск ЗО зазвичай варіюється від 5 бар для солоної води і до 84 бар для морської води [27].

Нанофільтрація дозволяє видаляти частинки в розміром в нанометри, звідси і термін «нанофільтрація». Молекули органічних речовин з молекулярною масою 200-400 затримуються. Крім того, затримуються розчинені солі на 20-98%. Солі,

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		44

що містять одновалентні іони (наприклад, хлорид натрію або кальцію), затримуються на 20-80%, в той час як солі з двовалентними аніонами (наприклад, сульфат магнію), затримуються в більшій мірі (90-98%). НФ використовується для видалення кольоровості і загального органічного вуглецю з поверхневих вод, видалення жорсткості або радію з артезіанської води, загального зниження вмісту розчинених речовин. Робочий тиск зазвичай становить близько 3,5-16 бар [28].

Мікрофільтрація дозволяє видаляти частинки в діапазоні приблизно 0,1- 1 мкм. В цілому, зважені частинки і великі колоїдні частинки затримуються, в той же час макромолекули і розчинені тверді частинки проходять через МФ мембрану. МФ застосовується для видалення бактерій, хлопьевидних матеріалів або загальної суспензії. Робочий тиск зазвичай становить близько 0,7 бар [28].

Ультрафільтрація дозволяє видаляти частинки в діапазоні приблизно від 20 до 1000 Ангстрем (до 0,1 мкм). Всі розчинені солі і більш дрібні молекули проходять через мембрану. Речовини, яких затримують мембраною, включають колоїди, білки, мікробіологічні забруднення і великі органічні молекули. Велика частина УФ мембран має рейтинг за молекулярною масою між 1000 і 100 000 Ангстрем. Робочий тиск зазвичай становить близько 1-7 бар.

За кордоном, і перш за все в США, Японії, Англії, Франції, ФРН, зворотний осмос та ультрафільтрація отримали широкий промисловий розвиток для обробки води і водних розчинів, очищення стічних вод, очищення та концентрування розчинів високомолекулярних речовин. В даний час в цих країнах діє кілька тисяч зворотньоосмотичних і ультрафільтраційних установок продуктивністю від 1-3 до 17 000 м/доб (наприклад, на одному з металургійних заводів в Японії для очищення стічних вод). У США в 1981 р повинна бути введена в експлуатацію зворотньоосмотична (в поєднанні з електродіалізом) опріснююча установка продуктивністю близько 38 000 м/ доб. З пуском цієї установки, а також ряду інших близько половини опріснюваної на нашій планеті води буде оброблятися мембранними методами [29].

Один з найбільш перспективних методів глибокого очищення природних і стічних вод – сорбція на активних вугіллі та інших матеріалах, що дозволяє зни-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		45

зити вміст в воді консервативних біологічно не окислюється органічних речовин практично до будь-якої концентрації.

Останнім часом для очищення води від нафти стали застосовувати також озонування, екстракцію, біологічні та деякі інші нові методи. При озонуванні, наприклад, повітря, що містить багато озону, розпилюють в стічній воді, озон за 10-15 хв окисляє знаходить у воді нафту, зменшуючи її кількість в 10-20 разів. Очищена стічна вода знову може служити помічником людини при видобутку нафти [30].

Також перспективні нові екологічні методи знезаражування рідини за рахунок їх фізичної обробки і зменшення кількості для дезінфекції хімічних реагентів. До таких методів відноситься ультрафіолетове опромінення, електророзрядна кавітаційна обробка води. Переваги, при порівнянні різних методів знезаражування, кавітація є відносно не дорогим способом обробки рідини.

Наноочищення – розробка нових матеріалів і технологій для очищення води і стічних вод на основі нанокомпозитних матеріалів.

Метою наноочищення є створення інноваційних наночастинок і наночарів, властивості яких можна було б впровадити в традиційні методи очищення води. Уже розробляються плани по створенню системи водоочищення, яка б поєднувала очищення за допомогою нанофільтрів з композитних матеріалів і УФ випромінювання, що дозволить домогтися високої ефективності і багатофункціональності в роботі очисних споруд. Ідея полягає в тому, щоб вода не містила зважені речовини і мікроорганізми, а також хімічних та біологічних домішок.

В рамках програми «Blue Competence» компанія Енвіра-Хемі розробила автономні модульні очисні споруди EnviModul. Станції очистки стічних вод EnviModul виробляються, проходять первинне введення в експлуатацію та випробування на відповідність технічним вимогам на заводі в Німеччині, що забезпечує якість і безпеку установок [31].

Модульні очисні споруди EnviModul, у порівнянні з традиційними централізованими стаціонарними очисними спорудами, мають значні переваги з точки зо-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		46

ру розміру інвестицій в будівництво, гнучкості монтажу та швидкості реалізації проекту [31].

Модулі EnviModul дозволяють здійснити різні технології водопідготовки і очищення стічних вод, а також організувати оборотне водопостачання. Стадії очищення легко можуть комбінуватися, починаючи з попереднього очищення з використанням флотаційних установок Flomar[®], мембранних установок Envopur[®] і біологічних очисних споруд Biomar[®] і закінчуючи стадіями фізико-хімічної очистки із застосуванням установок Envochem[®], Flomar[®], Split-O-Mat[®] і Lugan[®]. Є можливість укомплектування споруд додатковими модулями водопідготовки [31].

2.3. Очистка промислових стічних вод методами електрокоагуляції та електрофлотокоагуляції

З електрохімічних методів очищення стічних вод (особливо стоків гальванічних виробництв) поширення одержав метод електрокоагуляції [4].

Метод використовують в системах локального очищення стічних вод, забруднених тонкодисперсними й колоїдними домішками. Очищення здійснюють від різних емульсій, масел, жирів, нафтопродуктів, сполук хрому й інших важких металів. Ефективність очищення становить: від нафтопродуктів і масел 54–68 %, від жирів – 92–99 %. Електрокоагуляційні установки мають продуктивність 50 м³ год.

Метод електрокоагуляції є другим після реагентного. Цей метод не вимагає дефіцитних реагентів і має ряд переваг, таких як універсальність, відсутність додаткового сольового забруднення води в процесі очищення, невеликі розміри установок, компактність установок і простота керування, відсутність потреби в реагентах, повна відсутність або спрощення реагентного господарства, простота обслуговування встаткування, слабка чутливість до змін умов проведення процесу, одержання шламу з кращими структурно-механічними властивостями [4].

Електрокоагуляцію застосовують головним чином для очищення нейтральних і слабколужних стічних вод. Застосування електрохімічних методів доцільно при відносно високій електропровідності стічних вод, обумовленої наявністю в

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		47

них неорганічних кислот, лугів або солей (при мінімальній концентрації солей, що дорівнює 0,5 г/л). При низьких концентраціях солей до стічних вод додають електроліти (зазвичай NaCl), що підвищують електропровідність стічних вод, у результаті чого знижуються питомі витрати електроенергії на їхню обробку.

Даний метод очищення стічних вод, заснований на електролізі з використанням металевих (сталевих або алюмінієвих) анодів, що піддаються електролітичному розчиненню. У результаті розчинення анодів вода збагачується відповідними іонами, що утворюють потім у нейтральному або слабколужному середовищі гідроксид алюмінію або гідроксид заліза. Під їхньою дією відбувається процес коагуляції високодисперсних речовин, що втримуються у воді, аналогічний обробці води відповідними солями алюмінію або заліза.

Однак, на відміну від застосування сольових коагулянтів, при електрокоагуляції вода не збагачується сульфат- і хлорид-іонами, вміст яких в очищеній воді лімітується як при скиданні її у водойми, так і при повторному використанні в системах виробничого водопостачання .

При електрокоагуляції стічних вод, що містять тонкодисперговані домішки, протікають й інші електрохімічні, фізико-хімічні й хімічно процеси: катодне відновлення розчинених у воді речовин, флотація твердих й емульгованих часток пухирцями газоподібного водню, що виділяється на катоді. Крім того, відбувається сорбція іонів і молекул розчинених домішок, а також часток, емульгованих у воді домішок, на поверхні гідроксиду алюмінію (заліза), які володіють значною сорбційною здатністю, особливо в момент утворення. Пластівці гідроксиду металу із сорбованими забрудненнями, зіштовхуються з пухирцями газу, з'єднуються з ними й спливають на поверхню рідини. Деякі частки забруднень, що мають пластівчасту структуру, можуть самокоагулювати один з одним тим самим, збільшуючи ефект гетерокоагуляції всієї системи. Для відділення пластівців коагулянту із сорбованими забрудненнями застосовують наступне відставання або флотацію.

Стримуючим фактором застосування електрокоагуляції є підвищена витрата електроенергії й листового заліза й алюмінію. Тому необхідність використання

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		48

даного методу в кожному конкретному випадку повинна бути економічно обґрунтована.

На ефективність електрокоагуляції впливають: матеріал електродів, відстань між ними, швидкість руху води між електродами, температура й склад води, напруга й щільність струму. Електрокоагуляцію рекомендується проводити у нейтральному або слабколужному середовищі за наступних умов: щільність струму не більше за 10 А/м², відстань між електродами – не більше за 20 мм, швидкість руху води не менше ніж 0,5 м/с.

Як аноди використовують графіт, магнетит, свинець і його з'єднання, кремнієві сплави й ін. Катоди виготовляють із графіту, молібдену, сплаву вольфраму із залізом або нікелем, нержавіючої сталі й ряду інших речовин.

Аноди й катоди часто виготовляють із того самого матеріалу, що дозволяє підвищити ресурс роботи апарата, періодично змінюючи полярність електродів. Найчастіше електроди виготовляють із заліза або алюмінію. Під дією постійного електричного струму аноди розчиняються з утворенням гидроксидів або солей металів, здатних до коагуляції.

На практиці зазвичай використовують безнапірні пластинчасті електрокоагулятори, напрямок руху рідини в які може бути горизонтальним або вертикальним. Вони можуть бути однопотоковими, багатопотоковими або змішаними. У разі багатопотокової схеми руху рідини, вода проходить одночасно через проміжки між електродами (паралельне сполучення каналів).

Електрокоагулятор являє собою корпус прямокутної або циліндричної форми, у який поміщають електродну систему [4].

Електрофлотокоагуляція. Часто при проведенні електрофлотації використовують попереднє введення в стічні води коагулянтів. За рахунок цього ефективність флотації істотно підвищується.

Одночасне утворення пластівців коагулянту й пухирців газу в стиснутих умовах міжелектродного простору створює передумови для надійного закріплення газових пухирців на пластівцях й інтенсивній коагуляції забруднень, що забезпечує ефективність флотаційного процесу. Такі установки називаються електро-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		49

коагуляційно-флотаційними. При пропускній здатності до 10-15 тис. м³/год установки можуть бути однокамерними, а при більшій пропускній здатності - двокамерними горизонтального або вертикального типу.

Коагулянти можна вводити безпосередньо у вигляді відповідних солей або за рахунок організації активного анода. Тобто, організується попередня (перша) секція електрокоагуляції, де відбувається розчинення анода й утворення гідроокисних структур, які виконують коагулюючі функції. У другій секції протікає основний процес електрофлотації за рахунок пухирців газів, що утворюються на графітових електродах. Третя секція організується, якщо необхідно додаткове знезараження очищених стічних вод. У ній за рахунок певного розташування електрода збільшується поверхня його контакту з водою й збільшується кількість пухирців кисню, що утворюються, які виконують функцію окислювача.

Метод електрофлотокоагуляції (ЕФК) дозволяє одночасно здійснювати два процеси - зміна дисперсного стану домішок за рахунок їхньої коагуляції під дією електричного поля - коагуляція й закріплення пухирців електролітичного газу на поверхні часток, що коагулюють, що забезпечує їхню наступну флотацію. Особливо ефективний процес при анодному (катодному) розчиненні металу електродів. Це пояснюється тим, що коагулюючи активність електрогенерованих реагентів на відміну від коагулянтів, отриманих при гідролізі солей металів, значно вище.

Основними стадіями процесу ЕФК є генерація електролітичного коагулянту, генерація електролітичного газу, коагуляція домішок, закріплення електролітичного газу на поверхні коагульованих домішок (утворення флотокомплексів) і спливання флотокомплексів [6].

У процесі ЕФК на поверхні води утворюється шар піни, що згрібається з поверхні апарата механічними шкребками, а потім піддається гасінню в піногаснику. Потім осад збезводнюється на спеціальних фільтрах, а кек (збезводнений осад) вивозиться на компостування, а фугат направляється в "голову" очисних споруджень на повторне очищення.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		50

Комбінований метод, що включає електрокоагуляцію й електрофлотацію (ЕФК) відрізняється високим ефектом виділення зі стічної води забруднень, більш економічний за витратами електроенергії й металевих електродів у порівнянні з електрокоагуляцією. При ЕФК установки відпадає необхідність введення реагентів в очищувану рідину. Піна, одержувана при електрокоагуляції має високу стійкість. Ефект очистки в ЕФК апаратах становить за жирами 96–97 %, за зваженими речовинами 90–92 %, за ХСК – 65%, за БСК_{повн} – 70–75 %.

2.4. Устаткування для електрохімічної очистки стічних вод від НХР

Для очищення виробничих стічних вод від небезпечно хімічних речовин широко застосовуються також *електрохімічні методи*: анодне окислення і катодне відновлення, електрокоагуляція, електрофлотація, електродіаліз та інші. Методи електрохімічної очистки стічних вод використовують для виділення з них розчинних і диспергованих органічних і неорганічних домішок. Методи характеризуються достатньою простотою технологічної схеми, при очищенні не використовуються хімічні реагенти. До недоліків цих методів належать великі витрати електроенергії.

Пристрої, в яких відбуваються ті чи інші процеси електрохімічного впливу на вод розчини, називають *електролізерами*. Вода надходить в ємність, в яку занурені два електроди, з'єднані джерелом струму. Під дією електричного поля позитивно заряджені іони мігрують до негативного електроду - катода, а негативно заряджені іони - до позитивно зарядженого електроду - аноду. На електродах відбувається перехід електронів. Катод віддає електрони в розчин, і на ньому відбуваються процеси відновлення, а на аноді - процеси окислення.

В якості анодів використовують графіт, магнетит, свинець і та його сполуки, кремнієві сплави і ін.

Катооди виготовляють з графіту, молібдену, сплаву вольфраму з залізом або нікелем, нержавіючої сталі і ряду інших речовин.

В залежності від природи процесів, що протікають в таких апаратах і забезпечують витяг або знешкодження забруднюючих компонентів, електролізери по-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		51

діляють на такі типи: електрофлотатори, електрокоагулятори, електролізери для проведення реакцій окислення і відновлення та електродіалізатори.

Такими методами стічні води очищаються від ціанідів, нітросполук, формальдегіду, сульфідів, меркаптанів і ряду інших речовин.

Електрокоагуляційний метод очищення стічних вод набув найбільшого поширення з всіх відомих електрохімічних методів. Процес аналогічний обробці води відповідними реагентами, однак при електрокоагуляції вода не збагачується сульфатами або хлоридами, зміст яких лімітується при скиданні очищених стічних вод у водойми або використанні в оборотних системах.

Електрокоагулятор зазвичай являє собою корпус прямокутної форми, в який поміщають електродну систему - ряд (блок) електродів. Відстань між електродами не більше 20 мм. Оброблювана вода протікає між електродами. За формою і розташуванню електродів бувають апарати з плоскими і циліндричними електродами, розташованими зазвичай вертикально. Аноди і катоди часто виготовляють з одного і того ж матеріалу, що дозволяє підвищити ресурс роботи апарату, періодично змінюючи полярність електродів. Електроди найчастіше виготовляють із заліза або алюмінію. Під дією постійного електричного струму аноди розчиняються з утворенням гідроксидів або солей металів, здатних до коагуляції.

Як правило, електрокоагулятор служить тільки для освіти гідроксидів металів і агрегації частинок. Процес поділу фаз виробляють в інших апаратах - відстійниках, гідроциклонах і ін. Є конструкції, в яких ці процеси суміщені і протікають в одній камері.

Метод використовується в системах локальної очистки стічних вод, забруднених тонкодисперсними і колоїдними домішками. Очищення проводиться від різних емульсій, масел, жирів, нафтопродуктів, деяких полімерів, з'єднань хрому та інших важких металів. Метод використовується переважно в гальванічному виробництві. Ефективність очищення становить: від нафтопродуктів і масел 54 - 68%, від жирів - 92 - 99%. Електрокоагуляційні установки мають продуктивність 50 м³/год. Метод також знаходить застосування в системах водопідготовки в процесах освітлення, знебарвлення, знезараження і пом'якшення води.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		52

Електрокоагуляція застосовується головним чином для очищення нейтральних і слабколужних стічних вод. Застосування електрохімічних методів доцільно при відносно високій електропровідності стічних вод, зумовленої наявністю в них неорганічних кислот, лугів або солей (при мінімальній концентрації солей, що дорівнює 0,5 г/л). При низьких концентраціях солей до стічних вод додають електроліти (зазвичай NaCl), що підвищують електропровідність стічних вод, в результаті чого знижуються питомі витрати електроенергії на їх обробку.

До переваг методу відносяться універсальність, компактність установки, простота управління.

Недоліки методу: істотний витрата електроенергії і металів, пожежо- та вибухонебезпечність установки за рахунок виділення водню (на катоді).

Сутність електрофлотаційного очищення стічних вод полягає в перенесенні забруднюючих частинок з рідини на її поверхню за допомогою бульбашок газу, що утворюються при електролізі стічної води. Пристрої, в яких проводиться процес, називають електрофлотаторами. У процесі електролізу стічної води на катоді виділяється водень, а на аноді - кисень. Основну роль в процесі флотації грають бульбашки, що виділяються на катоді (основні флотаційні процеси протікають з участю водню). Методами електрофлотації очищають стічні води нафтопереробних заводів, целюлозно-паперових комбінатів та інших підприємств.

Однотимчасний вплив на забруднення коагулянтів (гідроксидів заліза або алюмінію) і бульбашок газу забезпечує високу ефективність очищення стічних вод. Такі установки називають електрокоагуляційно-флотаційними. При експлуатації електрофлотаційних установок слід враховувати значну кількість водню і кисню, що виділяються при протіканні процесу, і вживати відповідних заходів безпеки. Існують однокамерні і двокамерні електрофлотаційні установки, горизонтального або вертикального типу.

Таким чином, суть електродних процесів при електрокоагуляції зводиться до наступного:

- генерація в процесі анодного розчинення металу коагулянту - гідроксиду відповідного металу;

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		53

- олузнення води в процесі електролізу;
- отримання на катоді газоподібного водню, який може бути використаний для забезпечення флотації скоагульованих домішок.

Метод електродіалізу використовують для опріснення високомінералізованих вод, а також для очищення промислових стічних вод і відпрацьованих технологічних розчинів. Електродіалізом називають процес перенесення іонів через мембрану під дією прикладеного до неї електричного поля. Для цього використовуються електрично активні іонітові мембрани.

Іонітова мембрана, вміщена в електролізну ванну, діє як іонітний фільтр. Вона виявляється проникною тільки для іонів, що мають заряд того ж знака, що і у рухливих іонів іонообмінної смоли. Розрізняють два типи іонітових мембран: катіонітові і аніонітові . Перші пропускають лише катіони, другі - аніони.

Електродіалізатор розділений чергуються катіонитового і аніонітових мембранами, що утворюють концентрують (ропні) і знесолювальні камери. Процес електродіалізу здійснюється наступним чином. Катіони, рухаючись під дією електричного струму до негативно зарядженого катода, проходять катіонітові мембрани, але затримуються аніонітовими мембранами. Аніонітові мембрани пропускають іони, що прямують до анода, але є перешкодами для катіонів. В результаті протікання цього процесу солі переносяться струмом з парних камер в непарні, вода в парних камерах опріснюється, а в непарних розсолів камерах накопичуються солі. Так відбувається процес очищення води від присутніх в ній солей. Мембрани для електродіалізатора виготовляють у вигляді гнучких листів прямокутної форми або рулонів з термопластичного полімерного сполучного і порошку іонообмінних смол.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		54

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА МЕТОДУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ ВІД НЕБЕЗПЕЧНИХ ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН.

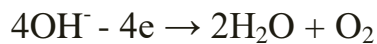
3.1. Електрохімічне окислення та відновлення компонентів стічних вод

Процеси електрохімічної обробки стоків розроблені для очищення від токсичних неорганічних домішок (ціаніди, роданіди, аміни, сульфідні), а також для видалення важкоокислюючих органічних сполук (спирти, нітросполуки, азобарвники, меркаптани і ін.). У процесах електрохімічного окислення речовини, що знаходяться в стічних водах, повністю розпадаються з утворенням CO_2 , NH_3 і води або утворюють більш прості і нетоксичні речовини, які можна видаляти іншими методами. [32].

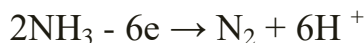
В якості анодів використовують нерозчинні матеріали: графіт, магнетит, оксиди свинцю, марганцю, рутенію, іридію, які в індивідуальному вигляді або в суміші з діоксидом титану наносять на титанову основу. Досить рідко, з огляду на дорожнечу матеріалу, застосовують платину або платинований титан. Катоди виготовляють з матеріалів, що забезпечують тривалий термін служби: молібден, графіт, нержавіюча сталь, а також інші сталі, покриті молібденом, вольфрамом або їх сплавами. Процес проводять в електролізерах різного конструктивного виконання: з поділом електродних просторів і без поділу. Реакції електрохімічного окислення і відновлення включають в себе широке коло процесів - від осадження металів до складних перетворень, що лежать в основі органічного синтезу. Механізми анодного окислення і відновлення, отже, і продукти реакції, залежать від матеріалу електродів, температури і складу електроліту (кислотності середовища, наявності сторонніх речовин іонного або молекулярного типу).

Розглянемо найбільш поширені реакції окислення неорганічних речовин у відсутності компонентів, що впливають на хід процесу. В таких умовах окислення може відбуватися або при безпосередньому електродному розряді частки, або при окисленні її в обсязі електроліту активними формами кисню, що утворюються на аноді при окисленні молекул води або іонів OH^- :

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
						55
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		



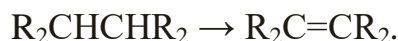
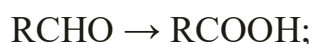
Аміак (NH_3), нітрити (NO_2), сірководень (H_2S) в анодній камері руйнуються відповідно до реакцій:



У нейтральних і лужних середовищах сульфідні окислюються, як правило, до сульфат-аніонів [32].

Стічні води, що містять ціаніди, утворюються на підприємствах машинобудування, чорної і кольорової металургії, хімічної промисловості та ін. До складу вод крім простих ціанідів (KCN , NaCN) входять комплексні сполуки цинку, міді, нікелю, інших металів, концентрація яких коливається від 10 до 600 мг/л, при рН стічної води 8-12. Ці комплекси досить стійкі і ускладнюють реагентну очистку стоків [32].

Відомості по анодному окисленню різних органічних речовин дозволяють визначити можливість застосування електрохімічного способу для глибокої деструкції важкоокислюючих органічних з'єднань. При переході електронів з органічних сполук на анод зазвичай зростає число і кратність кисневмісних зв'язків (C-O, N-O, S-O і т.п.), або зменшується число водневмісних зв'язків (C-H, N-H, S-H і т.п.), наприклад:

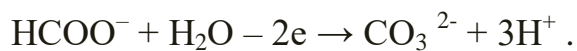


Руйнування формальдегіду (HCHO), метилового спирту (CH_3OH), карбаміду ($(\text{NH}_2)_2\text{CO}$) відбувається до нетоксичних речовин відповідно з наступними реакціями:



Утворені в ході реакцій проміжні продукти (HCOO^- і ін.) також розкладаються:

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		56



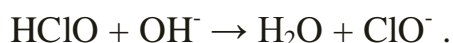
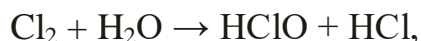
Деструкція фенолів при анодній обробці відбувається з освітою безпечного продукту - малеїнової кислоти:



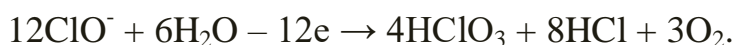
На анодах з високим перенапруженням виділення кисню можуть утворюватися пасивуючої плівки поліфенолу, проміжними продуктами окислення також можуть бути бензохінони, що забарвлюють розчин в коричневий колір, і ін. При повному окисленні фенолів кінцевими продуктами є вуглекислий газ і вода. Інтенсифікації процесу окислення сприяє введення в оброблювану воду хлорид-іонів. При цьому до досліджуваних вище реакцій виділення кисню, а також адсорбції і окислення компонентів електроліту додається реакція окислення хлорид-іонів[32]. В сильноокислому середовищах на аноді утворюється газоподібний хлор, який виділяється в атмосферу, надаючи слабке підвищення продуктивності лікарських на оброблювану воду:



У слабокислому, нейтральному і лужному середовищах хлор диспропорціонує з утворенням, в залежності від рН, хлорноватистої кислоти або гіпохлорит-аніону:



При тривалому електролізі таких розчинів утворюються сполуки хлору з більш високими ступенями окислення:

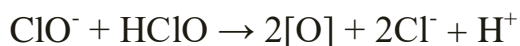


Тоді, як термін «активний хлор» включає в себе молекулярний і атомарний хлор, хлорноватисту кислоту і гіпохлорити.

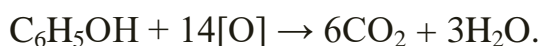
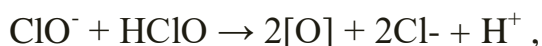
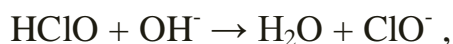
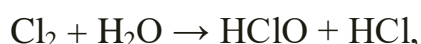
У чистих розчинах реакція розкладання гіпохлоритів супроводжується утворенням хлоратів, причому утворення кисню в результаті розкладання HClO термодинамічно менш імовірно, ніж такий же процес розкладання ClO⁻. Н

Найбільш активні області з близьким вмістом хлорноватистої кислоти і гіпохлорит-іона, для яких характерний процес:

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
						57
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		



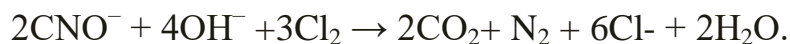
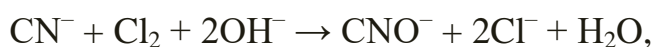
Наприклад, окислення фенолів в присутності хлоридів в стічній воді протікає за схемою:



В цьому випадку процес окислення характеризується меншими витратами електроенергії і більш високими швидкостями [32].

Електродний матеріал повинен забезпечувати високий вихід по току окислення хлоридів. Досить ефективно працює графіт, хоча набагато кращими характеристиками володіють оксидні електродні матеріали на титановій основі.

З іншого боку руйнування ціанідів у присутності хлоридів протікає за участю активного хлору. У спрощеному вигляді реакції можна записати так:



У розчинах після обробки залишається залишковий активний хлор в концентраціях до 300 м/л, який повинен бути видалений на наступних стадіях очищення води.

Катодне відновлення застосовують для видалення зі стічних вод важких металів з отриманням опадів і подальшої їх утилізацією, а також для перекладу забруднюючої компонента в менш токсичні сполуки або в легковиводимую з води форму (осад, газ).

Катодне відновлення металів відбувається за схемою:

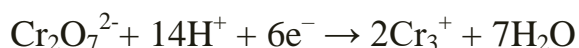


При цьому, чим нижче концентрація іона металу і вище кислотність середовища, тим менше вихід по струму цільового продукту і, відповідно, вище питомі

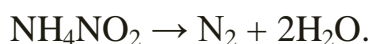
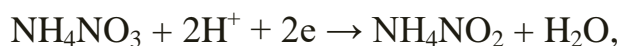
					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		58

енерговитрати на обробку стічних вод. Очищення стічних вод від іонів Hg_2^+ , Pb_2^+ , Cd_2^+ , Cu_2^+ проводять на катодах, що складаються з суміші вугільного і сірчастого порошоків у співвідношенні С:С від 80:20 до 20:80 при $\text{pH} < 7$ і щільності струму $2,5 \text{ А/дм}^2$. Осадження цих іонів відбувається у вигляді нерозчинних сульфідів або гідросульфідів, відокремлюваних механічно.

Катодне відновлення з'єднань шестивалентного хрому до з'єднань $\text{Cr}(\text{III})$ ефективно в розчинах з вмістом вихідного компонента не менше 1 г/л , оптимальне значення pH дорівнює 2 , катодний щільність струму $0,2-2 \text{ А/дм}^2$. При цьому на катоді протікає наступна реакція:



Прикладом реакції, що забезпечує видалення забруднення в газову фазу, є очищення від нітрату амонію. При відновленні нітрату амонію на графітовому електроді він перетворюється на нітрит амонію, який розкладається при нагріванні до елементарного азоту:



Катодне відновлення органічних сполук полягає в зниженні числа і кратності кисневмісних зв'язків (С-О, N-О, S-О і т.п.), або збільшенні числа водневмісуючих зв'язків (С-Н, N-Н, S-Н). Це спостерігається при катодному відновленні альдегідів і кетонів до спиртів і вуглеводнів. Втрата атома галогену знижує токсичність галогензаміщених органічних речовин:



Підвищену токсичність органічних сполук пов'язують з наявністю в молекулі аміно-, нітрогруп, які при відновленні втрачають токсичні властивості [32].

3.2. Особливості електроосадження катодних матеріалів зі сплавів

Умовою отримання сплаву двох або більше металів на катоді є рівність потенціалів їх виділення, внаслідок чого осадження цих металів стає спільним. Зблизити потенціали виділення металів можна варіюванням активностей іонів і

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		59

перенапруги. Активності іонів можуть бути істотно змінені за рахунок комплексоутворення, так і шляхом введення поверхнево-активних речовин. Комплексоутворення при катодному виділенні металів традиційно застосовується для регулювання швидкостей стадій розряду та кристалізації, а таки ж якості і складу катодного осаду [33]. Крім того, необхідно враховувати, що зближенню потенціалів можуть сприяти явища деполяризації і надполяризації.

Деполяризація являє собою зсув потенціалу виділення металу при його осадженні в сплав в бік більш позитивних значень порівняно з роздільним осадженням. Пояснюється це зменшенням вільної енергії компонентів при сплавоутворенні, при спільній розбудові кристалічної ґратки. Частіше за все деполяризація має місце при утворенні сплаву типу твердий розчин.

Надполяризацію називають зсув потенціалу металу при його виділенні в сплав в бік більш негативних значень у порівнянні з роздільним осадженням і пояснюють зменшенням концентрації розряджуваних частинок одного компонента у подвійному електричному шарі через впровадження в нього частинок, що розряджаються, другого компонента; зростанням швидкості пасивування одного компонента в результаті впливу другого компонента [34] та ін.

Вивчення закономірностей спільного розряду декількох видів іонів має для електрохімії першорядне значення, так як практично у всіх випадках при електролізі у водних розчинах електролітів знаходяться різні іони (зокрема, завжди присутні іони водню), які більшою чи меншою мірою беруть участь у відновленні на електроді. Крім теоретичного значення, вивчення механізму спільного розряду іонів представляє також великий практичний інтерес для вирішення найрізноманітніших питань у техніці. Перш за все слід відзначити важливість отримання електролітичних сплавів [35], які мають особливо великий інтерес завдяки тому, що володіють новими властивостями. Зокрема каталітичними, напівпровідниковими властивостями, надпровідністю, магнітними властивостями і ін.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		60

3.3. Електролітичне осадження потрійного сплаву кобальту з тугоплавкими металами

Індивідуальні покриття вольфрамом і молібденом з водних розчинів отримати неможливо, але з металами родини феруму (Fe, Co, Ni) вони можуть співосаждуватись в сплав із комплексних електролітів [40].

Значним ускладненням процесу комплексоутворення в досліджуваній системі є той факт, що вольфрамат- і молібдат-іони можуть виступати не тільки в ролі комплексоутворювачів, а і як ліганди, що зумовлює появу гетероядерних комплексів.

Значення констант нестійкості комплексів K_H визначали за результатами потенціометрії розчинів, в яких концентрація сплавотвірних компонентів, моль/дм³: $\text{CoSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$ – $1 \cdot 10^{-3} \dots 5 \cdot 10^{-3}$, $\text{Na}_2\text{WO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ і $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ – $5 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-1}$, а концентрацію лігандів ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot 5,5 \text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_4\text{P}_2\text{O}_7$, $\text{C}_{10}\text{H}_{14}\text{O}_8\text{N}_2\text{Na}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) варіювали в межах $5 \cdot 10^{-3} \dots 1 \cdot 10^{-1}$. Постійну іонну силу ($I_c = 1$) розчину підтримували введенням натрію сульфату.

Константу нестійкості на прикладі моноядерних комплексів кобальту розраховували як:

$$K_H = \frac{[\text{Co}^{2+}] \cdot [\text{L}]^n}{[\text{CoL}_n]}$$

де $[\text{Co}^{2+}]$, $[\text{L}]^n$, $[\text{CoL}_n]$ – рівноважні концентрації вільних іонів кобальту(II), частинок ліганду і комплексу відповідно, моль / дм³;

n — число координованих лігандів.

При надлишку в розчині ліганда невідомими величинами в рівнянні для розрахунку K_H є n та $[\text{Co}^{2+}]$. Рівноважну концентрацію вільних іонів кобальту можна розрахувати за рівнянням Нернста, виходячи зі значень рівноважного потенціалу кобальту в розчині:

$$E = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln c_{\text{M}^{z+}},$$

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		61

Для розрахунку координованих молекул ліганду n використовували співвідношення:

$$\frac{\Delta E}{\Delta \lg c_L} = -n \left(\frac{RT}{zF} \right)$$

де ΔE – зміна потенціалу електроду при варіюванні концентрації ліганду;

R – універсальна газова стала;

T – температура, К;

z – заряд іонів комплексотвірника;

F – стала Фарадея.

В системах Co-WO_4^{2-} та Co-MoO_4^{2-} утворюють неміцні комплексні сполуки, про що свідчать розраховані значення констант нестійкості сполук $5,7 \cdot 10^{-4}$ та $8 \cdot 10^{-4}$ відповідно. Перегин на залежностях (рис. 3.1.) свідчить про можливість утворення комплексів різного складу: так при співвідношенні концентрацій $c(\text{WO}_4^{2-}(\text{MoO}_4^{2-}))/c(\text{Co}^{2+}) \geq 6:1$ утворюються комплекси складу $[\text{Co}(\text{WO}_4)_2]^{2-}$ та $[\text{Co}(\text{MoO}_4)_2]^{2-}$.

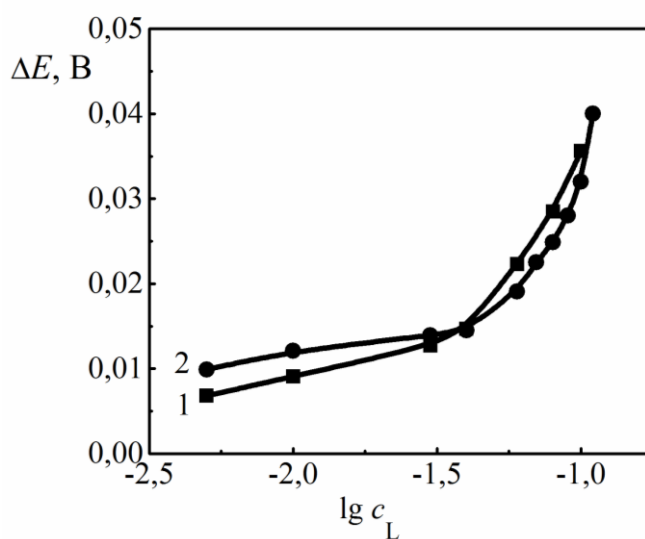


Рис. 3.1. – Залежність потенціалу робочого електроду від концентрації вольфрама-ту (1) і молібдату (2) при $c(\text{Co}^{2+})=5 \cdot 10^{-3}$, $\text{pH} = 6,3 \div 7,2$

Підвищити стійкість монолігандних комплексів кобальту з вольфрамом і молібденом можна введенням додаткових лігандів – цитрату і діфосфату. На підс-

таві залежностей, наведених на рис. 3.6, для дослідження комплексоутворення в системах $\text{Co-MO}_4^{2-}\text{-P}_2\text{O}_7^{4-}$ і $\text{Co-MO}_4^{2-} - \text{Cit}^{3-}$ було взято стале співвідношення $\text{Co}^{2+}/\text{MO}_4^{2-}=1:12$ (де $M=W$ та Mo), оскільки перегин на залежностях $E\text{-lg}c_L$ спостерігається лише після $\text{lg}c_L \geq -1,4$, що свідчить про утворення комплексної сполуки, а концентрації лігандів варіювали в діапазоні $c(\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ та $\text{Cit}^{3-})$ від 1:1 до 1:100 (рис. 3.1.).

Лінійний хід залежності потенціалу кобальтового електроду від концентрації лігандів свідчить про те, що при всіх співвідношеннях концентрацій комплексоутвірника і лігандів утворюються комплексні сполуки однакового складу (табл.3.1.). За своїми хімічними властивостями вольфрам та молібден дуже схожі між собою, тому в однакових розчинах і їх концентраціях хід залежностей 1-2 та 3-4 на рис. 3.2. має схожу траєкторію.

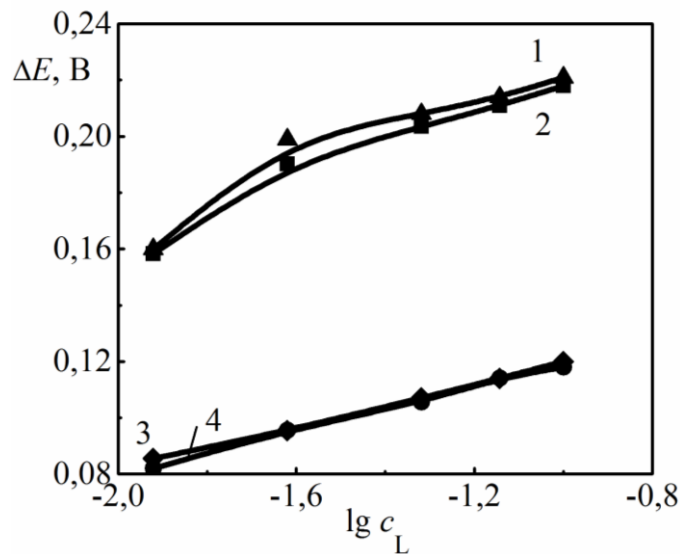


Рис. 3.2. – Залежність потенціалу електроду при сталій концентрації $C(\text{Co}^{2+})=10^{-3}$ моль/дм³ від концентрації компонентів електроліту, моль/ дм³: 1 – $(\text{WO}_4^{2-}) = 1,2 \cdot 10^{-2}$, $(\text{P}_2\text{O}_7^{4-}) = 1,2 \cdot 10^{-2} \dots 10^{-1}$; 2 – $(\text{MoO}_4^{2-}) = 1,2 \cdot 10^{-2}$, $(\text{P}_2\text{O}_7^{4-}) = 1,2 \cdot 10^{-2} \dots 10^{-1}$; 3 – $(\text{WO}_4^{2-}) = 1,2 \cdot 10^{-2}$, $(\text{Cit}^{3-}) = 1,2 \cdot 10^{-2} \dots 10^{-1}$; 4 – $(\text{MoO}_4^{2-}) = 1,2 \cdot 10^{-2}$, $(\text{Cit}^{3-}) = 1,2 \cdot 10^{-2} \dots 10^{-1}$. рН = 8,2÷9,9

Отримані значення констант нестійкості для молібдатів та вольфраматів майже однакові і практично не залежать від природи другого ліганду.

Константи нестійкості комплексних сполук кобальту

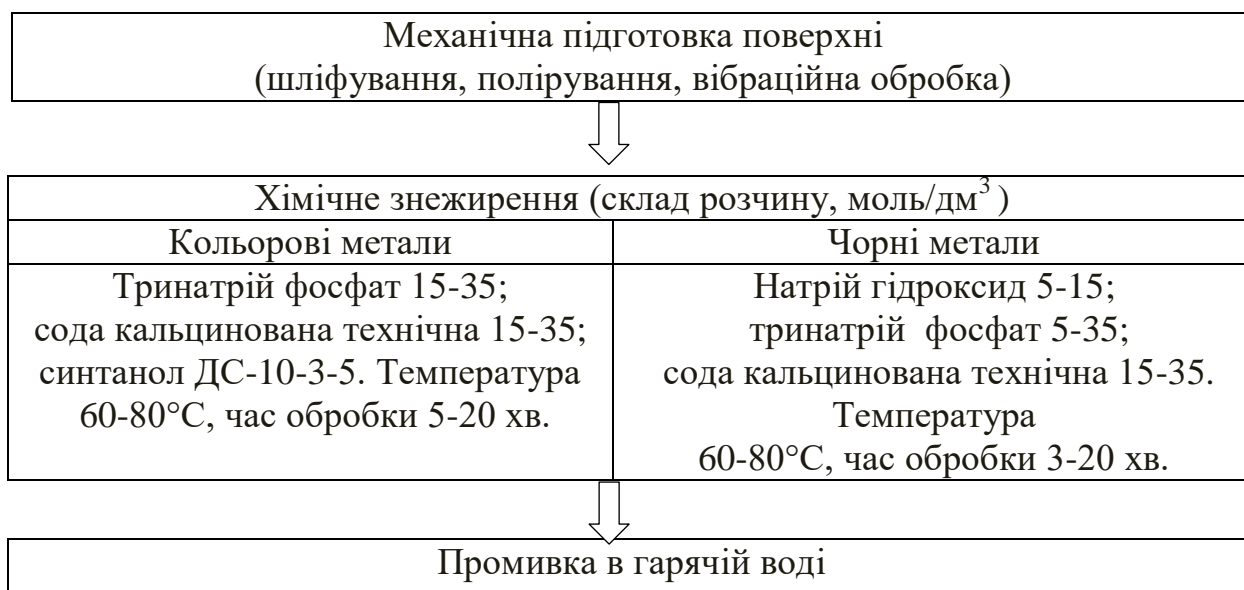
Комплексоутворювач	Ліганд	Склад комплексу	pH	K_H
Co^{2+}	WO_4^{2-}	$[Co(WO_4)_2]^{2-}$	6,3÷7,2	$5,7 \cdot 10^{-4}$
	MoO_4^{2-}	$[Co(MoO_4)_2]^{2-}$	6,3÷7,2	$8 \cdot 10^{-4}$
	$WO_4^{2-}, P_2O_7^{4-}$	$[WO_4Co(P_2O_7)]^{4-}$	9,14÷9,9	$1,8 \cdot 10^{-10}$
	WO_4^{2-}, Cit^{3-}	$[WO_4Co(Cit)]^{3-}$	8,9÷9,7	$5,67 \cdot 10^{-7}$
	$MoO_4^{2-}, P_2O_7^{4-}$	$[MoO_4Co(P_2O_7)]^{4-}$	8,8÷9,7	$2,82 \cdot 10^{-10}$
	MoO_4^{2-}, Cit^{3-}	$[MoO_4Co(Cit)]^{3-}$	8,2÷8,7	$5,87 \cdot 10^{-7}$

Проведені дослідження щодо раціоналізації складу полілігандних електролітів і режимів електролізу склали підґрунтя для розробки варіативної технологічної схеми процесу осадження покриттів потрійним сплавом «кобальт-молібден-вольфрам».

Технологічний процес електрохімічного синтезу сплавів включає в себе підготовчі стадії (механічну підготовку основи, хімічне знежирення та травління) стадію електроосадження сплаву кобальт–молібден–вольфрам, завершальні процеси (промивка, сушка) (табл.3.2.).

Таблиця 3.2.

Варіативна технологічна схема процесу осадження покриттів сплавом кобальт– молібден– вольфрам



					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		64

↓
Промивка в холодній воді

↓
Хімічне травління (склад розчину, моль/дм³)

Кольорові метали	Чорні метали
Кислота сульфатна 200-220; амоній азотокислий 260-290. Температура кімнатна, час обробки 1-5 хв.	Кислота хлоридна 200-220; Інгібітор КИ-1. Температура 15-30°C, час обробки 1-5 хв.

↓
Промивка в холодній знесоленій воді

↓
Електрохімічне осадження сплаву Со-Мо-W
(склад електролітів, моль/дм³)

Цитратно-дифосфатний		Амонійно-цитратний	
CoSO ₄ ·7 H ₂ O	0,1-0,2	CoSO ₄ ·7 H ₂ O	0,2
Na ₂ MoO ₄ ·2 H ₂ O	0,04-0,1	Na ₂ MoO ₄ ·2 H ₂ O	0,03-0,7
Na ₂ WO ₄ ·2 H ₂ O	0,06-0,16	Na ₂ WO ₄ ·2 H ₂ O	0,06-0,1
Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ ·5,5 H ₂ O	0,2-0,3	Na ₃ C ₆ H ₅ O ₇ ·5,5 H ₂ O	0,2-0,3
K ₄ P ₂ O ₇	0,3-0,7	NH ₄ Cl	0,3
рН 8,5-10,5		Na ₂ SO ₄	0,1
		H ₃ BO ₃	0,1
рН 5-8			

Режим електролізу: стаціонарний струм $j=2...8$ А/дм²,
Імпульсний уніполярний амплітудою $j=4...20$ А/дм²
($t_i = 2 \cdot 10^{-3} ... 2 \cdot 10^{-1}$ с, паузи - $t_p = 2 \cdot 10^{-3} ... 2 \cdot 10^{-1}$ с.
температура 20 = 60°C

↓
Промивка холодна

↓
Промивка гаряча

↓
Сушка

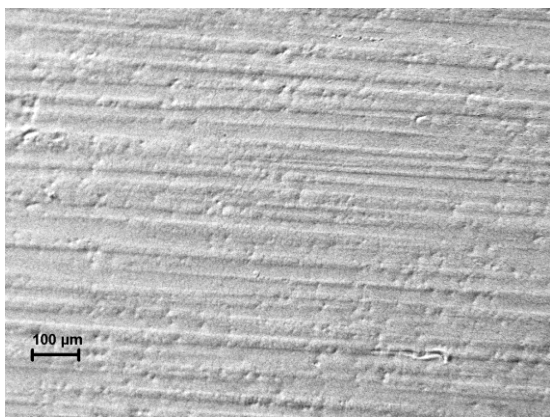
Лист

НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17

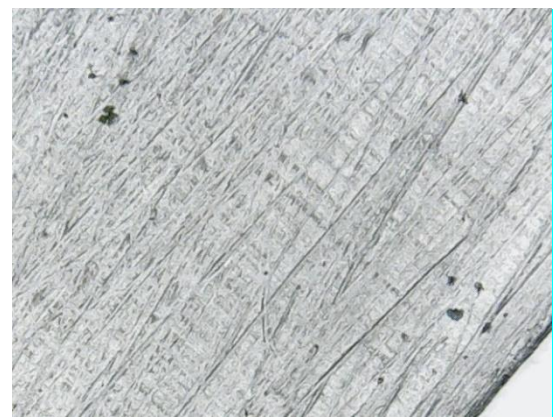
65

Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата
-----	------	-------	---------	------

З цитратно-дифосфатного електроліту формуються електролітичні покриття сплавом Co–Mo–W, вміст тугоплавких компонентів, структура і морфологія поверхні, а також фізико-механічні властивості яких залежать від складу електроліту та умов електролізу. Для отримання якісних покриттів осадженням сплаву Co–Mo–W рекомендується забезпечити співвідношення концентрацій сплавоутворюючих компонентів $C(Co^{2+})/C(WO_4^{2-} + MoO_4^{2-}) = 1:1$, а також лігандів цитрат: дифосфат як 1:2; в діапазоні густини струму 2-6 А/дм² при варіюванні температури в інтервалі 293-333 К. Невисокий вміст вольфраму (рис.3.3.) в сплаві надає покриттям дрібнокристалічності та знижує рівень внутрішніх напружень [41].



а



б

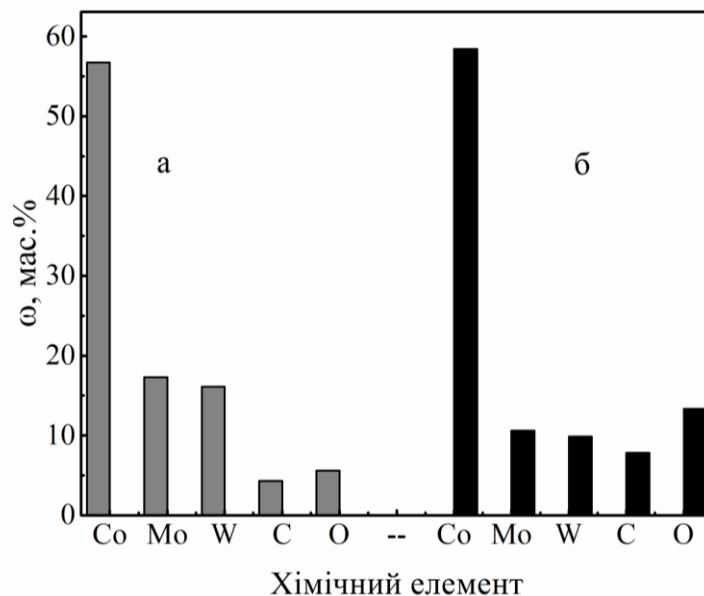


Рис. 3.3. – Морфологія та елементний склад покриттів сплавом Co–Mo–W, нанесених з цитратно-амонійного (а) та цитратно-дифосфатного (б) електолітів.

Режим електролізу: стаціонарний, $j=4$ А/дм², перемішування та нагрів до 60 °С

3.4. Корозійна поведінка сплаву Со-Мо-W

Відомо, що для інтенсифікації процесу окислення ціанідів до стічних вод попередньо додають хлористий натрій [36], тому необхідно проаналізувати корозійну поведінку синтезованого сплаву в нейтральному середовищі з додаванням хлорид іонів. Встановлено, що для синтезованих покриттів корозійна поведінка залежить від кислотності середовища, складу та морфології.

Визначення корозійної стійкості синтезованих матеріалів здійснювали методом поляризаційного опору шляхом реєстрації анодних і катодних вольтамперограм (рис. 3.4.). Густина струму корозії $j_{кор}$ визначали екстраполяцією в точці перетину лінійних ділянок парціальних анодних і катодних поляризаційних залежностей поблизу потенціалу корозії $E_{кор}$. (ділянки до 50 мВ) у тафелівських координатах $lgj-\Delta E$

За відомим значенням струму корозії розраховували глибинний показник швидкості корозії k_h за рівнянням та визначили бал стійкості [37].

$$k_h = \frac{8,76 \cdot k_{сп} \cdot j_{кор}}{\rho_{сп}}$$

де $k_{сп}$ – електрохімічний еквівалент металу або сплаву, кг / Кл;

$j_{кор}$ – густина струму корозії, А/м²;

$\rho_{сп}$ – щільність сплаву, кг/м³.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		67

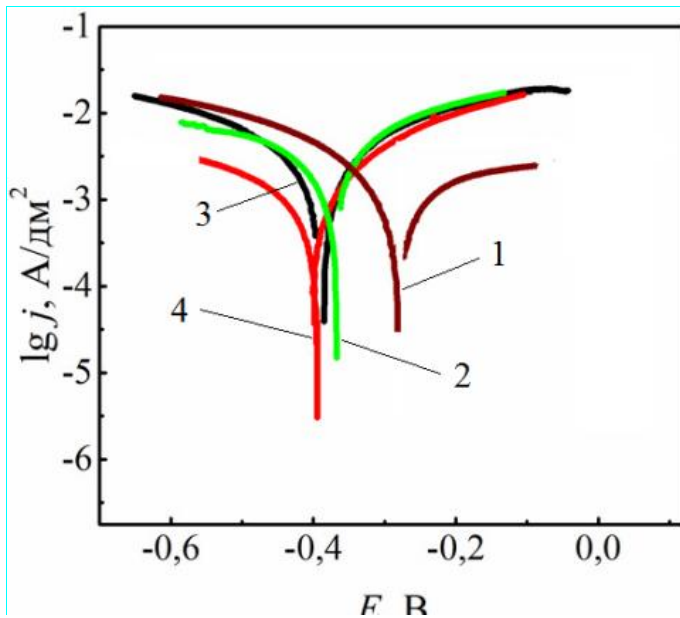


Рис. 3.4.– Поляризаційні залежності сплаву Co–Mo–W в нейтральному середовищі (рН=7, 3 % NaCl) при загальному вмісті тугоплавких компонентів, мас.‰: 1–20,2– 33 ,3– 38,4–45.

В таблиці 3.3. наведено корозійні характеристики покриттів, нанесених на сталеву підкладку з комплексного електроліту.

Таблиця 3.3.

**Характеристики корозійної стійкості покриттів сплавами
Co – Mo – W, отриманих з комплексного електроліту**

Склад сплаву, мас %			рН=7		
Co	Mo	W	$E_{кор}, V$	$k_h,$ мм/рік	Бал стійкості
74,3	10,6	15,1	-0,29	0,001	1-2
70,1	16,1	13,8	-0,31	0,0017	2
68,3	18,8	12,9	-0,35	0.004	2
Сталі для порівняння [38,39]					
09Г2С			-	2,0961	8
Ст3пс			-	0,5935	7
ВТ20			-	0,1324	5
12Х17			-	0.0788	5

Таким чином, аналіз проведених корозійних досліджень показав, що нанесення тонкого шару осажденного сплаву Co–Mo–W на сталеву основу не зменшує продуктивності та ефективності процесу електрохімічного очищення стічних вод, при цьому є більш економічно та ресурсовигіднішим у порівнянні, наприклад, з ливарним сплавом. Отже, властивості розробленого покриття сплавом Co–Mo–W є відповідними та задовольняє умовам, що висуваються до властивостей матеріалу катодів для електрохімічної очистки стічних вод.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		69

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні положення

Охорона праці на будь-якому підприємстві є обов'язковим елементом. Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на створення безпечних умов, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Стаття 4 Закону України “Про охорону праці” визначає, що засади державної політики в галузі охорони праці базуються на 10 основних принципах[42]:

1. Пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці.

Цей принцип вимагає від всіх суб'єктів господарювання того, щоб в разі реконструкції, модернізації виробництв, при розробці нових технологічних процесів передусім розглядалися питання впливу цих робіт на життя і здоров'я працівників. Економічна доцільність не повинна йти всупереч охороні праці. Роботодавець несе повну відповідальність за стан охорони праці на підконтрольних йому об'єктах господарювання.

2. Підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці.

3. Комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавної, галузевих, регіональних програм з цього питання та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень в галузі науки і техніки та охорони довкілля.

4. Соціальний захист працівників, повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		70

5. Встановлення єдиних вимог з охорони праці для всіх підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності.

6. Адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням його здоров'я та психологічного стану.

Реалізація цього принципу стосується передусім створення робочих місць для інвалідів та інших людей з обмеженими можливостями.

7. Використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на ці цілі, отримання яких не суперечить законодавству.

8. Інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці.

9. Забезпечення координації діяльності органів державної влади, установ, організацій, об'єднань громадян, що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, а також співробітництва і проведення консультацій між роботодавцями та працівниками (їх представниками), між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях.

Основними суб'єктами охорони праці є роботодавець і працівник. Метою діяльності роботодавця є отримання прибутку, досягнення якомога більшого дуже часто можливо за рахунок економії на засобах захисту працюючих, нехтуванні умовами праці, наслідком чого будуть підвищені втома, травматизм, захворюваність працюючих. Така поведінка роботодавця веде до напруженості у трудовому колективі, конфлікту між роботодавцем і трудовим колективом. Але часто самі працівники свідомо або несвідомо йдуть на порушення вимог охорони праці. Працівники в основному влаштовуються на роботу заради отримання заробітної плати, і коли виконання вимог безпеки праці, застосування засобів захисту веде до зменшення продуктивності праці, а отже і розміру зарплати, вони можуть ігнорувати вимогами безпеки, незважаючи на те, що така поведінка

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		71

загрожує передусім їхньому життю і здоров'ю. Ігнорування безпекою може бути зумовлене також переоцінкою власного досвіду та майстерності, стресовим станом (депресією, збудженням, втомою), алкогольним чи наркотичним сп'янінням тощо.

Тому цей принцип спрямований на недопущення дій, що ведуть до людських жертв, травм, хвороб, як з боку роботодавців так і з боку працівників. Реалізація цього принципу можлива за допомогою громадських, профспілкових організацій і державних інституцій.

10. Використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародного співробітництва.

Участь України в діяльності міжнародних органів та організацій вимагає від неї вивчення закордонного досвіду охорони праці. З іншого боку така робота без сумніву сприяє підвищенню рівня виробничої безпеки на підприємствах різних галузей економіки, зменшенню рівня нещасних випадків та професійних захворювань, поліпшенню ефективності управлінської та контрольної-наглядової діяльності в галузі охорони праці.

За порушення законів і інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод в діяльності посадовців органів державного нагляду за охороною праці, а також представників профспілок, їх організацій і об'єднань винні особи притягуються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, кримінальної відповідальності згідно закону (ст. 44 Закону України "Про охорону праці") [42]. Для нормалізації умов праці та запобігання виробничого травматизму, персонал очисних споруд повинен дотримуватися основних правил з техніки безпеки, володіти знаннями з охорони праці та проходити інструктажі.

В роботі з технологічним устаткуванням на водоочисних станціях передбачено виконувати наступні умови :

1) Усі водопровідно-каналізаційні споруди, склади реагентів і підсобні приміщення повинні відповідати вимогам ДБН В.2.5-67:2013.

2) Рекомендовано огорожувати біофільтр по периферії бар'єром, висота якого не менше 1 м. Для виконання ремонтних робіт усередині випорожнених

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		72

біофільтрів та відстійників слід мати інвентарні сходи, що відповідають розмірам резервуарів і виготовлені так, щоб їх монтаж відповідав вимогам простоти, зручності використання та міцності установки.

3) Експлуатація установок проводиться відповідно до інструкції, які дають на даному підприємстві.

4) Для переходу через канали передбачено влаштувати містки шириною не менше 0,7 м і з поручніми висотою 1 м [43].

5) Усі приміщення водопровідно-каналізаційних споруд обладнуються механічною припливною та витяжною вентиляцією відповідно до ДБН В.2.5-67:2013.

6) Роботи на водопровідно-каналізаційних мережах, у колодязях і камерах насосних станцій та очисних споруд виконуються за письмовим нарядом.

7) Приміщення водопровідно-каналізаційних споруд, а також агрегати і механізми забезпечуються природним і штучним освітленням відповідно до НА-ОП 5.1.11-3.02-91 РД-3215-91.

8) У приміщеннях насосних станцій, очисних споруд водопостачання і каналізації, водопом'якшувальних установок тощо розміщення агрегатів, трубопроводів, механізмів повинно бути таким, щоб до самих агрегатів, до всіх засувок усіх клапанів та інших приладів і механізмів був необхідний прохід і вільний доступ. У разі розміщення устаткування на висоті влаштовують робочі майданчики з огороженням для безпечного обслуговування.

Робочі проходи, розташовані на висоті більше 0,5 м над підлогою, або ж помости (майданчики) для обслуговування ємностей із водою, а також опущені частини підлоги, поглиблення, отвори в підлозі, переходи і містки забезпечують огороженнями висотою не менше 1 м із суцільною зашивкою знизу на 0,2 м.

9) Металеві частини електродвигунів та іншого устаткування, які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції, підлягають заземленню (зануленню).

10) Під час зберігання і використання рідкого хлору, аміаку, сірчистого газу і кислот, що "димлять", необхідно дотримуватися вимог СПП СДЯВ та НАПБ [44].

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		73

4.2. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, наявних при проведенні експериментальних досліджень

Розробка нової техніки та хімічної технології регулюються державною Системою стандартів безпеки праці (ССБП), державним стандартом України (ДСТУ), міжгалузевими та галузевими нормативними актами (НПАОП).

Технологічні процеси хімічних виробництв та дослідження у хімічних лабораторіях, що протікають при високих температурах і тиску, часто є вибухово - та пожежонебезпечними.

Застосовані речовини, матеріали та супутні продукти, що застосовують у робочій зоні, можуть бути шкідливими та високотоксичними, тому необхідно виконати аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні експериментальних досліджень, визначити заходи для захисту обслуговуючого персоналу, які забезпечують безпечні та не шкідливі умови праці.

Питанню охорони праці у хімічній промисловості приділяється велика увага, тому при проведенні дослідних робіт були передбачені заходи по створенню безпечних та нешкідливих умов праці.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, наявних при проведенні експериментальних досліджень, наведено у табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Перелік шкідливих та небезпечних виробничих факторів та інших джерел

Небезпечний (шкідливий) виробничий фактор ГОСТ 12.0.003-74 [45]	Нормативно-технічний документ регламентуючий вимоги безпеки	Джерело виникнення
Висока електрична напруга, 220 В	ПУЕ 2017 [46] ДСТУ 7237:2011 [47]	Щит управління, потенціостат, амперметр
Вибухо- та пожежонебезпечність (H ₂ та інші.)	ДСТУ 8828:2019 [48] ДСТУ 8829:2019 [49]	Експериментальна установка

Шум	ДСТУ 2867-94 [50] ДСН 3.3.6.037-99 [51]	Витяжна вентиляція
Вібрація	ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 [52] ДСН 3.3.6.039-99 [53]	Витяжна вентиляція
Шкідливі речовини (CoSO ₄ , Na ₂ WO ₄ , Na ₂ MoO ₄ та інші.)	ГОСТ 12.1.005-88[54]	Експериментальна установка
Несприятливий мікроклімат (підвищена температура поверхні устаткування та матеріалів)	ДСН 3.3.6.042-99 [55]	Експериментальна установка

Токсикологічна характеристика речовин та матеріалів, що використовуються у даній роботі, наведено у табл. 4.2.

Таблиця 4.2.

Характеристика речовин та матеріалів, що обертаються у виробництві

Найменування речовини (матеріалу, продукту)	Клас небезпеки/ ГДК у повітрі робочої зони, мг/м ³ ГОСТ 12.1.005-88 [54]	Характер дії речовини на організм людини [56]	Заходи безпеки та перша допомога [56]
1	2	3	4
Натрію вольфрамат	3/6	Подразнення верхніх та глибоких дихальних шляхів та шкіри, слабкість.	Респіратор пилезахистний одяг, рукавиці, захисні окуляри. При потрапленні на шкіру змити 3% розчином NaOH.

Продовження таблиці 4.2.

Кобальту сульфат	2/0,5	При попаданні на шкіру дратує та викликає опіки. Викликає розлад функцій нервової системи, структуру ферментів.	Спецодяг, засоби захисту органів дихання, захисні окуляри. Поражене місце промивають водою, накладають примочки 2%-го розчину бікарбонату натрію. При попаданні через рот, провести промивання шлунку.
Натрію молібдат	3/4	Подразнення шкіри, очей та дихальних шляхів, нудота, діарея	Спецодяг, рукавиці, захисні окуляри. При потрапленні на шкіру та в очі промити великою кількістю води.
Боратна кислота	3/10	Токсична речовина, подразнює шкіру і слизові оболонки. Виражена гіпотоксична, тонадотропна і ембріотоксична дія.	Спецодяг, рукавички, респіратор, окуляри. Вентиляція. При потрапленні на шкіру змити розчином NH_4OH або 1% розчином три етаноламіну. Внутрішньо-венне впливання декстрину і 5% глюкози, судинно-розширюючі серцеві препарати.
Натрій сірчаноокислий	2/1	Подразнення шкіри та верхніх дихальних шляхів, дерматити, золіцистити.	Спецодяг, рукавиці, захисні окуляри. При попаданні промити великою кількістю води.

Амонію хло- рид	3/10	Почервоніння очей на шкіри, кашель, підви- щене слиновиді- лення, нудота.	Респиратор, спецодяг, Спочатку уражені ділянки промити великою кількіс- тю води протягом декіль- кох хвилин, потім вивести постраждалого на свіже повітря. Звернутися за ме- дичною допомогою.
Водень	-/-	При дуже висо- кій концентрації викликає уду- шення внаслідок зменшення нормального ти- ску кисню.	Постраждалого необхідно вивести на свіже повітря або в приміщенні, що про- вітрюється. До прибуття лікаря не можна залишати без нагляду.

4.3. Вимоги безпеки перед початком роботи та під час закінчення

Вимоги охорони праці перед початком роботи.

1. Одягти передбачену відповідними нормами спецодяг і спецвзуття. Перевірити наявність і справність засобів індивідуального захисту.

2. При прийомі зміни оглянути чи працює резервне обладнання, стан контрольно-вимірювальних приладів, засобів автоматики і пожежогасіння, перевірити наявність запчастин і допоміжних матеріалів, ознайомитися у вахтовому журналі із записами і розпорядженнями по роботі [57].

3. Робочі місця забезпечити слюсарним інструментом, азбестовим шнуром, сальниковим набиванням, набором прокладок, дрібними запасними деталями, обтиральним матеріалом, лопатами, гачками для відкриття і закриття кришок колодязів і засувок.

4. При необхідності оформити в установленому порядку наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки.

5. Перед спуском в каналізаційний колодязь для виконання ремонтних робіт переконатися в тому, що концентрація парів нафтопродуктів в ньому за результатами аналізу повітряного середовища не перевищує допустиму.

При підвищеній загазованості в колодязях виробляти інтенсивне нагнітання свіжого повітря.

Ефективність вентиляції повітряного середовища контролювати повторним аналізом.

Вимоги охорони праці після закінчення роботи.

1. Провести огляд обладнання і підготувати його і робочі місця до здачі чергової зміни.

Про прийом і здачу зміни старшому по об'єкту розписатися в оперативному журналі і відзначити в ньому зауваження про роботу обладнання і споруд.

2. Після проведення робіт в дощоприймальних та оглядових колодязях перед закриттям кришок слід переконатися, що в колодязі не залишилися люди, інструменти, матеріали.

3. Якщо виконані роботи ставилися до категорії робіт підвищеної небезпеки, необхідно закрити наряд-допуск.

4. Після закінчення робіт переодягнутися, ретельно вимити обличчя і руки теплою водою з милом (прийняти душ). Спецодяг та спецвзуття слід зберігати окремо від особистого одягу в спеціальних шафах.

4.4. Вимоги безпеки під час аварійних ситуацій

1. У разі засмічення труб, що супроводжується припиненням роботи каналізаційної мережі, провести аварійне прочищення мережі.

Якщо ліквідація засмічення пов'язана з необхідністю розкопки труб, а перекидання рідини загрожує нормальній експлуатації окремих споруд, слід організувати перекачку стічних вод в обхід засміченої ділянки для забезпечення безперервної дії каналізаційної мережі [58].

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		78

2. У разі аварійного скидання у водоймище стічних вод, що містять нафтопродукти, концентрація яких перевищує величину, встановлену проектом, адміністрації підприємства повідомити про це контролюючим органам.

3. При появі озону в повітрі приміщення озонаторної (показання газоаналізатора, специфічний запах, першіння в горлі) відключити котли-озонатори, знайти місце витоків і усунути її.

Усунення витоків озону проводити в фільтруючому протигазі, після чого приміщення провітрити протягом 15 - 20 хвилин.

4. При отруєнні хлором або озоном потерпілого необхідно винести на свіже повітря, забезпечити йому спокій і тепло (зігріваючі грілки, гарячу каву або молоко), зробити інгаляцію (якщо це можливо) зволженим 75 - 80-процентним киснем.

При отруєнні хлором очі, ніс і рот потерпілого необхідно промити 2-процентним розчином соди.

5. При отруєнні перманганатом калію необхідно викликати у потерпілого блювоту і зробити йому інгаляцію содовим розчином [59].

6. При отруєнні парами етилованого бензину потерпілого слід винести на свіже повітря, дати понюхати нашатирний спирт, при необхідності зробити штучне дихання.

При попаданні етилованого бензину в шлунково-кишковий тракт потерпілому зробити промивання шлунка.

При ураженні етилованим бензином слизових оболонок очей промити їх великою кількістю води.

При попаданні етилованого бензину на шкіру уражені ділянки промити гасом, не втираючи його в шкіру, а потім промити теплою водою з милом.

7. У всіх перерахованих вище випадках отруєння викликати швидку медичну допомогу або доставити потерпілого до лікувального закладу.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		79

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Техніко-економічні показники кваліфікаційної роботи. Розрахунок собівартості і ціни науково-технічної продукції

Найважливішою складовою інноваційного процесу, що набирає силу в умовах ринкових відносин в Україні, є науково-дослідні роботи, кваліфікаційні роботи [60].

Витрати, що включаються в собівартість, групуються відповідно до їхнього економічного змісту по наступних елементах:

- матеріальні витрати;
- амортизація основних фондів;
- інші витрати.

5.1.1 Визначення матеріальних витрат

Стаття «витрати на матеріали» розраховується за формулою:

$$S_m = P_i \cdot C_i \cdot 1,1,$$

де P_i – витрата i -го компонента на весь експериментальний обсяг робіт;

C_i – вартість i -го компонента, грн/од.;

1,1 – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати.

Результати розрахунків за статтею «витрати на матеріали» наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Витрати на придбані матеріали

Найменування реагенту	Кількість, кг	Ціна за 1 кг, грн.	Сума, грн
Кобальту сульфат	1,0	840	840
Натрію вольфрамат	0,5	100	50
Натрію молібдат	0,5	900	450
Амонію хлорид	0,5	30	15

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		80

Сульфат натрію	1,0	35	35
Цитрат натрію	1,0	50	50
Боратна кислота	1,0	30	30
Разом	1470,00		

Витрати на електроенергію, зв'язану з технологією проведення КР.

Витрати на електроенергію обчислюють по формулі:

$$S_0 = N_{устj} \cdot n_j \cdot t_j \cdot K_{спр} \cdot Ц_{\text{Э}} ,$$

де $N_{устj}$ – потужність i -го устаткування, кВт;

n_j – кількість i -го устаткування, шт.;

t_j – час роботи i -го устаткування, година;

$K_{спр}$ – коефіцієнт попиту, рівний 0,72;

$Ц_{\text{Э}}$ – вартість 1 квт·година енергії, грн/квт·година.

Результати розрахунків використаної електроенергії зводимо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2.

Споживна потужність

Найменування устаткування	Кількість, шт.	Установлена потужність, N, кВт	Час роботи, t, год	$K_{спр}$	Споживна потужність, кВт·год
Потенціостат	1	0,1	65	0,72	4,68
Ваги електроні	1	0,006	3		0,013
pH-метр	1	0,002	2		0,003
Дистилятор	1	3	1,5		3,24
ЕОМ	1	0,5	200		72
Разом					79,94

Знаючи живильну сумарну потужність електрообладнання та тариф за 1 кВт·год електроенергії, згідно формулі 5.2 визначаємо витрати електроенергії

$$S_0 = 79,94 \cdot 3,05 = 244,00 \text{ грн.}$$

5.1.2 Розрахунок амортизації основних фондів

Елемент «амортизація основних фондів» це - сума амортизаційних відрахувань основних виробничих фондів, що вирахована по їхній балансовій вартості у відповідності встановленим законом нормам амортизації.

Амортизаційні відрахування основних фондів визначаються по формулі:

$$A = \frac{N_{aL} \cdot C_c \cdot t}{100 \cdot F}$$

де N_{aL} – річна норма амортизації для j -го устаткування групи L , %;

t – час роботи j -го устаткування, година;

C_c – балансова вартість j -го устаткування, грн.;

F – фонд часу для однозмінної роботи, ч/ рік, приймається рівним 2000 година/рік

Річні норми амортизації за використання приладів та обчислювальної техніки - 24 %.

Результати розрахунків зводимо до таблиці 5.3.:

Таблиця 5.3.

Розрахунок амортизаційних відрахувань

Найменування устаткування	Час роботи t , година	Балансова ціна, грн.	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, грн..
Потенціостат	65	12000	24	93,6
Ваги електроні	3	1500	24	0,54
pH-метр	2	500	24	0,12
Дистилятор	1,5	1500	24	0,27
ЕОМ	200	3000	24	72
Разом				166,53

5.1.3 Калькуляція собівартості КР

Витрати, що включаються в собівартість КР, групуються відповідно до їх економічного змісту за наступними елементами:

- матеріальні витрати;
- витрати електроенергії на проведення КР;
- амортизаційні відрахування;
- комунальний податок.

Комунальний податок розраховується за формулою 5.4:

$$H_{\text{ком}} = r \cdot 0.1 \cdot H_{\text{min}} \cdot t$$

де r – кількість виконавців, 2 чол.;

t – час проведення КР, місяців;

H_{min} – мінімальний неоподаткований мінімум, грн. (становить 17 грн.);

Підсумок калькуляції собівартості КР зводимо до таблиці 5.4.:

Таблиця 5.4.

Калькуляція кошторисної вартості КР

Статті витрат	Сума, грн.
1. Матеріали	1470,00
2. Паливо й енергія	244,00
3. Амортизація	166,53
4. Комунальний податок	20,40
Разом собівартість КР	1900,93

Договірна ціна КР може бути встановлена виходячи з калькуляції собівартості і рівня рентабельності, який задається. Таким чином, розраховується мінімальний рівень ціни за формулою:

$$Ц = C_{\text{min}} + П_{\text{н}}$$

де C – собівартість КР, грн.;

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		83

Π_H – нормативний прибуток, грн.

$$\Pi_H = C \cdot (R/100)$$

де R – рівень рентабельності, %.

$$\Pi_H = 1900,93 \cdot (30/100) = 570,30 \text{ грн.}$$

$$C_{\min} = 1900,93 + 570,30 = 2471,20 \text{ грн.}$$

Для розрахунку економічного ефекту КР необхідно визначити перед виробничі витрати $K_{\text{пред}}$:

$$K_{\text{пред}} = C/0,4$$

$$K_{\text{пред}} = 1900,93/0,4 = 760,40 \text{ грн.}$$

5.2. Визначення ефективності кваліфікаційної роботи прикладного характеру

Доцільність та перспективність проведення КР визначається як сума балів всіх критеріїв оцінки. Для даної роботи ця сума дорівнює 2, тобто $K > 0$, отже розробки є дуже перспективними.

$$K_{\text{кр}} = (I^n \cdot T_{\text{сл}} \cdot R_p) / 100$$

де I – важливість роботи; $T_{\text{сл}}$ – складність роботи; R_p – результативність КР; n – показник використання результатів КР.

$$K_{\text{кр}} = (3^3 \cdot 3 \cdot 2) / 100 = 1,62$$

Тобто $K_{\text{кр}} > 1$, робота є ефективною з високим науковим, технічним та економічним рівнем.

5.3. Економічне обґрунтування прикладної кваліфікаційної роботи

В якості бази для порівняння з результатами даної КР обираємо технологічний процес отримання покриття сплавом кобальт–молібден–вольфрам у стаціонарному режимі. Отримання покриття у такому режимі має малий вміст тугоплав-

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		84

ких компонентів (до 6% мас. кожного) та високі внутрішні напруження. Які погіршують якість покриття та його тривалість використання. Технологічний процес, що розробляється та обґрунтовується в даній дипломній роботі, дозволяє поліпшити якість та тривалість роботи покриття сплавом Co–W завдяки зміненню стаціонарного режиму електролізу на імпульсний режим, який дозволяє наносити покриття сплавом Co–Mo–W з високим вмістом тугоплавких компонентів (до 20% мас.кожного) та низькими внутрішніми напруженнями.

Економічний ефект від впровадження КР розраховується за формулою:

$$E_{\text{ет}} = P_m - Z_m,$$

де P_m – вартісна оцінка результатів за період T , грн.;

Z_m – вартісна оцінка витрат за період T , грн.;

T – розрахунковий період, 5 років.

Вартісна оцінка результатів розраховується:

$$P_m = \sum_1^5 P_t \cdot \lambda_t,$$

де P_t – вартісна оцінка результатів в t році розрахункового періоду;

λ_t – коефіцієнт дисконтування.

Вартісна оцінка витрат розраховується за формулою:

$$Z_m = \sum_1^5 Z_t \cdot \lambda_t,$$

де Z_t – величина всіх витрат в t році.

Основним джерелом утворення економічного ефекту є зниження витрат матеріалу при виробництві та зниження собівартості продукту за рахунок вдосконалення технології:

$$\Delta E_m = B(\Sigma H_1 \cdot C_1 \cdot K_1 - \Sigma H_2 \cdot C_2 \cdot K_2),$$

де B – річний випуск продукції, м²;

H_1, H_2 – норми витрат 1 та 2 матеріалів, %;

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		85

C_1, C_2 – ціна 1 та 2 матеріалів, грн;

K_1, K_2 – коефіцієнт, що враховує транспортні витрати.

Приймаємо, що річна програма ділянки з нанесення покриття сплавом Со–Мо–W 500м².

$$\Delta E_{\text{Co-Mo-W}} = 500 \cdot (470 \cdot 0,1 \cdot 1,1 - 320 \cdot 0,1 \cdot 1,1) = 8250 \text{ грн}$$

Таблиця 5.5.

Розрахунок економічного ефекту за період T

Найменування показника	Умовне по-значення	Роки розрахункового періоду				
		1	2	3	4	5
Обсяг інвестицій, грн.	Z_t	760	–	–	–	–
Вартісна оцінка результатів, грн.	P_t	–	8250	8250	8250	8250
Економічний ефект за t п рік, грн.	E_t	-760	8250	8250	8250	8250
Коефіцієнт дисконтування, грн.	λ	1	0,9091	0,8264	0,7513	0,6930
Ефект з урахуванням дисконтування, грн.	$E_t \cdot \lambda$	-760	7500,1	6817,8	6198,2	5717,2
Сумарний ефект, грн.	E	-760	6740,1	13557,9	19756,1	25473,3

Середньорічний економічний ефект:

$$E_{\text{сер.р}} = 25473,3/5 = 5094,66 \text{ грн}$$

Економічна ефективність КР розраховується за формулою:

$$E_p = 5094,66 / 760 = 6,7$$

Таким чином, ефект від розробки технології нанесення покриття сплавом Со–Мо–W складе за п'ять років 25473,3 грн. Для визначення доцільності витрат на проведення КР необхідно порівняти $E_n = 0,15$ та E_p , $E_p > E_n$, тобто проведення даної КР є доцільним та економічно вигідним.

Отже, проведена оцінка учбово-дослідницької і загальнонаукової ефективності свідчить, що виконана кваліфікаційна робота має певне навчальне і наукове значення. Надалі передбачається використання отриманих результатів в інших наукових працях та дослідженнях.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		87

ВИСНОВКИ

Аналіз надзвичайних ситуацій останніх років свідчить, що найбільші матеріальні та екологічні збитки населенню і державі завдають надзвичайні ситуації техногенного характеру. Проведений огляд та аналіз стану викидів стічних вод промисловими підприємствами, показав актуальність та нагальність цього питання оскільки потрапляння хімічних забруднювачів до водних об'єктів загального користування становить загрозу для всіх живих істот.

Проаналізовано сучасні електрохімічні методи та устаткування для очищення промислових стічних вод від небезпечних хімічних речовин. Дані методи дозволяють витягати зі стічних вод цінні продукти при відносно простій технологічній схемі очищення без використання хімічних реагентів та з незначними матеріальними затратами. При проходженні стічної води через міжелектродний простір електролізера відбувається електроліз води, поляризація частинок, електрофорез, окислювально-відновні процеси, взаємодія продуктів електролізу один з одним, ініціація процесів флоатації та коагуляції.

Запропоновано електрохімічний метод очищення стічних вод від небезпечних хімічних речовин та синтезовано катодні матеріали на основі тугоплавких металів, що є необхідною та актуальною задачею для попередження та вирішення екологічних проблем.

Приведені заходи з охорони праці дозволяють забезпечити безпечні умови при роботі з хімічними речовинами, а також надані рекомендації щодо дотримання безпеки працівників під час виникнення аварійних ситуацій. Наведено економічний розрахунок, який підтверджує доцільність кваліфікаційної роботи.

Таким чином, удосконалення методу електрохімічного очищення стічних промислових підприємств від небезпечних хімічних речовин, а саме, створення катодних матеріалів з нанесеним покриттям сплавом Co-Mo-W можуть бути використані для розв'язання екологічних проблем України.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		88

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Державне агенство водних ресурсів: <https://www.davr.gov.ua/>
2. Антирейтинг підприємств-забруднювачів водою за минулий рік: <https://www.davr.gov.ua/news/antirejting-pidpriyemstvzabrudnyuvachiv-vodojm-za-2019-rik-vid-derzhvodagentstva>
3. Про скиди в поверхневі водні об'єкти фосфатів у складі зворотних стічних вод на основі даних державного обліку водокористування у минулому році <https://www.davr.gov.ua/news/pro-skidi-v-poverhnevi-vodni-obyekti-fosfativ-u-skladi-zvorotnih-stichnih-vod-na-osnovi-danih-derzhavnogo-obliku-vodokoristuvannya-u-2019-roci>
4. Айрапетян Т. С. Конспект лекцій з дисципліни «Технологія очистки промислових стічних вод» для студентів 4 курсу денної та 5 курсу заочної форм навчання напряму підготовки 6.060103 – Гідротехніка (Водні ресурси), Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. 73 с.
5. Долина Л.Ф. Современная техника и технологии для очистки сточных вод от солей тяжелых металлов: Монография. Дн-вск.: Континент, 2008. 254 с.
6. Перязева Е. Г., Плюснин А. М., Гунин В. И. Миграция тяжелых металлов в окружающей среде. ЭКиПР .2001. октябрь. 29-31 с.
7. Труды научно-практической конференции "Сучасні проблеми охорони довкілля, раціонального використання водних ресурсів та очистки природних і стічних вод", 11- 14 квітня 2006 р., м. Миргород/Редкол.: Ноговицін А.В. та ін.. К.: Т-во "Знання" України, 2006. 172 с.
8. Екоінтелект-2006: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодших вчених 2006 р. / За ред. Євтуха А .А. Дніпроп. нац.. ун-т залізн.. трансп. ім. В.Лазаряна. Д.: ДПТ, 2007. 192 с.
9. Кораблева А. И. Чесанов Л.Г. Шапарь А.Г. Введение в экологическую токсикологию. Центр экономического образования, 2001. 308 с.
10. Петрук В.Г., Северин Л.І., Васильківський І.В., Безвозюк І.І. Природоохоронні заходи / Вінниця: ВНТУ, 2016. 251 с.
11. Долина Л. Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных и природных вод. Д.: Континент, 2003.218 с.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		89

12. Колесников В.А., В.И. Ильин. Экология и ресурсосбережение в электрохимических производствах. Механические и физико-химические методы очистки промывных и сточных вод: Учеб. пособие/ М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2004. 220 с.
13. Долина Л.Ф. Проектирование и расчет сооружений и установок для физико-химической очистки производственных сточных вод: Учебное пособие. Д.: Континент, 2004. 127 с.
14. Назаров М.В. Очистка прородных и сточных вод с применением электрохимических методов - Уфа, 2008. 184 с.
15. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/Учебник для вузов: М.: АСВ, 2004. 704 с.
16. Долина Л. Ф. Сорбционные методы очистки производственных сточных вод: Учебное пособие. Д.: ДИИТ. 2000. 84 с.
17. Андронов В. А. Екологічні безпечні системи оборотного водопостачання коксохімічних, металургійних і машинобудівних підприємств : автореф. дис. ... д-ра. техн. наук : спец. 21.06.01 екологічна безпека / Дон. нац. ун-т. Донецьк, 2006. 32 с.
18. Электрофлотационная технология очистки сточных вод промышленных предприятий/ В.А.Колесников и др.; под ред. В.А. Колесникова. М.: Химия, 2007. 304 с.
19. Гетьманцев С. В., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка производственных сточных вод коагулянтами и флокулянтами . Науч. изд-во АСВ, 2008. 272 с.
20. Драгинский В. Л., Алексеева Л.П., Гетьманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки воды. Науч. изд. М., 2005. 576 с.
21. Айрапетян Т. С. Водне господарство промислових підприємств :навч.посіб./ Харків. нац. акад. міськ. госп-ва . Харків: ХНАМГ, 2010. 280 с.
22. Фізико-хімічні та біологічні методи очистки стічних вод : навч. посіб. /С. М. Епоян та ін. Харків :Міськдрук, 2012. 452с.
23. Ксенофонов Б.С. Флотационная очистка сточных вод.-М. Новые технологии, 2003.160 с.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		90

24. Штриплинг Л. О., Туренко Ф.П. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов . Учебное пособие. Омск: ОмГТУ, 2015. 192 с.
25. Быков А. П. Инженерная экология. Новосибирск: НГТУ, 2014. 104 с.
26. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод: Учебное пособие. Вологда: ВоГТУ, 2003. 152 с.
27. Хенце М., Армоэс П., Ля-Кур-Янсен Й., Арван Э. Очистка сточных вод: Пер. с англ./М.: Мир, 2006. 480 с.
28. Смилка Е. П. Рациональное использование промышленных сточных вод коксохимического производства. Перспективи розвитку територій : теорія і практика : міжнар. наук.-практ. Інтернет-конф. студ., асп. та молод. вч., 5–30 жовтня 2013 р., м Харків :матер. конф. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2013. 135–136 с.
29. Использование фенольных сточных вод для стабилизации оборотных вод систем водоснабжения коксохимических предприятий /С. В. Нестеренко та ін. Науковий вісник будівництва. Харків : ХНУБА, 2013. No 74. 314–323 с.
30. Эпоян С. М. В., Шевчук В.А. Реагентные методы стабилизационной обработки воды. Тези доп. : матер. студ. наук. конф.,26–28 березня 2008 р. Харків : ХДТУБА, 2008. 50–51с.
31. Орлов В. О., Тугай Я.А., Орлова А.М. Водопостачання та водовідведення : підручник / Київ : Знання, 2011. 359 с.
32. Жилинский В.В., Слесаренко О.А. Электрохимическая очистка сточных вод и водоподготовка: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 04 «Технология электрохимических производств» / Минск : БГТУ, 2014. 85 с.
33. Теория и практика современных электрохимических производств. Сборник тезисов и докладов. Том I. - СПб.,СПбГТИ(ТУ), 2010. 97 с.
34. Справочник гальваника /Байрачный Б.И. и др. – Харьков. : «Прапор», 1988.180 с.
35. Электроосаждение металлов и сплавов из водных растворов комплексных соединений: Монография /Березин Н.Б. и др. Казань: Казанский государственный технологический университет, 2006. 282 с.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		91

36. Алибеков С.Я., Фоминых В.В. Очистка промышленных сточных вод от цианидов / Вестник Марийского государственного университета 2020. – Т. 4(40), № 14. 101–104 с.
37. Electrodeposition of catalytic ternary cobalt based coatings/ M.V. Ved', N.D. Sakhnenko, M.A. Glushkova, Yu.K. Hapon, T.A. Nenastina. Вопросы химии и химической технологии. – Днепропетровск: УГХТУ, 2015. – Т. 5 (103).4 – 11с.
38. Попович П.В., Слободян З.В. Корозійна і електрохімічна поведінка сталей 20 та ст.3. у середовищах сульфату амонію і нітрофоски / Фізико-хімічна механіка матеріалів 2013. – №6. 100–106 с.
39. Баранова А.Н., Гусева Е.А., Комова Е.М. Исследование коррозионной стойкости сталей, применяемых для изготовления дражного оборудования для добычи золота / Системы. Методы. Технологии. - 2011. - №1(21). 102-106 с.
40. Subramania A Technical Communication electrocatalytic cobalt-molibdenum alloy deposits / A.Subramania, A.R. Priya Sathiya, V.S. Muralidharan. Int.J.Hydrogen Energy . 2007. Vol.32, № 14. P. 2843 – 2847].
41. Ведь М.В., Сахненко Н.Д., Гапон Ю.К., Ненастина Т.А. Электроосаждение тройных сплавов кобальта с тугоплавкими металлами /Гальванотехника и обработка поверхности. 2016. №1. 14 -21с.
42. Про охорону праці: Закон України від 14 жовтня 1992 р., № 2694- XII. Верховна Рада України.
43. Михайлов А.А. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие/Питер:СПб, 2006. 302с.
44. Про затвердження правил охорони праці під час експлуатації водопровідно-каналізаційних споруд. 2007, Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1404-04>.
45. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введен 01.01.76.
46. Правила улаштування електроустановок. Наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		92

47. ДСТУ 7237:2011 Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту.
48. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.
49. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація.
50. ДСТУ 2867-94 Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги.
51. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. – К.: 1999.
52. ДСТУ ГОСТ 12.1.012:2008 Система стандартів безпеки праці. Вібраційна безпека. Загальні вимоги.
53. ДСН 3.3.6.039-99. Санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. – К.: 1999.
54. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введен 01.01.89.
55. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. К, 2000.
56. Вимоги до роботодавців щодо захисту працівників від шкідливого впливу хімічних речовин. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій в Україні від 22.03.2012 № 627.
57. Про затвердження Положення про розробку інструкцій з охорони праці (НПАОП 0.00-4.15-98), редакція від 01.09.2017р.
58. НПАОП 0.00-8.24-05 «Перелік робіт з підвищеною небезпекою», затвердженого наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 26.01.05 №15.
59. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" (4004-12), редакція від 14.01.2021р.
60. Методичні вказівки по технічно - економічному обґрунтуванню науково - дослідних робіт (прикладного характеру) / уклад. К.Ю. Зверєва, В.С. Каретникові. - Х : ХПІ, 2003.

					НУЦЗУ.2.19-28.СХ та ХТ.РПЗ.17	Лист
Изм	Лист	Подп.	№ докум	Дата		93