

ЗМІСТ

ВСТУП	12
1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА.....	14
1.1 Очищення води коагулянтами	14
1.2 Очищення води іонообмінним методом	16
1.3 Зворотний осмос.....	17
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ	21
2.1 Характеристика продукції.....	21
2.2 Характеристики сировини.....	21
2.3 Характеристика допоміжних матеріалів.....	22
3 ХАРАКТЕРИСТИКА І ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА. ХІМІЗМ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ	25
3.1 Суть методу і сфери його застосування.....	25
3.1 Фізико-хімічні основи іонообмінного процесу.....	28
3.2 Регенерація іонітів	32
4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	36
5 ВИТРАТНІ КОЕФІЦІЄНТИ З СИРОВИНИ, НАПІВПРОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
5.1 Розрахунок освітлювача	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Розрахунок механічних фільтрів	Ошибка! Закладка не определена.
6 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	ОШИБКА!

		ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.		ХН 3115 1440 001 ПЗ				
		№ докум.	Підпис					
Розроб.	Сергійчук Д. І.			Відділення глибокого знесолення природної води для потреб міських ТЕЦ	Літ.	Аркуші	Акруш	
Перевір.	Лапінський А.							
Реценз.					НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»			
Н. Контр.	Супрунчук В.І.							
Затверд.	Толстопалова Н.							

6.1 Розрахунок та вибір основного обладнання **Ошибка! Закладка не определена.**

6.1.1 Розрахунок фільтра змішаної дії **Ошибка! Закладка не определена.**

6.1.2 Розрахунок аніонітового фільтра другої ступіні **Ошибка! Закладка не определена.**

6.1.3 Розрахунок Н- катіонітового фільтра другої ступіні **Ошибка! Закладка не определена.**

6.1.4 Розрахунок декарбонізатора **Ошибка! Закладка не определена.**

6.1.5 Розрахунок аніонітового фільтра першої ступені **Ошибка! Закладка не определена.**

6.1.6 Розрахунок Н-катіонітового фільтра першої ступіні **Ошибка! Закладка не определена.**

6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання..... **Ошибка! Закладка не определена.**

7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВІДДІЛУ ГЛИБОКОГО ЗНЕСОЛЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ МІСЬКИХ ТЕЦ.....40

7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації 41

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації схеми відділення підготовки попередньо очищеної води..... 42

8 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ ВІДДІЛУ ГЛИБОКОГО ЗНЕСОЛЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ МІСЬКИХ ТЕЦ 44

8.1 Схема організаційної структури підприємства..... 44

8.2 Класифікація виробничих процесів цеху ХВО 45

					<i>ЛП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.3	Оптимальний вид руху предметів праці та середньорічна тривалість виробничого циклу.....	46
8.4	Графік роботи підприємства, графік змінності.....	74
8.5	Технічний контроль: об'єкти, суб'єкти, види і методи контролю, виконавці.....	76
8.6	Матеріальний баланс оборотних засобів підприємства	78
8.7	Основні фонди виробництва	80
8.8	Вартісна оцінка ФЗД (фільтру змішаної дії	82
8.9	Техніко-економічні показники	83
9	ОХОРОНА ПРАЦІ	59
9.1	Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проєктованому об'єкті. Заходи з охорони праці	59
9.1.1	Повітря робочої зони	59
	Розрахунок аерації цеху.....	61
9.1.2	Виробниче освітлення	62
9.1.3	Захист від виробничого шуму та вібрацій.....	64
9.1.4	Електробезпека.....	64
9.1.5	Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання	66
9.2	Пожежна безпека.....	67
10	ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕЧНІСТЬ ВІДДІЛЕННЯ ГЛИБОКОГО ЗНЕСОЛЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ МІСЬКИХ ТЕЦ	70
	ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВІДДІЛЕННЯ ПІДГОТОВКИ ПОПЕРЕДНЬО ОЧИЩЕНОЇ ВОДИ.....	ОШИБКА! ЗАКЛАДКА НЕ ОПРЕДЕЛЕНА.
10.1	Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються у відділенні підготовки попередньо очищеної води	70
10.2	Можливі варіанти екологізації виробництва	71
10.3	Екологічний моніторинг	73

10.4 Розрахунок екологічних платежів	74
ВИСНОВКИ.....	76
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	77

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Теплові електростанції здавна набули широкого застосування у теплоенергетиці. Вони не тільки виробляють електроенергію, але і є джерелом теплової енергії в централізованих системах тепlopостачання у вигляді пари та гарячої води, у тому числі і для забезпечення гарячого водопостачання та опалення жилих будівель та промислових об'єктів.

З промислової точки зору, ТЕС являється домінуючим електрогенеруючим підприємством у вітчизняній та закордонній енергетиці. На долю теплових електростанцій припадає близько 70 % електрогенеруючих потужностей в Україні, а з урахуванням атомних електростанцій, де так само реалізуються паротурбінні технології, встановлена потужність становить приблизно 90 %. Але велика частина сучасних електростанцій у даний час потребує модернізації технології.

На станціях, що відносяться до теплоелектроцентралей, передбачається попереднє очищення води до норм якості оптимальних для подачі її до котельного відділу.

Норми якості підживлювальної води залежать від типу сучасних котлів та тиску. У цій воді повинні бути відсутніми завислі речовини, солі, що створюють твердість води, розчинений кисень, так як наявність цих речовин сприяє утворенню накипу, спінюванню котельної води, виносу солей з паром та корозію.

Очищення води для котлів у більшості випадків здійснюють за комбінованою системою, що складається з двох фаз обробки – попереднього очищення та іонного обміну. Ця система дозволяє досягти практично повного знесолення води, що є необхідною вимогою у подальшому її використанні.

До проведення процесу хімічного знесолення передбачається попередня підготовка поверхневої води, а саме: видалення завислих і органічних речовин, феруму та вільної вуглекислоти. Ці процеси ефективно

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проводять в освітлювачах – стадія вапнування і коагуляції з подальшим фільтруванням на механічних фільтрах.

Метою даного дипломного проекту є удосконалення технологічної схеми обробки поверхневих вод для виробництва пари шляхом знесолення води на іонообмінних фільтрах та використання третьої ступені знесолення води на змішаному іонообмінному матеріалі.

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

Технологія виготовлення будь-якої продукції взагалі й підготовки води зокрема визначається якістю вихідної сировини та вимогами до якості готової продукції. Для підготовки води використовують природну воду, яку забирають із поверхневих чи підземних джерел, а готової продукцією може бути питна, вода спеціального призначення або технічна вода [1].

В технології очищення природних вод використовуються різноманітні технологічні прийоми та методи покращення якості води. Вибір раціональної схеми обробки води представляє значні труднощі. Це пояснюється не тільки недостатньо продуманою технологічною схемою, але й зміною складу поверхневої води за час, в результаті скиду стічних вод нових промислових підприємств чи порушення умов експлуатації водойми у зв'язку з розвитком водного транспорту, роботами по осушенню болот (розташованих вище по течії), розвитком торф'яних розробок тощо. Такі порушення ускладнюють умови експлуатації не тільки нових, а й давно працюючих очисних будівель.

Технологічні схеми передбачають компоновку очисних будівель, охоплюючи процеси видалення речовин, що відносяться за звичай до декількох груп класифікації Кульського. Тому при складанні схеми водопідготовки необхідно обирати методи та режими, найбільш ефективні для видалення домішок кожної з груп [1].

1.1 Очищення води коагулянтами

Нині в процесах водопідготовки широко використовується коагуляція. Її використовують для зниження вмісту завислих і колоїдно-дисперсних домішок під дією сил тяжіння. Проте домішки, які обумовлюють каламутність і колірність природних вод, мають малі розміри і їх осадження відбувається надзвичайно повільно. Дрібнодисперсні колоїдні частинки ще більше ускладнюють процес осадження. Тому для прискорення процесів

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відокремлення вказаних домішок шляхом осадження, фільтрування або флотації здійснюють їх коагуляцію.

Коагуляцією домішок води називають процес агломерації найдрібніших колоїдно-дисперсних частинок, що відбувається внаслідок їх взаємного злипання. Коагуляція завершується утворенням крупних агрегатів-пластівців, які відокремлюються від води, що очищається.

Завислі домішки води в більшості випадків мають однакові заряди, що обумовлює виникнення міжмолекулярних сил відштовхування і їх агрегативну стійкість. У технології підготовки води прагнуть порушити агрегативну стійкість домішок і в результаті здійснити повне або часткове їх видалення. Це досягається додаванням до води коагулянтів: сульфатів алюмінію, феруму (II і III), хлориду алюмінію і феруму (III), алюмінату натрію, оксохлориду алюмінію, гідроксосульфату алюмінію, гідроксохлориду алюмінію або інших речовин, які сприяють порушенню агрегативної стійкості [2].

Воду, що очищається, підлугуюють, якщо лужний резерв недостатній для задовільного гідролізу коагулянтів. Для підлугування води і зв'язування утвореного під час гідролізу агресивного оксиду вуглецю (IV) застосовують гідроксид і карбонат натрію, карбонат кальцію і вапно, а також в невеликих кількостях аміак і аміачну воду. В процесі підлугування значення рН підтримують в межах 6,5 ... 7,5. Це сприяє зменшенню залишкового вмісту алюмінію і заліза в очищеній воді і зменшенню їх корозійних властивостей.

Одним з найбільш істотних параметрів технологічного процесу очищення води коагуляцією є доза коагулянта і порядок введення реагентів. Її оптимальна величина залежить від властивостей дисперсної системи (води, що очищається): температури, кількості завислих і колоїдно-дисперсних речовин, колірності, йонного складу дисперсного середовища, значенням рН та інших фізико-хімічних показників. В разі недостатнього дозування коагулянта або його неправильного введення у воду, що очищається, не

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

досягають необхідного ефекту очищення, а в разі його надлишку – поряд з перевитратою – кошовного реагенту в деяких випадках може погіршитись коагуляція.

1.2 Очищення води іонообмінним методом

Іонообмінні установки призначені для знесолення та очистки вод від іонів металів, а також інших забруднень до заданої концентрації.

Очищення проводять з використанням іонітів – синтетичних іонообмінних смол, що випускаються у вигляді гранул розміром 0,2-2 мм. Іоніти представляють собою практично нерозчинні у воді полімерні речовини, що мають рухливий іон (катіон або аніон), який здатний в певних умовах вступати в реакцію обміну з іонами того ж заряду, які знаходяться у розчині.

При контакті з водою іоніти набухають і збільшуються в об'ємі (зазвичай в 1,5-2 рази).

Розрізняють сильно- та слабокислікатіоніти (в H^+ та Na^+) та сильно- і слабоосновні аніоніти (в OH^- або солевій формі), а також іоніти змішаного типу.

Іонообмінну очистку проводять послідовним фільтруванням через катіоніти (у водневій формі) та аніоніти (в гідроксильній формі). При контакті води з Н-катіонітом проходить обмін на H^+ -іони катіоніту. У результаті Н-катіонування підвищується кислотність води. При фільтруванні її через OH^- -аніоніт проходить процес обміну аніонів кислот на OH^- -іони аніоніту [3].

При наявності у воді аніонів сильних та слабких кислот аніонування проводять у дві ступені. Спочатку витягують аніони сильних кислот на слабоосновних аніонітах, а після аніоніти слабких кислот на сильноосновних аніонітах.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обмінна ємність сильнокислотних катіонітів і сильноосновних аніонітів по відношенню до різних іонів залишається постійною у широкому діапазоні значень рН. Іоніти змішаного типу проявляють властивості суміші сильної та слабкої кислот або сильної та слабкої основи.

Після довгого використання іонітів вони потребують очистки, але потім ще придатні до роботи. В процесі очищення вони ущільнюються. Іоніти розпушують, після чого регенерують. Регенерацію катіонітів проводять 2-8 % -вими розчинами кислот, аніонітів – 2-6 % -вими розчинами лугів. Після регенерації проводять обмивку іонітів.

В залежності від складу вихідної води та необхідного ступеня очищення використовують різні схеми іонообмінних установок. Якщо немає необхідності витягувати з води аніони слабких кислот, то використовують одноступінчате Н-катіонування та одноступінчатого ОН-аніонування з використанням сильнокислотного катіону та слабоосновного або сильноосновного аніоніту.

Наявність у воді великої кількості вуглекислоти та її солей призводить до швидкого виснаження ємності сильноосновного аніоніту. В такому випадку вода після Н-катіонування дегазується у спеціальних дегазаторах.

1.3 Зворотний осмос

Метод зворотного осмосу заснований на наступному явищі. Якщо в посудині між прісною і солоною водою помістити напівпроникну перегородку, здатну пропускати воду і затримувати гідратовані іони розчинених у воді солей, то можна спостерігати, як прісна вода починає надходити у відсік з солоною водою. Перетікання чистої води відбувається внаслідок різниці концентрації рідини по обидва боки перегородки. Через деякий час рівень прісної води стане помітно нижче рівня солоного розчину. Різниця рівнів після встановленої рівноваги характеризує осмотичний тиск розчиненої речовини. Процес мимовільного перетікання менш

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентрованого розчину в більш концентрований через напівпроникну перегородку називають осмосом. Якщо створювати в солоному розчині тиск, що перевищує осмотичний, то виникає перетікання молекул прісної води в напрямку, зворотному її природному руху, тобто вода з розчину починає перетікати через перегородку в прісну воду. Такий процес відомий під назвою зворотного осмосу. Таким чином, опріснення солоної води методом зворотного осмосу ґрунтується якраз на процесі перетікання молекул чистої води з розчину при створенні тиску, що перевищує осмотичний, в напрямку від розчину до прісної води через напівпроникну перегородку [4].

Напівпроникна перегородка вибирається з таким розрахунком, щоб через її пори могли проходити молекули води, але не могли проходити іони солей, розчинених у солоній воді. Оскільки іони солей в розмірі приблизно в 1,5 рази більше, ніж молекули води, то це здійснити (в технічному сенсі) цілком можливо. Так як молекули води здатні протікати через пори, занадто вузькі для проходження іонів солей, то це явище називається ще й гіперфільтрацією. Тому в літературі метод опріснення води зворотним осмосом деякі дослідники називають методом опріснення води гіперфільтрацією.

Установки такого типу можуть бути виконані у вигляді металевих плит, стягуючих пакети пластин з пористої бронзи, по обидва боки яких розташовані напівпроникні перегородки – мембрани. Солонa вода подається під тиском порядку 10,0 МПа в простір між двома мембранами. Пористі бронзові плити витримують величезний тиск і одночасно служать дренажною системою, через яку проходить прісна вода[4].

Зворотний осмос якісно відрізняється від відомого в практиці водопідготовки та хімічної технології процесу фільтрування. При фільтруванні природних і стічних вод, що представляють гетерогенні системи, зазвичай необхідно затримувати зважені частки різного ступеня дисперсності (діаметром не менше 10 нм). Зворотно-осмотичній обробці піддаються в основному гомогенні системи – істинні розчини, в яких

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

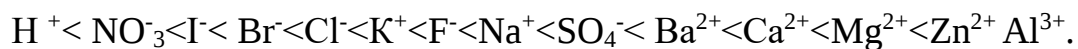
речовина, що затримується представлена у вигляді молекул та іонів. Ця характерна особливість обумовлюється відмінностями як за типом - фільтруючих середовищ, так і за величиною тисків, під дією яких протікають процеси. Величина пор в зворотноосмотичних мембранах значно менше, ніж в середовищах, використаних для фільтрування, що обумовлює значні втрати напору при продавлюванні навіть дистильованої води. При продавлюванні розчину через напівпроникні мембрани виникає (практично відсутня при фільтруванні) додаткова протидіюча сила – різниця осмотичних тисків вихідного розчину і фільтрату, величина якої може бути порівнянна з величиною робочого тиску, що діє на вихідний розчин.

Принципова відмінність процесів фільтрування та зворотного осмосу полягає також у тому, що в першому процесі частинки, що видаляються з води залишаються або на поверхні, або в об'ємі фільтруючого середовища, який або періодично міняють (наприклад, патронні і наливні фільтри), або очищають зворотним промиванням (наприклад, освітлювальні фільтри). На противагу цьому затримувати речовини в ідеалі не повинні сорбуватися ні на поверхні, ні в об'ємі зворотно-осмотичних мембран. Так як сорбція (утримування) розчиненої речовини мембранами практично відсутня, необхідно постійне її видалення від поверхні мембран, в іншому випадку на поверхні мембран відбуватиметься його накопичування, яке супроводжується підвищенням осмотичного тиску розчину. У випадку ідеальної напівпроникності мембран при досягненні осмотичним тиском величини, рівної прикладеному гідростатичного тиску, рушійна сила процесу стане рівною нулю, і процес проходження розчинника припиниться. При неповному затриманні розчиненої речовини мембраною – її кількість біля поверхні збільшиться і призведе до збільшення її проникнення в фільтрат. Зростання концентрації розчиненої речовини біля поверхні мембран припиниться в цьому випадку при досягненні рівності сольових потоків, спрямованих до мембрани і від неї. Таким чином, якщо розчинена речовина від поверхні неідеальної напівпроникної мембрани не відводиться, то процес

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продавлювання розчину не припиниться, однак, концентрація розчинених речовин в фільтраті стане рівною їх концентрації у вихідному розчині.

Іони в порядку збільшення затримання розташовуються в ряд, що співпадає в основному із рядом збільшення енергії гідратації:



Збільшення затримання одновалентних іонів з багатокомпонентних розчинів, в порівнянні з їх затриманням із бінарних розчинів, добре відомо в практиці зворотного осмосу. Це явище, яке має велике практичне значення, простежено не тільки на плоских мембранах, але і на мембранах, виготовлених у вигляді порожнистих волокон [4].

Отже, попереднє очищення природної води є обов'язковою стадією при технологічній водопідготовці і забезпечує ефективність інших методів очищення. При реконструкції діючих теплоцентралей, та будівництві нових доцільно починати з розробки саме цієї стадії. В основу дипломного проекту покладена стадія глибокого знесолення природної води іонообмінним методом.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1 Характеристика продукції

Продукцією цеху підготовки глибоко знесоленої води для котельного відділу відповідно є вода після певних стадій освітлення та знесолення. Характеристики продукту на виході з цеху представленні у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Норми якості знесоленої води

Показники якості води	Знесолена вода	Показники якості води	Знесолена вода
Зважені частки, мг/дм ³	< 0,1	Сульфати, мг/дм ³	-
Солевміст, мг/дм ³	7-8	Кремнієва к-та, мг/дм ³	0,050÷0,060
Твердість, мг-екв/дм ³	0,001÷0,005	Окиснюваність, мг/дм ³	< 0,1
Лужність, мг-екв/дм ³	-	pH	8,0÷9,5
Хлориди, мг/дм ³	-	Ферум, мкг/дм ³	50

2.2 Характеристики сировини

Вихідна вода потрапляє на ТЕЦ з берегової насосної станції, розташованої на березі Русанівського каналу. Вона подається в турбінний цех, де попередньо підігрівається до температури 40°C (±1) в конденсаторі турбіни.

Склад води є не постійним. Він залежить від сезону, опадів, водного транспорту та стічних вод заводів розташованих вище за течії. У таблиці 2.2 показано приблизну характеристику вихідної та вже освітленої води.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Норми якості вихідної та освітленої води

Показники якості води	Вихідна вода	Освітлена вода
Зважені частки, мг/дм ³	1 ÷ 10	До 8,0
Солевміст, мг/дм ³	120 ÷ 200	80 ÷ 120
Твердість, мг-екв/дм ³	3,0 ÷ 4,5	1,5 ÷ 2,0
Лужність, мг-екв/дм ³	2,5 ÷ 4,0	0,8 ÷ 1,0
Хлориди, мг/дм ³	8 ÷ 18	8 ÷ 18
Сульфати, мг/дм ³	160 ÷ 200	160 ÷ 200
Кремнієва к-та, мг/дм ³	8 ÷ 18	4 ÷ 10
Окиснюваність, мг/дм ³	5 ÷ 13	До 7,0
Рн		10,1 ÷ 10,2
Ферум, мкг/кг	350 ÷ 900	300

Контроль за якістю вихідної та освітленої води виконується персоналом з періодичністю 1 раз на місяць.

2.3 Характеристика допоміжних матеріалів

У процесі коагуляційного очищення води використовується вапняне молоко та коагулянт. Для їх приготування передбачено вапняне господарство та установки для приготування розчину коагулянту. Реагенти, що використовуються при коагуляції, і їх характеристику наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Реагенти, що використовуються у процесі коагуляції

№ п/п	Реагент, стандарт	Основна речовина, формула, сорт і % вміст
1	Купорос залізний технічний ГОСТ 6981-54	Коагулянт, FeSO ₄ Марка А не менш ніж 53%
2	Вапно будівельне повітряне негашене ГОСТ 9179-70	Вапно, CaO Гідратна, 3-й сорт не менш ніж 50 %

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для видалення з води іонів розчинених солей застосовують триступінчате іонообмінне очищення. Як іонообмінні матеріали, що застосовують для знесолення води, використовують різні марки іонообмінних смол. Перша ступінь фільтрів завантажена слабоосновними і слабокислотними іонами. Друга ступінь відповідно сильноосновними і сильнокислотними іонами. Третя ступінь завантажена сумішшю сильних катіоніту і аніоніту. Різні іони та їх властивості наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Допоміжні матеріали що використовуються у процесах іонного обміну

№ п/п	Найменування, стандарт	Характеристика
1	КУ-2-8 ГОСТ 20298-74	Катіоніт сильнокислотний, робоча обмінна ємність 600 г-екв/м ³ , висока механічна і термічна міцність, хімічна стійкість, легко регенерується
2	АН-31 ГОСТ 20301-74	Аніоніт слабоосновний, робоча обмінна ємність 800 г-екв/м ³ , не токсичний
3	АВ-17-8 ГОСТ 20301-74	Аніоніт сильноосновний, робоча обмінна ємність 650 г-екв/м ³ , недостатньо стійкий до дії високих температур

У механічних фільтрах використовується в якості фільтруючого матеріалу полістирольні кульки з фракцією зерен 3-6 мм, ГОСТ Р 51263-99. Використання такого матеріалу економічно вигідне, оскільки забезпечить менше навантаження на катіонітові фільтри в результаті збільшеної механічної та хімічної стійкості самого матеріалу [5].

Для регенерації катіонітів застосовують сульфатну кислоту, а для регенерації аніонітів – гідроксид натрію. Реагенти, що застосовуються для регенерації іонітів, і їх характеристики наведено в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Реагенти, що використовуються для регенерації іонообмінних смол

№ п/п	Реагент, стандарт	Основна речовина, формула, сорт і % вміст
1	Кислота сірчана технічна, ГОСТ 1382-69	H_2SO_4 1-й сорт 98,3%
2	Гідроксид натріютехнічний, ГОСТ 2263-71	NaOH марка Д: "хімічний" 42%

В кінцевий бак знесолої води передбачене введення тринатрійфосфату ГОСТ 201-76, для зменшення корозійної здатності води.

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ХАРАКТЕРИСТИКА І ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА. ХІМІЗМ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ

Найбільш поширеним методом очищення водного теплоносія на даний час являється іонний обмін. Застосування саме даного методу дозволяє отримати воду необхідної якості для подачі на водогрійне устаткування.

Обробка води методом іонного обміну широко використовується в енергетиці завдяки ряду переваг:

1. Домішки, що видаляються з води не утворюють осаду;
2. Відсутність необхідності у постійному дозуванні реагентів;
3. Однотипність конструкцій фільтрів;
4. Простота обслуговування.

3.1 Суть методу і сфери його застосування

Суть іонного обміну заснована на здатності іонообмінних матеріалів або іонітів поглинати з розчину електроліту позитивно і негативно заряджені іони в обмін на еквівалентну кількість однойменно заряджених іонів іоніту.

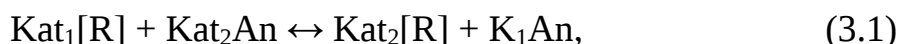
Здатність іонітів до іонного обміну пояснюється їх специфічною структурою, що складається з твердої нерозчинної у воді молекулярної сітки (матриці), до окремих місць якої на поверхні і всередині її маси приєднані хімічно активні функціональні групи атомів іоніту, що мають електричний заряд. Цей заряд компенсується протилежним за знаком зарядом рухомого протиіона, здатного переміщуватися усередині гранули іоніту і обмінюватися з іншими іонами в розчині. Фіксовані іони з протиіонами утворюють іоногенні, або активні групи.

Іоніти з однотипними функціональними групами називаються монофункціональними, а що мають різні функціональні групи - поліфункціональними.

					<i>ЛП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З електрохімічної точки зору кожна молекула є своєрідним твердим електролітом. У результаті електролітичної дисоціації іоніту навколо нерозчинного у воді ядра утворюється іонна атмосфера, обмежений навколо молекули іоніту простір, в якому знаходяться рухомі й здатні до обміну іони.

Обмін між іонами і одним розчином зазвичай здійснюється з перебігом хімічних реакцій між іонітом та хімічними сполуками, розчиненими у воді [6]:

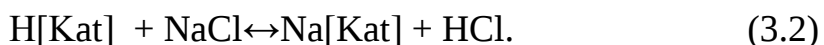


де [R] – каркас фіксованих іонів іонітів; K₁ – обмінний катіон іоніту; K₂A – розчинена у воді сполука з катіоном K₂ і аніоном A.

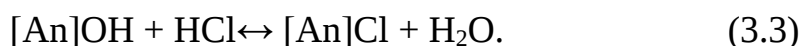
Отже, до складу іоніту входять матриця, фіксовані іони та проти іони.

Іоніти за типом іоногенних груп у їх складі поділяють на нерозчинні кислоти – катіоніти і нерозчинні основи – аніоніти. Згідно зі ступенем іонізації, іоніти поділяються на сильно- і слабо кислотні катіоніти та сильно- і слабо основні катіоніти, що містять карбоксильні, сульфгідрильні та інші групи. До складу сильноосновних аніонітів входять групи амонієвих або сульфонієвих основ, а до слабоосновних – аміногрупи з різним ступенем заміщення. Іоніти одночасно можуть містити різні кислотні та різні основні групи. Такі іоніти називають полі функціональними (на відміну від монофункціональних, що містять лише один вид функціональних груп).

Катіоніти здатні до обміну катіонітів своїх іоногенних груп на катіони розчинених солей або водневі іони кислот [6]:



Аніоніти обмінюють аніони своїх іоногенних груп на аніони солей або кислот, що знаходяться в розчині:



Іонообмінну здатність іонітів характеризують статичною і динамічною обмінною ємністю іоніту.

Статична обмінна ємність – це кількість функціональних іоногенних груп, що припадають на одиницю маси або об'єму іоніту. За динамічних

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умов, тобто під час фільтрування розчину крізь шар іонітові до проскакування у фільтрат іонів, які вилучають, використовується лише частина статичної ємності іоніту – так звана динамічна обмінна ємність до проскакування. Після проскакування іонів у розчин концентрація їх у фільтраті поступово підвищується і досягає вихідної концентрації цих іонів у розчині. При цьому ємність залежить від концентрації іонів у воді та швидкості фільтрування води, коефіцієнта масообміну і довжини зони масообміну, вона також не дорівнює статичній ємності.

За природою матриці іоніти поділяють на неорганічні (мінеральні), органічні, природні та штучні (синтетичні). Природні мінеральні катіоніти належать до групи алюмосилікатів – цеоліти, глини, глауконіти (залізо алюмосилікати калію) та ін. До природних мінеральних аніонітів належать, наприклад, апатити $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{F}$ або гідроксоapatити $[\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3]\text{OH}$. Обмінна ємність цих іонітів невелика. В обмін вступає переважно зовнішня поверхня часточок іоніту. До синтетичних мінеральних іонітів належать слабо кислотні алюмосилікати – пермутити. Обмінна ємність їх також невелика, проте в лужному середовищі може досягати 1,5-2 мг-екв/г [6]. Синтетичні мінеральні іоніти набухають у воді, після чого всі їхні іоногенні групи зерен беруть участь у іонному обміні.

Природними іонітами органічного походження є гумінові кислоти ґрунтів, гумінові кислоти вугілля, особливо бурого. Вони є слабо кислотними поліелектролітами. Для посилення кислотних властивостей і обмінної ємності вугілля проводять його сульфітацію у надлишку олеуму. Сульфувугілля є найдешевшим поліелектролітом, що має сильно- і слабо кислотні групи. У нейтральному середовищі об'ємна ємність іонітів невелика. Вони також характеризуються малими хімічною стійкістю і механічною міцністю.

За типом протиіонів катіоніти бувають у водневій формі (Н-формі), сольовій (натрієвій) і змішаній, аніоніти – в гідроксидній (ОН-формі), сольовій (сульфатній, хлоридній та ін..) і змішаній, а амфоліти (залежно від

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

умов середовища обмінюються як катіони, так і аніони) – у воднево-гідроксильній, воднево-сольовій, гідроксильно-сольовій і сольовій формах.

Іонобмінні процеси застосовуються для зм'якшення, опріснення і знесолення води, очищення стічних вод та різних розчинів, вловлювання і концентрування цінних металів із розбавлених водних розчинів, розділення суміші речовин у розчині, вловлювання і концентрування радіоактивних іонів, коригування мінерального складу очищення стічних вод у системах оборотного водопостачання тощо. Іоніти можна використовувати як сильно полярні поглиначі, здатні вилучати органічні речовини з розчинів із низькою діелектричною проникністю.

3.1 Фізико-хімічні основи іонообмінного процесу

Кінетика іонообмінного процесу очищення води, як і будь-якого іншого гетерогенного хімічного процесу, що здійснюється на межі поділу фаз, включає такі основні стадії:

- надходження іонів з водного розчину до зовнішньої поверхні зерен іоніту (зовнішня дифузія іонів забрудника);
- перенесення іонів усередині зерна до іоногенних функціональних груп (внутрішня дифузія);
- хімічна реакція іонного обміну;
- перенесення протиіонів функціональних груп, що витискуються, до поверхні зерен іоніту (внутрішня дифузія протиіонів);
- перенесення протиіонів від поверхні іоніту в об'єм розчину (зовнішня дифузія протиіонів). Швидкість усього цього процесу визначає найповільніша стадія.

Кінетика хімічної реакції (стадія 3) описується рівнянням [6]:

$$-\frac{dc}{d\tau} = K(C_{\tau} - C_{\infty}), \quad (3.4)$$

або в інтегрованому вигляді

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\lg(C_\tau - C_\infty) = \lg(1 - F) = -\frac{K\tau}{2,303}, \quad (3.5)$$

де C_τ і C_∞ - відповідно концентрація сорбованого іона в момент τ та після встановлення рівноваги; $F = \theta/\theta_\infty$ - ступінь обміну, або ступінь досягнення рівноваги; K – коефіцієнт масо перенесення, який визначають графічно як тангенс кута нахилу початкової лінійної ділянки кривих:

$$K = -d \lg(1 - F) / d\tau. \quad (3.6)$$

Хімічна реакція іонного обміну відбувається швидко, тому загальна швидкість процесу лімітується зовнішньою або внутрішньою дифузією. Якщо процес лімітується зовнішньою дифузією, рівняння набуває наступного вигляду:

$$\lg(1 - F) = -\beta\tau/2,303, \quad (3.7)$$

де $\beta = 3D_n/r_0\delta K_p$ – константа швидкості (кінетичний коефіцієнт; його визначають графічно з кінетичних кривих).

Коефіцієнт дифузії через плівку D_n визначають за рівнянням

$$D_n = 0,333\beta r_0\delta K_p, \quad (3.8)$$

де r_0 - радіус зерна іоніту; δ – товщина плівки, яка вкриває зерно іоніту; K_p – коефіцієнт розподілу сорбувальних іонів.

Товщина плівки залежить від режиму течії розчину і зазвичай змінюється від 10 до 100 мкм, іноді (за турбулентного режиму) досягає 1 мкм. Знаючи D_n , можна визначити тривалість півообміну в разі зовнішньої дифузії

$$\tau_{1/2} = 0,23r_0\delta K_p/D_n. \quad (3.9)$$

Виходячи зі значень $\tau_{1/2}$, вибирають тип іоніту та визначають оптимальний розмір зерен, тривалість контактування розчину з іонітом, швидкість пропускання розчину і продуктивність іонообмінного апарата.

Якщо лімітуючою стадією є зовнішня дифузія, то іонообмінний процес можна інтенсифікувати підвищенням швидкості протікання очищувальної води, застосуванням дрібніших зерен іоніту та підвищенням температури розчину.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо лімітуючою стадією іонного обміну є внутрішня дифузія, то процес можна інтенсифікувати підвищенням швидкості пропускання очищеної води і збільшенням концентрації сорбованих іонів. Для цього застосовують іоніти з великою пористістю і набряканням та меншим розміром зерен.

Обробляючи іоніт потоком води (динамічні умови), можна звести вміст інших іонів у іоніті практично до нуля. Динамічні умови можна здійснити фільтруванням очищеної води крізь стаціонарний шар зернистого іоніту в напрямі знизу вгору і навпаки, крізь гідродинамічно затиснутий шар іоніту, крізь завислий шар іоніту або крізь шар іоніту, що перемішується протитечією.

Гідродинамічні характеристики іоніту залежать від його щільності, порозності та гідравлічного опору. Останній залежить від розміру зерен тощо. Властивості потоку очищеної води крізь шар іоніту визначаються його в'язкістю, густиною і швидкістю.

Розрахунок апарата для здійснення йонного обміну полягає у визначенні максимального вмісту домішок шаром іоніту заввишки H , перетином S , обмінною ємністю E_0 (визначаються за допомогою ізотерм сорбції) та певним гранулометричним складом для заданої швидкості фільтрування води відомої концентрації крізь іоніт. Ступінь обміну визначається об'ємною ємністю іоніту та його селективністю щодо іонів, які видаляють, тривалістю контактування води з іонітом τ_k . Що вищі зазначенні показники, то вищий ступінь обміну.

Тривалість контактування води з іонітом визначають згідно з рівнянням [6]:

$$\tau_k = H\varepsilon/v = V_\varepsilon S_v, \quad (3.10)$$

де ε – порозність шару (для зернистих іонітів 0,40 – 0,45) ; v – швидкість пропускання очищеної води, м/год; H – висота шару іоніту, м; S_v – площа перерізу іоніту в апараті, м²; V – об'єм пропущеної води крізь іоніт, м³.

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Питоме навантаження q – об'єм води, пропущеної крізь одиницю об'єму шару іоніту впродовж 1 год, визначають за формулою

$$q = v/\tau_k \varepsilon V_{\text{ш}} = v/\tau_k SH, \quad (3.11)$$

де $V_{\text{ш}}$ – об'єм шару іоніту, що дорівнює добутку SH .

У технології очищення стічних вод і водопідготовки зазвичай $\tau_k = 1 \dots 10$ хв, $v = 10 \dots 100$ м/год і $q = 5 \dots 100$ год [6].

За підвищеної концентрації домішок, а також у разі сповільненої швидкості обміну ці значення змінюються в таких межах: $\tau_k = 10 \dots 120$ хв, $v = 1 \dots 10$ м/год і $q = 1 \dots 5$ год. Моделювання процесу іонного обміну здійснюють на моделях:

- на стадії лабораторних досліджень застосовують шар іоніту з $V_{\text{ш}} = 5 \dots 100$ см³;
- під час дослідних випробовувань – $200 \dots 1000$ см³;
- під час дослідно-промислових випробовувань – понад 1 дм³.

Для визначення основних параметрів іонообмінної установки визначають сумарну площу перетину іонообмінних апаратів $S_{\text{заг}}$ (м²) згідно з витратою очищуваної води Q (м³/год) та оптимальною швидкістю (м³/(м²·год)) фільтрування крізь псевдозріджений шар іоніту $v_{\text{опт}}$:

$$S_{\text{заг}} = Q/v_{\text{опт}}. \quad (3.12)$$

Загальна кількість іонів, яку потрібно вилучити за 1 год, залежить від їх початкової C_n і кінцевої C_k концентрації (мг-екв/дм³) і дорівнює $Q(C_n - C_k)$. для поглинання цієї кількості іонів треба використати певну кількість повітряно-сухого іоніту з динамічною ємністю E_d (мг-екв/кг):

$$M_{\text{іон}} = Q(C_n - C_k)/E_d, \quad (3.13)$$

де $M_{\text{іон}}$ = необхідна кількість повітряно-сухого іоніту, кг/год.

Якщо тривалість робочого циклу іонообмінного апарата між двома регенераціями дорівнює τ (год), то загальне його навантаження $M_{\text{заг}}$ становить:

$$M_{\text{заг}} = M_{\text{іон}} \tau. \quad (3.14)$$

					<i>ЛП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Об'єм завантаження іонообмінного апарата до утворення псевдо зрідженого шару W_1 (м³):

$$W_1 = M_{\text{заг}}/d_{\text{н}}, \quad (3.15)$$

де $d_{\text{н}}$ – насипна щільність іоніту, кг/м³.

Оскільки сумарна площа іонообмінних апаратів визначається оптимальною швидкістю фільтрування, то висота набряклого шару іоніту H_1

(м) до псевдозрідження:

$$H_1 = W_1/S_{\text{заг}}, \quad (3.16)$$

Слід зазначити, що оптимальне відношення висоти псевдо зрідженого шару $H_2/H_1 = 1,5$, то величину H_2 (м) визначають за формулою

$$H_2 = 1,5W_1/S_{\text{заг}}. \quad (3.17)$$

Якщо задатися діаметром іонообмінного апарата D_a , то число апаратів

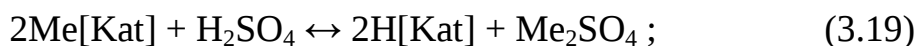
$$n_a = \frac{4S_{\text{заг}}}{\pi D_a^2}. \quad (3.18)$$

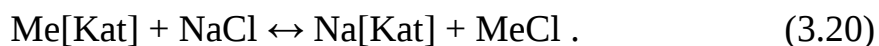
Потім розраховують об'єм регенераційних розчинів і місткостей для них.

3.2 Регенерація іонітів

Процес регенерації іонообмінних смол є оберненим до процесу сорбції іонів з очищуваної води і полягає у відновленні початкової іонної форми смоли. Регенерацію іонітів здійснюють хімічним (реагентним), термохімічним і електрохімічним способами. Найуніверсальнішим та найефективнішим є хімічний спосіб регенерації, для здійснення якого застосовують розчини мінеральних кислот, лугів, солей та органічні розчинники.

Регенерацію катіонітів проводять промиванням кислотою (якщо Н-катіоніт) або розчином хлориду натрію (якщо Na-катіоніт):





Регенерація слабкоосновних аніонітів відбувається фільтруванням крізь шар аніоніту 2 – 4 %-х водних розчинів NaOH, Na₂CO₃ або NH₄OH:



Сорбція іонів з очищуваної води відбувається за прямою реакцією, а десорбція цих іонів з іоніту – за зворотною, внаслідок чого іоніт набуває робочої А-форми.

Отже, для здійснення регенерації іоніту потрібно цю реакцію змістити вліво, що досягається введенням у рівноважну систему електроліту з іонами А. Останній сприяє додатковій сорбції іонів А на іоніті та переходу відповідної кількості іонів В з іоніту в розчин. Це спричинює максимальну регенерацію іоніту. Що більша вибірковість іоніту до іонів В, то важче вони десорбуються і тим більше іонів А потрібно вводити в розчин. Відношення витрати реагенту, потрібного для досягнення заданого ступеня регенерації іоніту, до теоретичної витрати (в еквівалентах), яка відповідає повній ємності певної маси іоніту, називається питомою витратою реагенту на регенерацію μ .

Кількісну характеристику ефективності регенерації визначають за коефіцієнтом розподілу іонів $K_{p,p}$ застосовують рівняння [6]:

$$K_{p,p} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\bar{C}_i}, \quad (3.22)$$

де C_i і $\bar{C}_i$ – відповідно концентрації і-го іона в регенераційному розчині та фазі іоніту в умовах рівноваги; n – число видів іонів.

Значення $K_{p,p}$ визначають за статичних умов за стехіометричної або будь-якої іншої витрати регенерувального розчину. Коефіцієнт розподілу іонів визначають за формулою

$$\eta = K_{p,p} 100 / (K_{p,p} + 1) . \quad (3.23)$$

і він характеризує відношення кількості іонів, вилучених з іоніту, до початкового їх вмісту в іоніті, %.

Ступінь регенерації іоніту залежить від величини питомої витрати реагенту на регенерацію μ і пов'язаний співвідношенням

$$\eta = 1 - (1 - \eta_0)^\mu, \quad (3.24)$$

де η_0 – ступінь регенерації іоніту за стехіометричного співвідношення іонів у смолі та об'ємі регенераційного розчину оптимальної концентрації за сталої швидкості фільтрування 1 – 3 м/год.

Величина $K_{p,p}$ дає змогу характеризувати ефективність регенерації іоніту за різних умов. Так, за $\sum_{i=1}^n C_i = 0$ і $K_{p,p} = 0$ іоніт не регенерується. Якщо $0 < K_{p,p} < 0,5$, регенерація незадовільна, а коли $0,5 < K_{p,p} < 1$ регенераційна здатність розчину здебільшого вважається задовільною. Якщо $\sum_{i=1}^n C_i = \sum_{i=1}^n \bar{C}_i$, $K_{p,p} = 1$, здатність до регенерації добра і дорівнює його сорбційній здатності. І нарешті, якщо $\sum_{i=1}^n C_i > \sum_{i=1}^n \bar{C}_i$, $K_{p,p} > 1$, значенням $K_{p,p} = 1 \dots 9$ відповідають $\eta = 50 \dots 90 \%$ і за $K_{p,p} = 9 \dots 99$, $\eta = 90 \dots 99 \%$. У разі ідеальної регенерації $K_{p,p} \rightarrow \infty$ [6].

Найвища ефективність регенерації досягається тоді, коли процес регенерації супроводжується утворенням слабоіонізованих іонітів та сполук. У цьому разі витрати реагентів наближаються до стехіометричних, а за «чистого» іонного обміну вони значно вищі. Для забезпечення повноти регенерації іонообмінних смол часто потрібний значний надлишок реагенту щодо стехіометрично необхідної кількості, що призводить до значних втрат невикористаних кислот і лугів з відпрацьованими регенераційними розчинами та до потреби їх нейтралізації. З метою запобігання цьому слід застосовувати протитечійний або багатопорційний спосіб регенерації. Витрати на нейтралізацію надлишкового реагенту в цьому разі зводяться до мінімальних. Для раціонального використання регенераційних розчинів доцільно здійснювати регенерацію двох іонообмінних фільтрів, установлених послідовно, що сприяє значному зменшенню об'єму регенераційних розчинів.

З метою підвищення економічної ефективності іонообмінного процесу та запобігання забрудненню довкілля регенераційні розчини потрібно утилізувати. Для цього використовують різні способи. Для регенерації іонітів пропонують використовувати реагенти, які в основному виробництві можуть бути сировиною або допоміжним матеріалом. У цьому разі регенераційні розчини можуть бути повернені в основне виробництво без спеціальної підготовки. Регенерацію іоніту можна здійснювати також розчинами реагентів, які є відходами на цьому виробництві, з подальшим подаванням його на змішування з основним потоком відходів виробництв.

Оброблення регенераційних розчинів можна здійснювати також хімічними, фізичними або біологічними агентами. З хімічних агентів використовують окисники, осаджувачі, газоутворювачі, іоніти тощо; з фізичних – низькі і високі температури, електричний струм, УФ-випромінювання та ін. Найбільшого ефекту досягають тоді, коли відновлюють регенерувальний розчин з одночасною утилізацією вилучених домішок. Коли цього зробити не вдається, регенерувальний розчин утилізують окремо

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Підігріта до 40°C (± 1) вода за допомогою насосів сирієї води або насосів водоструминних ежекторів надходить в освітлювач 1. В освітлювачі поступово також дозуються реагенти, а саме: коагулянт FeSO_4 (з мішалки коагулянту 3) та вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (з мішалки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 2). Дозовані розчини реагентів роздільно вводяться в нижню частину освітлювача – камеру змішування за допомогою тангенціально розташованих сопел. Обертальний рух води сповільнюється за допомогою перфорованих вертикальних перегородок, а вирівнювання швидкості підйому води здійснюється горизонтальними решітками. Тверда фаза, що виділяється, підтримується водою у зваженому стані, причому максимальний рівень осаду підтримується на 1,5 м нижче верхнього збірного пристрою, у результаті чого утворюється захисний шар освітленої води. Основна частина води, піднімаючись, проходить шар зваженої фази і захисну зону, звільняючись при цьому від суспензії, збирається в кільцевому жолобі і виводиться з освітлювача. Менша частина води (10 – 15%) з верхньої частини зваженого шару разом із твердою фазою надходить через шламоприймальні вікна в шламоуцільнювач, у якому через відсутність висхідного руху шлам відстоюється, частково зневоднюється і видаляється по лінії постійної чи періодичної продувки. Звільнена від осаду вода відводиться від шламоуцільнювача і подається по трубопроводу в збірний жолоб освітлювача. Для видалення піску, що накопичується, і інших грубодисперсних домішок у нижній частині освітлювача роблять періодичну продувку.

Коагулянт подається на спеціально захищену від корозії механічну мішалку 3 разом з водою для змішування до концентрованого розчину. Після змішування через тканинний фільтр подається до освітлювача за допомогою насоса-дозатора.

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після попереднього гасіння вапна та очищення його від нерозчинених домішок вапняне молоко разом з водою подається на механічну мішалку 2 для отримання потрібної концентрації. Далі насосами-дозаторами поступово перекачується до освітлювача 1.

Після освітлювача вода насосом подається на ряд механічних фільтрів 4, де очищується від дрібнодисперсних домішок, які не осіли в освітлювачі. Потім освітлена вода збирається в бак освітленої води 5.

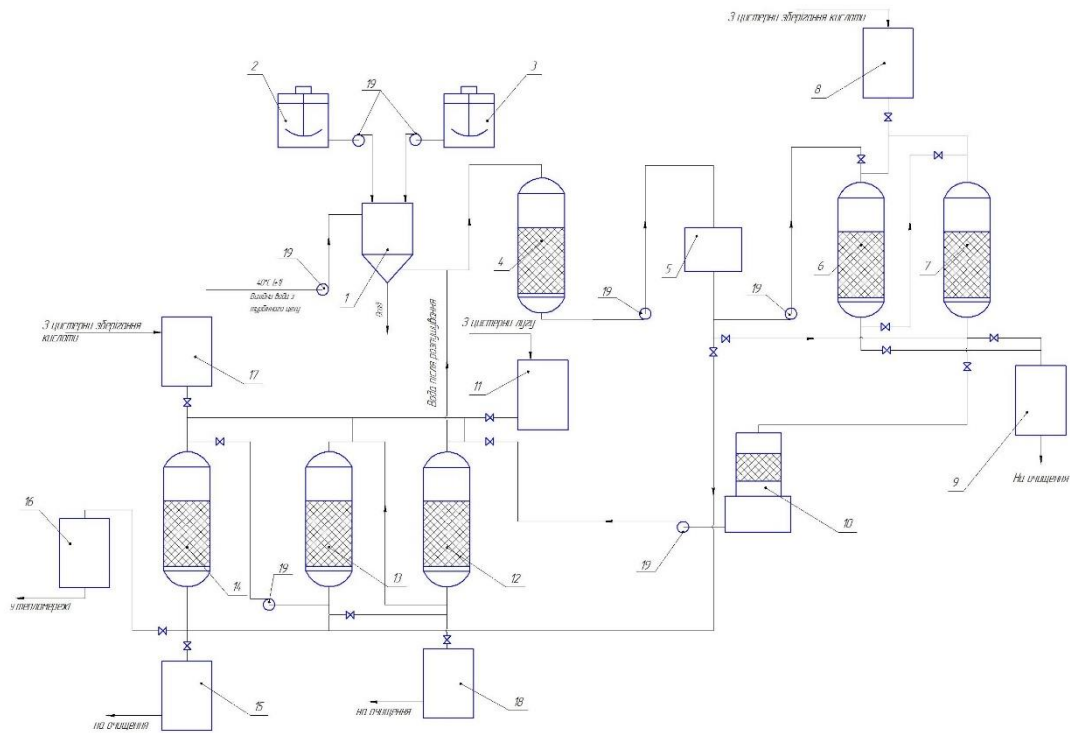
З баку вода поступає на Н-катіонітові фільтри відповідно спочатку I ступеню 6, потім на Н-катіонітовий фільтр II ступеню 7.

Регенерація Н-катіонітових фільтрів обох ступеней проходить паралельно. Регенерують фільтри 8 %-вою сульфатною кислотою. Кислота у цеху зберігається в цистернах у концентрованому вигляді, потім подається до проміжного баку зберігання кислоти 8, де змішується з водою до потрібної концентрації. Після регенерації катіонітів розчин потрапляє до баку відпрацьованої кислоти 9, а далі на очищення.

При протіканні води через Н-катіонітові фільтри в процесі розкладання гідрокарбонатних солей виділяється CO_2 , що видаляється в спеціальному дегазаторі продуванням через воду повітря і розбризкуванням води. Струмені води стікають по насадці декарбонізатора 10 зверху вниз, а назустріч їм вентилятором подається повітря, що несе разом із власним потоком і пухирці вуглекислого газу. Декарбонізована вода насосом подається на аніонітові фільтри відповідно спочатку I ступеню 12, а потім II ступеню 13, регенерацію яких проводять розчином лугу. Подібно до приготування регенеруючого розчину кислоти, концентрований луг в цеху зберігається у цистерні, потім насосами надходить до проміжного баку лугу 11, де змішується з водою до потрібної концентрації. Регенерація аніонітових фільтрів також проходить паралельно, а потім відпрацьований розчин збирається в бак 18, далі подається на очищення.

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема відділення знесоленої води представлена на рисунку 4.1.



1 – освітлювач; 2 – механічна мішалка вапна; 3 – механічна мішалка коагулянту; 4 – механічний фільтр; 5 – бак освітленої води; 6 – Н-катіонітовий фільтр I ступені; 7 – Н-катіонітовий фільтр II ступені; 8, 17 – проміжний бак кислоти; 9, 15, 18 – бак відпрацьованого регенеруючого розчину; 10 – декарбонізатор; 11 – проміжний бак лугу; 12 – аніонітовий фільтр I ступені; 13 – аніонітовий фільтр II ступені; 14 – іонітовий фільтр змішаної дії; 16 – бак знесоленої води; 19 – насоси.

Рисунок 4.1 – Технологічна схема відділення глибоко знесоленої води

Для більш повного знесолення та запобігання аварійних ситуацій проскоку іонів солей у очищену воду, у відділі встановлено іонітовий фільтр змішаної дії 14. Регенерація цього фільтру проводиться 8 %-ною сульфатною кислотою, що подається з баку проміжної кислоти 17, та 8 %-ним розчином лугу з проміжного баку лугу 11.

Повністю відпрацьована кислота після регенерації надходить у бак 15. Після іонообмінного фільтру змішаної дії вода направляється до баку знесоленої води 16, де у воду додають тринатрійфосфат для запобігання корозії апаратури.

					<i>ЛП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВІДДІЛУ ГЛИБОКОГО ЗНЕСОЛЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ МІСЬКИХ ТЕЦ

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості та їх чутливість до порушень режиму 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 [16].

В даному дипломному проекті було розроблено схему відділення глибокого знесолення води для потреб міських ТЕЦ, яка більш детально представлена у розділі 4 «Опис технологічної схеми виробництва»

Підігріта вода з турбінного відділення за допомогою насосів поступає на стадію освітлення води, куди поступово дозуються реагенти коагулянт та вапняне молоко. Після чого освітлена вода подається на ряд механічних фільтрів для утримання завислих домішок, що проскочили з освітлювача. Після механічних фільтрів вода направляється на Н-катіонітові фільтри першого та другого ступеня, що підключені послідовно.

Після стадії іонного обміну вода направляється на дегазатор, де вивільнюється карбонатна кислота.

Наступною стадією очищення води для потреб котельні є аніонові фільтри першого та другого ступеню, що також підключені послідовно. завершальним етапом підготовки глибоко знесоленої води є фільтри змішаної дії, які вже практично повністю знесолюють воду.

Отже пройшовши всі стадії вода глибоко знесолюється і стає придатною для подання на котли.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації

На підставі аналізу технологічного процесу підготовки очищеної води постають наступні задачі автоматизації:

- контроль рівня води у баку для збору освітленої води;
- контроль зміни тиску на фільтрах як механічних, так і на іонообмінних;
- контроль рівня кислоти у баку з розчином кислоти;
- контроль рН у баку з розчином кислоти;
- контроль та регулювання тиску у трубопроводах після насосів для подачі води на фільтри;
- контроль та регулювання витрати розчину кислоти;

Параметри регулювання та контролю відділення очищення води наведено у таблиці 7.1 [9].

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 рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Бак освітленої води	Рівень	3 м	Контроль
2	Трубопровід 1о	Тиск	до 0,6 МПа	Контроль, регулювання
3	Механічний фільтр	Перепад тиску	0,45...0,5 МПа	Контроль

Закінчення таблиці 7.1

1	2	3	4	5
4	Трубопровід 1м	Тиск	до 0,6 МПа	Контроль, регулювання
5	Н-катионовий фільтр I ст.	Перепад тиску	0,45...0,5 МПа	Контроль
6	Н-катионовий фільтр II ст.	Перепад тиску	0,45...0,5 МПа	Контроль
7	Проміжний бак кислоти	Рівень	3 м	Контроль
8	Проміжний бак кислоти	pH	4 %	Контроль
9	Трубопровід 12	Витрата	18,24 м ³ ; 8,3 м ³ ; 3,23 м ³	Контроль, регулювання

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації схеми відділення підготовки попередньо очищеної води

Для забезпечення нормальної роботи усього технологічного устаткування, збільшення продуктивності виробництва, підвищення якості продукту, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, а також мінімізації можливих помилок технологічного персоналу розроблено схему автоматизації. Вона включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Для контролю рівня води у баці освітленої води застосовано контур 2 який складається з первинного перетворювача рівнеміра (позиція 2-1), приладу вторинного пневматичного показувального та реєструвального (позиція 2-2) та пневмоелектричного перетворювача (позиція 2-3).

Для контролю та регулювання зміни тиску в фільтрах розроблено відповідно контури 3, 4, 5. Вони складаються з: вимірювальних перетворювачів різниці тисків (позиції 3-1, 4-1, 5-1), вторинних

показувальних та реєструвальних приладів з вбудованими пристроями сигналізації (позиції 3-2, 4-2, 5-2).

Контур 8 застосовують для контролю рівня розчину кислоти в проміжному баці кислоти, що складається з: первинного перетворювача рівнеміра (позиція 8-1), приладу вторинного пневматичного показувального та реєструвального (позиція 8-2).

Для контролю та регулювання витрати розчину кислоти застосовано відповідно контури 6, 9, які складаються з первинних перетворювачів витрати (позиції 6-1, 9-1), проміжних перетворювачів (позиції 6-2, 9-2), приладів вторинних показувальних, реєструвальних (позиції 6-3, 9-3), регулювальних блоків (позиції 6-4, 9-4), пускачів магнітних безконтактних реверсивних (МП10, МП11), виконавчих механізмів (позиції 6-5, 9-5).

Для контролю та реєстрування рН розчину кислоти застосовано контур 7. Він складається з таких ТЗА: первинного вимірювального перетворювача (7-1), перетворювача високоомного (7-2) показувального та реєструвального приладу (7-3).

Для контролю та регулювання тиску в трубопроводах перед фільтрами застосовано контури 1, 11, 12, 13 які складаються з первинних вимірювальних перетворювачів (позиції 1-1, 11-1, 12-1, 13-1), вторинних перетворювачів (позиції 1-2, 11-2, 12-2, 13-2), показувальних та реєструвальних приладів (позиції 1-3, 11-3, 12-3, 13-3), регулювальних блоків (позиції 1-4, 11-4, 12-4, 13-4), пускачів магнітних безконтактних реверсивних (МП7, МП8, МП9, МП12), виконавчих механізмів (позиції 1-5, 11-5, 12-5, 13-5).

Керування насосами складається з пуску магнітного безконтактного, кнопки запобіжного вимикання, пост управління кнопковий, кількість елементів управління – 2.

Докладніше назва, тип моделі та характеристики засобів автоматизації описані у специфікації устаткування (додаток А).

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ ВІДДІЛУ ГЛИБОКОГО ЗНЕСОЛЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ МІСЬКИХ ТЕЦ

Теплові електростанції здавна набули широкого застосування у теплоенергетиці. Вони не тільки виробляють електроенергію, але і є джерелом теплової енергії в централізованих системах тепlopостачання у вигляді пари та гарячої води, у тому числі і за для забезпечення гарячого водопостачання та опалення жилих будівель та промислових об'єктів.

Потреба у процесі підготовки води на теплоелектростанції однозначна, попереднє очищення забезпечить довготривалу роботу апаратури, а саме: зменшить корозійний вплив, утворення накипу, покращить бактеріальний стан тощо. Очистка та підготовка води для потреб теплоелектростанції відбувається в цеху хімоводоочистки.

Завданням розділу є розрахунок собівартості кінцевої знесоленої води.

8.1 Схема організаційної структури підприємства

Схему організаційної структури цеху зображено на рисунку 8.1.

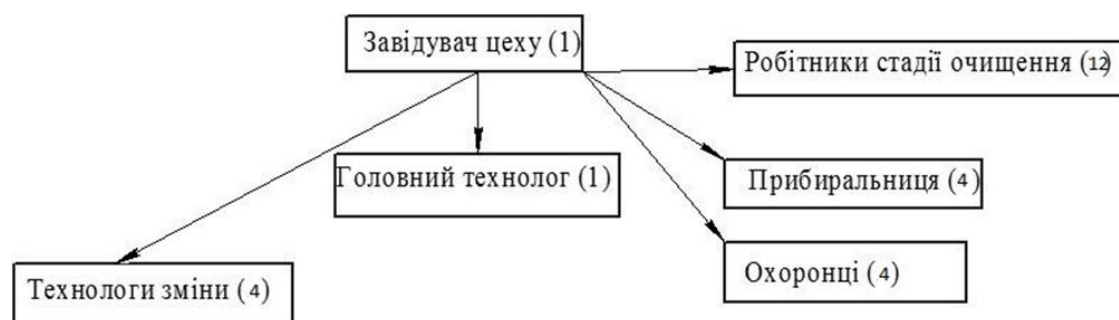


Рисунок 8.1 – Схема організаційної структури підприємства

Завідувач цеху здійснює загальне керівництво виробничо-господарської діяльністю підприємства та складає і своєчасно представляє директору звітність про виробничу діяльність цеху.

Головний технолог відповідає за керівництво технологічним процесом, забезпечує виконання виробничих завдань, слідкує за технічноправильною експлуатацією обладнання та виконання графіку їх ремонту, координує

роботу всіх присутніх в цеху. Також координує роботу технологів та усуває проблеми, які пов'язані з технологією процесу. Працює лише в одну зміну, але у разі необхідності викликається на підприємство.

Технолог зміни слідкує за технологічним процесом та відповідає за його роботу в необхідному режимі. У разі невідповідності технологічного процесу заданому режиму він приймає рішення щодо усунення проблем. Складає відповідну документацію, яку передає головному технологу.

До робітників стадії очищення відносяться апаратники та лаборанти.

Апаратник слідкує за показниками приладів, переключає фільтри на регенерацію, промивання та розпушування, слідкує за витратами реагентів. У разі порушень звертається до технолога зміни.

Лаборант відповідає за хімічний аналіз води, на всіх стадіях виробничого процесу.

Для прибирання виробничих приміщень у кожену зміну присутня прибиральниця.

Для охорони зовнішньої та внутрішньої території цеху наявні охоронці.

8.2 Класифікація виробничих процесів цеху ХВО

Виробничі процеси на підприємстві поділяються на наступні види: основні, допоміжні, підсобні та бічні.

До основних процесів належать:

- подача води;
- дозування вапняного молока в освітлювач;
- дозування коагулянту в освітлювач;
- освітлення води;
- фільтрування через механічні фільтри;
- контроль води, що надходить після механічних фільтрів;
- пропускання води крізь Н-катіонітовий фільтр I ступені;
- пропускання води крізь Н-катіонітовий фільтр II ступені;
- пропускання води крізь декарбонізатор;

					<i>ЛП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- пропускання води крізь аніонітовий фільтр I ступені;
- пропускання води крізь аніонітовий фільтр II ступені;
- пропускання води крізь фільтр змішаної дії;
- контроль води після фільтру змішаної дії.

До допоміжних процесів належать:

- регенерація, промивання та розпушення всіх фільтрів;
- ремонт обладнання;
- підготовка обладнання перед запуском.

До підсобних процесів належать:

- транспортування знесоленої води в котлотурбінний цех;
- закупівля та доставка реагентів (коагулянт, вапно, луг, кислота);
- закупівля реактивів для аналізів води.

До бічних процесів належить утилізація відходів виробництва.

8.3 Оптимальний вид руху предметів праці та середньорічна тривалість виробничого циклу

Задана потужність установки складає 600 м³/год або 14400 м³/добу .
Приймаємо, що за один виробничий цикл очищується 50 м³ води. Тривалість основних операцій знесолення води наведена у таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 Тривалість основних операцій

№	Операція	Час, хв.
1	Пропускання води крізь Н-катионітові фільтри I та II ступені	10
2	Пропускання води крізь декарбонізатор	5
3	Пропускання води крізь аніонітові фільтри I та II ступені	10
4	Пропускання води крізь фільтр змішаної дії	5

Для забезпечення заданої потужності підприємства, а також забезпечення безперервності виробництва обираємо синхронізований ВРПП.

Синхронізований ВРПП – окремий випадок паралельного ВРПП, характеризується постійним ритмом процесу. Ритм – це проміжок часу між запуском у виробництво двох одиничних виробів на будь-якій операції

Схему синхронізованого ВРПП наведено на рисунку 8.2.

Синхронізований ВРПП – окремий випадок паралельного ВРПП, характеризується постійним ритмом процесу. Ритм – це проміжок часу між запуском у виробництво двох одиничних виробів на будь-якій операції

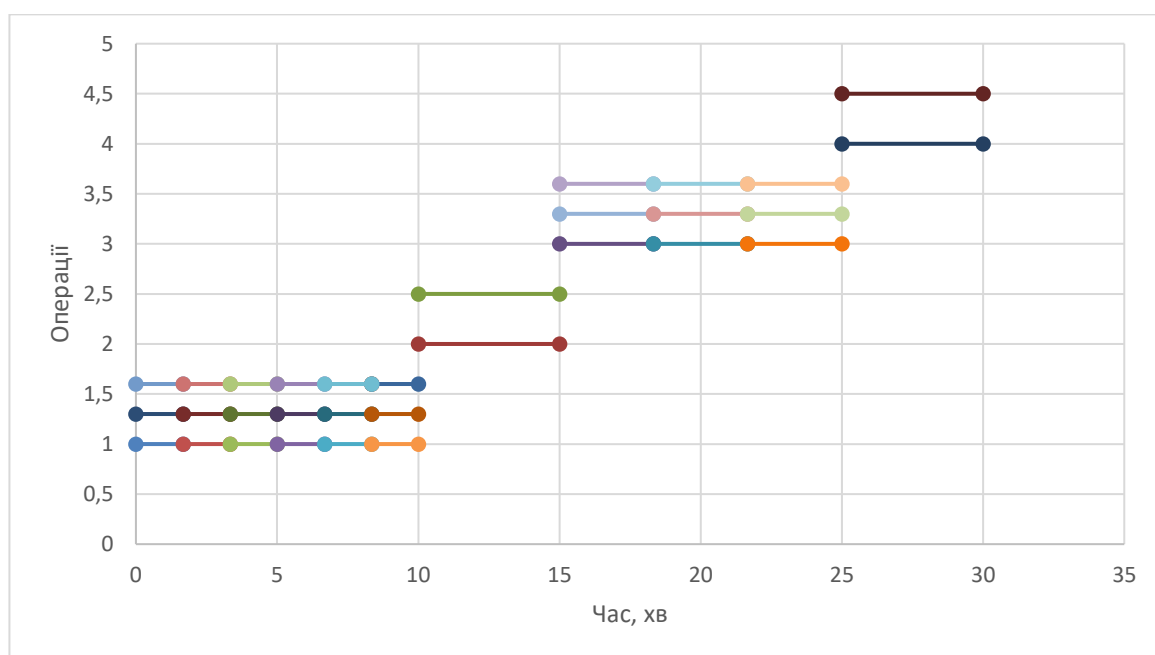


Рисунок 8.2 – Синхронізований ВРПП

Випуск продукції становить:

$$B = 14400/50 = 288 \text{ ум. партій/добу.}$$

Відповідно до обраного ВРПП тривалість виробничого циклу становить:

$$T_{ВЦ} = \sum_{i=1}^m t_i + (B-1)R ;$$

Де R – ритм, що дорівнює часу найкоротшої стадії, тобто 5 хв.

$$T_{ВЦ} = 30 + (288 - 1) \cdot 5 = 1465 \text{ хв.} = 24.4 \text{ год.}$$

За попередніми розрахунками, що наведені в розділі 5 обрано таку кількість обладнання:

- фільтри Н-катіонітові – 19 одиниць (18 + 1 резервний);

- фільтри аніонітові – 10 одиниць (9 + 1 резервний);
- фільтри змішаної дії – 3 одиниці (2 + 1 резервний);
- декарбонізатори – 3 одиниці (2 + 1 резервний).

Оскільки дана лінія є напівавтоматичною, то кількість працівників, що її обслуговують є 4 особи.

Підприємство працює 365 днів на рік, тривалість зміни 8 годин. У році 52 тижні. Тривалість роботи підприємства за рік 8760 год.

Середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср.р.}} = \frac{D_{\text{к}} \cdot 24}{T_{\text{р}} \cdot D_{\text{р}}} \cdot T_{\text{вц}}^{\text{ф}};$$

де 24 – кількість годин на добу; $D_{\text{к}}$ – кількість календарних днів у році; $T_{\text{р}}, D_{\text{р}}$ – тривалість роботи цеху протягом доби і кількість робочих днів цеху протягом року; $T_{\text{вц}}^{\text{ф}}$ – фактична тривалість;

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{ср}} = \frac{24 \cdot 365}{24 \cdot 365} \cdot 24.4 \text{ год.}$$

За один виробничий цикл підприємство випускає 288 умовних партій знесоленої води по 50 м³ кожна (тобто 14400 м³ за виробничий цикл).

Таким чином, річний випуск продукції становить:

$$V^{\text{рік}} = n_{\text{год}} \cdot T_{\text{р}};$$

де $T_{\text{р}}$ – тривалість роботи підприємства за рік, год; $n_{\text{год}}$ – кількість продукції, що випускається за годину, м³:

$$V^{\text{рік}} = 600 \cdot 8760 = 5256000 \text{ м}^3/\text{рік}$$

8.4 Графік роботи підприємства, графік змінності

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. Для

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

керуючого персоналу та фахівців робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи однозмінний, тривалість робочої зміни 8 годин.

Отже явочна кількість робочого персоналу за зміну складає $\text{Ч}_{\text{яв}} = 6$ людей. Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах. Крім явочної чисельності включає додатково необхідну для заміщення тих, хто у відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин; також сюди включають сумісників.

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = \text{Ч}_{\text{яв}} \cdot \text{К}_{\text{пер}},$$

$$\text{К}_{\text{пер}} = \text{T}_{\text{рік}} / \text{T}_{\text{прац}},$$

$\text{T}_{\text{рік}}$ – річний фонд часу роботи підприємства в годинах;

$\text{T}_{\text{прац}}$ – річний час роботи підприємства з урахуванням вихідних, святкових, відпусток, хвороб.

$$\begin{aligned} \text{T}_{\text{прац}}^{\text{рік}} &= \frac{365 - \text{T}_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (\text{T}_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 \\ &= 2016 \text{ год.} \end{aligned}$$

$$\text{N}_{\text{бриг}} = \frac{\text{T}_{\text{підпр}}^{\text{рік}}}{\text{T}_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2016} = 4,35 \approx 4.$$

$\text{Ч}_{\text{сп}} = 6 \cdot 4 = 24$ людини (+ завідуючий цехом та головний технолог) = 26 людей

Відділу необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Графік змінності: виробництво працює 7 днів на тиждень в 3 зміни.

Кількість людей, які працюють в одній зміні: завідуючий цехом, головний технолог – у свою зміну з 10:00 до 18:00, а також технолог зміни, робітники стадії очищення – 3, прибиральниця, охоронець. Отже чисельність працівників за зміну = 6 чоловік робочого персоналу, а також 2 людини керуючого персоналу у свою зміну.

Графіки змінності керуючого та робочого персоналу наведено в таблицях 8.2, 8.3 відповідно.

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміни для робочого персоналу:

Зміна 1 – (6:00 – 14:00)

Зміна 2 – (14:00 – 22:00)

Зміна 3 – (22:00 – 6:00).

Таблиця 8.2 - Графік змінності керуючого персоналу

Дні Бригада	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
I	1	1	1	1	1	В	В	1	1	1	1	1	В	В

Таблиця 8.3 – Графік змінності робочого персоналу

Дні Бригада	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

8.5 Технічний контроль: об'єкти, суб'єкти, види і методи контролю, виконавці

На виробництві виконуються вхідний та вихідний контроль. Всі види контролю якості проводять працівники цеху.

Об'єктами технічного контролю контролю є:

- сировина;
- обладнання;
- технологічний процес;
- готова продукція;
- робочий персонал.

Суб'єктами контролю є:

- робітники стадії очищення(лаборант, апаратник);
- технолог зміни.

Вхідний контроль виконує лаборант, аналізуючи проби сировини (об'єкт контролю) - поверхневі води, коагулянт, хлорид натрію та вапно. Аналіз сировини виконується хімічними методами. Перевіряється чистота реактивів, рН вихідної води, а також мутність. Вид контролю – ручний, візуальний та якісний, вибірковий. Контроль проводиться одразу після поставки сировини в цех 1 раз на добу . Результати записуються до журналу вхідного контролю.

Технологічне обладнання перевіряється на стадії його закупки, та кожної робочої зміни перед запуском технологічної лінії, апаратником або технологом зміни. Вид контролю – автоматизований, візуальний та якісний, суцільний. Все обладнання перевіряється на справність.

Поточний контроль виконується лаборантом, перевіряється відповідність технологічного процесу нормам, а саме перевіряється мутність води на виході з освітлювача та концентрація катіонів металів на виході з іонообмінного фільтру. Вид контролю – ручний, якісний, кількісний, вибірковий. Результати записуються до журналу поточного контролю, який перевіряється технологом зміни.

Вихідний контроль проводиться після кожного циклу, тобто кожен годину. Проводиться якісний та кількісний аналіз продукту, а саме загальний солевміст, рН, температура, лужність. Контроль проводиться лаборантом та технологом зміни. Результати записуються до журналу вихідного контролю.

При необхідності (коли показники, та властивості продукту змінюються у будь-яку сторону), начальник цеху аналізує дані отримані при усіх контролях якості.

Всі дані по вихідному контролю оформлюються у вигляді звіту, на підставі якого технолог заповнює паспорт якості на продукцію.

Працівники проходять вхідний технічний контроль, який би визначав відповідність їх до їхнього кваліфікаційного рівня.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.6 Матеріальний баланс оборотних засобів підприємства

До оборотних засобів даного підприємства належать:

1. Сировина
2. Електроенергія.
3. Заробітна плата

Сумарно на річний випуск продукції необхідно затратити на сировину:

Таблиця 8.4 – Витрати на сировину та реагенти

Назва	Кількість, м ³ (кг)/рік	Вартість, грн/рік
Вихідна вода	5 256 000	2 628 000
Гідроксид натрію	16 000	256 000
Сульфатна кислота	3 061	45 915
Катіоніт КУ-2-8	9400	470 000
Аніоніт АН-31	9400	611 000
Витрати на запасні частини для обладнання		50 000
Реактиви		15 000
Всього		4 075 915

Розрахуємо витрати електроенергії:

Середня витрата потужності підприємства за годину = 200 кВт/год. Оскільки потужність більше 30 кВт/год, маємо перший клас напруги. Ціна 1кВт=3,3973 грн, – денний час; в нічний час: 1кВт=0,66059грн. Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік.

Денний час: $B_{8.00-20.00} = 12 \cdot 365 \cdot 200 \cdot 3,3973 = 29760348 \text{ грн} / \text{рік},$

Нічний час: $B_{20.00-8.00} = 12 \cdot 365 \cdot 200 \cdot 0.66059 = 5786768 \text{ грн} / \text{рік},$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$C_{\text{заг}} = 29760348 + 5786768 = 35547116 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Таблиця 8.5 – Кількість посад і заробітна плата працівників

Посада	Кількість	ЗП, грн.
Завідувач цеху	1	10000
Головний технолог	1	8000
Технологи зміни	4	20000
Робітники стадії очищення	12	54000
Прибиральниця	4	12800
Охоронці	4	16000
Всього	26	120800

Сума всіх нарахувань на заробітну плату складає фонд оплати праці:

$$\text{ФОП} = 120800 \cdot 12 \cdot 1,22 = 1768512 \text{ грн/рік}$$

де 1,22 – це єдиний соціальний внесок в Україні.

$$\text{Сумарна вартість оборотних засобів: } 4\,075\,915 + 3\,554\,711,6 + 120\,800 = 7\,751\,426,6 \text{ грн/рік.}$$

8.6 Паспорт якості на вид продукції

м. Київ, вул. Червоноткацька 128

www.kyivtec.com.ua

Паспорт № _____

Найменування продукту: Вода знесолена

Знак відповідності

Цех підготовки води для потреб міських ТЕЦ

№	Назва показника	Показники якості	
		Значення	Норма
1	pH води	7	6,5-8,5
2	Загальна твердість, [мг/дм ³]	0,05	0,04±0,02
3	Загальний солевміст, [мг·екв/дм ³]	1	1.0±0.1

4 Електропровідність, мкСМ· см⁻¹ 0,9 ≤1,1

Дата виготовлення _____

Термін зберігання – 3 доби.

Умови зберігання: в чистих контейнерах, при температурі не вище 90°C.

Висновок: вода готова до подачі в турбінний цех.

Лаборант _____
(підпис)

Головний технолог _____
(підпис)

8.7 Основні фонди виробництва

Вартість основних фондів:

- Вартість приміщення 2 000 000 грн
- Вартість обладнання 7 937 000 грн
- Нематеріальні активи 120 000 грн
- Інше (різноманітний інвентар: столи для офісу, стільці, рукавички, вогнегасники, робочий одяг, ЕОМ) 520 000 грн.

У таблиці 8.6 наведена вартість основних фондів, до яких входять затрати на обладнання та приміщення, а з суми яких вираховуємо амортизаційні відрахування.

Таблиця 8.6 – Вартість основних засобів цеху підготовки знесоленої води для потреб міських ТЕЦ

Основні фонди	Кількість одиниць	Вартість, грн.
1	2	3
Фільтри н-катіонітові	19	1140 000
Бак для пом'якшеної води	3	75 000
Проміжні баки кислоти на лузі	6	180 000

Закінчення таблиці 8.6

1	2	3
Дегазатор	3	210 000
Баки вихідної води	3	120 000
Баки знесоленої води	3	120 000
Баки освітленої води	4	160 000
Баки відпрацьованих регенерованих розчинів	8	320 000
Вапняне господарство та коагулянту		1 500 000
Цистерна концентрованої кислоти	2	80 000
Цистерна луку	1	40 000
Насоси	12	120 000
Труби		80 000
Механічні фільтри	9	522 000
Аніонітові фільтри	10	900 000
Фільтри змішаної дії	3	210 000
Освітлювач	2	2 000 000
Механічні мішалки	4	160 000
Всього		7 937 000

Виходячи з даних, вказаних у таблиці 8.6 вартість основних фондів відділення попередньо очищеної води становить:

ОФ = 10 577 000 грн.

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

$$A_{\text{буд}} = B_{\text{буд}} / T_{\text{експ}} = 2\,000\,000 / 20 = 100\,000 \text{ (грн./рік)}.$$

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

$$A_{\text{пр}} = B_{\text{пр}} / T_{\text{експ}} = 7\,727\,000 / 5 + 40\,200 = 1\,585\,600 \text{ (грн./рік)}.$$

Амортизація нематеріальних активів ($T_{\text{експ}} = 12$ років):

$$A_{\text{нма}} = B_{\text{нма}} / T_{\text{експ}} = 120\,000 / 12 = 10\,000 \text{ (грн/рік)}.$$

Амортизація інвентаря ($T_{\text{експ}} = 4$ роки):

$$A_{\text{інв}} = B_{\text{інв}} / T_{\text{експ}} = 220\,000 / 4 = 55\,000 \text{ (грн/рік)}.$$

Амортизація ЕОМ ($T_{\text{експ}} = 2$ роки):

$$A_{\text{ЕОМ}} = B_{\text{ЕОМ}} / T_{\text{експ}} = 300\,000 / 2 = 150\,000 \text{ (грн/рік)}.$$

Всього:

$$A = 100\,000 + 1\,585\,600 + 10\,000 + 55\,000 + 150\,000 = 1\,902\,400 \text{ (грн/рік)}.$$

8.8 Вартісна оцінка ФЗД (фільтру змішаної дії)

Оцінка основних фондів підприємства є грошовим вираженням їхньої вартості. Вона необхідна для правильного визначення загального обсягу основних фондів, їхньої динаміки і структури, розрахунку економічних показників господарської діяльності підприємства за певний період.

Вирізняють 4 наступні поняття:

Повна початкова вартість Фпп – всі витрати підприємства на придбання, доставку, монтаж основних фондів, всі витрати до моменту запуску основних фондів у виробництво.

Відновлювальна вартість – сума грошей, що необхідна для ремонту основних фондів.

Залишкова вартість – різниця між повною початковою вартістю і відновлювальною вартістю.

Ліквідаційна вартість – ціна за якою підприємство може в будь-який момент продати основні фонди не залежно від періоду експлуатації. Повна початкова вартість фільтру змішаної дії складається з таких витрат:
- власне вартість ФЗД 50 000 грн;

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- витрати на доставку фільтру на підприємство 5 000 грн;
- витрати на монтаж фільтру та підключення 15 000 грн.

Відновлювальна вартість ФЗД – 18 000 грн.

Залишкова вартість:

Залишкова вартість = $\Phi_{пп} - ВВ = 70\,000 - 18\,000 = 52\,000$ грн.

Ліквідаційна вартість ФЗД: 25 000 грн.

На основі вищенаведених даних розрахуємо амортизацію ФЗД:

$$A = \frac{\Phi_{пп} + K + O - Л}{T_{експ}}$$

де А - амортизація (грн/рік); $\Phi_{пп}$ – повна початкова вартість ФЗД (грн); К – витрати на капітальний ремонт (грн/рік); О – витрати на обслуговування і ліквідацію ФЗД; Л – ліквідаційна вартість ФЗД; $T_{експ}$ – період експлуатації.

Витрати на капітальний ремонт (К) становлять 12 000 грн/рік;

Витрати на обслуговування (О) становлять 10 000 грн;

Період експлуатації для обладнання складає 5 років.

Отже

$$A = \frac{70\,000 + 12\,000 + 10\,000 - 25\,000}{5} = 13\,400 \left(\frac{\text{грн}}{\text{рік}} \right)$$

Розраховані амортизаційні нарахування для фільтру змішаної дії становлять 13 400 грн/рік.

8.9 Техніко-економічні показники

1) Собівартість продукції:

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$C = A + \text{ОбЗ} = A + \text{ОбФ} + \text{ФОП} = 1\,902\,400 + 7\,751\,426,6 = 9\,653\,826,6$ грн/рік.

За рік випускається $V = 5\,256\,000$ м³ води

Собівартість 1 м³ очищеної води:

$C = 9\,653\,826,6 / 5\,256\,000 = 1,84$ грн/м³

Запланована ринкова ціна 1 м³ знесоленої води – 4 грн.

$\Pi = 4 \cdot 5\,256\,000 = 21\,024\,000$ грн/кг;

2) Прибуток:

$\Pi = \Pi - C = 21\,024\,000 - 9\,653\,826,6 = 11\,370\,173,4$ грн/рік;

3) Капіталовкладення:

$K = \text{ОЗ} + \text{ОбЗ} = 10\,577\,000 + 7\,751\,426,6 = 18\,328\,426,6$ грн.;

4) Рентабельність:

$P = (\Pi / C) \cdot 100\% = (11\,370\,173,4 / 9\,653\,826,6) \cdot 100\% = 96,8 \%$;

5) Економічна ефективність:

$E = \Pi / K = 11\,370\,173,4 / 18\,328\,426,6 = 0,62$ грн/грн.;

6) Період повернення капіталовкладень:

$T_{\text{пов}} = K / \Pi = 18\,328\,426,6 / 11\,370\,173,4 = 1,61$ роки.

7) Фондовіддача:

$\Phi B = V / \text{ОФ} = 5\,256\,000 / 10\,577\,000 = 0,5$ грн/грн.;

8) Фондоємність:

$\Phi \text{Є} = 1 / \Phi B = 1 / 0,5 = 2$ грн/грн.

Висновок: У даному розділі була розрахована собівартість знесоленої води, вона склала 1,84 грн/м³ при середньорічній собівартості 9 653 826,6 грн.

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянувши технологічну схему відділення можна прийти до висновку, що на виробництві в обігу є шкідливі й небезпечні виробничі фактори, до складу яких входять: агресивні та токсичні речовини, пожежонебезпечні матеріали та речовини, електроенергія, механічна, теплова енергії, енергія стисненого газу та хімічних реакцій.

До небезпечного обладнання у відділенні можна віднести: апарати під тиском, обладнанні аерозолобами, електричні та механічної дії.

При проектуванні виробництва прийняті проектні рішення, які відповідають вимогам охорони праці та пожежної профілактики.

На базі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблено заходи для створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці та пожежної профілактики.

9.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проектуваному об'єкті. Заходи з охорони праці

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99, роботи у цеху відносяться до категорії середньої важкості Пб. У таблиці 9.1 наведені оптимальні значення параметрів мікроклімату, прийняті проектом [16].

У цеху водопідготовки передбачається використання агресивних та шкідливих речовин, тому в додатку Б представлено коротку санітарну характеристику цеху згідно до ГОСТ 12.1.005-88.

Деякі з цих речовин можуть бути у вигляді пилу. Шкідлива дія пилу може проявитися у вигляді механічних пошкоджень шкіри, слизової оболонки, дихальних шляхів, очей, легенів, а також у вигляді токсичної (отруйної) і хімічної дії.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.1 – Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна волога, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Середньої важкості ПБ	17 – 19	40 – 60	0.2
Теплий		20 – 22	40 – 60	0.3

Деякі з цих речовин можуть бути у вигляді пилу. Шкідлива дія пилу може проявитися у вигляді механічних пошкоджень шкіри, слизової оболонки, дихальних шляхів, очей, легенів, а також у вигляді токсичної (отруйної) і хімічної дії.

Для захисту персоналу від пилу введені індивідуальне захисне оснащення: застосування протипилового одягу, респіраторів, захисних окулярів, марлевих пов'язок, протигазів.

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація - передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання та укриття місць пиловидалення із пристроєм місцевих відсмоктувачів.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри.

Розрахунок аерації цеху

Конструкція стулки віконного прорізу - одинарна підвісна. Висота й довжина стулки рівні, кут відкриття стулки $\alpha = 45^\circ$. Ліхтар П-подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані $l/h = 1,5$, з кутом відкриття $\alpha = 90^\circ$. Визначаємо температуру повітря, що видаляється з верхньої частини приміщення:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{зовн}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{р.з.}}}{m}, ^\circ\text{C};$$

де $t_{\text{зовн}}$ - температура зовнішнього повітря, для Києва в теплий період $t = 23,5^\circ$; $t_{\text{вн}}$ - температура внутрішнього повітря; $t_{\text{вн}} = 22^\circ\text{C}$; $t_{\text{р.з.}}$ - температура повітря, що надходить до робочої зони. $t_{\text{р.з.}} = t_{\text{зовн}}$, $t_{\text{р.з.}} = 23,5^\circ\text{C}$;

m - коефіцієнт, приймаємо 0,53;

$$t_{\text{вид}} = 23,5 + \frac{22 - 23,5}{0,53} = 20,67, ^\circ\text{C}.$$

Визначаємо питому вагу повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{зовн}} = \frac{353}{23,5 + 273} = 1,191, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{вид}} = \frac{353}{20,67 + 273} = 1,202, \text{ кг/м}^3.$$

Розподілений тиск визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_{1,2} = h * (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{вид}}), \text{ кг/м}^2;$$

де h - відстань між осями прорізів; $h = 10$ метрів

$$\Delta\rho_{1,2} = 10 * (1,202 - 1,179) = 0,11, \text{ кг/м}^2.$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні прорізи можна визначити по формулі:

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta\rho_1 = \beta * \Delta\rho_{1,2}, \text{ кг/м}^2;$$

де β - різниця тисків, що використовується на прохід повітря через припливні прорізи, $\beta=0,4$,

$$\Delta\rho_1 = 0,4 * 0,11 = 0,044, \text{ кг/м}^2;$$

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_2 = \Delta\rho_{1,2} - \Delta\rho_1, \text{ кг/м}^2;$$

$$\Delta\rho_2 = 0,11 - 0,044 = 0,066, \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу прорізів у стіні $F_{\text{припл}}$ і площа прорізів ліхтаря $F_{\text{л}}$:

$$F_{\text{припл}} = \frac{G_{\text{припл}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * g * \rho_{\text{зовн}} * \Delta\rho_1}{\xi_1}}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{припл}} = \frac{4200}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,191}{3,7} * 0,024}} = 29,98, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{G_{\text{вид}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,202}{4,1} * 0,096}}, \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{G_{\text{вид}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,202}{4,1} * 0,096}} = 11,33, \text{ м}^2.$$

де $G_{\text{припл}}$ - кількість повітря, що повинна надходити в приміщення. $G_{\text{вид}}$ - кількість повітря, що видаляється.

9.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, у відділі водопідготовки виконуються роботи VIIIб розряду зорових умов.

В таблиці 9.2 представлені санітарні норми освітлення, наведені значення параметрів освітлення, прийняті проектом.

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В проекті передбачено використання суміщеного освітлення – поєднання бічного двостороннього і штучного освітлення. До штучного відносяться: робоче, аварійне і ремонтне освітлення.

Система штучного освітлення – комбінована, на виробництві прийняті люмінесцентні лампи типу ЛД-80 з потужністю 80 Вт, та світловим потоком – 4200 Лм.

Таблиця 9.2 - Норми параметрів освітлення

Розряд зорових робіт	Характер зорових робіт	Освітленість при суміщеному освітленні, Е, ЛК	Значення КЕО, %		
			при природному освітленні	при сполученому освітленні	
			бокове	спеціальне	верхнє
V ШБ	Загальне періодичне спостереження при постійному перебуванні людей у приміщенні	100	0,3	0,2	0,7

Для аварійного й евакуаційного освітлення передбачене застосування ламп розжарювання, поміщених у світильник "Альфа", а також переносних світильників "Універсаль" УП-200, напругою 12В.

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

9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

У цеху водо підготовки основними джерелами шуму є мішалки, освітлювачі та декарбонізатори. Джерелом шуму є електроприводи обладнання. Шум створює також матеріали (полістирол та іоніти), що завантажуються у фільтри. Згідно ДСН 3.3.6.037 - 99 допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях - 80 дБА. Фактичний рівень складає 73 дБА, що задовольняє вимогам.

Також в цеху підготовки сировинної суміші існують джерела, що викликають вібрацію. До них відносяться габаритне устаткування і його вузли, які обертаються з великою швидкістю.

Для боротьби із шумом передбачаються наступні заходи: відведені спеціальні звукоізолюючі кабінки; внутрішні поверхні облицьовані матеріалами які поглинають шум. Створюються мал шумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторів.

Мінімізовано контакт працівників з віброоб'єктами шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Для зменшення вібрації використовується віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок, спеціальних підкладок під устаткування.

9.1.4 Електробезпека

Проектом передбачено здійснювати живлення електроустаткування від трифазної 4-х провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти із глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Відповідно ГОСТ 12.1.038 - 82 допустимі рівні напруги дотику (Уд) і струму, що проходить через тіло людини (Іл) дорівнює: при нормальному

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

режимі роботи електроустаткування $U_d = 2\text{В}$, а $I_l = 0.3\text{мА}$; при аварійному - відповідно 36В і 6мА . Припустимі значення струму й напруги:

- у нормальному режимі роботи

$I_l = 0,3\text{ ма}$ і $U_{\text{пр}} = 2\text{ В}$, при часі дії до 10 хв/добу ;

- в аварійному режимі роботи:

$I_l = 6\text{ ма}$ і $U_{\text{пр}} = 36\text{ В}$, при контакті більше 1 с .

Однофазний дотик зустрічається набагато частіше, ніж двофазний. Такий дотик менш небезпечний, тому що до тіла людини прикладається лінійна напруга.

Струм, що проходить через людину в цьому випадку, складе:

$$I_l = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_l + R_0}, \text{ мА}$$

де $U_{\phi} = 220\text{ В}$ – фазна напруга, В; $R_l = 2000\text{ Ом}$ – опір тіла людини, Ом; $R_0 = 30\text{ Ом}$ – опір нейтралі заземлення, Ом.

$$I_l = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 30} = 109,8\text{ мА}$$

При цьому напруга дотику складе:

$$U_{\text{дот}} = I_l \cdot R_l = 0,1098 \cdot 2000 = 219,6\text{ В}$$

Висновок: розрахувавши струм, що проходить через людину і напругу дотику, і порівнявши їх з значеннями, що допустимі і нормовані за ГОСТ 12.1.038 – 82 ми бачимо, що експлуатація таких установок та порушення вимог ПУЕ є небезпечною для здоров'я і життя людини. Тому необхідно вжити таких заходів, щодо забезпечення електробезпеки.

Для захисту від електрики впроваджено такі заходи: занулення електроустаткування; захист електропроводки від механічних ушкоджень прокладкою проводів у металевих трубах, схованої, у металорукавах; установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища, закриті пилонепроникні електродвигуни та світильники; захисне відключення електроустаткування. Передбачене використання захисного

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одягу та пристроїв: діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, що ізолюють підставки, тимчасові огороження, захисні окуляри, подвійна ізоляція, застосування малих напруг. Блокування в системах пуску і зупинки обладнання. Недоступність струмоведучих частин. Передбачений систематичний контроль ізоляції. До роботи з електрообладнанням допускаються особи, які мають на це дозвіл посадових осіб. Ремонт і обслуговування електроустаткування здійснюють не менше 2 осіб. Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного, аварійного відключення устаткування, а також звукову та світлову сигналізацію.

9.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

З боку технологічних процесів, на підприємстві є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм:

- обертові деталі;
- апарати під тиском (до 0,6 МПа).

Можливі падіння людей з висоти 6 м, тому вони огорожені перилами висотою до 1 м.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму неправильної експлуатації обладнання, поломки обладнання можуть призвести до аварій, вибухів, пожеж.

Головні причини аварійних ситуацій: порушення герметичності установок, прорив транспортних труб, припинення подачі технологічної води, захащення робочих місць, порушення технологічного режиму, відключення електроенергії, невиконання правил з техніки безпеки та інші.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.2 Пожежна безпека

Причинами пожежі в цеху можуть бути:

- перенавантаження електрообладнання;
- теплова дія;
- механічне пошкодження електромережі;
- прямий удар блискавки в будівлю.

Протипожежними заходами є:

- встановлення плавких запобіжників;
- використання стержневих блискавковідводів.

Будівля корпусу хімічного цеху, де знаходиться відділення пом'якшення, збудована з негорючого матеріалу другого ступеня вогнестійкості. В якості сигналізації встановлені датчики типу ПОСТ 1 та телефонний зв'язок. З метою дотримання правил пожежної безпеки у проекті передбачено такі запобіжні заходи: розділення апаратів протипожежними перегородками на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, протипожежний водопровід, ємності з піском і пожежні щити. Передбачається захист ізоляції від теплового впливу. Захист від прямих ударів блискавки забезпечується завдяки стержньовим блискавковідводам. В цеху для пригнічення пожежі передбачено сухий пісок, азбестові ковдри, порошкові вогнегасники, які є найбільш універсальними по області застосування й по робочому діапазоні температур. В приміщенні є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведені в таблиці 9.3

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.3 - Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів

Реагенти що використовують у виробництві	Агрегатний стан речовини за н.у.	Показники пожежо- та вибухонебезпеки			Вогне- гасні засоби	Категорія приміщення за ОНТП 24 - 86	Клас приміщення (зони) і зовнішніх установок за ПУЕ	Категорія об'єкту і тип зони за устроєм блискавко- захисту згідно СН 305 - 77
		Горючість	Температура спалахування, °С	Температура самоспалахування, °С				
Машинне масло (насос)	Р	Горить	180	380	Порошок ПСБ і СН-2	Д	П – Па	Ша
Гума (ізоляція, одяг)	Тв	Горить	220	400	ОХП – 10			

У даному розділі розроблено заходи, які направлені на створення здорових та безпечних умов праці та пожежної безпеки відповідно до санітарних норм і правил. Під час розробки проекту:

- наведено оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення;
- створено сприятливу для роботи систему освітлення, а також проведено розрахунок системи загального електричного освітлення цеху методом коефіцієнта використання світлового потоку;
- передбачено застосування засобів захисту від виробничого шуму та вібрацій;
- наведено перелік електрозахисних засобів колективного та індивідуального захисту;

- вжито всіх можливих заходів щодо безпеки технологічних процесів та обслуговування обладнання;
- з метою дотримання правил пожежної безпеки проведено ряд заходів відповідного захисту.

					<i>ЛП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕЧНІСТЬ ВІДДІЛЕННЯ ГЛИБОКОГО ЗНЕСОЛЕННЯ ПРИРОДНОЇ ВОДИ ДЛЯ ПОТРЕБ МІСЬКИХ ТЕЦ

У технологічному процесі знесолення води не теплової електростанції, як і будь-який виробничий процес, супроводжується утворенням відходів. Метою даного розділу є визначити та класифікувати відходи, розрахувати їх кількість та навести можливі варіанти екологізації виробництва.

У даному проекті наведено схему очищення води для подальшого її подачі на парові котли. Для використання поверхневих вод треба ретельно продумати етапи її очищення так як, вихідна вода без попередньої обробки призводить до відкладення накипу та викликати корозію внутрішньої поверхні теплообмінного устаткування. Враховуючи проблеми утворення накипу необхідно дотримуватись вимог щодо допустимої твердості води, яка становить: для водогрійних котлів – 50 мкмоль/дм³, для парових – 20 мкмоль/дм³ [12]. Тобто важливим завданням є забезпечення підготовки теплоносія високої якості.

10.1 Аналіз джерел та розрахунків кількості відходів, що утворюються у відділенні підготовки попередньо очищеної води

Не зважаючи на високу ефективність знесолення води шляхом іонного обміну, недоліками методу є утворення великої кількості рідких відходів – стічних вод після промивання, розпушування та регенерації іонітів; наявність твердих відходів, утворення яких пов'язано з коротким терміном експлуатації вітчизняних іонітів (5 років), та утворення забрудників у газовій формі. Гранично-допустима концентрація в стічних водах сульфатів та солей кремнієвої кислоти 400 мг/дм³ [13], тоді як поточна їх концентрація становить 730 мг/дм³. Відпрацьовані регенераційні розчини іонітових установок в залежності від місцевих умов слід направляти в накопичувачі, побутову або виробничу каналізацію; слід також розглядати можливість

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробки концентрованої частини вод для їх повторного використання. Відпрацьовані розчини перед скиданням у каналізацію після усереднення належить при необхідності нейтралізувати.

Також тверді відходи іонітів треба утилізувати шляхом їх повторного використання чи спалювання. Відходи у газовій фазі потрібно піддавати очищенню до допустимої концентрації їх у повітрі.

Отже у розглянутому проекті є багато екологічних забрудників, які слід видаляти, щоб зменшити навантаження на навколишнє середовище.

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

З метою зменшення кількості відходів потрібно використовувати ресурсозберігаючі безвідходні та маловідходні технології комплексного перероблення сировини. При цьому доцільно організувати територіально-виборчий комплекс, де відходи даного виробництва повністю або частково будуть для нього сировиною. Для ефективного вирішення проблеми утилізації відходів виробництва потрібно здійснити їх паспортизацію, оцінити токсичність і вивчити наслідки їх впливу на екосистему.

Отже актуальною та важливою задачею є розробка ефективних і економічних заходів щодо суттєвого зменшення витрат регенераційних реагентів та захисту водних об'єктів від забруднення мінеральними солями УВП.

Щодо забрудників, що знаходяться у рідкій фазі, тобто регенераційних та відмивочних вод, то одним із рішень екологізації є випарювання регенераційного розчину – переведення розчинника (води) з рідкого стану в газоподібний. Однак випарні установки досить енергозатратні, до того ж залишається невирішеною проблема утилізації твердого концентрату, у нашому випадку це сульфати та солі кремнієвої кислоти. Але якщо розглядати їх як вторинну сировину для інших виробництв, у цьому разі солі можна направляти на ці підприємства або, у кращому випадку, продавати.

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді проблемою залишиться розділення цих солей.

Але на цьому методи утилізації регенераційних вод не закінчуються. Перший спосіб полягає у регенерації іонітів реагентом, який використовують в основному виробництві як сировину або допоміжний матеріал, з подальшим поверненням реагенту, що утворюється, в основне виробництво без спеціальної обробки. З погляду екологізації цей спосіб базується на принципі скидання хімічних забруднювачів у водойми, розсіяного випускання їх на поверхню землі з добривами або включення до складу основних продуктів виробництва.

Другий спосіб полягає у регенерації іонітів розчином реагенту, який є відходом виробництва на даному або сусідньому підприємстві з подальшою подачею реагенту на змішування з основним потоком відходів виробництва. Цей спосіб оснований на принципі попередньої експлуатації стічних вод, що містять регенеруючий агент, перед їх ізоляцією або знешкодженням.

Третім способом є обробка регенераційних розчинів хімічними, фізичними або біологічними агентами. З хімічних агентів використовують окисники, осаджувачі, газоутворювачі, іоніти тощо. Також до хімічних методів очищення можна віднести метод нейтралізації. Цей метод є важливим способом загального регулювання рН. Завданням нейтралізації є доведення реакції промивної води до нейтральної (рН 7,0). Для нейтралізацій кислих вод використовують як розчинні, так і слабо розчинні у воді реагенти. До перших належать: вапно, їдкий натр, сода, до других оксид та гідроксид магнію, карбонати кальцію та магнію. З фізичних – високі та низькі температури, УФ-опромінення, використання водяної пари, електричний струм.

Щодо твердих відходів, то основним джерелом є відпрацьовані іоніти. Першим способом їх утилізації є спалювання іонітної смоли. При цьому залишкова зола може надалі виступати замість активованого вугілля, чи як каркасна основа, наприклад для активного мулу у процесі біоочищення води. А також в якості заправки в механічний фільтр.

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.3 Екологічний моніторинг

Для отримання неперервної і повної інформації про стан довкілля необхідно розвивати і вдосконалювати систему екологічного моніторингу, який має забезпечувати достовірну оцінку зазначеного стану та обґрунтування керівних рішень щодо його поліпшення. Заходи мають включати формування комплексних програм розвитку виробництва для кожного підприємства щодо забезпечення раціонального і безпечного природокористування.

У технологічному аспекті найважливішим завданням є зменшення скидів забруднених вод за рахунок підвищення якості їх очистки, ширшого використання очищених вод на технічні потреби підприємств. У разі такого використання до води ставляться загальні вимоги: безпечність для здоров'я обслуговуючого персоналу, відсутність негативних органолептичних властивостей, корозійної дії щодо металу і бетону. Така вода не повинна спричиняти біологічних обростань і сольових відкладень, погіршувати техніко-економічні показники виробничого процесу, зумовлювати виникнення нештатних чи аварійних ситуацій.

Екологічний моніторинг виробництва включає в себе систему нагляду, аналізу та зберігання інформації про стан навколишнього середовища, прогнозування її змін та розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо покращення екологічного стану на підприємстві і навколо нього та для прийняття ефективних управлінських рішень. Таким чином, для отримання статистичних даних про вміст шкідливих речовин у стічних водах, викидах на підприємстві здійснюється систематичний відбір проб та їх аналіз.

У рамках даного проекту проводиться аналіз стічних вод цеху на вміст солей сульфатної та кремнієвої кислоти. Відбір проби проводиться щодня у місцях зливу відпрацьованої води до баків-усереднювачів.

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метод якісного визначення солей кремнієвої кислоти базується на осадженні йонів SiO_3^{2-} йоном барію. При взаємодії йонів SiO_3^{2-} з йоном барію утворюється білий осад силікату барію BaSiO_3 . Також осадженням іонами барію застосовують і до йонів сульфатної кислоти. При взаємодії йонів SO_4^{2-} з йоном барію утворюється білий, нерозчинний в кислотах і лугах осад силікату барію BaSO_4 .

10.4 Розрахунок екологічних платежів

У разі скидання до каналізації стічних вод, концентрація шкідливих речовин (у даному випадку хлоридів) у яких перевищує гранично-допустиму, за нормами технологічного контролю у якості екологічного платежу потрібно сплачувати штраф. Плата за 1 умовну тонну води з перевищеною концентрацією солей кремнієвої та сульфатної кислот становить 8 грн [14].

Формула для розрахунку екологічних платежів за стоки має наступний вигляд:

$$P = C \cdot V \cdot C_T, \quad (9.1)$$

де C – концентрація сульфатів та силікатів у стоках, $C = 75\,000$ мг/дм³, V – об'єм стоків, м³,

C_T – ставка за одну умовну тонну, $C_T = 8$ грн/ум.т.

$$V = V^* \cdot T_{\text{еф}}, \quad (9.2)$$

де V^* – витрата відпрацьованої води, $V^* = 600$ м³/доб, $T_{\text{еф}}$ – ефективний час роботи підприємства, $T_{\text{еф}} = 365$ днів.

$$V = 600 \cdot 365 = 219\,000 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Таким чином річна сплата екологічного платежу становить:

$$P = 75\,000 \cdot 219\,000 \cdot 8 / 1\,000\,000 = 131\,520 \text{ грн/рік}.$$

Величина екологічного платежу за 1 м³ стоків становить:

$$P_m^3 = P / V = 131\,520 / 219\,000 = 0,6 \text{ грн./м}^3. \quad (9.3)$$

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У результаті діяльності цеху підготовки підживлювальної води досягнуто основної мети – задоволення власних виробничих потреб підприємства, тобто отримання знесоленої води для котельного відділення теплових мереж. Дане відділення порушує нормативи законодавства щодо викидів та стоків, величина екологічного платежу за 1 м³ стоків становить 0,6 грн./м³.

					ЛП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному бакалаврському проекті проведено реконструкцію технології підготовки очищеної води та обґрунтовано вибір іонообмінного методу очищення. Наведено технологічну схему та її опис. Розраховано основне та допоміжне технологічне обладнання у відповідності із заданою продуктивністю. Схема працює в три ступені. Головним апаратом є Н-катіонітовий фільтр. Передбачено 12 фільтрів першого ступеня та 8 фільтрів другого ступеня (враховуючи резервні).

За вимогами, які ставляться до води, яка подається на виготовлення пари, залишковий вміст солей не повинен перевищувати 0,005 мг-екв/дм³. Запропонована схема дозволяє отримувати воду такої якості.

Представлено схему автоматизації процесу, що передбачає контроль та регулювання тиску у трубопроводі для води після відділення механічних фільтрів та контроль перепаду тиску у фільтрі, рівня кислоти у баці, контроль і регулювання витрати кислоти на іонітовий фільтр, контроль рівня та концентрації розчину сульфатної кислоти у баку, контроль рівня у баку відпрацьованих регенераційних вод.

У розділі екологічної безпеки виробництва наведено аналіз джерел виникнення відходів, надано можливі варіанти очищення стоків, забруднених сульфатами та силікатами, а також розраховано суму щорічних екологічних платежів та величина екологічного платежу за 1 м³ стоків, що становить: 131 520 грн/рік та 0,6 грн/м³ відповідно.

На основі аналізу шкідливих та небезпечних факторів у розділі охорони праці розглянуто безпечні умови проведення виробничого процесу.

У результаті виконання економіко-організаційного розрахунку собівартість 1 м³ знесоленої води становить 1,84 грн.

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод: изд. 2-е, перераб. и доп. / Л.А. Кульский, П.П. Строкач; - К.: Полиграфкнига, 1985. – 336 с.
2. Запольский, А.К. Очистка воды коагулированием: [Монография] – Каменец-Подольский: ЧП «Медоборы-2006», 2011. – 296 с.
3. Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика [Текст] /Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; - М.: Стройиздат, 1981. – 635 с.
4. Пантелеев, А.А. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке /А.А. Пантелеев, Б.Е. Рябчиков, О.В. Хружин; - М.: ДеЛи плюс, 2012. –
5. Концевой А.Л. Алгоритмізація і програмування розрахунків процесу водопідготовки. Навчальний посібник: На правах рукопису / А.Л. Концевой, Н.М. Толстопалова. – К.: 2003. – 44 с.
6. Запольський, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк., 2005.- 671 с.
7. Мартынова, О.И. Водоподготовка: Расчеты на персональном компьютере /О.И. Мартынова, А.В. Никитин, В.Ф. Очков и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 216 с.
8. Лифшиц, О. В. Справочник по водоподготовке котельных установок. Изд. 2-е перераб. и доп. – М.: Энергия, 1976. – 288 с., ил.
9. Лукінюк, М.В. 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 «КПІ», 2012. – 336 с.
10. Підлісна, О.А. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студ. хіміко-технологічних

					ДП ХН 3115 1440.ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2002 – 28 с.

11. Герасимчука, В.Г. Економіка підприємства [Текст]: навч. посіб. / за заг. ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: ІВЦ „Видавництво” Політехніка”, 2003. – 264 с.

12. Беликов, С. Е. Водоподготовка: Справочник. / Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.

13. Рекуперация викидів, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://есо-рарер.kpi.ua> вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

14. Платежі за забруднення, їх види та критерії нарахування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://buklib.net/books/25530/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

15. Орленко, А.Т. Метод, вказівки до викон. розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біотехніки ф-тів / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 33 с.

					<i>ДП ХН 3115 1440.ПЗ</i>	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		