

ЗМІСТ

стор.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	10
Вступ.....	11
1 Обґрунтування та вибір способу виробництва	13
2 Характеристика виробленої продукції, вихідної сировини та напівпродуктів, матеріалів, енергетичних ресурсів	20
3 Характеристика прийнятого методу виробництва, хімізм, теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.....	22
3.1 Теоретичні основи процесу сорбції.....	22
3.2 Теорії адсорбції.....	23
3.2.1 Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра.....	24
3.2.3 Рівняння Фрейндліха.....	27
4 Опис технологічної схеми виробництва.....	31
5 Визначення витрати сировини, допоміжних матеріалів та енергоносіїв	32
5.1 Витратний коефіцієнт електроенергії.....	32
6 Характеристика технологічного обладнання	34
6.1 Підбір основного технологічного апарату	34
6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання	34
6.2.1 Розрахунок баку для накопичення води	34
6.2.2 Розрахунок насосу.....	35
7 Автоматичний контроль та керування виробництвом	39
7.1 Аналіз технологічного процесу очищення стічних вод гальванічного виробництва	39
7.2 Опис розробленої схеми автоматизації	40
8 Економіко-організаційні розрахунки	42
8.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва	49
9 Охорона праці.....	56

					ХН 3204 1440 000 ПЗ			
		№ докум.	Підпис					
Розроб.	Горохова Г.К.				Відділення очищення води для потреб гальванічних виробництв	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.	Феденко Ю.М.						8	74
						КПІ ім. І. Сікорського,		
Н. Контр.	Супрунчук В.І.					ХТФ, гр.ХН-31		
Затверд.	Толстопалова Н.М.							

9.1	Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на об'єкті, що проектується. Заходи з охорони праці	56
9.1.1	Повітря робочої зони	56
9.1.2	Виробниче освітлення	59
9.1.3	Виробничий шум та вібрація	61
9.1.4	Електробезпека.....	62
9.1.5	Безпека технологічного процесу і обслуговування обладнання.....	64
9.2	Пожежна безпека.....	65
10	Екологічна безпека виробництва.....	67
10.1	Аналіз джерел відходів, що утворюються на виробництві	67
10.2	Можливі варіанти екологізації виробництва	67
10.4	Екологічний моніторинг.....	69
10.5	Розрахунок екологічних платежів	69
	Висновки	71
	Перелік посилань.....	72
	Додаток А.....	73
	Додаток Б.....	74

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ГОСТ – державний стандарт;

ГДК – гранично-допустима концентрація;

СЕВ та СІР – хімічно посилена промивка;

pH – водневий показник.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В даний час в Україні існує значна кількість джерел забруднення води. Особливо це актуально для стічних вод промислових підприємств, які скидають стічні води з вмістом шкідливих речовин до мереж водопостачання в кількостях, які значно перевищують гранично допустиму концентрацію.

Важкі метали належать до числа найпоширеніших забруднювачів стічних вод. Вони утворюються переважно на підприємствах, що спеціалізуються на гальванічних виробництвах. В таких водах може міститися широкий спектр важких металів: Ni, Cu, Pb, Cd, Cr, Sb, та багато інших. Тому пошук нових методів очищення води від важких металів, а також вдосконалення існуючих є актуальною задачею.

Сорбція – один із найпростіших, найдешевших і, в той же час, найефективніших методів очищення води від забрудників різного типу. При застосуванні сорбентів до них пред'являється ряд вимог і не останньою серед них є дешевизна. Всім вищезазначеним критеріям відповідають глинисті мінерали, наприклад, бентонітові глини. Численні родовища бентонітів розташовані на території України, яка займає друге місце після США за їх запасами: Черкаська (Дошуківське родовище – 105 млн тон), Закарпатська та Хмельницька (Пижівське і Жабинське родовища) області.

Бентоніт (названий за родовищем «Бентон», США) – природний глинистий мінерал, алюмосилікат, що має властивість розбухати при гідратації (в 14-16 разів). Природні бентоніти зазвичай мають рН 6-9,5. Такі значення вказують на їх основні властивості, а саме наявність гідроксильних функціональних груп – носіїв від'ємного заряду. Отже очікується, що бентонітові глини здатні до сорбції позитивно заряджених частинок з виникненням йонного зв'язку.

Завдяки своїм властивостям у виноробстві широко використовується подрібнена до стану пилу фракція бентоніту.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коли виникає необхідність застосування сорбційних методів для вилучення з води частинок іонного ступеня дисперсності, ситуація ускладнюється необхідністю підбору селективних сорбентів, які здатні вилучати важкі метали залежно від їх природи. Бентонітові глини структури палигорскіту можуть бути модифіковані різноманітними функціональними групами для надання їм іон-селективних властивостей.

Метою дипломного проекту є розроблення технології комплексного очищення стічних вод гальванічного виробництва від важких металів, а саме іонів кадмію, із застосуванням запропонованого адсорбента – бентонітової глини (палигорскіту), як альтернативи активованому вугіллю, що застосовується в існуючих схемах промислової водопідготовки.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

Оброблення води з метою підготовки її для пиття, господарських і виробничих цілей являє собою комплекс фізичних, хімічних і біологічних методів зміни її первісного складу.

Метод оброблення води вибирають на основі попереднього вивчення складу й властивостей води джерела і їх зіставлення з вимогами споживача.

Найбільш характерними й загальними ознаками домішок води є форми їх вмісту в ній, тобто фазовий стан, що характеризується дисперсністю речовин. Фазово-дисперсний стан домішок води обумовлює їх поведінку в процесі оброблення води. Кожному фазово-дисперсному стану домішок відповідає сукупність методів впливу, що дозволяє досягти необхідних якісних показників води.

Основним джерелом очищеної води є гальванічне виробництво, а саме стоки води після кадмієвих ванн. Вимоги до стічних вод гальванічних виробництв визначаються характером забруднення та виробництва. При виборі способу виробництва також варто враховувати призначення води отримуваної води.

У базовій схемі очищення такої води використовується відстоювання, механічна фільтрація та сорбція.

Відстоювання - розділення рідкої грубодисперсної системи (гідросуміші, суспензії, емульсії) на фази під дією сили тяжіння за умов спокою або повільного руху потоку рідини. У процесі відстоювання частинки (краплі) дисперсної фази випадають з рідкого дисперсійного середовища в осад або спливають на поверхню. Як технологічний прийом, відстоювання, використовують для виділення диспергованої речовини або очищення рідини від механічних домішок. При цьому в системі не повинно бути інтенсивного перемішування, сильних конвекційних потоків, а також структуроутворення,

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

що перешкоджає седиментації.

У найпростішому разі вільного руху сферичних частинок швидкість осідання (спливання) визначається законом Стокса. У полідисперсних суспензіях спочатку в осад випадають великі частинки, а дрібні утворюють повільно осідаючу “каламутність”. У концентрованих суспензіях спостерігається не вільне, а солідарне, або колективне осідання, при якому швидко осідаючі великі частинки захоплюють за собою дрібні, прояснюючи тим самим верхні шари рідини.

При наявності в системі колоїдно-дисперсної фракції відстоювання, як правило, супроводжується укрупненням частинок внаслідок коагуляції або флокуляції. [1]

Механічна фільтрація процес доочищення води від механічних домішок та завислих частинок, які не було видалено на стадії відстоювання.

Сорбцією називають процес поглинання будь-якою рідиною, поверхнею твердого тіла або поверхнею поділу фаз газів, парів чи розчинених речовин із газових або рідких сумішей. Речовини-поглиначі називають сорбентами, речовини, що поглинаються, — сорбтивами. Характерна особливість сорбентів — їх селективність, тобто здатність вибірково поглинати тільки певні компоненти, що дає змогу добором сорбентів очищати різноманітні суміші або вловлювати з них потрібні речовини.

Абсорбція — процес поглинання певного компонента (чи групи близьких за властивістю компонентів) газової або парової суміші всім об'ємом рідкого поглинача. При газорідинній абсорбції обидві фази рухомі й за певних гідродинамічних умов руху обох фаз, а також при додатковому впливі температурних і концентраційних градієнтів на поверхні поділу можливий розвиток міжфазної турбулентності, що прискорює перенесення речовини.

Адсорбція — це поглинання певного компонента із газової суміші або розчину поверхнею твердого тіла — адсорбенту. При адсорбції із суміші двох

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або більше компонентів між ними виникає конкуренція за місце в сорбенті, внаслідок якої молекули із сильнішим силовим полем витісняють молекули із слабкішим полем і займають їхні місця.

Іонний обмін — це поглинання певних іонів із розчинів електролітів в обмін на однойменні іони, що містяться в поверхневому шарі твердого сорбенту — іоніту. Процеси іонного обміну можна назвати іоносорбцією.

В адсорбційному та іонообмінному процесах бере участь тверда фаза, що поглинає речовину тільки поверхневим шаром. Велика площа поверхні адсорбентів створюється за рахунок пористості.

Якщо при сорбції не проходять хімічні реакції між сорбентом і сорбтивом, то перенесення речовини з однієї фази в другу відбувається доти, доки концентрація компонента, що переноситься, у першій фазі залишається вищою за рівноважне значення, яке відповідає його концентрації в другій фазі. Змінюючи параметри системи, можна досягнути такого стану, при якому процес піде у зворотному напрямку, тобто здійснити виділення раніше ввібраної речовини (десорбцію).

Десорбція — процес виділення ввібраної речовини із сорбента, тобто процес, протилежний сорбції. Відновлення абсорбентів виділенням увібраної речовини називають регенерацією.

Використовуючи сорбційно-десорбційні цикли, тобто виконуючи послідовно процеси сорбції, десорбції, потім знову сорбції і т.д., досягають багаторазового використання сорбентів і зниження витрат на їх виробництво. Абсорбційно- та адсорбційно-десорбційні цикли, як правило, не є ізотермічними і здійснюються завдяки зміні температури системи, а іноді — її тиску. Іоно-сорбційно-регенераційні цикли досить часто бувають ізотермічними й здійснюються внаслідок змінення рН (кисотно-лужних властивостей) середовища.

Хемосорбція — сорбційний процес, при якому поглинання речовини

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

супроводжується хімічною реакцією. Цей процес незворотний, і поглинач не може бути відновленим. Іноді хімічні зв'язки можуть бути слабкими, а хімічні сполуки — неміцними, і встановити чітку відмінність між хімічною і фізичною сорбцією вдається з великими труднощами.

Із класичної термодинаміки відомо, що оптимальними щодо енергетичних витрат і зменшення забруднення навколишнього середовища відходами виробництва є зворотні процеси. Тому потрібно по змозі утримуватись від використання хемосорбційних процесів і замінювати їх зворотними.

Найбільш економними є абсорбційно-десорбційні процеси. Процеси адсорбції й іонообміну потребують збільшення витрат і проводяться тоді, коли питома кількість речовин, що поглинаються, порівняно невелика. Хемосорбція належить до найдорожчих процесів і використовується переважно тоді, коли виділити цільовий компонент іншими способами не вдається (наприклад, якщо треба виділити цінний метал з розчину, його можна спочатку «поглинути» іоносорбентом, а потім спаленням сорбенту виділити цей метал).

Сорбенти - тверді тіла або рідини, які вибірково поглинають з навколишнього середовища газу, пари або розчинені речовини. Залежно від характеру сорбції розрізняють абсорбенти - тіла, які утворюють з поглинутим речовиною твердий або рідкий розчин, адсорбенти - тіла, що поглинають (згущаються) речовина на своїй (зазвичай сильно розвиненою) поверхні, і хімічні поглиначі, які пов'язують поглинається речовина, вступаючи з ним у хімічну взаємодію.

Окрему групу становлять іонообмінні сорбенти (іоніти), які поглинають з розчинів іони одного типу з виділенням у розчин еквівалентної кількості іонів іншого типу.

Як адсорбенти використовують тверді дрібнозернисті матеріали, що мають розвинену пористу структуру, виражену селективність і велику

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

адсорбційну ємність (активність). Під активністю розуміють кількість адсорбтиву, що поглинається одиницею поверхні (або маси) адсорбенту. Адсорбенти мають бути дешевими, механічно міцними, не вступати в хімічні реакції з речовинами, що поглинаються, і добре піддаватися багаторазовій регенерації, не руйнуючись і не втрачаючи своїх властивостей.

Активність і вибірковість адсорбентів залежать від природи і будови молекул адсорбенту й адсорбтиву. Активність залежить також від питомої поверхні (поверхні одиниці маси) адсорбенту та умов перебігу процесу: вона збільшується із зниженням температури, підвищенням тиску газів у системі та концентрації цільових компонентів у суміші.

Пори сорбенту с розвиненою поверхнею мають бути тонкими і сполучатися між собою і з зовнішнім середовищем. За розмірами пори адсорбентів поділяють на три типи: макропори, перехідні та мікропори.

Макропори мають ефективні радіуси, що перевищують $0,2 \cdot 10^{-6}$ м, і здебільшого призначені, щоб транспортувати речовини до дрібніших пор.

Перехідні пори мають ефективні радіуси від $1,5 \cdot 10^{-9}$ до $0,2 \cdot 10^{-6}$ м. Питома поверхня їх становить $(10 \dots 400) \cdot 10^3$ м²/кг. У перехідних порах адсорбенту відбуваються процеси адсорбції і частково капілярної конденсації, яка спостерігається тоді, коли сфера дії полів некомпенсованих поверхневих сил поширюється на весь об'єм пор. Під дією цих сил рідка фаза в порах сорбенту утворюється при тисках, менших за тиск насиченої пари рідини над вільною поверхнею при даній температурі.

Мікропори мають радіуси 0,5... 1,5 нм, сумірні з розмірами іонів і молекул, що адсорбуються. Сумарний об'єм мікропор не перевищує 0,5 см³/г. При насиченні адсорбенту об'єм мікропор повністю заповнюється цільовим компонентом. Якщо радіус мікропор менший за 0,5 нм, то сорбент звичайно називають іонітом.

Адсорбентами можуть бути кристалічні речовини і висушені гелі.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Силікагель використовують, як правило, для сушіння газів. Переваги силікагелів — низька температура десорбції (100...200 °С), негорючість, міцність і низька собівартість. Аналогічні властивості мають алюмогелі, але їхня активність дещо нижча, ніж силікагелів.

Активоване вугілля отримують із органічної сировини різних видів (кам'яного вугілля, деревини, тирси, відходів шкіряного, паперового, м'ясного виробництв) сухою перегонкою і подальшою активацією паром або хімічними реагентами, що забезпечують утворення тонкої структури матеріалу. Питома поверхня активного вугілля різних марок має межі 600... 1700 м²/г, об'єм пор — 0,3...0,6 см³/г, насипна густина — 380...600 кг/м³. Його використовують у вигляді гранул розміром 1...7 мм або порошку з розмірами частинок не менше ніж 0,15 мм. Активоване вугілля має нерівномірну пористу структуру і здатне адсорбувати речовини з різною молекулярною масою. Воно має досить високу адсорбційну ємність і добре регенерується, що дає змогу багаторазово використовувати його, але при всьому цьому активне вугілля належить до найдорожчих сорбентів. Недоліком його є горючість у повітряному середовищі (загоряється при 300 °С).

Цеоліти — природні й синтетичні сорбенти з тонкими порами в кристалічній структурі. Адсорбенти з однієї і тієї самої речовини з однаковою питомою поверхнею можуть відрізнятися адсорбційними властивостями залежно від характеру пористості. Із зменшенням діаметра пор кількість речовини, що адсорбується, може помітно знижуватись, доходячи до нуля, оскільки тонкі пори можуть виявитися недоступними для великих молекул.

Цеоліти належать до адсорбентів з дуже тонкими порами, розміри яких сумірні з розмірами молекул, і виконують роль молекулярних сит, що використовуються для розподілу молекул за розмірами. В сухому стані цеоліти застосовують як адсорбенти, що добре поглинають із газової (парової) фази несиметричні молекули (H₂O, CO₂) і молекули органічних речовин із кратними

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зв'язками (етилен, ацетилен тощо). [2]

В даному дипломному проекті запропоновано використання бентоніту як сорбенту на стадії сорбції.

Бентоніт — різновид вибілюючих глин, складається в основному з мінералів групи монтморилоніту $(Al_2[Si_4O_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O)$ або бейделіту $(Al_2[AlSi_3O_9 \cdot (OH)](OH)_2 \cdot nH_2O)$. До бентоніту входять також гідрослюди, каолінит, палигорськіт, цеоліти тощо.

В природному чи активованому вигляді, тобто після хімічної обробки кислотами, мають високі адсорбційні властивості і широко використовується як природний адсорбент для очищення продуктів нафтопереробної, коксохімічної та харчової промисловості, в ливарному виробництві для виготовлення формувальної суміші, чорній металургії, керамічному виробництві, харчовій промисловості, як наповнювач при виготовленні паперу, гуми і багатьох предметів широкого вжитку, медицині і фармакології, сільському господарстві. Застосовують бентоніт в гірничодобувній промисловості для приготування бурових розчинів, а також як природний адсорбент, наповнювач. [2]

З розглянутих вище сорбентів, бентоніт є найдешевшим та цілком задовольняє потребам розглянутого способу очистки. Отже доцільним є використання саме бентоніту.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА НАПІВПРОДУКТІВ, МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Джерелом вихідної води є стоки гальванічного виробництва.

Коротку характеристику вихідної води наведено в таблиці 2.1 [3].

Таблиця 2.1 – Характеристика вихідної води

№ п/п	Показники якості води	Одиниця виміру	Значення
1	2	3	4
1	Іони важких металів: Cd ²⁺	мг/дм ³	20

Вимоги до води наведено в таблиці 2.2 [3].

Таблиця 2.2 – Вимоги до води для потреб гальванічного виробництва
(ГОСТ 9.314.90 вода для гальванічного виробництва)

№ п/п	Показники якості води	Одиниця виміру	Значення для I категорії	Значення для II категорії	Значення для III категорії
1	2	3	4	5	6
1	Іони важких металів: Cd ²⁺	мг/дм ³	-	-	-

Перелік сировини та матеріалів, що використовуються у виробництві води очищеної надано у таблиці 2.3.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 – Перелік сировини та матеріалів [4]

Найменування сировини, напівпродуктів, матеріалів та готової продукції	Стандарти або технічні умови	Показники обов'язкові до контролю	Регламентовані показники з допустимими відхиленнями
1	2	3	4
Натрію сульфід Na_2S	ГОСТ 596-89	Зовнішній вигляд Масова доля сульфиду натрію (Na_2S), %, не менше	Монолітна маса, лусочки, гранули від світло-коричневого до темно-коричневого кольору Марка А, Б, В - 63-67

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА, ХІМІЗМ, ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ОБҐРУНТУВАННЯ НОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

Головною стадією очищення води для потреб гальванічного виробництва є сорбція.

3.1 Теоретичні основи процесу сорбції

При адсорбції газів на твердих тілах опис взаємодії молекул адсорбата і адсорбенту представляє собою досить складне завдання, оскільки характер їх взаємодії, що визначає характер адсорбції, може бути різним. Тому зазвичай завдання спрощують, розглядаючи два крайніх випадки, коли адсорбція викликається фізичними або хімічними силами - відповідно фізичну і хімічну адсорбцію.

Фізична адсорбція виникає за рахунок Ван-дер-Ваальсових взаємодій. Вона характеризується оборотністю і зменшенням адсорбції при підвищенні температури, тобто екзотермічністю, причому тепловий ефект фізичної адсорбції зазвичай близький до теплоти зрідження адсорбата (10 - 80 кДж/моль). Такою є, наприклад, адсорбція інертних газів на вугіллі.

Хімічна адсорбція (хемосорбція) здійснюється шляхом хімічної взаємодії молекул адсорбенту і адсорбату. Хемосорбція зазвичай незворотна; хімічна адсорбція, на відміну від фізичної, є локалізованою, тобто молекули адсорбата не можуть переміщатися по поверхні адсорбенту. Так як хемосорбція є хімічним процесом, що вимагає енергії активації порядку 40 - 120 кДж/моль, підвищення температури сприяє її протіканню. Прикладом хімічної адсорбції є адсорбція кисню на вольфрамі або сріблі при високих температурах.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слід підкреслити, що явища фізичної і хімічної адсорбції чітко розрізняються в дуже рідкісних випадках. Зазвичай здійснюються проміжні варіанти, коли основна маса адсорбованого речовини зв'язується порівняно слабо і лише невелика частина - міцно. Наприклад, кисень на металах або водень на нікелі при низьких температурах адсорбуються за законами фізичної адсорбції, але при підвищенні температури починає протікати хімічна адсорбція. При підвищенні температури збільшення хімічної адсорбції з деякою температури починає перекривати падіння фізичної адсорбції, тому температурна залежність адсорбції в цьому випадку має чітко виражений мінімум, як показано на рисунку 3.1

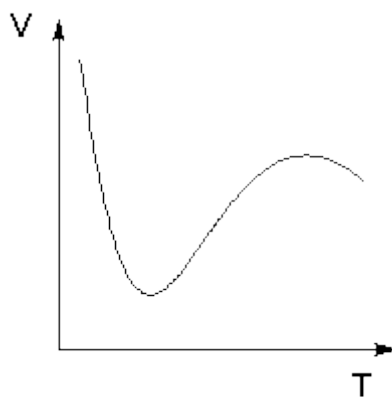


Рис. 3.1 Залежність обсягу адсорбованого нікелем водню від температури

При постійній температурі кількість адсорбованого речовини залежить тільки від рівноважних тиску або концентрації адсорбату; рівняння, що зв'язує ці величини, називається ізотермою адсорбції.

3.2 Теорії адсорбції

Єдиної теорії, яка досить коректно описувала б всі види адсорбції на різних поверхнях розділу фаз, немає. Розглянемо тому деякі найбільш поширені теорії

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

адсорбції, що описують окремі види адсорбції на поверхні розділу тверде тіло - розчин.

3.2.1 Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра

Теорія мономолекулярної адсорбції, яку розробив американський хімік І. Ленгмюр, ґрунтується на наступних положеннях.

1) Адсорбція є локалізованою та викликається силами, близькими до хімічних.

2) Адсорбція відбувається не на всій поверхні адсорбенту, а на активних центрах, якими є виступи або западини на поверхні адсорбенту, які характеризуються наявністю так званих вільних валентностей. Активні центри вважаються незалежними (тобто один активний центр не впливає на адсорбційну здатність інших), і тотожними.

3) Кожен активний центр здатний взаємодіяти тільки з однією молекулою адсорбату; в результаті на поверхні може утворитися тільки один шар адсорбованих молекул.

4) Процес адсорбції є оборотним і рівноважним - адсорбована молекула утримується активним центром деякий час, після чого десорбується; таким чином, через деякий час між процесами адсорбції і десорбції встановлюється динамічна рівновага.

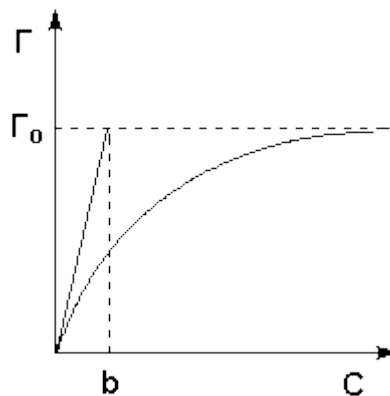


Рис. 3.2 Ізотерма мономолекулярної адсорбції

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У стані рівноваги швидкість адсорбції дорівнює швидкості десорбції. Швидкість десорбції прямо пропорційна частці зайнятих активних центрів (x), а швидкість адсорбції прямо пропорційна добутку концентрації адсорбату на частку вільних активних центрів ($1 - x$):

$$V_0 = k_0 x \quad (3.1)$$

$$V_A = k_A C (1 - x) \quad (3.2)$$

$$k_A C (1 - x) = k_0 x \quad (3.3)$$

Звідки знаходимо x :

$$x = \frac{k_A C}{k_0 + k_A C} \quad (3.4)$$

Розділивши чисельник і знаменник правої частини рівняння (3.2) на k_A , отримаємо:

$$x = \frac{C}{\frac{k_0}{k_A} + C} = \frac{C}{b + C} \quad (3.5)$$

Максимально можлива величина адсорбції Γ_0 досягається за умови, що всі активні центри зайняті молекулами адсорбату, тобто $x = 1$. Звідси випливає, що $x = \Gamma / \Gamma_0$. Підставивши це в рівняння (3.5), отримуємо:

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_0} = \frac{C}{C + b} \quad (3.6)$$

$$\Gamma = \Gamma_0 \frac{C}{C + b} \quad (3.7)$$

Рівняння (3.7) є ізотерма мономолекулярної адсорбції, що зв'язує величину адсорбції Γ з концентрацією адсорбату C . Тут b - деяка постійна для даної пари адсорбент-адсорбат величина (відношення констант швидкостей десорбції і адсорбції), чисельно рівна концентрації адсорбату, при якій зайнята половина активних центрів. Графік ізотерми адсорбції Ленгмюра наведено на рис. 4.5. Константу b можна визначити графічно, провівши дотичну до ізотерми адсорбції в точці $C = 0$.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При описі процесу адсорбції газів в рівнянні (3.7) концентрація може бути замінена пропорційною величиною парціального тиску газу:

$$\Gamma = \Gamma_0 \frac{P}{P+b} \quad (3.8)$$

Теорія мономолекулярної адсорбції Ленгмюра застосовна для опису деяких процесів адсорбції газів і розчинених речовин при невеликих тисках (концентраціях) адсорбата.

3.2.2 Теорія полімолекулярної адсорбції Поляні

На практиці часто (особливо при адсорбції парів) зустрічаються так звані S-образні ізотерми адсорбції (рис. 3.3), форма яких свідчить про можливе, починаючи з деякої величини тиску, взаємодії адсорбованих молекул з адсорбатом.

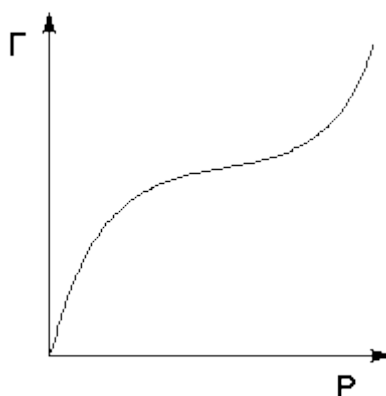


Рис. 3.3 Ізотерма полімолекулярної адсорбції

Для опису таких ізотерм адсорбції М. Поляні запропонував теорію полімолекулярної адсорбції, засновану на таких основних положеннях:

1. Адсорбція викликана чисто фізичними силами.
2. Поверхня адсорбенту однорідна, тобто на ній немає активних центрів; адсорбційні сили утворюють безперервне силове поле поблизу поверхні адсорбенту.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Адсорбційні сили діють на відстані, більшій розміру молекули адсорбата. Інакше кажучи, у поверхні адсорбенту існує деякий адсорбційний об'єм, який при адсорбції заповнюється молекулами адсорбата.

4. Тяжіння молекули адсорбата поверхнею адсорбенту не залежить від наявності в адсорбційному обсязі інших молекул, внаслідок чого можлива полімолекулярна адсорбція.

5. Адсорбційні сили не залежать від температури і, отже, зі зміною температури адсорбційний об'єм не змінюється.

3.2.3 Рівняння Фрейндліха

Теоретичні уявлення, розвинені Ленгмюром і Полянці, в значній мірі ідеалізують і спрощують справжню картину адсорбції. Насправді поверхню адсорбенту неоднорідна, між адсорбованими частинками має місце взаємодія, активні центри не є повністю незалежними один від одного тощо. Все це ускладнює вид рівняння ізотерми. Г. Фрейндліх показав, що при постійній температурі число молей адсорбованого газу або розчиненого речовини, що припадає на одиницю маси адсорбенту (так звана питома адсорбція x/m), пропорційно рівноважного тиску (для газу) або рівноважної концентрації (для речовин, адсорбованих з розчину) адсорбенту, зведеним в деяку ступінь, яка завжди менше одиниці:

$$\frac{x}{m} = aC^n \quad (3.9)$$

$$\frac{x}{m} = aP^n \quad (3.10)$$

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

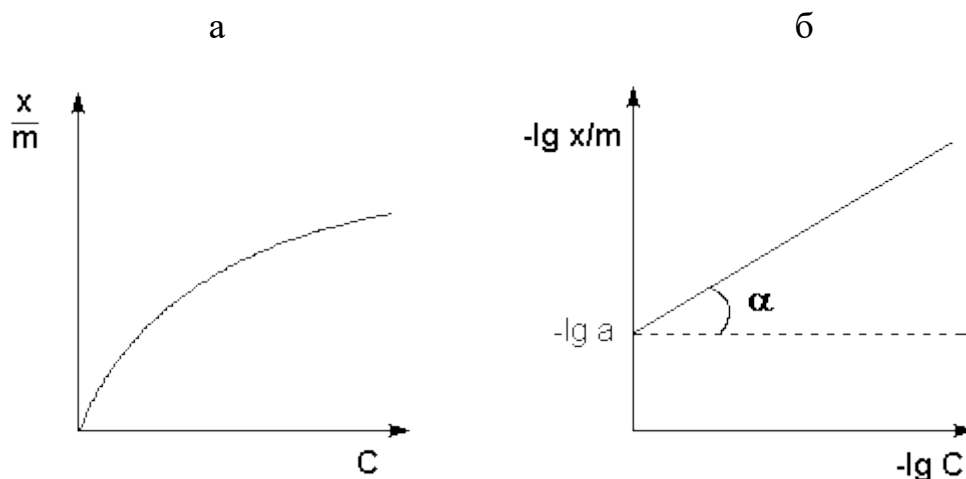


Рис. 3.4 Ізотерма адсорбції Фрейндліха в звичайних (а) і логарифмічних (б) координатах

Показник ступеня n і коефіцієнт пропорційності a в рівнянні Фрейндліха визначаються експериментально. Логарифмуючи рівняння (3.9 – 3.10), отримуємо:

$$\lg \frac{x}{m} = n \lg C + \lg a \quad (3.11)$$

$$\lg \frac{x}{m} = n \lg P + \lg a \quad (3.12)$$

Таким чином, залежність логарифма питомої адсорбції від логарифма концентрації (тиску) графічно виражається прямою лінією, що відсікає на осі ординат відрізок, рівний $\lg a$, тангенс кута нахилу якої до осі абсцис дорівнює за величиною показником ступеня при тиску або концентрації [5](рис. 4.7) :

$$\operatorname{tg} \alpha = n \quad (3.13)$$

3.3 Бентоніти – перспективні сорбенти в водоочищенні

Фізико-хімічні і технологічні властивості бентонітових порід залежать від мінерального складу глинистих мінералів та особливостей структурної будови основного породоутворюючого мінералу. Однією з найважливіших умов можливості використання глинистих мінералів з практичною метою є характер

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їх взаємодії з водою і розчиненими в ній речовинами [6, 7]. Головним критерієм якості бентоніту є здібність утворювати у водному середовищі суспензії необхідних технологічних характеристик при мінімальному вмісті твердих фракцій. Установлено, що високодисперсна частина бентонітової глини Черкаського родовища крім глинистих мінералів містить аутигенний баріт та сферичні частинки, які діагностовано як аллофани і опали. В зв'язку з тим, що глини в різних природних та кліматичних умовах формувались по різному, необхідно вивчати кожне родовище [8].

Фізико-хімічними дослідженнями встановлено, що глини Дашуковського родовища Черкаської обл. – світло коричневі, без запаху сірководню [9].

Значення рН глини – 7,3 од. рН, можна відзначити схильність до лужної реакції. Додатні значення Eh (+ 370 мВ) свідчать про те, що в глинах переважають окиснювальні процеси. Значення масової частки вологи (57,19 %) знаходяться в межах, допустимих для мулових пелоїдних систем (25–75 %). Значення об'ємної ваги, яка виражається «невпорядкованістю» укладки зерен осаду, становить 1,31.

Значення напруги зсуву глини складає 821,59 Па. Пластично-в'язкі властивості глини визначаються липкістю, значення якої в дослідженому зразку становить 1839,81 Па. Глини характеризуються низькими значеннями засміченості силікатними частинками діаметром більше 250 мкм (0,34 %). Вміст сірководню не визначено, а вміст $C_{орг}$ незначний – 0,02 %.

Зразки глини відзначаються високими значеннями питомої теплоємності (2,75 кДж/(кг·К)), об'ємної теплоємності (3,60 кДж/(кг·К)) та високою поглинальною здібністю, що і відображено високим значенням коефіцієнту адсорбції (0,98).

Таким чином, досліджені глини Дашуковського родовища за своїми фізико-хімічними властивостями відповідають вимогам, які висуваються до пелоїдів. За хімічним складом водна витяжка глини Дашуковського родовища

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відноситься до сульфатно-гідрокарбонатного магнієво-кальцієвого-натрієвого типу або складного катіонного складу з мінералізацією 0,26 г/дм³, рН витяжки глини – 7,95 одиниць рН, тобто характеризується слабколужною реакцією. Додатні значення окиснювально-відновного потенціалу витяжки глин (+465 мВ) свідчать про наявність окиснювальних процесів. Це пояснюється тим, що при одержанні витяжки глин остання знаходилася в контакті з киснем повітря.

Склад бентонітової глини наведено у таблиці [10] 3.1

Таблиця 3.1 – Хімічний склад бентонітових глин

Сполука	Масова частка	Сполука	Масова частка
SiO ₂	58,25 %	MgO	3,62 %
Al ₂ O ₃	14,27 %	P ₂ O ₅	0,18 %
Fe ₂ O ₃	4,37 %	S	0,14 %
FeO	0,5 %	K ₂ O	1,2 %
Ti ₂ O	0,36 %	Na ₂ O	2,25 %
CaO	2,07 %	ВПП	12,19 %

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

Джерелом вихідної води є гальванічне підприємство, звідки по внутрішньо-виробничому трубопроводу вода подається у бак усереднювач 1, де накопичується. Туди ж, з баку для приготування реагентів 7, дозується двадцяти відсотковий розчин Na_2S .

З баку-усереднювача вода подається у відстійник з тонкошаровим модулем 2, де протягом доби відбувається процес утворення осаду CdS та його поступове осідання. На відстійнику очищення від іонів кадмію відбувається на 70-75%.

Після відстійника з тонкошаровим модулем, вода послідовно потрапляє у ряд фільтрів. Спочатку вода потрапляє на механічний фільтр 3, де очищується від залишків осаду та завислих часточок протягом двох годин.

Після механічного фільтру вода подається на сорбційний фільтр 4, де протягом двох годин сорбуються непрореаговані іони кадмію, очищення відбувається на 20-30% від залишкової концентрації іонів кадмію.

Після механічного фільтру вода потрапляє на натрій-катіонітовий фільтр першого 5 та другого 6 ступенів, де доочищується до повної відсутності іонів кадмію протягом двох годин.

Осад CdS , що утворюється у відстійнику, подається на прес-фільтр 8, де досушується, а потім відправляється на подальше використання в інших галузях виробництва. Вода, що була віджата у прес-фільтрі, додається до основного потоку перед механічним фільтром.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕНЕРГОНОСІЇВ

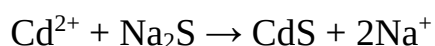
Склад вихідної води, мг/дм³:

[Cd²⁺]=20.

Продуктивність схеми без урахування води на власні потреби складає:

$$Q=5 \text{ дм}^3/\text{год.}$$

Реакція згідно з якою відбувається осадження:



Дозу 20% Na₂S, який необхідно додати для повного осадження іонів кадмію, визначаємо за формулою 5.1

$$D_{\text{Na}_2\text{S}} = \frac{C(\text{Cd}^{2+}) \cdot Q \cdot M(\text{Na}_2\text{S}) \cdot 100}{M(\text{Cd}^{2+}) \cdot (1 - w(\text{Na}_2\text{S}))} \quad (5.1)$$

де $D_{\text{Na}_2\text{S}}$ - доза 20% Na₂S, мг/год;

$C(\text{Cd}^{2+})$ - концентрація іонів кадмію, мг/дм³;

Q – продуктивність схеми, дм³/год;

$M(\text{Na}_2\text{S})$ – молярна маса Na₂S, г/моль;

$M(\text{Cd}^{2+})$ - молярна маса іону кадмію, г/моль;

$w(\text{Na}_2\text{S})$ – масова частка Na₂S у розчині, який дозується, %.

$$D_{\text{Na}_2\text{S}} = \frac{20 \cdot 5 \cdot 78 \cdot 100}{112 \cdot (1 - 20)} = 87 \text{ мг/год}$$

5.1 Витратний коефіцієнт електроенергії

Потужність обладнання технологічної схеми наведено в таблиці 5.1.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.1 – Потужність обладнання

Обладнання	Кількість	Потужність, кВт
Натрій-катіонітовий фільтр I ступеня	1	0,03
Натрій-катіонітовий фільтр II ступеня	1	0,03
Сорбційний фільтр	1	0,03
Механічний фільтр	1	0,03
Тонкошаровий відстійник	1	0,03
Прес-фільтр	1	0,06
Насос	8	0,8

Таким чином, сумарна потужність всього обладнання $P = 32,58$ кВт.

Витратний коефіцієнт електроенергії ($\beta_{e.e.}$) на 1 м^3 води очищеної:

$$\beta_{e.e.} = \frac{P \cdot \tau}{L}, \quad (5.3)$$

де τ – час роботи за добу, год:

$$\beta_{e.e.} = \frac{32,58 \cdot 24}{240} = 3,258 \text{ кВт/м}^3.$$

У даному розділі дипломного проекту визначено основні витратні коефіцієнти сировини та енергетичних ресурсів на очищення води для потреб гальванічних виробництв.

6 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Метою даного розділу є розрахунок головного та допоміжного обладнання, визначення робочих об'ємів, габаритів та необхідної кількості основного і допоміжного устаткування за заданою потужністю відділення.

6.1 Підбір основного технологічного апарату

Обираємо сорбційний фільтр виходячи з середньодобової продуктивності. Середньодобова продуктивність по очищеній воді становить 5 м³/год. Виходячи з цього значення обираємо сорбційний фільтр ФС.Н5В [11]

6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання

6.2.1 Розрахунок баку для накопичення води

В відділенні підготовки води для ін'єкцій після теплообмінника, який підігріває воду до необхідної температури є бак для акумулювання підігрітої води.

Розрахунок цієї ємності проводиться за рівнянням [12]:

$$V_p = W \cdot \tau, \quad (6.3)$$

де W – об'ємна витрата рідини, м³/год;

τ – час перебування рідини в ємності, год.

Обираємо час перебування рідини в ємності 30 хвилин.

Геометричний об'єм ємності більше робочого на 10÷15%, що враховується при виборі ємності.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахуємо об'єм баку для акумулювання води питної за формулою 6.3:

$$V_p = 5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ м}^3.$$

Якщо врахувати надбавку 15 %, то геометричний об'єм ємності складатиме 3 м³.

Обираємо ємність, прямокутну в плані з параметрами: висота 1 м, ширина 2 м, довжина 2 м, виготовлену з поліпропілену.

6.2.2 Розрахунок насосу

Насос для перекачування води при температурі 20 °С з баку в апарат, що працює під надмірним тиском 0,1 МПа. Витрата води $Q = 0,0014 \text{ м}^3/\text{с}$. Геометрична висота підйому води 1,5 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 2 м, на лінії нагнітання 3 м. На лінії нагнітання є 3 відведення під кутом 90° з радіусом повороту, рівним шести діаметрам труби, і 2 нормальних вентиля. На всмоктувальній ділянці трубопроводу встановлено 1 прямоточний вентиль.

Вибір трубопроводу [8]:

для всмоктувального і нагнітального трубопроводу приймемо однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює 2 м/с.

Тоді мінімальний діаметр рівний:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi w}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,004}{3,14 \cdot 2}} = 0,07 \text{ м}.$$

Вибираємо сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 80 мм з товщиною стінки 4 мм. Тоді внутрішній діаметр $d = 0,072 \text{ м}$. Фактична швидкість води в трубі:

$$w = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,004}{3,14 \cdot 0,072^2} = 0,98 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення втрат на тертя і місцеві опори.

Знаходимо значення критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}, \quad (6.4)$$

де μ – динамічна в'язкість води, Па·с.

$$Re = \frac{0,98 \cdot 0,072 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 70243.$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим. Абсолютну шорсткість трубопроводу приймаємо рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м.

Тоді:

$$e = \frac{\Delta}{d} = \frac{2 \cdot 10^{-4}}{0,072} = 0,0028.$$

Розрахунок λ слід проводитися за формулою:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(e + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} = 0,11 \cdot \left(0,0028 + \frac{68}{70243} \right)^{0,25} = 0,027.$$

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

- вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0,5$
- прямооточні вентиля: для $d = 0,072$ м, $\xi_\alpha = 0,6$.

Помноживши на поправочний коефіцієнт 0,925, одержуємо $\xi_2 = 0,55$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,5 + 0,55 = 1,05.$$

Втрачений напір у всмоктувальній лінії знаходимо за формулою:

$$h_{II} = \left(\lambda \frac{l}{d_e} + \Sigma \xi_{M.C} \right) \frac{\omega^2}{2g}, \quad (6.5)$$

де l , d_e - відповідно довжина і еквівалентний діаметр трубопроводу.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{n.вс} = \left(0,026 \frac{2}{0,072} + 1,05 \right) \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,09 \text{ м.}$$

Для нагнітальної лінії:

- відведення під кутом 90° : коефіцієнт $A = 1$, коефіцієнт $B = 0,09$;

$$\xi_1 = 0,09;$$

- вентилі: для $d = 0,06$ – м $\xi = 3,9$, для $d = 0,08$ м – $\xi \alpha = 4$.

Приймаємо для $d = 0,072$ м – $\xi_2 = 3,96$;

- вихід з труби: $\xi_3 = 1$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів в нагнітальній лінії:

$$\Sigma \xi = 3 \cdot \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + \xi_3 = 2 \cdot 0,09 + 3 \cdot 3,96 + 1 = 9,19.$$

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

$$h_{n.наг} = \left(0,026 \frac{3}{0,072} + 9,19 \right) \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,5 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору:

$$h_{втр} = h_{n.вс} + h_{n.наг} = 0,09 + 0,5 = 0,59 \text{ м.}$$

Вибір насоса

Знаходимо напір насоса за формулою:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_{\Gamma} + h_{втр}, \quad (6.6)$$

де p_1 – тиск в апараті, з якого перекачується рідина,

p_2 – тиск в апараті, в який подається рідина, різниця тисків дорівнює надмірному тиску, Па;

H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини.

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{998 \cdot 9,81} + 1,5 + 0,59 = 12,3 \text{ м вод.ст.}$$

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Визначимо корисну потужність насоса:

$$N_{\Pi} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,00412 \cdot 12,3 = 481,7 \text{ Вт} = 0,482 \text{ кВт}.$$

Приймаючи к.к.д. передачі $\eta_{\text{ПЕР}} = 1$ і $\eta_{\text{Н}} = 0,6$ (для відцентрового насоса середньої продуктивності), знайдемо потужність на валу двигуна:

$$N = N_{\Pi} / (\eta_{\text{Н}} \cdot \eta_{\text{ПЕР}}) = 0,482 / (0,6 \cdot 1) = 0,8 \text{ кВт}.$$

Заданим подачі і напору більше всього відповідає відцентровий насос марки CDXM 200/12, $Q = 15 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = 12,5 \text{ м}$, $\eta_{\text{Н}} = 0,6$.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибухо-пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів.

Автоматичні контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного періоду роботи устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу.

7.1 Аналіз технологічного процесу очищення стічних вод гальванічного виробництва

На підставі здійсненого аналізу особливостей технологічного процесу очищення стічних вод гальванічного виробництва (опис наведено у розділі 4) слід передбачити автоматичний контроль і регулювання таких параметрів:

- рівня води у баку накопичувачі;
- рівня води у тонкошаровому відстійнику;
- витрати води трубопроводі;
- концентрації кадмію у трубопроводі;
- загального солевмісту у трубопроводі.

Основні параметри регулювання та контролю виробництва наведено в таблиці 7.1

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва

Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Найменування параметра, що вимірюється або регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
2	3	4	5
Бак усереднювач	Рівень	-	Контроль
Тонкошаровий відстійник	Рівень	-	Контроль
Трубопровід 1b	Витрата	4,5...5 м³/год	Контроль, регулювання
Трубопровід 13	Витрата	0,1...0,5 м³/год	Контроль, регулювання
Трубопровід 1k	Витрата	5 м³/год	Контроль, регулювання
Трубопровід 1d	Витрата	-	Контроль, регулювання
Трубопровід 1a	Загальний солеміст	-	Контроль
Трубопровід 1a	Концентрація кадмію	-	Контроль

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації

В даній схемі розглядається можливий варіант автоматизації процесу очищення стічних вод гальванічного виробництва. Для нормальної роботи усього технологічного устаткування, мінімізації можливих людських помилок, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів розроблено схему автоматизації, яка покликана вирішувати всі ці задачі.

Для контролю та регулювання витрати неочищеної води в трубопроводах розроблено контури 1, 2, 3, 4, що складаються з первинних перетворювачів витрати (поз. 1-1, 2-1, 3-1, 4-1), проміжних перетворювачів (1-2, 2-2, 3-2, 4-2), приладів вторинного показувального, реєструвального (1-3, 2-3, 3-3, 4-3), регулювальних блоків (1-4, 2-4, 3-4, 4-4), виконавчих механізмів (1-5, 2-5, 3-5, 4-5).

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю та реєстрування рівня в збірнику 1 та тонкошаровому відстійнику 2 розроблено контури 5, 6, які складаються з рівнеміра буйкового з пневматичним передавальним перетворювачем (5-1, 6-1), пневматичного показувального і реєструвального приладу (5-2, 6-2).

Для контролю концентрації кадмію в трубопроводі розроблено контури 7, 8, 9, 10, 11, які складаються з вимірювального перетворювача (7-1, 8-1, 9-1, 10-1, 11-1), електронного показувального і реєструвального приладу (7-2, 8-2, 9-2, 10-2, 11-2), оснащеного пристроєм сигналізації (HL1, HL2, HL3, HL4, HL5).

Для контролю загального солемісту в трубопроводі розроблено контур 12, який складається з вимірювального перетворювача (12-1), електронного показувального і реєструвального приладу (12-2), оснащеного пристроєм сигналізації (HL6).

Специфікацію устаткування, виробів і матеріалів, яка містить усі використані в схемі технічні засоби автоматизації, наведено в додатку А.

Отже, рішення по автоматизації в даній схемі успішні, це дає можливість практично виключити людину з процесу виробництва. Потрібна тільки присутність оператора, щоб слідкувати за процесом по приладах, які вдало розміщені на пульті керування. Дане виробництво для людини є відносно безпечне. Є перспектива модернізації і подальшого розвитку системи автоматизації даного технологічного процесу.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

8.1 Підприємство у промисловій структурі держави

Організаційно-правова форма: господарське товариство з обмеженою відповідальністю;

За формою власності – приватне;

За масштабом виробництва – серійне;

За структурою виробництва – вузькоспеціалізоване;

За ресурсами, що споживає – матеріаломістке;

За потужністю – середнє;

За економічним призначенням – товари промислового призначення;

За впливом на предмет праці – переробне;

За режимом роботи протягом року – позасезонне;

За чисельністю персоналу-мале (до 50 осіб);

За вартістю власного майна-середнє (більше 1 млн грн.).

КВЕД 36.0 (Збір, очищення та постачання води)

Секція Е (Водопостачання; каналізація, поводження з відходами)

Розділ 36 (Збір, очищення та постачання води)

Група 36.0 (Збір, очищення та постачання води)

Мета діяльності підрозділу – задоволення потреб гальванічного виробництва у очищеній воді шляхом залучення сучасного обладнання та новітніх технологій.

Основні завдання підрозділу:

- 1) Отримання очищеної води у кількості – необхідній для гальванічного виробництва;
- 2) Контроль відповідності якості знесоленої води стандарту підприємства.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.2 Організаційна структура підприємства

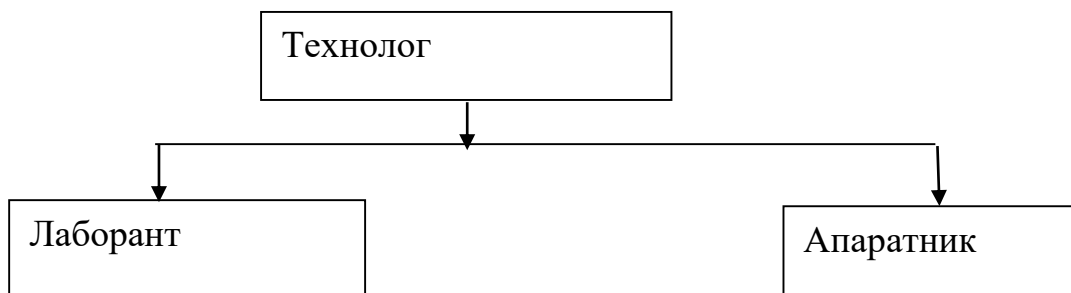


Рисунок 8.1 – Структурна схема цеху.

Система охорони – сигналізація , дозволяє зменшити штат працівників, відсутня посада сторожів (вартість сигналізації додана до ОФ підрозділу).

8.3 Технологічна підготовка підприємства

Всі виробничі процеси можна розділити на чотири основні групи:

- основні (подача води, отстоювання, фільтрування);
- допоміжні (підготовка обладнання, енерго- та теплозабезпечення, регенерація фільтрів, контроль якості);
- бічні (повернення неякісного продукту).

Визначення оптимального виду руху предметів праці підприємства

Визначають такі основні види руху предметів праці:

- послідовний;
- паралельний;
- синхронізований;
- змішаний.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік і тривалість операцій виробничого процесу підготовки води очищеної:

- підготовка води (0,5 години);
- відстоювання (24 години);
- фільтрування (8 годин);
- робота фільтр-пресу (2 години);
- контроль якості води очищеної (30 хвилин);

Щогодинна необхідна кількість очищеної води 5 м³/год. Отже, добове завдання – 120 м³/добу, а завдання на тиждень – 840 м³/тиждень. Умовно приймаємо, що за один ВЦ в схемі виробляється 1 партія, в якій 6 умовних одиниць, по 20 м³ кожна.

Виведемо оптимальний вид руху предметів праці, де кількість випуску продукції дорівнює продуктивності обладнання, а саме 42 ум.од./тиждень, а тривалість одного виробничого циклу:

$$T_{ВЦ} = \sum_{i=1}^n t_i = 1950 \text{ хв}$$

При такому режимі роботи на кожну стадію потрібна одна одиниця обладнання (на фільтрування 4, бо ця стадія являє собою чотири послідовно з'єднаних фільтри).

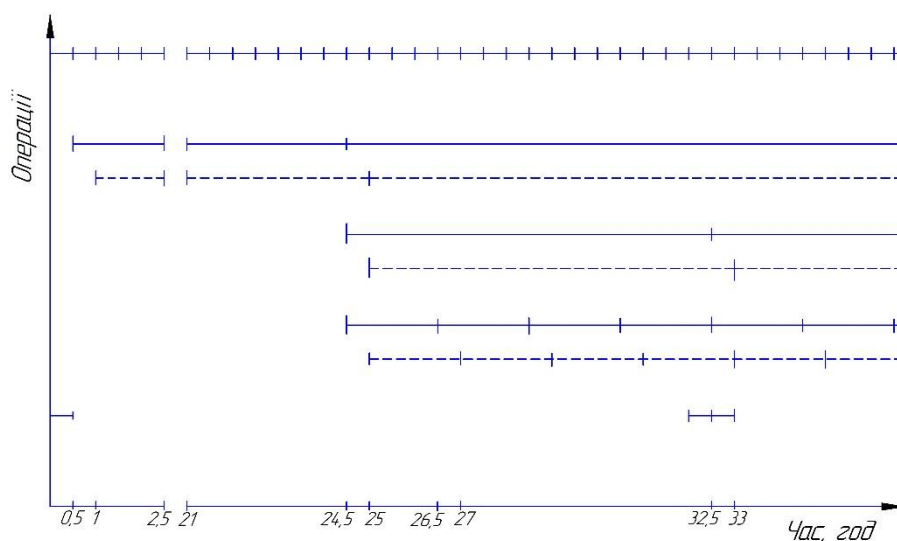


Рисунок 8.2 – Оптимальний ВРПП.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середньорічна тривалість виробничого циклу розраховується за формулою:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср}} = \frac{24 \cdot D_{\text{к}}}{D_{\text{р}} \cdot T_{\text{р}}} \cdot T_{\text{вц}}^{\text{факт}},$$

де $T_{\text{р}}$ – тривалість робочого часу підприємства протягом доби;

$T_{\text{вц}}^{\text{факт}}$ – фактична тривалість виробничого циклу за графіком;

$D_{\text{к}}$ – кількість календарних днів у році;

$D_{\text{р}}$ – кількість робочих днів на підприємстві з урахуванням святкових та вихідних днів.

Розрахуємо середньорічну тривалість виробничого циклу та річний випуск продукції, якщо:

- фактична тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{факт}} = T_{\text{вц}} + T_{\text{до}} + T_{\text{перерв}};$$

$$T_{\text{вц}}^{\text{факт}} = 1950 + 0 + 50 = 2000 \text{ хв.} = 33,33 \text{ год.}$$

- річна тривалість роботи цеха:

$$T_{\text{р}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

- середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср}} = \frac{24 \cdot 365}{24 \cdot 365} \cdot 33,33 = 33,33 \text{ год}$$

За одну добу підприємство випускає 20 умовних партій води для ін'єкцій, кожна по 5 м³ (тобто 120 м³ за добу).

Таким чином, у рік цех планово випускає води очищеної:

$$B = n_{\text{доб}} \cdot D_{\text{р}};$$

$$B = 120 \cdot 365 = 43800 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}.$$

Відповідно до обраного ВРПП визначимо необхідну кількість обладнання.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.1

№ п/п	Назва апарату	Кількість одиниць
1	Бак підготовки реагентів	1
2	Бак усереднювач	1
3	Відстійник тонкошаровий	1
4	Фільтри	4
5	Фільтр-прес	1
6	Насоси	8

Використовуючи обраний ВРПП складемо таблицю персоналу, а також наведемо підрахунки щодо кількості робітників

Кількість працюючих на виробництві.

Таблиця 8.2

Відділ	Посада	Кількість
Відділ очищення води	Технолог	4
	Апаратники	4
	Лаборанти	4

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання відповідного об'єму робіт та для повної комплектації робочих місць у кожному структурному підрозділі підприємства, протягом робочої зміни. Режим роботи трьохзмінний, тривалість зміни 8 годин для робочого персоналу та спеціалістів [13].

Отже, явочна чисельність робочого персоналу на добу складає $\text{Ч}_{\text{яв.роб}} = 3$ людини.

Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах. Крім явочної чисельності включає додатково необхідну для заміщення тих, хто у відпустці,

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

хворіють або відсутні з інших поважних причин; також сюди включають сумісників.

$$N_{\text{бриг}} = \frac{T_{\text{підпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2016} = 4,3 \approx 4 \text{ бригади.}$$

Цеху необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Тривалість роботи робочих працівників, з розрахунком на 4,3 бригади:

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_{\text{сб}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{сб}}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) = 2016 \text{ год.}$$

Тривалість роботи робочих працівників, з розрахунком на 4 бригади:

$$T_{\text{прац.факт}}^{\text{трік}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об}}} \cdot (T_{\text{зм.об}} - T_{\text{вих}}) \cdot t_{\text{зм}} = \frac{365}{16} \cdot (16 - 4) \cdot 8 = 2190 \text{ год.}$$

Тривалість перепрацювань:

$$T_{\text{переп}} = 2190 - 2016 = 173 \text{ год} = 22 \text{ дні}$$

Отже чисельність за списком:

$$\Psi_{\text{сн}} = 3 \cdot \frac{8760}{2190} = 12.$$

Цех працює 7 днів на тиждень в 3 зміни.

Перша зміна працюватиме з 8.00 до 16.00.

Друга зміна – з 16.00 до 24.00.

Третя зміна – з 24.00 до 8.00.

Кількість людей, які працюють в одній зміні: технолог, апаратник, лаборант. Отже чисельність працівників за зміну – 3 чоловік.

Графік змінності наведено в таблиці 8.3

Таблиця 8.3 – Графік змінності бригадних працівників

№ бригади	Дні															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В
II	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1
III	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2
IV	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єкти, які підлягають контролю:

- сировина (вода водопровідна)
- обладнання (фільтри, тонкошаровий модуль)
- технологічний процес
- ремонт обладнання.

Вхідний контроль – це перевірка якості надходжень. Вхідному контролю підлягають проби води, що проходять контроль якості. Проби відбираються 2 рази за зміну, результати заносяться до журналу вхідного контролю.

Поточний контроль – процес перевірки виконання роботи працівниками, а також технологічного процесу. Проби води аналізують на загальний солевміст, вміст заліза, мангану, кадмію та загальну твердість. За результатами проточного контролю ведуть журнал поточного контролю.

Заключний контроль – перевірка готової продукції на якість після приготування. Основна мета заключного контролю – витримка технології приготування, перевірка якості та виявлення браку. Контролюється електропровідність води очищеної, загальний солевміст та вміст кадмію. За результатами заключного контролю оформляють паспорт якості. Виконується автоматично.

Суб'єктами контролю є технолог і лаборант.

Працівники проходять вхідний технічний контроль, який визначає їх кваліфікаційний рівень.

Стан технологічного обладнання перевіряється механіком та технологом після його закупки. Також справність обладнання перевіряється на початку і в кінці робочої зміни механіком.

Готову продукцію зберігають і використовують в умовах, що дозволяють запобігти забруднень. Резервуари для зберігання води, трубопроводи та

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

арматуру виготовляють із стійких до хімічної дії матеріалів спеціальних марок нержавіючої сталі, титану або скла.

8.5 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

Матеріальний баланс оборотних фондів

До оборотних фондів даного виробництва відносять, сировину, електроенергію, допоміжні матеріали. Оборотні фонди виробництва (сировинні) наведено в таблиці 8.4.

Таблиця 8.4 – Сировина виробництва

Речовина	Ціна	Кількість на рік	Вартість, грн/рік
Сульфід натрію (розчин)	21 грн/кг	460 кг	9 660
Реагенти для проведення якісного аналізу			4 140
Всього:			13 800

Розрахуємо витрати електроенергії.

Середня витрата потужності підприємства за годину = 20 кВт/год.

Період роботи підприємства за рік $\tau = 8760$ год.

$$C_{\text{ел}} = \sum (T_{\text{рег}} \cdot \tau) \cdot P_{\text{обл}}^{\text{річ}},$$

де $T_{\text{рег}}$ – тарифна ставка за регульованим тарифом:

$T_{\text{рег}} = 1,8$ грн./(кВт год.) – денний період,

$T_{\text{рег}} = 0,35$ грн./(кВт год.) – в нічний період.

Кількість годин роботи підприємства за денним часом:

$$\tau_{7-23} = 5840 \text{ год}$$

Кількість годин роботи підприємства за нічним часом:

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\tau_{23-7} = 2920 \text{ год}$$

$$C_{\text{ел}} = (1,8 \cdot 5840 + 0,35 \cdot 2940) \cdot 20 = 230820 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

За результатами вихідного контролю технологом оформлюється паспорт якості. У паспорті вказується назва підприємства, номер паспорту, відповідність стандартам, основні характеристики та їх граничні межі. Паспорт підписується головним технологом чи уповноваженою ним особою. Обов'язковий підпис лаборанта, який робив вихідний контроль.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Паспорт якості

Знак відповідності

Відмітка про сертифікат води для потреб гальванічного виробництва

Цех підготовки води для ін'єкцій

ПАСПОРТ №1

Вода для потреб гальванічного виробництва

Найменування продукту: вода для потреб гальванічного виробництва

Показники якості води:

Значення показника:

Електропровідність

$\leq 1 \text{ мкСм} \cdot \text{см}^{-1}$ при 20°C

Загальний солевміст

400 мг/дм³

Кадмій

-

Дата виготовлення _____

Начальник лабораторії _____

(підпис)

Технолог _____

(підпис)

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Калькуляція

До основних фондів відділення належить:

- вартість приміщення – вартість будівель виробничого приміщення становить 200 000 грн.;
- вартість обладнання (наведено у таблиці 8.5)

Таблиця 8.5 – Вартість технологічного обладнання

Назва обладнання	Кількість	Вартість, грн.
Бак підготовки реагентів	1	25 000
Бак усереднювач	1	15 000
Відстійник тонкошаровий	1	80 000
Фільтри	4	80 000
Фільтр-прес	1	88 000
Насоси	8	160 000

Сумарна вартість обладнання $V(\text{обл.}) = 448\,000$ грн.

Амортизація будівель ($T_{\text{експ}} = 20$ років):

$$A(\text{буд.}) = V(\text{буд.}) / T_{\text{експ}} = 200\,000 / 20 = 10\,000 \text{ грн./рік.}$$

Амортизація обладнання ($T_{\text{експ}} = 5$ років):

$$A(\text{обл.}) = V(\text{обл.}) / T_{\text{експ}} = 448\,000 / 5 = 89\,600 \text{ грн./рік.}$$

Амортизаційні відрахування:

$$A = A(\text{буд.}) + A(\text{обл.}) = 10\,000 + 89\,600 = 99\,600 \text{ грн./рік.}$$

Вартість основних фондів:

$$\text{ОФ} = V(\text{буд.}) + V(\text{обл.}) = 200\,000 + 448\,000 = 648\,000 \text{ грн.}$$

У таблиці 8.6 наведено заробітні плати працівників для розрахунку ФОП.

Таблиця 8.6 – Заробітна плата працівників

Посада	Кількість	ЗП, грн./міс	Всього
Технолог	4	7 000	28 000
Хімік-лаборант	4	4 500	18 000
Апаратник	4	4 000	16 000
Всього:	12		62 000

Фонд оплати праці відділення:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування} = 62\,000 \cdot 13 \cdot 1,22 = 983\,320 \text{ грн./рік.}$$

Вартість оборотних засобів відділення:

$$\text{ОБЗ} = \text{В}_{\text{сиров}} + \text{Ц}_{\text{ел}} + \text{ФОП} + \text{Інше}$$

$$\text{ОБЗ} = 13\,800 + 230\,820 + 983\,320 + 25\,000 = 1\,252\,940 \text{ грн./рік.}$$

Таблиця 8.7 – Калькуляція

№	Елементи витрат	Одиниця виміру, грн/рік.
1	Амортизація обладнання	89 600
2	Сировина	13 800
3	Заробітна плата	806 000
4	Електроенергія	230 820
5	Нарахування на заробітну плату	177 320
6	Амортизація будівель	10 000

Техніко-економічні показники

Розрахунок собівартості води:

$$\text{С} = \text{А} + \text{ОБЗ} = 99\,600 + 1\,252\,940 = 1\,352\,540 \text{ грн./рік.}$$

Капіталовкладення:

$$\text{К} = \text{ОФ} + \text{ОБФ} = 648\,000 + 99\,600 = 747\,600 \text{ грн}$$

Річний прибуток становить:

$$\text{П} = \text{Ц} - \text{С} = 0 \text{ грн./рік.}$$

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рентабельність:

$$P = (П/С) \cdot 100\% = 0 \%$$

Решта показників не розраховуються, а саме:

Період повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{пов.}} = К/П$$

Фондовіддача:

$$\Phi В = В/ОФ$$

Фондоємність:

$$\Phi \text{Є} = 1/\Phi В$$

Таблиця 8.8 – Зведена таблиця техніко-економічних показників

№	Показники	Значення
1	Чисельність персоналу	12 осіб
2	Річний випуск продукції	43 800 м ³ /рік
3	Капіталовкладення	747 600 грн.
4	Собівартість	1 352 540 грн./рік

У даному розділі дипломного проекту порахована собівартість очищення води для потреб гальванічного виробництва, яка становить 29,15 грн./м³, що є майже у два рази більше ніж собівартість реально працюючого підприємства (15 грн/м³). Капіталовкладення становлять 747 600 грн.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Як видно з технологічного проекту відділення очищення для потреб гальванічного виробництва, на об'єкті знаходяться в обігу шкідливі речовини, використовується електрична, механічна, теплова енергія та енергія хімічної реакції. Внутрішньоцеховий транспорт представлений промисловими трубопроводами.

Проект виконаний з урахуванням вимог щодо охорони праці та пожежної безпеки.

У даному розділі на основі аналізу шкідливих і небезпечних виробничих факторів передбачені заходи і засоби щодо забезпечення здорових, безпечних умов праці та пожежної безпеки.

9.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на об'єкті, що проектується. Заходи з охорони праці.

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99 роботи у цеху відносяться до категорії середньої важкості Па та Пб. Складено таблицю санітарних норм параметрів мікроклімату для названих приміщень (таблиця 9.1) [14].

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.1 – Санітарні норми мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень згідно ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Нижня межа	Верхня межа				
Холодний	Па	18-20	15-17	23-24	40-60	75	0.2	< 0.3
	Пб	17-19	13-15	21-23	40-60	75	0.2	< 0.4
Теплий	Па	21-23	17-18	27-29	40-60	65	0.3	0.2-0.4
	Пб	20-22	16-17	27-29	40-60	70	0.3	0.2-0.5

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожуючих конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних величин температури повітря для даної категорії робіт.

Температура зовнішньої поверхні обладнання, з яким працюють в цеху під час виконання роботи, становить:

$$t_n = t_{om} + 2^{\circ}\text{C} = 18 + 2 = 20^{\circ}\text{C} \text{ – в холодний період року,} \quad (9.1)$$

$$t_n = t_{om} + 2^{\circ}\text{C} = 21 + 2 = 23^{\circ}\text{C} \text{ – в теплий період року,} \quad (9.2)$$

де t_{opt} – нормативне значення повітря робочої зони в теплий період року, °С.

Фактичні значення параметрів мікроклімату підтримуються за рахунок використання системи центрального водяного опалення.

Коротка санітарна характеристика проектного цеху приведена в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 – Коротка санітарна характеристика цеху

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найменування цеху	Цех водопідготовки	
Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	NaOH, витік внаслідок пошкодження трубопроводу	Cd(OH) ₂ , витік внаслідок пошкодження трубопроводу
Група шкідливої речовини, характеристика шкідливої дії	Подразнюючої дії. Викликає запалення органів дихання та слизової оболонки, очей.	Канцероген. Викликає нудоту та запалення органів. Отрута.
ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	0,5	0,3·10 ⁻³
Клас небезпечності шкідливої речовини	2	2
Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Промислові протигази марок «К» і «М» ГОСТ 12.4.122-83 Спецодяг Щ ГОСТ 27653-88	
Засоби долікарняної допомоги	Терміново викликати швидку	
Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони	Колориметричний	

За способом організації повітрообміну передбачена комбінована припливно-витяжна система вентиляції.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-06 розряд робіт у робочому приміщенні становить IV та V. У таблиці 9.3 наведено санітарні норми параметрів освітлення [15,16].

Таблиця 9.3 – Санітарні норми параметрів освітлення

Розряд зорової роботи	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
	Освітленість, лк			Сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації		КПО, %			
	При системі комбінованого освітлення		При системі загального освітлення			При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні
IV	400	200	200	40	20	4	1,5	2,4	0,9
V	-	-	200	40	20	3	1	1,8	0,6

Проектом передбачається природне, робоче та аварійне освітлення. Природне освітлення представлене боковим світлом. У якості штучного освітлення використовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ.

Згідно ДБН В.2.5-28-06, використовується напруга 220 В. Для аварійного освітлення використовують лампи розжарювання та люмінесцентні лампи.

Нижче приведений розрахунок системи загального електричного освітлення цеху методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Розрахунок потоку, необхідного для забезпечення заданої освітленості горизонтальної поверхні при загальному рівномірному освітленні з

урахуванням світла, що відбивається стінами та стелею проводиться за формулою (для люмінесцентних ламп):

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m, \quad (9.3)$$

де F – світловий потік однієї лампи, лм;

E – нормована освітлюваність, $E = 500$ лк;

S – площа приміщення, $S = 500 \text{ м}^2$;

z – поправочний коефіцієнт світильника, $z = 1,25$;

k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при експлуатації, $k = 1,1$;

n – кількість світильників, $n = 80$;

u – коефіцієнт використання, що залежить від типу світильника, показника (індексу) приміщення, відбиття і т.д., $u = 0,6$;

m – число люмінесцентних ламп у світильнику, $m = 2$.

Таким чином, необхідний світловий потік однієї лампи:

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m = 500 \cdot 500 \cdot 1,25 \cdot 1,1 / 80 \cdot 0,6 \cdot 2 = 3581 \text{ лм.}$$

Вибір стандартної лампи та визначення її потужності проводиться згідно ГОСТ 6825-74.

Відповідно до розрахованого світлового потоку ($F = 3581$ лм), необхідного для забезпечення заданої освітленості, обираємо тим лампи ЛД потужністю 65 Вт і визначимо електричну потужність всієї освітлювальної системи:

$$W = P \cdot n \cdot m, \quad (9.4)$$

де W – потужність освітлювальної системи, Вт;

P – потужність однієї лампи, $P = 65$ Вт;

$$W = 65 \cdot 80 \cdot 2 = 10400 \text{ Вт.}$$

Освітленість контролюється за допомогою люксметра Ю-116 1 раз на рік після ремонту освітлювальної установки.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Контроль освітленості здійснюється люксометром Ю-116 не менше 1 разу в рік, а також після ремонту приміщень.

9.1.3 Виробничий шум та вібрація

Джерелами шуму та вібрації на виробництві є насоси, фільтри.

За ДСН 3.3.6.0.37-99 рівень звуку не повинен перевищувати 80 дБА [10]. Фактичний рівень шуму складає 68 дБА., що задовольняє вимогам.

Для контролю шуму використовують шумоміри, для контролю вібрації – прилад ВШВ-003. Зниження цих показників здійснюється за рахунок:

- жорсткого кріплення віброуючих деталей та вузлів, усунення надлишкових зазорів в супряженнях машин і механізмів;
- балансування (врівноваження) рухомих і особливо обертових деталей і механізмів;
- збільшення загальної маси фундаменту і використання металевих масивних плит в фундаментних опорах;
- зміни числа обертів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою;
- застосування динамічних віброгасників.

У якості засобів індивідуального захисту використовують протишумні шоломи, навушники, вкладки.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.4 Електробезпека

Ураження електричним струмом можливе у результаті дотику до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою та через електричну дугу.

Електроустаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної електромережі змінного струму промислової частоти з глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Електричне устаткування має ізолюючі кожухи. Основним захистом від ураження струмом є ізоляція проводів, справність ізоляції безперервно контролюється пристроєм УАКИ. При живленні електроустаткування трьохфазною мережею з глухозаземленою нейтраллю напруги до 1000 В, як ефективний колективний захист від ураження електричним струмом, передбачено занулення корпусів електричного обладнання.

При однофазному дотику людини до неізольованих струмопровідних частин електрообладнання через людину протікає:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_0}, \text{ мА}; \quad (9.5)$$

$$U_{\text{л}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}}, \quad (9.6)$$

де $R_{\text{л}} = (2 \div 4)$ – опір тіла людини, кОм;

$R_0 = 4$ – опір заземлення нейтралі джерела струму, Ом;

$I_{\text{л}}$ – електричний струм, який проходить через людину, мА;

$U_{\text{ф}}$ – фазна напруга, 220 В.

Згідно з ГОСТ 12.1.038-82 гранично допустимі значення становлять:
 $I_{\text{л}} = 6 \text{ мА}$ і $U_{\text{л}} = 36 \text{ В}$ – змінного струму в аварійному режимі при $\tau > 1 \text{ с}$;
 $I_{\text{л}} = 0,3 \text{ мА}$ і $U_{\text{л}} = 2 \text{ В}$ – при нормальному режимі при $\tau \leq 10 \text{ хв/добу}$.

$$R_{\text{л}} = 2000 \text{ Ом}.$$

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді згідно з рівняннями (11.5) – (11.6):

$$I_{\text{л}} = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 4} = 109,79 \text{ мА};$$

$$U_{\phi} = 109,79 \cdot 2 = 219,58 \text{ В}.$$

Порівнюючи розрахункове значення $I_{\text{л}}$ і $U_{\text{дот}}$ з нормативними, бачимо, що при порушенні вимог ПБЕ в цеху можуть бути електричні травми з важкими наслідками.

Для захисту працюючих на проектуваному підприємстві передбачаються наступні заходи:

- використання занулення, захисне відключення електроустановок, при виникненні небезпеки ураження електричним струмом, вирівнювання потенціалу;
- застосування з'єднувальних провідників зі справною ізоляцією;
- проектом передбачені огорожувальні пристрої, суцільні огорожі для електроустановок;
- допуск до роботи по видаленню несправностей лише людей, які пройшли спеціальну підготовку;
- проектом передбачена попереджувальна сигналізація та попереджувальні знаки встановлені в місцях наближених до місць, які знаходяться під напругою.

Для забезпечення електробезпеки використовуються окремо чи у поєднанні такі способи та засоби: електроізоляція струмоведучих частин; електрозахистні засоби: діелектричні коври, діелектричні рукавиці, діелектричне взуття, ізолювальні підставки, плакати та знаки безпеки; захисне відключення електроустановок при виникненні в них небезпеки ураження струмом. Вимірювання опору заземлюючих пристроїв проводиться щорічно. Опір ізоляції перевіряється один раз в 3 роки.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.5 Безпека технологічного процесу і обслуговування обладнання

Основним небезпечним фактором на об'єкті є розрив трубопроводів установки водопідготовки, що виникає внаслідок гідравлічних ударів, різкого коливання тиску, дефектів металу.

Фільтри працюють під тиском і при їх обслуговуванні найбільшою небезпекою є пошкодження фланців на арматурі, порушення ущільнення сальникових набивок.

Основними заходами безпеки щодо ведення технологічного процесу є виключення безпосереднього контакту працюючих з цими апаратами та застосування автоматичного контролю і регулювання. З метою дотримання цих заходів все устаткування цеху обладнано необхідною запірною арматурою, запобіжними клапанами, манометрами, показниками рівня рідини.

Безпека роботи обладнання забезпечується гідно ГОСТ 13.3.002-75 – вибір технологічного процесу, режимів роботи обладнання; вибір вихідних матеріалів, спосіб їх зберігання та транспортування; розділення функцій між людиною та обладнанням.

Безпека обслуговування апаратури досягається правильним її розташуванням, згідно якого ширина зон обслуговування апаратів становить 1,5 м, ширина робочих проходів між фільтрами, мембраною та баками складає 2,5 м. Безпека експлуатації насосів забезпечується надійною конструкцією, корозійною стійкістю матеріалу та герметичністю ущільнення рухомих частин.

Для підтримання в справному стані обладнання своєчасно проводяться технічне обслуговування та ремонт.

У випадку розриву трубопроводу необхідно викликати спеціалізовану службу та повідомити керівництво і весь персонал.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2 Пожежна безпека

В проектованому цеху знаходяться горючі матеріали: меблі, вікна, двері, електрообладнання.

Електрообладнання може спалахнути в результаті наступних причин: перевантаження та нагрів електрообладнання, іскра від пошкодження електропроводки, електрозамикання.

Для гасіння пожежі передбачена стаціонарна система пожежогасіння багатократною повітряно-механічною піною, водогінна мережа, змонтована у вигляді стояків. Будівля захищена від прямого удару блискавки блискавковідводом стрижньового типу. Безпечність експлуатації електрообладнання досягається системою організаційних та технічних заходів і засобів. До них відносяться: електрична ізоляція, недоступність струмоведучих частин, занулення. Для гасіння пожежі, на робочих місцях прийняті протипожежні щити з набором засобів пожежогасіння, вогнегасники ВВ-2, ВВ-5, ВВ-8, пінні вогнегасники, ящики з піском.

Встановлюється охоронно-пожежна сигналізація автоматичного типу ПТІМ на висоті 6-10 метрів від рівня підлоги.

У коридорах на шляхах евакуації персоналу передбачені протидимові та протипожежні перегородки.

Існуюча довжина евакуаційних шляхів та ширина дверей відповідає ДБН-В 2.5.28 2006 “Протипожежні норми”.

В таблиці 9.4 наведено показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів [15].

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.4 – Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин

Приміщення цеху		Назва ділянки, установки
Дерево	Машинне масло	Речовини, що обертаються у виробництві
Т	рідина	Агрег. стан реч. при нормальних умовах
Легкогор.	горючий	Горючість, займистість, вибухонебезпечність
-	200	Температура спалаху, °C
190-230	160	Температура займання, °C
270-280	380	Температура самозаймання °C
Па	Пб	Категорія
ТЗ	-	Група
Вода, піна	Вода, вогнегасники вуглекис-лотні ВВ-5, пінні	Засоби пожежогасіння
Б	Г	Категорія приміщення по ОНТП 24-86
П-П	-	Клас приміщення /зона/ і зовнішніх установок згідно з ПБЕ
Ша		Категорія об'єкту і тип зони захисту від блискавки згідно з СН 305-77

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

У даному розділі розглядаються можливі екологічні проблеми при запровадженні схеми демінералізації води при очищенні води для ін'єкцій та шляхи їх вирішення.

10.1 Аналіз джерел відходів, що утворюються на виробництві

Метою даного дипломного проекту є отримання води для потреб гальванічного виробництва з використанням методів: фільтрації, сорбції, іонного обміну та відстоювання

Відходами даного виробництва є наступні речовини:

- бентоніт(палигорскіт) відпрацьований;
- смоли іонообмінні сатуровані або відпрацьовані;
- концентрат CdS.

У промисловості після обробки осаду зневоднюючими реагентами та його фільтрування, отриманий шлам вивозять у шламонакопичувачі (відвали), наявність яких негативно впливає на екологію.

В результаті очищення води на виробництві утворюються два типи відходів – тверді (відпрацьовані іонообмінні смоли та концентрат), рідкі – рідина після промивки. Також утворюється велика кількість стічних вод, які відводяться внаслідок промивки фільтрі.

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

Для даного підприємства теоретично можливими можуть бути наступні шляхи екологізації [17].

Використання протитечійного або багато порційного режиму регенерації. За такого режиму весь необхідний об'єм найбільш концентрованого регенераційного розчину поділяють на кілька порцій (три або чотири), які

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтрують крізь фільтри послідовно, приймаючи відпрацьовані розчини у збірники. На утилізацію відводять лише ту порцію розчину, в якій співвідношення концентрацій іонів, витіснених із смоли та регенеруючих іонів максимальне. Витрати на нейтралізацію надлишкового реагенту в такому разі мінімальні. Всі ж інші порції регенераційного розчину використовують у новому циклі для регенерації в послідовності, що відповідає зростанню в розчині надлишку невикористаного реагенту. Отже, свіжий реагент витрачається тільки на приготування однієї порції розчину, який використовується для завершення регенерації фільтра.

Спалювання – один із кращих методів ліквідації відходів, використовуваних як промислова сировина. При цьому потрібно враховувати те, що спалювання відходів на сміттєспалювальних фабриках спричиняє забруднення атмосфери. Розроблено технології, за якими з відходів виділяють чорні і кольорові метали, виготовляють будівельні матеріали.

Поховання відходів відноситься до найбільш поширеного способу їх утилізації. В Україні таким способом утилізується до 98 % міських відходів.

Термічний метод очищення стічних вод найбільш ефективний, але є найбільш дорогим. Стоки зневоднюють, одержуючи нетоксичні газоподібні продукти горіння і твердий осад.

Перед тим, як спрямувати осади стічних вод на ліквідацію або утилізацію, їх піддають попередньому обробленню для отримання шламу, властивості якого забезпечують можливість його утилізації або ліквідації з найменшими затратами енергії та забрудненням довкілля. Для зменшення вологості осаду стічних вод його зневоднюють на мулових площадках механічним шляхом і піддають термічній обробці (сушінню).

Висушений шлам доцільно використовувати в промисловості декількома шляхами: для отримання пігменту (кадмій жовтий), у напівпровідниках, фоторезисторах, як люмінофор для кінескопів, тощо.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.4 Екологічний моніторинг

Система нагляду та аналізу стічних вод складається із відбору проб стічної води та її аналізу на кількість іонів кадмію, кожного разу коли проводиться СІР або СЕВ промивки. За розрахунками, СІР промивку необхідно проводити раз на 1-3 місяці, а СЕВ – раз на 3 дні, таким чином і аналіз необхідно проводити відповідно цим періодам.

Точка відбору проби – відстійник, куди зливаються ці стоки, через які промивна вода надходить від системи до каналізаційного стоку. Якщо кількість іонів кадмію не задовольняє вимоги до скиду стічних вод, цю воду повертають у початок схеми. Аналіз стічної води також має проводитися під час кожної промивки установки, коли домішується свіжа очищена вода.

10.5 Розрахунок екологічних платежів

Величина плати за скид стічних вод з наднормативними забрудненнями розраховується Водоканалом за формулою [18], грн./добу:

$$ПС = Т \cdot V_{ДОГ} + 5Т \cdot V_{ПДОГ} + V_{ПЗ} \cdot КК \cdot НП, \quad (10.1)$$

де Т – тариф, установлений за надання послуг водовідведення підприємствам, віднесеним до відповідної категорії споживачів, грн./м³;

V_{ДОГ} – обсяг скинутих підприємством стічних вод у межах, обумовлених договором або нормою (м³);

V_{ПДОГ} – обсяг скинутих підприємством стічних вод понад обсяги, обумовлені договором або нормою (м³);

V_{ПЗ} – обсяг скинутих підприємством стічних вод з понаднормативними забрудненнями (м³);

КК – коефіцієнт кратності, який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод на міських КОС та екологічного стану водойми;

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

НП – встановлений норматив плати за скид нормативних забруднень у міську каналізацію (грн./м³).

Отже:

$$ПС = 4,82 \cdot 80 + 5 \cdot 4,82 \cdot 20 + 100 \cdot 2 \cdot 10,24 = 2915,6 \text{ грн/добу.}$$

Таким чином, у даному розділі було розглянуто екологічні проблеми, що виникають під час запровадження схеми очищення води для потреб гальванічного виробництва та обрано методи вирішення цих проблем. Отримані наступні дані: величина плати за скид стічних вод – 2915,6 грн./добу.

Можна зробити висновок, що процес очищення води для потреб гальванічного виробництва є маловідходним, оскільки основною сировиною є вода.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. У даному дипломному проекті проведено розроблено схему очищення води для потреб гальванічного виробництва . Розглянуто хімізм і теоретичні основи процесу. Наведено характеристику сировини та технічні вимоги до готового продукту. Запропоновано технологічну схему відділення очищення води для потреб гальванічного виробництва.

Проведено підбір основного обладнання: обрано сорбційний фільтр ФС.Н5В; та допоміжного обладнання: бак-усереднювач, прямокутна емність в плані з параметрами: висота 1 м, ширина 2 м, довжина 2 м, виготовлену з поліпропілену, відцентровий насос марки CDXM 200/12.

У дипломному проекті наведено схему автоматизації процесу очищення води для потреб гальванічних виробництв, що передбачає контроль рівню, витрати, загального солевмісту та концентрації кадмію .

Розглянуто основні аспекти екологічної безпеки виробництва, наведено джерела виникнення відходів, запропоновано заходи щодо їх утилізації. Передбачено заходи з охорони праці, розраховано виробниче освітлення, досліджено виробничий шум та вібрацію, забезпечено електробезпеку, безпеку технологічного процесу та обладнання, пожежну безпеку.

Виконані економічні розрахунки, які показують доцільність використання даного способу водопідготовки: собівартість становить 1 352 540 грн./рік та капіталовкладення – 747 600 грн.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Николадзе, Г.И. Технология очистки природных вод: Учеб. для вузов. – М.: Высш. шк. – 1987. – 479 с.
2. Іонообмінна адсорбція [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://intranet.tdmu.edu.ua/data/kafedra/internal/zag_him/classes_stud/uk/med/health/ptn вільний.
3. Національний стандарт України «Вода для гальванічного виробництва та схеми промивок. Загальні вимоги» [Електронний ресурс] – Режим доступу: вільний.
4. Національний стандарт України «Вода для гальванічного виробництва та схеми промивок. Загальні вимоги» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://rdocs3.cntd.ru/document/gost-596-89> вільний.
5. Поверхневі явища і адсорбція [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.physchem.chimfak.rsu.ru/Source/PCC/Colloids_3.htm вільний.
6. Журавльова К., Коханенко Є., Першина К. Фактори, що впливають на провідність системи бентоніт – вода // Вісн. Львів. університету. Сер. Хім. – 2012. – Вип. 53. – С. 425–429.
7. Паховчишин С.В., Панько А.В., Нікіпелова О.М., Матковський О.К., Гриценко В.Ф., Вовкотруб М.П. Зв'язана вода і структурно-сорбційні характеристики глинистих матеріалів, що мають лікувальні властивості // Ресурси природних вод Карпатського регіону (Проблеми охорони та раціонального використання) : п'ята міжнар. наук.-практ. конф., 25 — 26 травн. 2006 р. : зб. наук. статей. – Львів, 2006. – С. 86–92.
8. Ульберг З.Р., Косоруков П.А., Надел Л.Г., Лебовка Н.И. Минерально-сырьевой потенциал бентонитовых глин Украины // Экотехнологии и ресурсосбережение.— 2009.— № 3.— С. 33 —40. Лукінюк, М.В.

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом підготовки «Хімічна технологія та інженерія»/ М. В. Лукінюк. — К.: НТУУ «КП», 2012. — 336 с. : іл. — Біблігр.: с. 328-330. — 300 пр. — ISBN 978-966-622-520-0, ISBN 978-966-622-531-6.

9. Результати фізико-хімічних досліджень бентоніту дашуковського родовища. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://heraldchem.onu.edu.ua/article/viewFile/70-75/36579> вільний.
10. Склад бентонітової глини. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ueco.com.ua/ua/posts/k-kakomu-tipu-opasnosti-otnositsya-bentonirovannaya-glina-dlya-obrabotki-vina> вільний.
11. Очисні спорудження. Сорбційний фільтр. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://beleko.ru/sorb-filtr/> вільний.
12. Павлов, К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/Под ред. чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с., ил.
13. Підлісна, О.А. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студ. хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ Видавництво „Політехніка”, 2002. – 28 с. – Бібліогр. с. 25-27. – 300 пр.
14. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст].
15. СНиП 2.04.05.-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст].
16. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища».
<http://zakon4.rada.gov.ua/> (меню Законодавства України)
18. Водний кодекс України <http://zakon4.rada.gov.ua/> (меню Законодавства України)

					ХН 3204 1440 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		