

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 183 “Технології захисту навколишнього середовища”

Тема : Технології очищення стічних вод гальванічного виробництва

Завідувач кафедри	<u>Пляцук Л.Д.</u>	_____
Керівник роботи	<u>Гурець Л.Л</u>	_____
Консультант з охорони праці	<u>Васькін Р.А.</u>	_____
Виконавець студент групи ТС-81	<u>Юхта М.С.</u>	_____

Суми – 2022

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра екології та природозахисних технологій
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Юхті Михайлу Сергійовичу

Група ТС-81

1. Тема випускної роботи: Технології очищення стічних вод гальванічного виробництва
2. Вихідні дані: Статистичні дані, наукові статті та інші літературні джерела.
3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:
 1. Склад стічних вод гальванічного виробництва.
 2. Механізми очищення стічних вод гальванічного виробництва.
4. Етапи виконання випускної роботи

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2,3	4,5	6,7	8	9
1	Огляд літератури	+					
2	Розділ 1		+				
3	Розділ 2			+			
4	Розділ 3				+		
5	Розділ 4					+	
6	Оформлення, захист						+

5. Дата видачі завдання _____ 2022 р.

Керівник _____

Гурець Л.Л.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел, який містить 37 найменування. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 47 сторінок, у тому числі 3 рисунка, список використаних джерел становить 3 сторінки.

Мета роботи – проведення аналізу методів очистки стічних вод гальванічного виробництва.

Завдання:

- дослідити забруднення природних вод;
- здійснити аналіз стічних вод від гальванічного виробництва;
- здійснити порівняльну характеристику і вибір методів очищення стічних вод і системи водозабезпечення;
- розглянути охорону праці та безпеку життєдіяльності.

Об'єкт дослідження – технології очищення стічних вод гальванічного виробництва.

Предмет дослідження – особливості технологій очищення стічних вод гальванічного виробництва.

Методи дослідження – у роботі використовувалися екологічні дослідження факторів впливу нітрозних газів на компоненти довкілля.

У кваліфікаційній роботі був здійснений аналіз стічних вод від гальванічного виробництва, здійснено порівняльну характеристику і вибір методів очищення стічних вод і системи водозабезпечення, розглянуто охорону праці та безпеку життєдіяльності

Ключові слова: СТІЧНІ ВОДИ, ГАЛЬВАНІЧНЕ ВИРОБНИЦТВО, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1.....	7
АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД	7
1.1.1 Проблеми забруднення водного середовища	7
1.1.2 Поняття «стічна вода».....	8
1.1.3 Джерела забруднення стічних вод.....	9
1.1.4. Господарсько-побутові стічні води	11
1.1.5. Поверхневий стік з територій підприємств.....	11
1.1.6. Характеристика стічних вод гальванічного виробництва	13
РОЗДІЛ 2.....	18
АНАЛІЗ СТІЧНИХ ВОД ВІД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	18
2.1. Проведення аналізу забруднення стічних вод	18
2.2. Технологічна схема очищення стічних вод від гальванічного виробництва	20
РОЗДІЛ 3.....	26
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ВИБІР МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД І СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. ОПИС ОБРАНОГО КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ	26
3.1. Хімічні методи очищення стічних вод.....	26
3.2 Іонообмінний метод	29
3.3 Мембранні методи.....	30
3.3. Інші методи очищення	31
РОЗДІЛ 4.....	36
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	36
ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	44

Підп. і дата						ТС 18510220					
Взаєм.інв.№	Інв.№	№дубл.	Підп.	Дата	Виг.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		
Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	Розроб.	Юхта	Юхта	Технології очищення стічних вод гальванічного виробництва	Літ.	Аркуш	Аокушів
					Перев.	Гурець			4	47	
					Н.Контр	Батальцев			СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
					Затв.	Пляцук			гр. ТС-81		

ВСТУП

Проблема забруднення води та її стану стали однією з найбільших проблем сучасного світу. Вода є життєво важливою для економічного зростання та розвитку, і особливо для виживання наземних і водних екосистем. Зараз 700 мільйонів людей, які живуть у 43 країнах, страждають від постійного дефіциту води, а понад 900 мільйонів людей не мають доступу до чистої води. Загрозою для всього людства є виснаження та погіршення стану водних ресурсів, ресурсів питної води та основи життя на планеті. Через 30 років половина населення планети буде страждати від нестачі цієї рідини. Для України цей момент міг настати набагато раніше, а для жителів 1228 міст України, які користуються імпортною водою, це вже сталося.

Забруднення гідросфери — це надходження в гідросферу забруднюючих речовин у кількостях і концентраціях, які можуть змінити нормальне середовище великих водойм: океанів, морів, озер, річок, водосховищ, інших штучних водойм, а також підземних і підземних вод. Основні принципи сучасної водно-екологічної політики, встановлені Законом України «Про Національну програму розвитку водного господарства», який визначає основні напрями цієї політики: раціональне та екологічно безпечне використання водних ресурсів; підвищити технологічний рівень водокористування; розробка та впровадження нових інноваційних технологій, що гарантують запобігання забрудненню поверхневих вод та ліквідацію очищення стічних вод.

Основною передумовою кризи в країні, спричиненої забрудненням поверхневих вод, є нераціональне використання водних ресурсів з порушенням екологічних вимог. Поєднання розглянутих факторів є причиною виснаження та забруднення поверхневих вод України, зниження їх самоочищної здатності, деградації, виснаження та розпаду водних екосистем. Через зростаючу урбанізацію, розвиток промисловості та комунальних послуг кількість міських стічних вод, які потребують очищення, постійно збільшується.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

5

Нині в місті спостерігається тенденція до погіршення якості поверхневих водних ресурсів через антропогенне та природне забруднення.

Зрозуміло, що необхідно вжити заходів для адаптації екологічного стану поверхневих вод до зростаючого впливу людської діяльності. Ці заходи включають: удосконалення технологічних процесів для зменшення викидів забруднюючих речовин та підвищення ефективності очищення стічних вод шляхом розробки нових технологій очищення води та вдосконалення існуючих технологій

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
6

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ СТІЧНИХ ВОД

1.1.1 Проблеми забруднення водного середовища

Збереження та захист водних ресурсів від виснаження є однією з найважливіших проблем людства, що значно ускладнює урбанізацію людського суспільства, інтенсивний промисловий розвиток, використання різноманітних хімічних речовин у побуті та виробництві, що призводить до значного забруднення води. [32].

Потенціал водних ресурсів України є основою соціального, екологічного та економічного добробуту. Нині водні та гідроекологічні проблеми стали національними та важливим фактором національної безпеки. Тому в умовах зростання водно-екологічних проблем та обмеженості фінансових ресурсів підприємств важливо, щоб водоохоронні заходи оцінювали їх ефективність, щоб вибрати найбільш оптимальну технологію очищення стічних вод.

Зростання економічного розвитку потребує значних водних ресурсів.

Подальший розвиток промисловості, сільського господарства, енергетики та процвітання потребує великих обсягів води, які відповідають сучасним національним стандартам та технічним умовам використання [34].

Проблема забезпечення належного екологічного стану водних ресурсів залишається актуальною для всіх регіонів України. Майже всі поверхні та значна частина ресурсів підземних вод, особливо в районах із потужними промисловими та сільськогосподарськими комплексами, зазнають впливу антропогенного впливу, що проявляється забрудненням, виснаженням та деградацією цих структур.

Значні обсяги водоспоживання в господарській діяльності, зростання скидів забруднених вод у поверхневі водні об'єкти є основними факторами антропогенного навантаження поверхневих водних джерел.

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
7

1.1.2 Поняття «стічна вода»

Відповідно до Водного кодексу України стічні води - це води, що утворюються під час господарсько-побутової та промислової діяльності (крім гірничодобувних, кар'єрних та дренажних вод), а також води, що скидаються з населеного пункту, в якому вони створені. до опадів.

За походженням і складом забруднюючих речовин (домішок) стічні води поділяють на чотири основні категорії: побутові, промислові, сільськогосподарські та зливові, що стікають з території виробничих підприємств і населених пунктів внаслідок опадів або зрошення. . вулиці

За походженням розрізняють такі види стічних вод [33]:

1. Побутові стічні води - утворюються в житлових приміщеннях, а також у побутових приміщеннях на виробництві (наприклад, душові, ванні кімнати), скидаються побутовими або звичайними стічними водами. В основному вони забруднені миючими засобами та фекаліями. Більшість зважених речовин містять целюлозу, тоді як інші органічні забруднювачі включають жирні кислоти, вуглеводи та білки. Неприємний запах побутових стічних вод обумовлений розпадом білків в анаеробних умовах.

Склад побутових стічних вод відносно постійний і характеризується переважно органічними забруднювачами (близько 60%) у нерозчиненому, колоїдному та розчиненому станах, а також різними бактеріями та мікроорганізмами, у тому числі збудниками.

2. Промислові стічні води - виникають у результаті використання води в промислових процесах або гірничих роботах, скидаються через промислову систему або плавучу систему стічних вод. Найбільш типовими і небезпечними забруднювачами промислових стічних вод є речовини гірничодобувної промисловості (переважно похідні нафти), феноли, синтетичні поверхнево-активні речовини, важкі метали, органічні речовини з тривалим часом розкладання, у тому числі різні пестициди. Є забруднені та відносно чисті стічні

Інв.№подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 18510220

Арк
8

води. Прикладом умовно чистих стічних вод є вода, яка використовується для охолодження теплообмінників [33].

3. Сільськогосподарські стічні води: їх поділяють на стічні води тваринницьких комплексів і поверхневі стічні води з полів. Перший тип стічних вод містить велику кількість органічних забруднювачів, другий – сільськогосподарські хімікати, які використовуються як добрива та засоби захисту рослин від шкідників.

4. Зливовий стік: спричинений дощем, опаленням (сніг, град) та поливними водами. Стоки в основному йдуть через каналізацію. Забруднені загалом нерозчинними органічними та мінеральними речовинами, похідними нафти, поживними речовинами та важкими металами.

5. Гірські та гірничі стічні води: вони виникають у процесі видобутку та переробки корисних копалин, тому часто характеризуються високою мінералізацією, кислим середовищем, великою кількістю гірських елементів у розчиненому та зваженому вигляді [33] .

6. Вихлопні гази переробних заводів: хвосты флотації, згущувачі, вакуум-фільтрація.

7. Стічні води нафтогазової промисловості.

1.1.3 Джерела забруднення стічних вод

Основними джерелами забруднення є стічні води, кислотні дощі, тверді побутові відходи, розливи нафти, відходи атомних і теплових електростанцій та забруднення з інших джерел, які важко визначити, не можна допускати шкідливих викидів від електростанцій.

Промислові стічні води утворюються в результаті використання води в різних технологічних процесах. Їх кількість, склад і концентрація забруднюючих речовин визначаються такими факторами: типом промислового виробництва та характером технологічного процесу, складом сировини та продукції, складом прісної води, модальністю технологічних процесів [34].

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
9

Концентрації забруднювачів у стічних водах різних компаній різняться і значно змінюються з часом в окремих сховищах або в межах компанії в цілому. Нерегулярний скид стічних вод та їх концентрація загрожує роботі очисних споруд та ускладнює їх роботу.

Залежно від ступеня забруднення промислові стічні води можна розділити на три основні категорії:

- умовно чистий, що не викликає змін фізико-хімічного складу води в резервуарі та не потребує очищення. Ці води зазвичай надходять з теплообмінників, а також утворюються при охолодженні обладнання та продуктів;

- очищена відповідно до законодавства - вода, очищена від домішок, скидання яких не змінює якість води в резервуарі;

- забруднені - неочищені або недостатньо очищені стічні води з концентрацією забруднюючих речовин.

Забруднені стічні води зазвичай поділяють на три групи: забруднені переважно органічними забрудненнями, забруднені переважно мінеральними забрудненнями та забруднені сумішшю цих забруднювачів. На більшості підприємств мінеральні та органічні стічні води забруднені в різних пропорціях.

Найбільш небезпечними для водойм є промислові стічні води. Його очищення набагато вимогливіше, ніж міські стічні води, які потребують складних і дорогих очисних споруд. Різноманітність складу та природи промислових забруднювачів, присутніх у стічних водах, сприяє використанню різних методів очищення, як фізико-хімічних, так і хіміко-біологічних. Промислові стічні води скидаються в міську каналізацію з обмеженнями [34]

Інв. № подл.	Підп. і дата
Взаєм. інв. №	Взаєм. інв. №
Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 18510220	Арк
						10

1.1.4. Господарсько-побутові стічні води

Побутові стічні води утворюються під час приймання ванни, душу, у пральні та їдальні. Ці води включають фекалії, забруднені переважно фізіологічними секретами людини, та побутові відходи з миючими засоби.

Характерною особливістю питної води є відносна стабільність її складу та високий ступінь забруднення. Більшість забруднювачів – це органічні речовини рослинного та тваринного походження. Побутові стічні води завжди містять велику кількість мікроорганізмів, які є продуктами життєдіяльності людини, а тому можуть бути патогенними. Це найнебезпечніша частина епідеміологічного забруднення [35].

Зазвичай для очищення побутових стічних вод використовують біологічні методи. Компанії не несуть відповідальності за якість цієї води та направляють її на комунальні очисні споруди. Забруднення побутових та промислових стічних вод впливає на вибір технологічної схеми очищення води та екологічну ситуацію в певній місцевості.

1.1.5. Поверхневий стік з територій підприємств

Атмосферні (зливові) стічні води (поверхневий стік з приміщень підприємств) утворюються в результаті вимивання забруднюючих речовин, що накопичуються на території підприємств. Характерною особливістю стоку дощової води є епізодичний характер та значний нерівномірний потік і концентрація забруднюючих речовин. Поверхневий стік в основному містить мінеральні забруднення – тверді (зважені) частинки, а також нафтопродукти.

Дощова вода промислових заводів може містити специфічні забруднювачі, які є особливими для конкретного виробництва[36].

Багато факторів впливають на забруднення поверхневим стоком: рівень топографії, щільність населення, інтенсивність руху. Ці води скидаються у зовнішню (дощову) мережу міста. Підприємства ведуть облік кількості цього

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
------------	--------------	-------------	------------	--------------

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 18510220

Арк

11

виду стічних вод. Поверхневий стік з промислових ділянок, як правило, складніший, і концентрація забруднюючих речовин вища, ніж у муніципальних стоках.

У літературі часто використовується термін "комунальна каналізація". Міські стічні води – це суміш усіх трьох типів води із загальною каналізацією або побутових та промислових стічних вод з окремою системою. Загалом на промислові стоки припадає 40% загального водовідведення комунальних каналізаційних мереж .

З хімічної точки зору, забруднення міських стічних вод поділяється на мінеральне (пісок, глина, розчинені мінеральні солі, кислоти та основи) та органічне, яке може бути рослинного та тваринного походження. Міські стічні води мають надзвичайно високе мікробіологічне забруднення. Для вирішення проблеми скидання комунальних стічних вод у водосховище не потрібно вивчати її склад, оскільки він є відносно постійним і різниці можуть стосуватися лише концентрації, яка залежить від інтенсивності стоку[36].

У комунальних очисних спорудах вода постійно направляється через механічні та біологічні очисні споруди та дезінфікується. Для забезпечення нормальної роботи цих об'єктів встановлюється ряд вимог до комунальних стічних вод, реалізація яких забезпечується постійним контролем якості стічних вод промислових підприємств, підключених до комунальної каналізаційної мережі. Умови виробництва стічних вод у різних компаніях можуть суттєво відрізнятися. Каналізація промислових підприємств зазвичай здійснюється за абсолютно окремою системою [37].

Інв.№подл.	Підп. і дата
	Взаєм.інв.№
Інв.№дубл.	Підп. і дата
	Взаєм.інв.№

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

12

1.1.6. Характеристика стічних вод гальванічного виробництва

Основним компонентом гальванічних стічних вод є промивні води, які використовуються у великих кількостях у виробництві. З іонів важких металів у стічних водах найчастіше зустрічаються хром, нікель і мідь [1].

Розряди, що містять хром, є результатом промивання деталей після хромування, електрохімічного полірування та видалення неякісних покриттів.

Основними речовинами, які нейтралізуються, є шестивалентні сполуки хрому, ціаніди (CN⁻), іони важких і кольорових металів: Cu²⁺, Ni²⁺, Zn²⁺, Cd²⁺, Sn²⁺, Pb²⁺. Сполуки хрому (III) і зокрема хрому (VI) токсичні для людей і тварин [3]. Смертельна доза K₂Cr₂O₇ (біхромату калію) для людини становить від 0,2 до 0,3 грама. Тому важливо очищати гальванічні стічні води від залишкових три- та шестивалентних сполук хрому. Найбільш перспективним і ефективним методом гальванічної очистки стічних вод є електрофлотація. переваги цього методу: відносна простота монтажу, висока надійність і високий ступінь чистоти.

Гальванічне виробництво є одним із найбільших споживачів води, а отже, ми маємо велику кількість стічних вод, які є одними з найбільш токсичних і найбільш шкідливих для навколишнього середовища. У цьому сенсі гальванічне виробництво стикається з низкою важливих проблем. Використання нових технологій виробництва може допомогти зменшити кількість стічних вод. Для цього знадобляться значні матеріальні витрати, що нереально на такому рівні розвитку економіки. У результаті виникає інший шлях захисту навколишнього середовища: підвищення ефективності очищення стічних вод [1].

Електролітичне нанесення тонкого шару металу на поверхню будь-якого металевого предмета захищає його від корозії, підвищує зносостійкість, також використовується в декоративних цілях тощо. Гальванічні покриття повинні бути щільними і мати дрібнозернисту структуру [2]. Для отримання дрібнозернистої структури необхідно підібрати відповідний склад електроліту, температуру і щільність струму.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
13

Гальваніка – це чудовий спосіб уникнути багатьох проблем і продовжити термін служби вашого обладнання, накопичувачів та іншого обладнання. Нанесення гальванічних покриттів методом хромування або нікелювання вимагає спеціального виробничого процесу та кваліфікованого персоналу.

Гальванізація - це електрохімічний процес, при якому на поверхню виробу наносять шар металу. В якості електроліту використовується розчин застосовуваних солей металів. Виріб - катод, анод - металева пластина. При проходженні струму через електроліт солі металів розкладаються на іони. Позитивно заряджені іони металу спрямовуються на катод, що призводить до електролітичного осадження металу [35].

Товщина, щільність і структура гальванічних покриттів можуть змінюватися в залежності від складу електроліту та умов процесу: температури, густини струму. Так, наприклад, змінюючи співвідношення цих двох параметрів, можна отримати глянцеове або матове хромове покриття, додати в електроліт глянцево-сульфонові сполуки для глянцевого нікелювання.

Декоративні покриття мають невелику товщину, дрібнозернисту структуру і достатню щільність. Для забезпечення зчеплення покриття з виробом необхідно ретельно підготувати поверхню, яка включає механічну обробку (шліфування і полірування), видалення оксидів і знежирення поверхні. Після розтирання продукт промивають і нейтралізують лужним розчином.

Хромування

Хромові покриття є одними з найбільш універсальних з точки зору функціонального використання. З його допомогою підвищує твердість і опір поверхні виробів, інструментів, відновлює зношені деталі. Це пов'язано з наявністю на його поверхні дуже щільних окислених пасиваційних плівок, які легко відновлюються з найменшими пошкодженнями. Широко використовується для захисту від корозії та декоративної обробки поверхні виробів. Залежно від способу обробки можна досягти різних властивостей покриття.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

						ТС 18510220	Арк
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			14

Цинкування

Цинкове покриття захищає чорні метали від корозії не тільки механічно, але й електрохімічно. Цинкові покриття широко застосовуються для захисту від корозії деталей машин, кріплень, антикорозійного захисту водопровідних труб, резервуарів з живильними речовинами, що контактують з прісною водою при температурах не вище 60-70 В і С, а також для захисту виробів з чорних металів від бензину і масло тощо [35].

Нікелювання

До нікелю належать вироби зі сталі та кольорових металів (мідь та її сплави) для захисту від корозії, декоративного покриття, підвищеної стійкості до механічного зносу та спеціального призначення. Нікелеві покриття мають високу стійкість до корозії в атмосфері, в лужних розчинах і в деяких органічних кислотах, що значною мірою пояснюється високою пасиваційною здатністю нікелю в цих середовищах. Нікелеве покриття добре полірується і легко наноситься на дзеркальну поверхню.

хімічне нікелювання

У порівнянні з електролітичним хімічним нікелюванням з вмістом фосфору 3-12% воно має більш високу стійкість до корозії, зносу та твердості, особливо після термічної обробки. Має низьку пористість. Основною перевагою процесу хімічного нікелювання є рівномірний розподіл металу на поверхні тисненого виробу будь-якого профілю [35].

консервовані

Основні сфери застосування жерстяних покриттів: захист виробів від корозії та зварювання різних деталей. Цей метал стабільний в промисловій атмосфері, навіть містить сірчисті сполуки у воді, в нейтральному середовищі. Стосовно виробів із мідних сплавів олово є анодним покриттям і електрохімічно захищає мідь. Олов'яні покриття надзвичайно пластичні і легко витримують розтягування, формування та згинання. Покриття добре прилягають до основи, забезпечують хороший захист від корозії та добре виглядають. Свіже олов'яне

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

15

покриття легко спаюється спиртовою каніфоллю, але через 2-3 тижні його паяність різко погіршується [35].

мідне покриття

Мідні покриття застосовують для захисту сталевих виробів від цементулювання, підвищення електропровідності, а також прошарок на сталі, цинкові, цинкові та алюмінієві сплави перед нанесенням нікелевих, хромових та інших покриттів, для кращої адгезії або підвищення захисту. Як окреме гальванічне покриття, воно, як правило, не використовується в декоративних цілях або для захисту від корозії.

Срібло

Срібло має високу електропровідність, відбивну здатність і хімічну стійкість, особливо при впливі лужних розчинів і більшості органічних кислот. Тому сріблення в основному використовується для поліпшення поверхневопровідних властивостей живих компонентів, воно надає поверхні високі оптичні властивості, для захисту хімічного обладнання та обладнання від корозії лужними та органічними кислотами, а також у декоративних цілях [35].

Цинкові покриття широко використовуються для захисту виробів з чорних металів від корозії в різних кліматичних зонах і атмосферах, забруднених промисловими газами, для захисту від прямого впливу прісної води і корозійного впливу гасу, бензину та інших виробів. нафтові похідні та масла. Цинкові покриття не стійкі в середовищах, насичених морською парою.

Для збереження нікелю в якості підкладок для нікелювання та хромування найчастіше використовують мідні покриття. Завдяки проміжному шару сталі та міді досягається краща адгезія між основним металом та металом покриття та зменшується шкідливий вплив водню. Мідні покриття також широко використовуються для місцевого захисту при цементації та гальванізації. Мідні покриття добре поліруються, що важливо для декоративно-захисних покриттів. Добре обладнані гальванічні установки є майже на всіх машинобудівних і металургійних заводах [35].

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
16

Кожен технологічний процес гальванічного напилення металевих покриттів складається з ряду окремих операцій, які можна розділити на 3 групи:

1. Підготовча робота. Його призначення — підготувати метал (його поверхню) до гальваніки. На цій фазі технологічного процесу виконуються шліфування, знежирення та гравірування.

2. Основний процес, метою якого є формування відповідного металевого покриття гальванічним методом.

3. Оздоблювальні операції. Використовуються для обробки та захисту гальванічних покриттів. Найчастіше для цього використовуються пасивування, фарбування, лакування та полірування.

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
17

РОЗДІЛ 2 АНАЛІЗ СТІЧНИХ ВОД ВІД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

2.1. Проведення аналізу забруднення стічних вод

Гальванічні стічні води є основним джерелом кислот, лугів, іонів важких металів, органічних домішок, які, потрапляючи у водне середовище, протягом багатьох років є джерелом екологічної інтоксикації [1 - 6].

В даний час гальванічні стічні води поділяють на відпрацьовані технологічні розчини (ВТС), які становлять 6-10% загальної кількості стічних вод, і належать до категорії висококонцентрованих водних систем (загальна концентрація електроліту $m \geq 1$ моль/дм³) відп. . промивання стічних вод. рослин (промивних вод), які становлять 90-94% загального об'єму стічних вод, що належать до категорії розбавлених водних систем ($m \leq 0,02$ моль/дм³) [7].

Як наслідок, до найпоширеніших систем очищення цих категорій належать очищення в локальних системах періодичного очищення відходів та безперервна або напівбезперервна централізована очистка води [8-14].

Якісний та кількісний аналіз складу гальванічних стічних вод за останні 30 років на основі технічних задумів кількох заводів у результаті досліджень виявив підвищення рівня мінералізації стічних вод порівняно зі значним зменшенням об'єму стічних вод(рис. 2.1, рис. 2.2) .

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

18

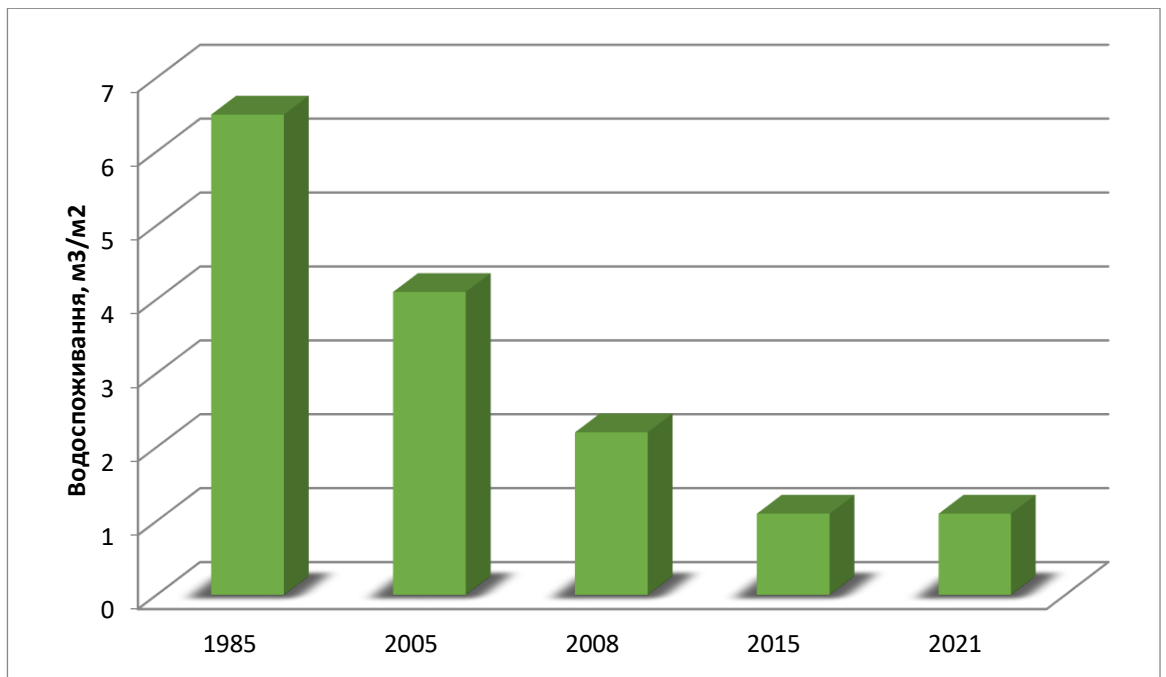


Рисунок 2.1 – Якісні та кількісні зміни стічних вод гальванічного виробництва за період 1985-2021 р.р. підприємства ТЗОВ «Брополь» м.Броди: – зміна водоспоживання для м² гальванопокриття

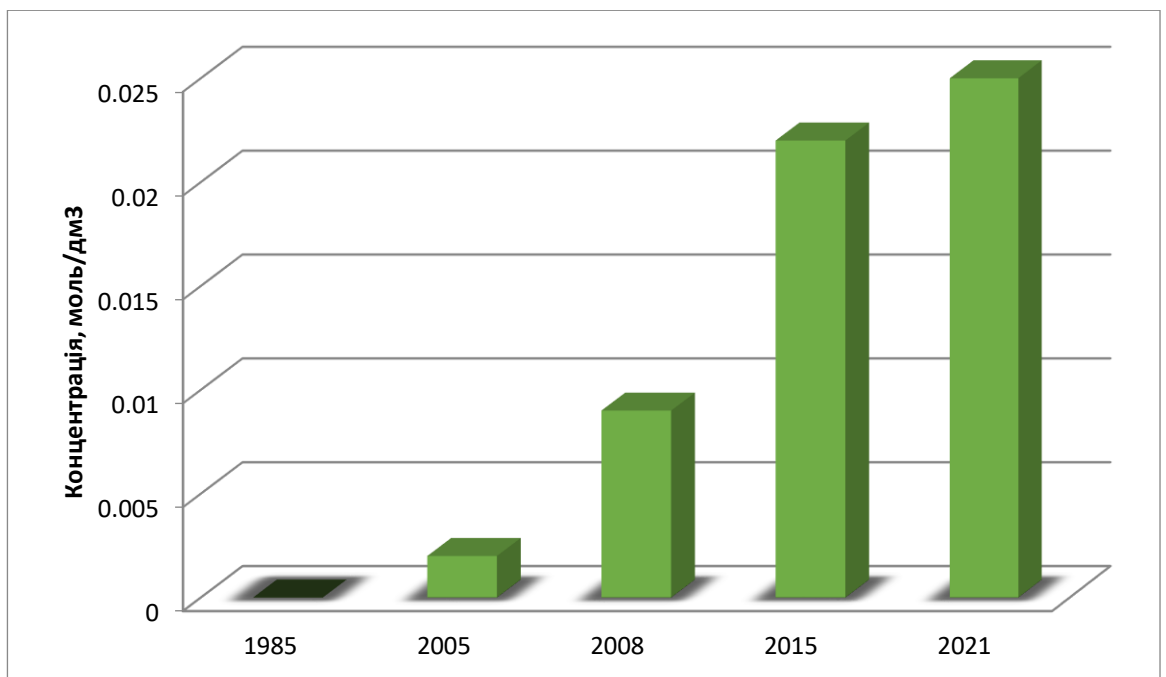


Рисунок 2.2 – Якісні та кількісні зміни стічних вод гальванічного виробництва за період 1985-2021р.р. підприємства ТЗОВ «Брополь» м.Броди: – Зміна концентрації (загальної концентрації йонів металів) у стічних водах

Підп. і дата
Взаєм. інв. №
Інв. № дубл.
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 18510220

Результати аналізу показують, що за останні 30 років споживання води, а отже, і об'єм гальванічних стічних вод знизився на 50÷75%, тоді як концентрація фільтрату для окремих компонентів зросла в 5÷65 разів, наприклад, пр. Середня концентрація іонів хрому зросла з 0,5 г/дм³ до 1,5 г/дм³, сульфат-іонів з 0,5 г/дм³ до 2 мг/дм³. Це означає, що результати досліджень показали, що загальна концентрація електролітів у фільтраті становить $m \geq 0,02$ моль/дм³, що дає підставу віднести їх до концентрованих водних розчинів електролітів (концентрованих стічних вод) [15, 18].

Крім того, використання нових реагентів призвело до значних змін у якості гальванічних стічних вод, що призводить до збільшення кількості органічних домішок, які, незважаючи на свою токсичність, впливають на ступінь очищення іонів металів і змінюють відповідні окислювально-відновні властивості. діапазон значень (Eh) і кислотно-лужний показник (pH) [19-21].

У більшості відомих технологій гальванічна очистка стічних вод не допускає специфічної обробки органічних сполук, оскільки стічні води поділяють на лужні або кислотні, що передбачає їх нейтралізацію з подальшим видаленням іонів важких металів.

2.2. Технологічна схема очищення стічних вод від гальванічного виробництва

Важкі метали потрапляють у стічні води при їх утворенні в автомобільній та хімічній промисловості, у процесах виробництва гальванічних елементів, поліграфії, шкіряних та хутряних виробів та ін. Забруднення іонами важких металів є однією з найсерйозніших проблем сучасності, що веде до поглиблення досліджень у сфері очищення стічних вод, пошуку альтернативних та більш ефективних методів. Дуже важливою є проблема видалення важких металів зі стічних вод. При неякісному очищенні стічні води потрапляють у природні водойми, де у воді накопичуються важкі метали та нижні відкладення, що робить їх джерелом вторинного забруднення.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата	ТС 18510220				Арк			
									20			
					Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			

Крім того, сильне набухання мінералу ускладнює його видалення і регенерацію після використання. При використанні бентонітової глини як природного абсорбенту важкі метали витягуються в певному діапазоні рН, що призводить до підвищення ступеня очищення стічних вод [4]. Поступовий розвиток природних методів біологічного очищення складається з біоінженерних пристроїв, таких як біопластина. Це штучна система очищення стічних вод, яка має багато характеристик природної біоплити. У цій системі для очищення стічних вод використовуються різні водні організми: мікроорганізми, водорості, вищі рослини тощо. Очищення можливе в аеробних та анаеробних умовах. У міру протікання стічних вод крізь шари накопичувача іони важких металів адсорбуються на зерні корму і відбувається ряд складних процесів адсорбції, утворення та осадження. Під час росту мікроорганізми поглинають деякі важкі метали, які беруть участь у різних клітинних процесах, використовуючи, наприклад, мідь і цинк для синтезу своїх ферментів, РНК, ДНК [3].

Фітоаккумуляція іонів вищими водними рослинами є перспективним біологічним методом очищення стічних вод від важких металів. Макрофіти мають здатність накопичувати речовини в концентраціях, вищих за їх вміст у навколишньому середовищі. Вони є перспективним об'єктом фітореMediaції, завдяки здатності накопичувати поодинокі елементи. Наприклад, кушир (*Ceratophyllum demersum*) використовується для біореMediaції міських стічних вод в Ірані та Іраку. Найважливішими характеристиками водних макрофітів, які використовуються для очищення води, є швидкий ріст, високе виробництво біомаси та здатність накопичувати високі концентрації важких металів протягом тривалого періоду впливу [7].

Одним із біологічних методів є осадження іонів важких металів біогенним сірководнем, який в анаеробних умовах здатний утворювати сульфатредуючі бактерії. При взаємодії сірководню з іонами металів утворюються нерозчинні або нерозчинні сульфідні метали. Кількість осаду, що утворюється, значно менша,

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
22

ніж при використанні біомаси як абсорбенту [5]. Останнім часом набувають популярності біологічні методи вилучення іонів важких металів на основі властивостей мікроорганізмів накопичувати або поглинати іони важких металів. Дріжджі *Saccharomyces cerevisiae* мають значний потенціал для накопичення широкого спектру катіонів металів, зокрема іонів Cd^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} , Cu^{2+} , Pb^{2+} та Zn^{2+} [6].

Існує комбінований спосіб очищення стічних вод від іонів важких металів шляхом біоабсорбції *S. cerevisiae* і металевої насадки в постійному зовнішньому магнітному полі. Найефективніше поглинання іонів важких металів дріжджами *S. cerevisiae* відбувається в кислому середовищі. Однак паралельно з очищенням розчину від іонів важких металів відбувається реакція між металом насадки і кислотним середовищем, що очищається, і в розчин надходить певна кількість заліза (II). Тому було запропоновано ввести в процес очищення ще один додатковий етап, а саме етап феритизації [6]/

Порівнюючи всі перераховані вище методи очищення стічних вод важкими металами, можна сказати, що кожен із способів має ряд переваг і недоліків. Однак традиційні методи, які впроваджуються сьогодні, є недосконалими і вимагають значних витрат на електроенергію, хімічні речовини та використання окислювачів, що викликають забруднення продуктами окислення та утворення небажаних осадів. Краще використовувати новітні та найдосконаліші фізико-хімічні методи очищення, такі як мінеральне поглинання, що зменшить негативний вплив шкідливих факторів на гідросферу через недостатню очищення забруднених вод та зменшить економічні витрати хімічних речовин через забруднення. . поглинання. природні мінерали

механічні методи. Механічне очищення використовується для стічних вод, що містять грубо зважені, плаваючі та емульговані тверді та рідкі домішки. Механічне очищення зазвичай використовується для видалення мінеральних забруднень зі стічних вод [22]. Механічні методи очищення стічних вод

Підп. і дата	
Інв. № дубл.	
Взаєм. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

23

(осадження, фільтрація, гідроциклон) орієнтовані лише на видалення нерозчинних домішок.

Недоліком таких підходів є слабкий вплив на зміни якості води, викликані розчинними забруднювачами (коригування рН, зміна сольового складу) та наявністю елементів, що засмічують і вимагають відновлення властивостей (фільтрів) [23]. Найкращий ефект від механічного очищення стічних вод досягається шляхом інтенсифікації відстоювання самопливом: попередньої аерації, біокоагуляції, хімічної інтенсифікації процесів агрегації за допомогою коагулянтів і флокулянтів, підвісно-шарового (промивання-промивання) або тонкошарового освітлення [24; 25].

Біологічні методи. Біологічний метод зазвичай передбачає очищення в штучних або природних умовах для зменшення забруднення за такими граничними параметрами, як: біохімічна потреба в кисні, амонійний азот, нітрити, нітрати, фосфор.

Процеси біологічного очищення передбачають руйнування органічних і синтетичних речовин за рахунок взаємодії з групою мікроорганізмів, тобто окислення мікроорганізмами органічних речовин, що містяться в стічних водах у вигляді тонкодисперсних суспензій, колоїдів і розчинів. Станції біологічної очистки стічних вод поділяються на дві групи. Перше стосується установок, де біологічне очищення здійснюється майже в природних умовах (поля зрошення, поля фільтрації та резервуари біологічної очистки).

У першій групі рослин очищення стічних вод відбувається досить повільно за рахунок надходження кисню в ґрунт і воду від біологічних очисних споруд, а також діяльності мікроорганізмів-мінералізаторів, які окислюють органічні домішки. У другій групі будівель у штучних умовах процеси очищення стічних вод відбуваються значно інтенсивніше [26].

Ці методи поєднуються для досягнення найкращого результату. Сучасні системи очищення води є багатоступінчастими, постійно використовують різні методи на кожному підключенні для очищення води від забруднення [27].

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
24

Фізико-хімічні методи. Фізико-хімічні методи очищення води застосовують для знезараження рідин та видалення органічних частинок, що утворюють тонкодисперсні та колоїдні речовини в каналізаційних системах, їх застосовують для видалення тонких і розчинених неорганічних і органічних речовин. Вони засновані на фільтрації, гіперфільтрації, агрегації та руйнуванні, які дозволяють видалити непотрібні іони та кислоти. Найпоширеніші сучасні методи очищення стічних вод, що належать до цієї категорії: електрокоагуляція, електроліз, флокуляція, іонообмінний метод, коагуляція, абсорбція [3]. Поширені фізико-хімічні методи включають очищення стічних вод за допомогою коагулянтів і флокулянтів [3].

Флокуляція та коагуляція викликають взаємодію хімічних елементів із колоїдними та дрібнодисперсними домішками. Вони вступають у реакцію, після чого у воді з'являються пластівці, які механічно видаляються або відфільтровуються [27]. Методи очищення промислових стічних вод із застосуванням коагулянтів і флокулянтів дозволяють видаляти до 97–98% колоїдних і високодисперсних домішок зі стічних вод, на сьогодні вони є одними з найбільш ефективних [3]. Терміни «коагуляція» і «флокуляція» часто взаємозаміняють один одного, проте для того, щоб отримати більш точне уявлення про процеси освітлення та знезалізнення, варто розглядати їх як два різних механізми [4].

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
25

РОЗДІЛ 3
ПОРІВНЯЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА І ВИБІР МЕТОДІВ ОЧИЩЕННЯ
СТІЧНИХ ВОД І СИСТЕМИ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. ОПИС ОБРАНОГО
КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ

3.1. Хімічні методи очищення стічних вод

Хімічне очищення стічних вод здійснюють переважно трьома способами: нейтралізацією, окисленням і відновленням.

Нейтралізацію проводять для доведення рН січних вод до 6,5—8,5, тобто близького до нейтрального. Отже, нейтралізувати потрібно стічні води з рН < 6,5 (з кислою реакцією середовища) і з рН > 8,5 (з лужною реакцією середовища). Нейтралізацію здійснюють змішуванням кислот стічних вод з лугами додаванням реагентів або фільтруванням через нейтралізуючі матеріали.

Практика свідчить, що найбільшу небезпеку для навколишнього середовища створюють кислі стоки.

При хімічному очищенні застосовують такі способи нейтралізації:

- взаємну нейтралізацію кислих і лужних стічних вод змішуванням;
- нейтралізацію стічних вод реагентами (розчинами кислот, негашеним вапном CaO, гашеним вапном Ca(OH)₂, кальцинованою содою Na₂CO₃, каустичною содою KOH, розчином аміаку NH₃OH);
- фільтруванням стічних вод через нейтралізуючі матеріали (вапно, вапняк CaCO₃, доломіт CaCO₃ • MgCO₃, магнезит MgCO₃, крейда CaCO₃).

Вибір способу нейтралізації стічних вод залежить від багатьох факторів: виду та концентрації кислот у стічних водах; витрат і режиму подачі відпрацьованих вод на нейтралізацію; наявності реагентів і місцевих умов та ін.

Нейтралізацію розчином вапна й вапняку рекомендують проводити тільки при рівномірній подачі стічних вод, що містять сильні кислоти. Фільтрування через шари вапняку, доломіту й крейди рекомендують для стічних

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

26

вод, що містять соляну, азотну, сірчану кислоти при рівномірній подачі стічних вод.

В останні роки запропонований спосіб нейтралізації лужних стічних вод димовими газами. Це дозволяє одночасно очищати й гази, які відходять.

На рис. 3.1, а наведена схема доломітового фільтра-нейтралізатора. У ньому проводиться нейтралізація кислих стічних вод, забруднених соляною, сірчаною або азотною кислотами фільтруванням через шар доломіту. При цьому протікає така хімічна реакція:

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 18510220	Арк
						27
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

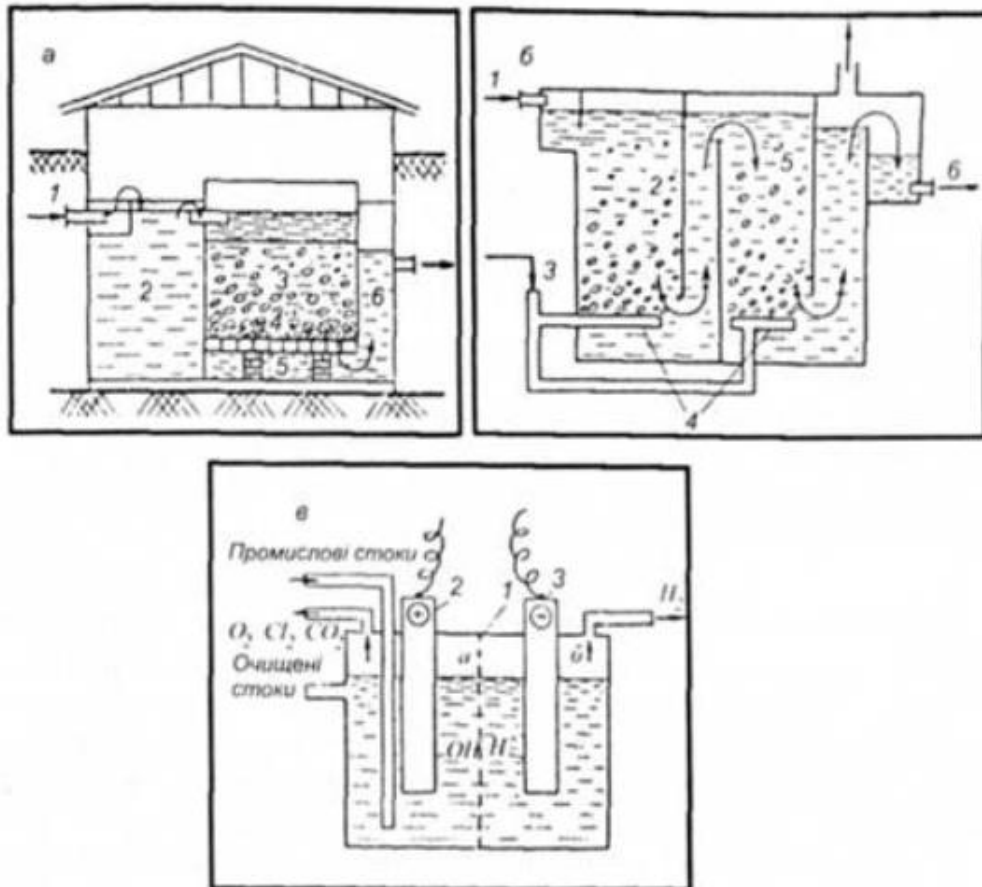


Рисунок 3.1 – Основні види обладнання для хімічного очищення стічних вод: а — вертикальний доломітовий фільтр-нейтралізатор: 1 — подавання кислих стічних вод; 2 — приймальна камера; 3—доломітовий фільтр; 4 — гравій; 5 — дренаж; 6 — випуск нейтралізованих стічних вод; б — контактна камера озонування стічних вод: І — подавання стічних вод; 2,6 — камера озонування; 3 — введення озону; 4 — металокерамічні розпилювальні труби; 6 — вивід стічних вод; в — камера електролітичного знешкодження (анодного окислення): 1 — напівпроникна перегородка; 2 — анод; 3 — катод

Після обробки доломіт видаляють з фільтра і замінюють на новий. Процес нейтралізації постійно контролюється: систематично реєструється рН-статус на виході з нейтралізатора. Стабільність і безперебійну роботу фільтра гарантує надійний автоматичний пристрій.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
28

Окислення використовується для нейтралізації промислових стічних вод, які містять домішки або токсичні сполуки, які не потрібно видаляти. На практиці часто використовують окислювачі: хлор, хлорне вапно, діоксид хлору, озон, технічний кисень, гіпохлорит кальцію та натрію, кисень тощо.

3.2 Іонообмінний метод

Все більшого поширення набуває метод очищення стічних вод від іонів важких металів [8, 9]. З економічної точки зору цей метод є найбільш придатним для очищення стічних вод, які утворюються під час певних технологічних процесів і операцій і містять якомога менше металів і кислот. При цьому обробка та повернення до виробництва концентрованих розчинів, що утворюються при регенерації іонообмінників і містять різні хімічні речовини, представляє найменші труднощі. Методи іонообмінної регенерації дозволяють не тільки повністю видалити іони важких металів з використовуваних розчинів, але і вилучити продукти регенерації у вигляді чистих солей металів, придатних для повторного використання у виробництві.

Основний недолік іонообмінних методів - утворення вторинної стічної води після регенерації і необхідність її утилізації, а також велика витрата реагентів. Переваги: високий ступінь очищення стічних вод. Використання іонообмінних методів дозволяє практично безвідходну технологію очищення. В останні роки все більшого поширення набувають електрохімічні методи очищення промислових стічних вод, що містять іонні солі важких металів [10, 11]. Процес очищення заснований на реакціях окислення та відновлення токсичних або нетоксичних сполук під дією електричного струму. Це методи електрохімічної та електрокаталітичної деструкції.

Вони характеризуються високою продуктивністю та ефективністю, можливістю повної автоматизації технологічного процесу, вилучення зі стічних вод багатьох цінних продуктів, не підвищують сольовий склад очищених стічних вод. Вони найбільш ефективні при високих концентраціях забруднень. До

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
29

істотних недоліків електрохімічних методів, які перешкоджають їх широкому застосуванню, можна віднести: енергоємність процесу, високі витрати на очищення, складність технологічних схем, метод не завжди дозволяє проводити глибоке очищення [10].

3.3 Мембранні методи

Мембранна технологія є реальною альтернативою традиційному способу очищення промислових стічних вод від забруднюючих речовин і широко використовується для очищення, розділення та концентрування технологічних розчинів [6]. Основні переваги енергетики: стабільно висока якість очищеної води, повна автоматизація технологічного процесу, низькі витрати на процеси сепарації. Використання мембранних процесів дозволяє створити високу ефективність і низьку кількість відходів. З мембранних процесів особливо інтенсивні мікрофільтрація, ультрафільтрація та зворотний осмос, рушійною силою яких є різниця тисків по обидва боки мембрани.

- Реверсивні мембрани мають здатність підтримувати гідратовані іони металу, присутні в розчині, що не дозволяє використовувати компоненти, шкідливі для навколишнього середовища. -

В ультрафільтрах і мікрофільтрах розміром гідратованих іонів усіх металів діаметр пір мембран, нанесених водою, значно менший, що не дозволяє витягти їх з розчинів. З цієї причини в даний час використовуються технології, що поєднують традиційні методи очищення мембран. З цієї причини для очищення води в відділеннях гальванічної фільтрації використовують технологію електрофільтрації, мікрофільтрації та зворотного осмосу [10]. Спочатку відбувається відбір дисперсних речовин в електрофлуатер, потім мікроульфільтрація очищення води, потім подача води на установку зворотного осмосу для очищення води від розчинних неорганічних (іонних) домішок.

В даний час використовується комбінований метод очищення (combined ultra), який полягає у введенні високомолекулярного компонента в розчин, що

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 18510220

Арк
30

містить один або кілька іонів металу, який утворює з його сильним зв'язуючим комплексом. , що дозволяє підтримувати більш пористі, високо - продуктивність ультрафільтрації. Використовувані для цієї мети синтетичні полімери, які мають високу селективність, мають ряд недоліків, а саме: токсичність самих полімерів, високу вартість, складність і, як правило, низьку ємність до іонів металів.

Технологія очищення води розроблена з використанням високомолекулярних екологічно чистих комплексоутворювачів, отриманих з дешевої природної сировини (торф, буре вугілля) і які мають високі селективні властивості щодо іонів важких металів.

Запропонована технологія, що поєднує ультрафільтрацію з комплексоутворенням з використанням недорогих природних комплексоутворювачів, дозволяє таким чином селективно розділяти в розчині суміші низькомолекулярних сполук, що містять токсичні метали, що входять до основних технологій, та значно підвищує продуктивність.

3.3. Інші методи очищення

Найбільшою екологічною проблемою сучасного гальванічного виробництва вважається утилізація шламів, утворених в результаті очистки стічних вод [6]. Труднощі утилізації шламів пов'язані з такими їхніми характеристиками:

- велика вологість (90 – 95%);
- багатоконпонентність;
- змінний склад в залежності від продуктивності різних гальванічних процесів;
- великий об'єм;
- нестабільність деяких сполук, тобто зміна складу шламу у часі.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
31

Основні компоненти шламів: гідроксиди, сульфіди, ферити, сульфати, карбонати, фосфати важких металів, а також сполуки заліза, алюмінію, кальцію, магнію.

Приблизний кількісний склад шламів гальванічного виробництва за металами: Cu, Zn, Fe, Cr – 0.1÷10%, Pb, Sn – 0,1÷1%, Cd, Ni – 0.01÷1%. Зрозуміло, що після сушки відсотковий вміст металів збільшується.

Раніше шлами просто відправляли на звалища, звідки вони поступово вимивалися дощовими та ґрунтовими водами і попадали у ґрунти. У такому випадку вся робота з очистки стічних вод виявлялася марною. Зараз найчастіше шлами збирають у спеціальних сховищах, бункерах, полігонах, штучних бетонованих ставках. Для цього необхідні великі площі (в Україні під відходи різних виробництв на теперішній час відведено до 160 тис. га), значні капітальні витрати. Крім того, важко забезпечити зберігання відходів так, щоб токсичні речовини зовсім не поступали у довкілля. Останнім часом на полігонах застосовують захисні покриття з полімерних матеріалів. Але все ж таки часом виходить, що уловлені при очистці стічних вод речовини являють собою вторинні джерела забруднення оточуючого середовища. Тому “захоронення” відходів не вирішує повністю екологічні проблеми і до того ж призводить до великих втрат цінних металів та інших хімічних речовин. Утилізація шламів і нині являє собою велику проблему всіх індустріальних країн.

Один з відомих шляхів утилізації відходів – це виділення чистих металів зі шламів. Для цього шлами спочатку зневоднюють за допомогою фільтрпресів та іншого обладнання, потім розчиняють суміші сполук металів кислотами, амонійними або ціанистими реагентами [7].

Використовують також екстракцію органічними розчинниками. Потім розчини концентрують і виділяють з них метали хімічними або електрохімічними способами (екстракцією, електроосадженням, цементацією, хімічним відновленням). Звичайно, це багатостадійні процеси, які потребують великої кількості реагентів, води, енерговитрат, капітальних вкладень.

Інв.№подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 18510220

Арк
32

Існують термічні способи знешкодження шламів. Вогнева обробка (до 1600 °С) дозволяє отримати нешкідливі продукти горіння і зольні залишки, що складаються з оксидів металів. Термічні методи часто є частиною комплексної переробки шламів до або після фізико-хімічних або хімічних процесів виділення цінних матеріалів з шламів.

До пірометалургійних методів відноситься отримання металів з шламів низькотемпературною (400-450 °С) відновною обробкою. Одержані порошкові металургійні концентрати переплавляють з отриманням чистих металів і сплавів. Але слід зазначити, що при термічній обробці може відбуватися істотний викид летючих високотоксичних кольорових металів і їх сполук у навколишнє середовище.

Відомі методи утилізації гальванічних шламів на металургійних підприємствах (цинкових заводах, мідеплавильних і нікелевих комбінатах, сталеплавильних виробництвах) в якості легуючих добавок [8].

Більш дешевий шлях утилізації гальванічних шламів – це використання їх у будівельних матеріалах – керамзиту, цеглі, черепиці, асфальтово-бетонних сумішах, керамічній плитці. У цих випадках шлами потребують аналізу та коректування для створення потрібного складу, а одержані матеріали піддають спеціальній обробці для виключення можливості розчинення з них токсичних металів. І все ж таки є відомості, що через певний час метали частково переходять із будівельних матеріалів у довкілля, особливо внаслідок вимивання кислотними дощами.

Більш безпечним із точки зору стабільності металовмісних речовин є введення їх у склад скловиробів, глазури. У цих матеріалах важкі метали знаходяться у формі силікатів, що забезпечує їх надійне зберігання. Так, хромвмісні шлами після сушки використовують у виробництві декоративного скла в якості барвників. Залежно від складу шламу можна отримати скло різних кольорів та відтінків.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
33

Відомі й інші пропозиції та технічні розробки з питання утилізації гальванічних шламів. Так, хромвмісні сполуки використовують для виготовлення полірувальних паст, мастильних та охолоджуючих рідин, для обробки шкіри. Шлами гальванічного виробництва або деякі їх компоненти вводять у склад гумово-текстильних виробів (оксиди цинку), пігментів, фарб, пластмас, добрив, кормових добавок. Шлами застосовують також як сировину для виготовлення хімікатів, каталізаторів. Але найчастіше такі способи утилізації відходів потребують значних витрат і реалізуються у невеликих масштабах. Велика кількість шламів залишається незатребуваною, тому актуальними є проблеми зменшення об'ємів шламів і підвищення їх стабільності при зберіганні (при "захороненні"). Так, вважається, що при захороненні шламів у вигляді феритів важкі метали не переходять у розчинні сполуки ні в кислому, ні в лужному середовищі, що пояснюється побудовою їхньої кристалічної решітки. Ферити утворюються у процесах обробки стічних вод сполуками Fe^{2+} та Fe^{3+} у лужному середовищі при підвищеній температурі й присутності окиснювача. Ферити - це солі гіпотетичної залізистої кислоти $HFeO_2$, які записують або у формі солі $Me(FeO_2)_n$, або у вигляді подвійного оксиду $Me_x \cdot O_y \cdot Fe_2O_3$. Приклад реакції з утворенням фериту:



Отримані суміші феритів складають, доки не розроблені ефективні методи видобування з них металів.

Прогресивним напрямком утилізації відходів є використання їх у самому гальванічному виробництві. Наприклад, гідроксиди цинку, одержані з промивних вод у вигляді піни при електрофлотації чи у вигляді осадів при локальній очистці повертають у ванни цинкування або використовують для приготування електролітів. Аналогічно можна обробляти і відходи інших металів. Можна також розчинити гідроксиди у кислоті і виділити чистий метал електролізом. Осаджені електролізом з відходів або з ванн уловлення метали придатні для виготовлення анодів. З цих позицій перспективними слід вважати

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

						ТС 18510220	Арк
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата			34

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

1. Майже всі технологічні процеси металевих покриттів виділяють в повітря шкідливі хімічні речовини. Агрегатний стан шкідливих викидів (у вигляді газів, парів, пилу) та їх кількісні характеристики залежать від умов технології, в окремих випадках від дотримання режиму роботи.
2. Наприклад, у гальванічних процесах невикордане збільшення густини струму, концентрації розчину, підвищення температури електроліту призводять до швидкого виділення водню і кисню з видаленням туману електроліту і продуктів розпаду в повітря.
3. При високих температурах в розчині для травлення та галькування він швидко випаровується, забруднюючи повітря. Найбільшу небезпеку представляє виділення в повітря ціанідних сполук (пари ціаністого водню, розчин Ksp , $NaCN$) під час сріблення ціанідом, міднення, цинкування, кадміювання в лужних ціанідних ваннах[40]. Виділення ціанідів у повітря викликане можливими змінами рН електроліту від сильнолужного до кислого. У звичайних умовах теоретично кисле середовище спричиняє три впливу на розчин CO_2 у повітрі, а також можливу дисоціацію води під впливом електричного струму на іони H^+ і OH^- .
4. Однак на практиці ці умови не призводять до величезних викидів ціаністого водню, оскільки середовище залишається лужним. Однак у надзвичайних ситуаціях (попадання кислот у ванни з ціанідом, поєднання потоків повітря або стічна вода з ванн із ціанідом та кислотним травленням) може виділяти ціаністий водень у небезпечних концентраціях[39].
5. Оксиди азоту та хлористий водень, що виділяються під час бродіння сірчаного ангідриду (з використанням сірчаної, азотної та соляної кислот відповідно), зараз рідко виявляються в повітрі виробничих приміщень завдяки застосуванню ефективних технологічних та санітарних заходів.

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

36

6. Однак у деяких надзвичайних ситуаціях вони можуть витікати в повітря на робочому місці. Крім забруднення повітря хімічно шкідливими речовинами, негативно впливає на шкіру та слизові оболонки електролітами (гальванічними), знежирювальними та травильними розчинами, лугами та кислотами при окисленні тощо.
7. До 10% діючих гальванічних та інших цехів з металевими покриттями займаються дозуванням, приготуванням і змішуванням порошкоподібних компонентів, розчинів, електролітів. Ці працівники іноді піддаються впливу сухого порошку або концентрованих (до розчинення або розведення) токсичних речовин, таких як ціанідні солі, хром, кислоти[40]).
8. Повітря в цехах для нанесення покриття може бути забрудненим речовинами, які замінують відомі токсичні речовини (наприклад, етилендіамін і поліетиленполіамін замість ціанідних солей при ціанідній міді) або відіграють допоміжну роль у процесах нанесення покриття (аміак при використанні сірчаної кислоти, сірчана кислота) [39].
9. Пари розплавлених металів у ряді перерахованих вище процесів (свинець, цинк) можуть викликати ряд специфічних патологічних змін.
10. До професійного отруєння при постійному вдиханні можуть призвести і органічні розчинники, хлоровані вуглеводні, що входять до складу знежирюючих розчинів.
11. Особливе значення в практиці гальванопластики має вплив на працюючих хромового ангідриду, що може проявлятися змінами слизової оболонки носа. Симптоми змінюються залежно від концентрації хромового ангідриду в повітрі: при низьких концентраціях, у 2 – 3 рази вищих за ГДК, спостерігалися нежить, подразнення слизової оболонки носа, незначна носова кровотеча. При більш високих концентраціях відбувався некроз слизових оболонок, виразки аж до розриву носової перегородки[40].
12. Виділення в повітря парів кислот і лугів подразнює слизові оболонки дихальних шляхів і очей, руйнує зубну емаль. Найбільш несприятливий

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

37

вплив на гальмування рослин мають сенсibilізуючі солі нікелю та хрому. Їх дія особливо виражена після попереднього контакту з знежирюючими основами та органічними розчинниками.

13. Клінічна картина професійних захворювань шкіри в результаті впливу солей нікелю подібна до екземи з локалізацією на поверхнях згиначів передпліччя, тоді як при впливі солей хрому виявлялися екзема та дерматит. Ці захворювання легко повертаються після відновлення контакту з сенсibilізуючими агентами.

Кислоти та основи при попаданні на шкіру викликають характерні опіки. Розчинники та хлоровані вуглеводні подразнюють, викликають (бензин) хронічну екзему, дерматит, сухість шкіри, тріщини[40].

Іноді зміни шкіри в результаті впливу хімічно активних речовин спостерігаються у людей, які отримують дані в наступних технологічних процесах і операціях (збирання). Це пов'язано з наявністю кислотного або хромового ангідриду на поверхні деталі.

Обов'язки власників підприємств та уповноважених ними органів, а також орендарів щодо забезпечення пожежної безпеки встановлюються згідно зі статтею 5 Закону України "Про пожежну безпеку" Власники підприємств зобов'язані[38]:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, впроваджувати досягнення науки і техніки та позитивний досвід пожежегасіння;
- відповідно до нормативних актів з пожежної безпеки розробляти і затверджувати положення, інструкції та інші нормативні акти, що діють у межах підприємства. здійснювати постійний контроль за їх реалізацією;
- забезпечувати дотримання протипожежних вимог, стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів і постанов органів державного пожежного нагляду;
- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк

38

випадків, коли відповідними державними нормативними актами встановлений особливий порядок допуску[38].

Після прибуття пожежного підрозділу адміністрація та технічний персонал підприємства, будівлі або споруди зобов'язані брати участь у консультуванні керівника гасіння про конструктивні та технологічні особливості об'єкта, де виникла пожежа, прилеглих будівель та пристроїв, організувати залучення до вжиття необхідних заходів, пов'язаних із ліквідацією пожежі та попередженням її розвитку, сил та засобів об'єкта. Правилами пожежної безпеки також передбачені вимоги до розробки відповідних інструкцій та положення про спеціальне навчання[38].

Інв. № подл.	Підп. і дата	Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.	Підп. і дата	ТС 18510220	Арк
						41
Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата		

ВИСНОВКИ

Завдяки теоретичним і практичним дослідженням за останні роки виявлено значні зміни в якісному та кількісному складі стічних вод гальванічного виробництва, а саме: дмЗ, що дозволяє віднести промивну воду до концентрованих розчинів; - досягнення концентрації домішок у відходах технологічних розчинів на рівні $m \geq 2 \div 5$ моль/дмЗ, що дозволяє вважати їх висококонцентрованими розчинами; - наявність у якісному складі гальванічних стічних вод значного вмісту органічних речовин, комплексоутворювачів, іонів солей, більшість з яких при їх очищенні не враховується. Проблема очищення та підбору параметрів гальванічної очистки стічних вод з концентрацією $m \geq 0,02$ моль/дмЗ (концентровані стічні води) залишається актуальною через неправильне застосування відомих кількісних теорій та стехіометричних розрахунків.

В результаті теоретичних досліджень було виявлено, що хімічні моделі гальванічного очищення стічних вод не відображають різні аспекти, що відбуваються під час очищення, а саме вплив іонів на структуру водної системи як реакційного середовища та модель гідратованого іона. як частина цієї системи. Через посилення, внаслідок збільшення концентрації гальванічних стічних вод, усі форми координаційних взаємодій під час очищення концентрованих стічних вод повинні враховувати хімічну природу окремих компонентів та взаємозв'язки між ними, що дозволяє здійснювати поступове очищення в супутніх системах: в періодичних локальних циклах - для концентрованих стічних вод і в системах, що працюють у безперервному або напівбезперервному режимі - для слабоконцентрованих (розбавлених) стічних вод.

Концентровані стічні води, попередньо очищені в локальних циклах, називаються слабоконцентрованими (розбавленими) стічними водами. У зв'язку з необхідністю використання дисперсних систем очищення стічних вод, у зв'язку

Інв.№подл.	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Підп. і дата
Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 18510220

Арк

42

9. Клименко, Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов [Электронный ресурс] / Т.В. Клименко // Современные научные исследования и инновации. - 2013. - № 11. Режим доступа: <http://web.snauka.ru/issues/2013/11/28484>

10. Костюк, В.И. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий [Текст] / В.И. Костюк, Г.С. Карнаух - К.: Техника, 1990.-120 с.

11. Летюк Л.М., Журавлев Г.И. Химия и технология фериттов\ Химия, 1983-256с

12. Лозановская, И. Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении [Текст]: учеб. пособие / И.Н. Лозановская, Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова - М.: Высш. шк. – 1998. - 287 с.

13. Мальований М., Дячок В., Сахневич Я. Аналіз перспектив очищення стоків харчових виробництв. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. 2008. № 5. С. 72–75.

14. Михаил В.К. Водоохранение мероприятия в аридной зоне: экологоэкономический аспект\ Ылым, 1992-230с.

15. Очищення стічних вод від іонів важких металів магнітокерованием біосорбентом за допомогою високоградієнтних магнітних полів.\ С.В. Горобець, д-р техн. наук, О.Ю. Горобець, д-р фіз.-мат. наук, О.К. Двойненко Електроника и связь. Тематический выпуск «Электроника и нанотехнологии», ч.2, 2009г.

16. Пашков А. Проблеми забруднення поверхневих, підземних і стічних вод та заходи щодо їх ліквідації і запобігання в Україні. Безпека життєдіяльності. 2011. № 4. С. 10–16.

17. Петрушка І., Леськів Г., Плахтій І. Очищення стічних вод від барвників природними сорбентами. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2003. № 488. С. 230–233.

18. Пимнева, Л.А. Очистка сточных вод от токсичных тяжелых металлов [Электронный ресурс] / Л.А. Пимнева // Современные наукоемкие

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
------	-----	----------	-------	------

ТС 18510220

Арк
45

технологии. – 2013. – № 2. – С. 99-101. Режим доступа: <http://www.top-technologies.ru/ru/article/view?id=31338>

19. Радовенчик, В.М. Малоотходная ионообменная технология очистки гальваностокков от ионов цинка [Текст] / В.М. Радовенчик, Я.В. Радовенчик // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2006. – № 5. – С. 60– 63.

20. Семенова Е., Маршалкин М., Саркисова С. От экологически ответственного хозяйствования к сохранению водных и энергетических ресурсов. Инженерный вестник Дона. 2014 № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2375.

21. Симанина И., Сидорская С. Сточные воды пищевой промышленности. Сборник материалов 72-й Студенческой научно-технической конференции, 20–28 апреля 2016 г. / Белорусский национальный технический университет, Факультет горного дела и инженерной экологии. Секция «Экология». Минск, 2016. С. 178–183.

22. Тяжелые металлы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.t-water.ru/index.php/ochistka-stochnykhvod/91-tyazhelye-metally

23. Ультрафильтрация. [Текст] / М.Т. Брык, В.А. Цапюк; Отв. ред. Пилипенко А.Т.; АН УССР. Ин-т коллоид. химии воды им. А.В. Думанского.- Киев: Наук. думка, 1989.-288 с.

24. Чеботаева М. Очистные сооружения BIOMAR® в индустрии напитков в России. Пиво и напитки. 2008. № 4. С. 44–45.

25. Челноков А., Ющенко Л., Фридлянд М. Экологические проблемы Республики Беларусь и пути их решения. Минск, 1999. 147 с.

26. Черниш Є.Ю Утилізація осадів стічних вод сульфідогенною асоціацією мікроорганізмів -Дисертація на здобуття наукового ступеня,\Суми ,2014-233с.

27. Штриплинг, Л.О. Основы очистки сточных вод и переработки твердых отходов [Текст]: учебное пособие / Л.О. Штриплинг, Ф.П. Туренко – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2005. – 192 с.

Підп. і дата	
Взаєм. інв. №	Інв. № дубл.
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
46

28. Яромский В. Очистка сточных вод пищевых и перерабатывающих предприятий. Минск : Издательский центр БГУ, 2009. 171 с.

29. Borja R., Alba J., Carrido S. Effect of aerobic pretreatment with *Aspergillus terreus* on the anaerobic digest on of olive-mill waster water. *Biotechnol and Appl. Biochem.* 1995. Vol. 22. № 2. P. 233–246.

30. Krepper E., Prasser H.-M. Measurements and CFX simulations of a bubbly flow in a vertical pipe. *Computing methods for twophase flow : AMIFESF Workshop.* 2000. P. 1–8.

31. Глобальні проблеми світу. Атлас/ Міжнародний банк реконструкції та розвитку// К. : ДНВП «Картографія», 2009. - 144 с.

32. Шевчук В. Я. Екологічна безпека України//Безпека життєдіяльності. - 2003. - № 3. - С. 10-24.

33. Водний кодекс України. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1995, № 24, ст.189. Внесення змін (закон від 20.09.2019 N 124-IX /124-20/)

34. Вергун А. П., Мышкин В.Ф., Власов А. В. Ионнообменная технология разделения и очистки веществ: учебное пособие. Томск: Изд-во ТПУ, 2010. 110 с.

35. Виноградов С. С. Экологически безопасное гальваническое производство. Изд. 20е, перераб. и дополн. М.: Глобус, 2002. 352 с.

36. Голубець М. А. Актуальні питання сучасної екології. К.: АСК, 2001. 153 с.

37. Голубовская, Э.К. Биологические основы очистки воды / Э.К. Голубовская М.: Высшая школа, 1978. 135 с

38.Стаття 5 Закону України "Про пожежну безпеку"

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип.	Арк	№ докум.	Підп.	Дата

ТС 18510220

Арк
47