

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

Хіміко-технологічний факультет

(повна назва інституту/факультету)

Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Н.М. Толстопалова
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.051301 Хімічна технологія та інженерія

(код і назва)

на тему: Малостічна технологія підготовки води для підживлення теплових мереж

Виконав: студент IV курсу, групи XН-22

(шифр групи)

_____ Мартишев Дмитро Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник доц., к.т.н. Концевой Сергій Андрійович

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

_____ (підпис)

Консультант з автоматизації ст. викладач Лукінюк Михайло Васильович

(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з економічної частини доц., к.т.н. Підлісна Олена Анатоліївна

(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Консультант з охорони праці доц., к.т.н. Полукаров Юрій Олексійович

(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

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

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2016 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»**

Факультет хіміко-технологічний
(повна назва)

Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології
(повна назва)

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
(назва ОКР)

Напрямок підготовки 6.051301 Хімічна технологія
(код і назва)

Професійне спрямування Хімічні технології неорганічних речовин
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ І.М. Астрелін
(підпис) (ініціали, прізвище)

«__» _____ 201__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Мартишев Дмитро Вадимович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту малостічна технологія підготовки води для підживлення теплових мереж

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

затверджені наказом по університету від « 18 » березня _____ 2016 р. № _____

2. Строк подання студентом проекту 21 червня 2016 р.

3. Вихідні дані до проекту поверхневі води, продуктивність 250 м³/год _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)
Зміст проекту в цілому визначається даними Методичними рекомендаціями (МР) до виконання дипломного проекту, зміст пояснювальної записки конкретизується розділами МР. Технологічна частина: згідно розділам 1 – 6 МР. Автоматичне регулювання та контроль виробництва: згідно розділу 7 МР. Економіко-організаційні розрахунки: згідно розділу 8 МР. Охорона праці: згідно розділу 9 МР. Екологічна безпека виробництва: згідно розділу 10 МР. _____

5. Перелік графічного матеріалу. Обов'язкові креслення:

- технологічна схема відділення або цеху (1 аркуш формату А1);
- схема дистанційного контролю та автоматичного регулювання технологічних параметрів (1 аркуш формату А1);
- креслення загального вигляду технологічного реактора зі складальними кресленнями 1 ÷ 3 вузлів реактора (1 аркуш формату А1);
- Рекомендовані ілюстрації: ілюстрація результатів розрахунку економіко - організаційної частини (1 аркуш формату А1).

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 6, 10	доц. Концевой С.А.		
7	ст.викладач Лукінюк М.В.		
8	доц. Підлісна О.А.		
9	доц. Полукаров Ю.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Описання технологічної схеми виробництва. Креслення технологічної схеми на форматі А4.	10 березня	
2	Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв. Характеристика прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.	15 березня 20 березня	
3	Визначення витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та енергетичних носіїв: розрахунок матеріального балансу виробництва; розрахунок теплового балансу виробництва; розрахунок витратних коефіцієнтів; багатоваріантні технологічні розрахунки.	26 березня 31 березня 02 квітня 12 квітня	
4	Комп'ютерний набір технологічної частини пояснювальної записки.	16 квітня	
5	Характеристика технологічного обладнання: розрахунок та вибір основних реакторів; розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання.	22 квітня 29 квітня	
6	Автоматичний контроль та керування виробництвом	15 травня	
7	Економіко – організаційні розрахунки	21 травня	
8	Екологічна безпека виробництва	25 травня	
9	Охорона праці виробничого процесу	31 травня	
10	Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень та ілюстративних плакатів	2 червня	
11	Попередній захист	червня	

Студент

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ (ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 96 с.; 16 табл.; 21 посилання; 1 додатки.

Розроблено проект малостічної технології підготовки води для підживлення теплових мереж. У проекті обґрунтовано вибір технологічної схеми підготовки пом'якшеної води.

Представлена технологічна схема процесу та її опис. Виконано розрахунок і вибір основного і допоміжного обладнання у відповідності з заданою продуктивністю установки.

Запропоновано схему автоматичного регулювання та контролю виробництва. Представлений економіко-організаційний розрахунок собівартості пом'якшеної води. Розглянуто питання екологічної безпеки виробництва та техніки безпеки виробничого процесу.

КАТІОНІТ, НА-КАТІОНІТОВІ ФІЛЬТРИ, РЕГЕНЕРАЦІЯ,
ПОМ'ЯКШЕННЯ, ОБМІННА ЄМНІСТЬ, ІОНООБМІННА СМОЛА

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка: 96 с.; 16 табл.; 21 ссылка; 1 приложение.

Разработан проект малосточной технологии подготовки воды для подпитки тепловых сетей. В проекте обоснован выбор технологической схемы подготовки умягченной воды.

Представлена технологическая схема процесса и ее описание. Выполнен расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования в соответствии с заданной производительностью установки.

Предложена схема автоматического регулирования и контроля производства. Представлен экономико-организационный расчет себестоимости очищенной воды. Рассмотрены вопросы экологической безопасности производства и техники безопасности производственного процесса.

КАТИОНИТ, НА-КАТИОНИТОВЫЙ ФИЛЬТР, РЕГЕНЕРАЦИЯ,
УМЯГЧЕНИЕ, ОБМЕННАЯ ЕМКОСТЬ, ИОНООБМЕННАЯ СМОЛА

ABSTRACT

Explanatory note: 96 p .; table 16 .; 21 references; 1 applications.

The project few grids water treatment technology to fuel heating system. The project justified the choice of technological scheme of preparation softened water.

Submitted technological scheme of the process and its description. The calculation and selection of main and auxiliary equipment according to the specified performance settings.

The scheme of automatic control and monitoring of production. The present economic and organizational cost calculation softened water. The problems of ecological safety of production and safety of the production process.

CATION, NA-CATION FILTERS, REGENERATION, MITIGATION
EXCHANGE CAPACITY, ION EXCHANGE RESIGNS

ЗМІСТ

Вступ.....	10
1. Обґрунтування та вибір способу пом'якшення води	11
1.1 Очищення води коагулянтном	11
1.2 Термохімічний метод пом'якшення води	12
1.3 Очищення води іонообмінним методом.....	13
2. Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів	16
3. Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва.Хімізм та теоретичніоснови і обґрунтуваннянорм технологічних режимів	20
4. Опис технологічної схеми.....	30
5. Визначення витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів	32
5.1 Розрахунок освітлювача	32
5.2 Розрахунок механічних фільтрів	35
6. Розрахунок та вибір основного технологічного обладнання	37
6.1 Розрахунок Na-катіонітових фільтрів	37
6.2 Вибір обладнання	40
7 Автоматичне регулювання та контрольвиробництва.....	42
7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації	42
8. Економіко-організаційні розрахунки.....	47
8.1 Характеристика підприємства	47
8.2 Виробничі процеси на підприємстві	49
8.3 Режим роботи відділу	50
8.4 Технічний контроль виробничого процесу	53
8.5 Калькуляція.....	53
9. Охорона праці.....	62
9.1 Повітря робочої зони	62

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ			
<i>Вик</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Мартишев Д.В.</i>			<i>Малостічна технологія підготовки води для підживлення тепловх мереж пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Аркуші</i>	<i>Акруш</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Концевой С.А.</i>						8
<i>Н. Контр.</i>		<i>Супрунчук В.І.</i>			<i>НТУУ "КПІ", ХТФ гр. ХН-22</i>			
<i>Затверд.</i>		<i>Толстогазова НМ</i>						

9.2	Виробниче освітлення	63
9.3	Захист від виробничого шуму та вібрацій.....	65
9.4	Пожежна та електробезпека.....	66
9.5	Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання..	68
10.	Екологічна безпека виробництва	70
10.1	Аналіз технологічної схеми та джерел відходів	70
	Висновки	76
	Список використаної літератури	77
	ДОДАТОК А.....	80

					<i>ДП ХН2211 1440 001 ПЗ</i>	Арк.
						9
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 водopостачання та опалення жилих будівель та промислових об'єктів.

З промислової точки зору, ТЕЦ 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 %.

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.

З плином часу та розвитком науки, необхідності економії природних та енергетичних ресурсів, автоматизації та екологізації, більшість технологій очистки живильної води є застарілими та мало ефективними. Тому виникає необхідність у розробці нових технологій та модернізації застарілих.

Метою бакалаврського дипломного проекту є розробка технологічного процесу підготовки малостічної води для підживлення теплових мереж.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ

Необхідність очищення води від забруднень виникає у тому випадку, якщо якість води природних джерел не задовольняє вимоги, що пред'являються. Невідповідність якості води джерела вимогам споживачів визначає вибір методу очищення.

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

1.1 Очищення води коагулянтном

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 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, гідрокосульфату алюмінію, гідрокосульфату алюмінію або інших речовин, які сприяють порушенню агрегативної стійкості [2].

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Воду, що очищається, підлугуюють, якщо лужний резерв недостатній для задовільного гідролізу коагулянтів. Для підлугування води і зв'язку 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 досягають необхідного ефекту очищення, а в разі його надлишку – поряд з перевитратою – дорогого коштовного реагенту в деяких випадках може погіршитись коагуляція.

Основна перевага методу - можливість застосування його для вод різних об'ємів з різною жорсткістю.

Його недоліки:

- велика витрата реагентів;
- великі трудовитрати з експлуатації;
- необхідність організації та утримання реагентного господарства зі спеціальним корозійно стійким обладнанням і дозуючими пристроями і т.п.

1.2 Термохімічний метод пом'якшення води

Термохімічне пом'якшення застосовують виключно при підготовці води для парових казанів, так як в цьому випадку найбільш раціонально використовується теплота, витрачена на підігрів води. Цим методом пом'якшення води виробляють зазвичай при температурі води вище 100°C. Термохімічний метод застосовують з додаванням коагулянту і без нього,

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оскільки більша щільність осаду виключає необхідність в його уваженні при осадженні. Крім коагулянту використовують вапно і соду з добавкою фосфатів і рідше гідроксид натрію і соду. Застосування гідроксиду натрію замість вапна дещо спрощує технологію приготування і дозування реагенту, проте економічно така заміна не виправдана у зв'язку з його високою вартістю.

Для забезпечення видалення некарбонатної жорсткості води соду додають з надлишком.

Метод високотемпературного пом'якшення води застосовують практично для повного її пом'якшення. Установки термохімічного пом'якшення води зазвичай більш компактні. Вони складаються з дозаторів реагентів, підігрівачів тонкошарових відстійників чи освітлювачів і фільтрів.

1.3 Очищення води іонообмінним методом

Іонообмінні установки призначені для знесолення та очистки вод від йонів 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 йон (катіон або аніон), який здатний в певних умовах вступати в реакцію обміну з йонами 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 слабокислі катіоніти (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 водній формі) та аніоніти (в гідроксильній формі). При контакті води з H -катіонітом проходить обмін на H^+ -йони катіоніту. У результаті H -катіонування підвищується кислотність води. При фільтруванні її через OH^- -аніоніт проходить процес обміну аніонів кислот на OH^- -йони аніоніту [3].

При наявності у воді аніонів сильних та слабких кислот аніонування проводять у дві ступені. Спочатку витягують аніони сильних кислот на

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

слабоосновних аніонітах, а після аніоніти слабких кислот на сильноосновних аніонітах.

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

Іонообмінні смоли мають можливість регенерації. Після виснаження робочої обмінної ємності іоніту він втрачає здатність обмінюватися іонами і його необхідно регенерувати. Регенерація здійснюється насиченими розчинами, вибір яких залежить від типу іонообмінної смоли.

Залежно від виду та концентрації домішок у воді, необхідної ефективності очищення використовують різні схеми іонообмінних установок.

Перевагами методу є:

- можливість очищення до норм ГДК і нижче;
- повернення очищеної води ~ 95% до зворотнього циклу;
- можливість одночасного видалення різних за природою домішок;
- відсутність вторинних забруднювачів;
- можливість рекуперації сорбованих речовин.

Недоліки методу:

- необхідність попередньої очистки стічних вод від масел, ПАР, розчинників, органічних речовин, завислих речовин;
- велика витрата реагентів для регенерації іонітів і сорбентів;
- складність устаткування;
- висока вартість смол та сорбентів;
- утворення вторинних відходів, які потребують додаткової переробки.

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.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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.

					<i>ДП ХН2211 1440 001 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Продукцією цеху підготовки попередньо очищеної води для котельного відділу відповідно є вода після певних стадій освітлення та знесолення.

Якість води для закритої системи визначається видом теплофікаційного обладнання (котла, бойлера і так далі). До якості води для закритої мережі у зв'язку з відсутністю безпосереднього водозабору на потреби населення висуваються менш жорсткі вимоги; основною задачею є забезпечення безнакипного режиму роботи теплофікаційного обладнання, яке використовується, і нормативно допустимого рівня корозійної активності.

Основним показником безнакипного режиму являється величина карбонатного індексу – добуток загальної лужності на кальцієву твердість, який має різні значення для заданого температурного режиму. Мінімальні нормативні значення карбонатного індексу (I_K) живильної води тепломережі наведені в таблиці 2.1 [4].

Таблиця 2.1 – Значення карбонатного індексу для відкритих і закритих систем теплопостачання.

Карбонатний індекс		
Температура, °С	Система теплопостачання	
	Закрита	Відкрита
141 – 150 3 котлами нагрівачами	0,5	0,8
151 – 200 3 підігрівачами тепломережі	0,5	1,0
70 – 100 3 котлами нагрівачами	3,0	3,2
70 – 100 3 підігрівачами тепломережі	3,5	4,0

Значення рН живильної води для відкритих систем теплопостачання має становити $8,3 \div 9,0$, а для закритих – $8,3 \div 9,5$. Верхня межа значень рН допускається лише при глибокому пом'якшенні води, нижня – може

корегуватися в залежності від інтенсивності корозійних явищ в обладнанні і трубопроводах систем тепlopостачання. Якість додаткової води відкритих систем тепlopостачання повинна задовольняти вимоги державного стандарту до питної води (ДСТУ 7525:2014, «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», затвердженим наказом Мінекономрозвитку від 23.10.2014 № 1257), згідно з яким величина рН повинна бути в межах 7,0 ÷ 11,0. Якість мережної води має відповідати нормам, наведеним в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вимоги до води для потреб тепломережі.

Показник	Система тепlopостачання					
	відкрита			закрита		
	Температура мережевої води, °С					
	115	250	200	115	250	200
Прозорість по шрифту, см, не менше	40	40	40	30	30	30
Карбонатна твердість, мкг-екв/кг	800	750	375	800	750	375
Вміст розчиненого кисню, мкг/кг	50	30	20	50	30	20
Вміст сполук заліза, мкг/кг	300	300	250	600	500	375
Значення рН при 25°С	Від 7,0 до 8,5			Від 7,0 до 11,0		
Вміст нафтопродуктів, мкг/кг	1,0					

Для пом'якшення води використовують йонообмінні матеріали у вигляді катіонітів. Фільтри першого та другого ступеня завантажені сильнокислотним катіонітом КУ-2-8.

Сильнокислотний катіоніт КУ-2-8 (ГОСТ 20298-74) отримують сульфуванням сополімеру стирола з 8% диметилбензолом. Він має гелеву структуру. Катіоніт характеризується високою хімічною стійкістю в розведених

розчинах лугів, кислот, деяких окисників та органічних розчинників. Основні властивості катіоніту наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика катіоніту КУ-2-8

Найменування показника	Норма	
	Вищий сорт	Перший сорт
Зовнішній вигляд	Зерна від світло-жовтого до темно-коричневого кольору	
Гранулометричний склад:		
а) розмір зерен, мм	0,315 - 1,25	0,315 - 1,25
б) склад робочої фракції, %, не менше	96	95
в) ефективний розмір зерен, мм, не більше	0,4 - 0,55	0,35 - 0,55
г) коефіцієнт однорідності, не більше	1,7	1,8
Масова частка вологи, %, не більше	48 - 58	48 - 58
Питомий об'єм, см/г ³ , в Н-формі, не більше	2,8	2,8
Повна статична обмінна ємність, ммоль/см ³ (мг-екв/см ³), не менше	1,8	1,8
Динамічна обмінна ємність моль/м ³ (г-екв/м ³) не менше:		
з повною регенерацією іоніту	-	-
з заданою витратою регенеруючої речовини	526	520
Осмотична стабільність, %, не менше	94,5	85

Для регенерації катіонітів використовують технічну кухонну сіль. Вимоги до технічної кухонної солі наведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Фізико-хімічні показники солі ГОСТ 13830-97

Найменування показника	Фактичний вміст	Норма в перерахуванні на суху речовину для гатунку	
		вищий	перший
Масова частка хлористого натрію, %, не менше	98,22	98,20	97,50
Масова частка кальцій-іона, %, не більше	0,31	0,35	0,55
Масова частка магній-іона, %, не більше	0,03	0,08	0,10
Масова частка сульфат-іона, % не більше	0,80	0,85	1,20

Закінчення таблиці 2.4

Масова частка калій-іона (для продукту без йодованої добавки),% не більше	0,012	0,10	0,20
Масова частка оксиду заліза (III), %. не більше	0,0020	0,04	0,04
Масова частка нерозчинного у воді залишку (н.о.), %, не більше	0,29	0,25	0,45
Масова частка вологи	0,1	0,25	0,25

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН2211 1440 001 ПЗ

Арк.

19

3. ХАРАКТЕРИСТИКИ І ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА. ХІМІЗМ ТА ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ОБГРУНТУВАННЯ НОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

Вода, що поступає на натрій-катіонітні фільтри ВПУ не повинна містити речовин в колоїдному та грубодисперсному стані, так як деякі з них шкідливо впливають на стан самих катіонітів, а інші недостатньо затримуються ними, що може погіршити якість живильної води для парових котлів і підживлювальної води теплових мереж.

Для видалення вищезгаданих речовин, а також зниження солевмісту вхідної води перед поданням на натрій-катіонітну установку ВПУ служить спеціальний апарат – освітлювач.

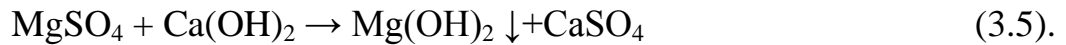
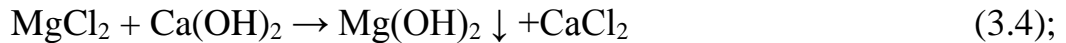
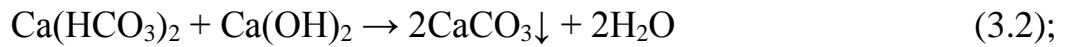
Освітлювач – це апарат, призначений для попередньої очистки вхідної води з допомогою реагентів за методом осадження. Такий метод підготовки води дозволяє:

- освітлити оброблену воду;
- видалити із обробленої води вільну вуглекислоту(декарбонізація);
- знизити лужність обробленої води;
- знизити жорсткість обробленої води (часткове зм'якшення);
- знизити окисність (вміст органічних речовин) обробленої води;
- знизити вміст завислих речовини у обробленій воді;
- знизити вміст сполук заліза і кремнекислоти у обробленій воді;
- знизити сухий залишок (солевміст) обробленої води.

Згідно проектної технології у якості реагентів для обробки води в освітлювачах повинні застосовуватися вапняне молоко, коагулянт та луг. При цьому всі реагенти повинні дозуватись в одну реакційну зону, а нормоване значення показника рН освітленої води підтримуватися за рахунок вапна, що подається в апарат і коригується за сигналом датчика рН-метра, встановленого в зоні надходження реагентів.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

При обробці води в освітлювачі по технології вапнування протікають хімічні процеси, які в основному можна описати наступним рядом рівнянь молекулярних реакцій:



Як видно із рівняння (3.1) при вапнуванні води видаляється вільна вуглекислота і утворюється важкорозчинна, випадаюча в осад, сполука – карбонат кальцію. При введенні вапна в більшій кількості, чим це необхідно для зв'язування вільної вугільної кислоти, у воді підвищується вміст гідроксильних іонів (OH^-), що призводить до переходу бікарбонатів (HCO_3^-), які обумовлюють лужність сирі води, в карбонати (CO_3^{2-}) згідно рівнянь (3.2) і (3.3), а також може бути перевищено добуток розчинності гідрооксиду магнію, який в цьому випадку виділиться в осад.

Утворювані карбонат кальцію і гідрат окису магнію, випадають у вигляді осаду. Таким чином знижується лужність та жорсткість вхідної води.

Некарбонатні сполуки магнію, що містяться у воді, також взаємодіють із вапном. При цьому магній у вигляді гідроокису випадає в осад, проте зниження жорсткості не відбувається, так як постійно проходить заміна магнієвої жорсткості на постійну кальцієву (рівняння (3.4), (3.5)).

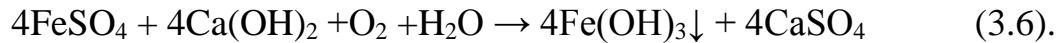
Із приведених рівнянь видно, що в результаті хімічної взаємодії вапна (гашеного) із солями води відбувається утворення важкорозчинних сполук, що випадають у осад. Для інтенсифікації процесу їх осаджування в освітлювач дозується коагулянт.

Коагуляція при вапнуванні являється процесом, що покращує формування осаду і протікання процесу видалення домішок.

Коагуляція – фізико-хімічний процес укрупнення колоїдних частинок за рахунок їх злипання під дією молекулярних сил притягання.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

У якості коагулянту використовується залізний купорос, або ще як його називають сірчанокиисле залізо ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Ця сполука представляє собою сіль слабої основи та сильної кислоти. При введенні у воду поряд із вапном розчину залізного купоросу проходить його гідроліз та окислення розчиненим у воді киснем з утворенням гідроокису заліза (III). Реакція взаємодії може бути виражена в молекулярній формі наступним рівнянням:



Як видно із рівняння (3.6) використання сульфату заліза (II) при коагуляції пов'язано із додатковими витратами вапна, як джерела гідроксильних іонів, що повинно бути враховано при розрахунку дози вапна.

Розчинність гідроокису заліза (III) дуже мала, а тому Fe(OH)_3 виділяється із розчину, утворюючи колоїдні частинки, які мають сильно розвинуту поверхню та велику адсорбційну властивість, що призводить до поглинання ними із розчину тих чи інших іонів. В результаті чого колоїдні частинки Fe(OH)_3 мають позитивний заряд.

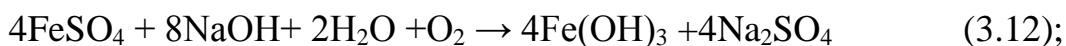
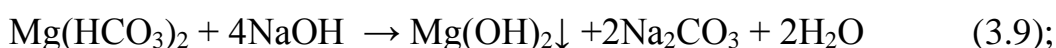
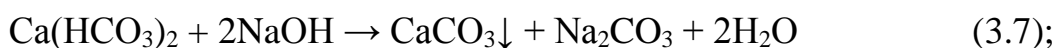
Глина та гумінові речовини дисоціюють у воді як кислоти, їх колоїдні частинки заряджені негативно (при дисоціації іон водню відривається і залишається негативно заряджений радикал). Колоїдно-дисперсні частинки кремнекислих сполук у природних водах частіше також заряджені негативно. Між негативно зарядженими частинками дисперсних домішок води та позитивно зарядженими колоїдними частинками гідроокису заліза виникають сили притягання.

Колоїдно-дисперсні частинки Fe(OH)_3 коагулюють, об'єднуються у більш крупні, але ще не помітні оком, частинки – мікропластівці. Саме в процесі утворення мікропластівці відбувається основна очистка води від домішок, які знаходяться в колоїдному стані дисперсності. При цьому здійснюється коагуляція різнорідних по природі речовин, та взаємна коагуляція різнойменно заряджених колоїдно-дисперсних частинок. Далі частинки укрупнюються і утворюють макропластівці розміром не менше 1-2 мм.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таким чином, при коагуляції відбувається очистка природної води від домішок, що знаходяться в ній: колоїдно-дисперсних частинок та тонкодисперсної суспензії – на стадії утворення мікропластівців; грубодисперсної – на стадії утворення макропластівців. Крупні пластівці, що утворилися в освітлювачі, в результаті спільних процесів вапнування і коагуляції, утворюють комплексний шлам. Цей шлам, підтримується у завислому стані висхідним потоком води в освітлювачі і утворює фільтруючий шар (так званий шламований фільтр), на поверхні частинок якого здійснюються процеси освітлення води.

Процеси обробки води з використанням лугу (NaOH) можна описати наступними хімічними рівняннями:



Із наведених рівнянь видно, що луг, взаємодіючи із бікарбонатами (рівняння (3.7) і (3.9)) і вуглекислою (рівняння (3.8)), приводить до утворення карбонату натрію (сода), котрий здатний осаджувати розчинні хлориди та сульфати кальцію (рівняння (3.10) і (3.11)), що обумовлюють постійну жорсткість води.

Більше того, використання гідроксиду натрію дозволяє виключити можливість підвищення постійної жорсткості, що утворюється при гідролізі коагулянту та передозуванні вапна, що забезпечує надлишок гідратів (рівняння (3.12) і (3.13)).

Слід відмітити, що у результаті подачі всіх трьох реагентів в одну реакційну зону (низ освітлювача) реакції, описані рівняннями 3.7 ÷ 3.9, 3.12 і 3.1 ÷ 3.6, йдуть одночасно і становляться конкурентними одна одній. Можливі

										ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
											23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

навіть такі небажані реакції, як взаємодія вапна з утвореною содою (рівняння 3.13).

В умовах проектної технології, коли гідроксид натрію дозується лише для додаткового пом'якшення води (зниження постійної жорсткості), переважають реакції згідно рівнянь (3.7, 3.10, 3.11).

Спільне вапнування і коагуляція забезпечують найкращий ефект протікання обох процесів, так як $\text{Ca}(\text{OH})_2$ являється постачальником гідроксил-іонів при гідролізі FeSO_4 , що різко прискорює випадання осаду $\text{Fe}(\text{OH})_3$ (рівняння (3.6)). У свою чергу, при видаленні колоїдних речовин в процесі коагуляції створюються сприятливі умови для росту кристалів CaCO_3 . Таким чином, чим вище ефект коагуляції, тим повніше будуть протікати реакції пом'якшення води.

Водопідготовча установка призначена для підготовки підживлювальної води в тому числі і живильної води для парових котлів. Природна вода містить домішки, які умовно класифікуються по степені дисперсності (крупності) на: - істиннорозчинні (іонні), які знаходяться у воді у вигляді окремих іонів, молекул; колоїдно-дисперсні (КДД) із розміром часточок від 1 до 100 нм і – грубо дисперсні (ГДД) із розміром часточок більш ніж 100 нм (0,1 мкм). Грубодисперсні домішки ще називають завислими речовинами (з/р).

ГДД мають таку велику масу, що практично через деякий час або випадають в осад, або спливають на поверхню води (якщо густина часточок менше густини води). Чим більше розмір часточок ГДД тим легше вони виділяються із води при відстоюванні чи фільтруванні. Довго залишаючись у завислому стані ГДД обумовлюють мутність води.

Першим етапом фізико-хімічної обробки води є передочистка – попередня обробка вхідної води реагентами в освітлювачі і потім фільтрування обробленої води через механічні (освітлювальні) фільтри.

Процес фільтрування води після освітлювачів здійснюється на установці фільтрування, яка призначена для видалення із обробленої води (повного або

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

часткового) завислих речовин (ГДД) і колоїдних (КДД) шляхом фільтрування її через шар фільтрувального матеріалу фільтрів.

Натрій-катіонітна установка працює за схемою послідовного двохступінчастого катіонування води, яка попередньо оброблена реагентами на освітлювачах та очищена на установці фільтрування води на механічних фільтрах. Послідовність технологічного процесу пом'якшення води наступна.

Підігріта до температури $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ вхідна вода із котельного відділення подається в освітлювач, де разом із зворотніми стоками (засолені води із баку засолених вод, води із баку промивних вод механічного фільтру, бака переливів) піддається обробці реагентами (вапном, коагулянтном, лугом) з метою зниження лужності, жорсткості, вмісту завислих речовин, сполук заліза і т.д.

Вапняково-коагульована (і додатково пом'якшена лугом) вода виходить із освітлювача і збирається у баках вапняково-коагульованої води, а звідтіля насосами вапняково-коагульованої води направляється на механічні фільтри для освітлення. Освітлена таким чином вода являється вхідною для Na-катіонітної установки.

Освітлена вода після механічних фільтрів поступає спочатку на Na-катіонітні фільтри, які завантажені сильнокислотним катіонітом у Na-формі, де відбувається максимально можливий обмін катіонів кальцію і магнію, що містяться у воді, на катіон натрію, яким «володіє» катіоніт. У роботі знаходиться звичайно один фільтр. На Na-катіонітному фільтрі, освітлена вода пом'якшується до залишкової жорсткості від 20 до 1500 мкг-екв/дм³.

Пом'якшена вода із баків хімічно-очищеної води подається за допомогою насосів хімочищеної води у котельне відділення станції, безпосередньо у термічні деаератори підживлення тепломережі (при необхідності і у деаератор парових котлів).

Вимкнення Na-кат. фільтрів на регенерацію здійснюється при залишковій жорсткості фільтрату не більше 1500 мкг-екв/дм³.

Для розпушення Na-кат. фільтрів використовується вода із бака розпушення Na-кат. фільтрів, куди збираються відмивні води після проведення

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регенерації фільтрів, або при її відсутності туди набирають освітлену воду після механічних фільтрів.

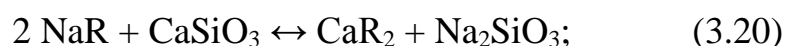
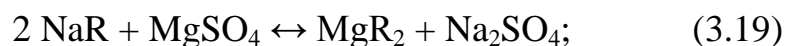
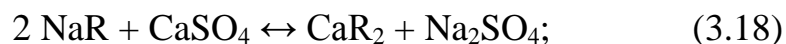
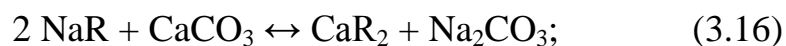
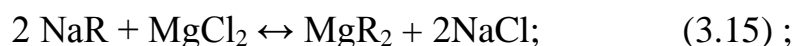
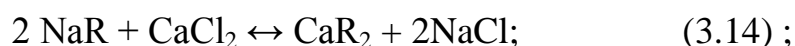
Відновлення обмінної здатності катіонітів у виконується шляхом пропускання через завантаження фільтра регенераційного розчину солі із концентрацією $C = 8-10 \%$.

Проектом було передбачено використання методу так званої розвиненої регенерації з метою зниження витрат повареної солі на регенерацію. Суть методу зводилася до проведення регенерації у дві стадії: спочатку сольовою частиною відпрацьованого розчину від попередньої регенерації, а потім свіжим розчином повареної солі.

Процес пом'якшення води означає видалення із неї іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} . Натрій-катіонітовий метод пом'якшення води оснований на здатності катіоніту замінити обмінний катіон натрію, яким володіє катіоніт, іншими катіонами (кальцій, магній), що знаходяться у оброблюваній воді.

Під час фільтрування освітленої (вапняково-коагульованої) води крізь шар катіоніту, внаслідок іонного обміну розчинені у воді іони кальцію і магнію поглинаються катіонітом, а замість них у воду переходить іон натрію, що раніше утримувався в катіоніті. Завдяки цьому вода практично повністю звільняється від іонів кальцію і магнію, тобто становиться м'якою.

Хімізм процесу натрій-катіонування вапняково-коагульованої води можна записати такими реакціями обміну:



де символом R позначено складний комплекс катіоніту, що практично нерозчинний у воді (умовний одновалентний радикал функціональної групи катіоніту).

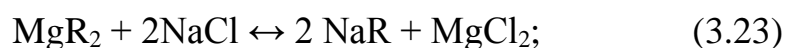
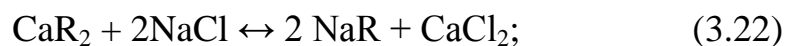
У результаті натрій-катіонування у фільтраті з'являються гідрати, сульфати, силікати, карбонати натрію. Пом'якшена вода має, так само як і вапнована, лужну реакцію і забарвлення за фенолфталеїном. Тобто, аніонний склад обробленої води при цьому не змінюється.

При натрій-катіонуванні освітленої (вапняно-коагульованої) води на кожний еквівалент поглинених із неї іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у фільтрат поступає один еквівалент іонів Na^+ .

У процесі пом'якшення води відбувається поступове виснаження катіоніту, що призводить до проскакування іонів жорсткості у фільтрат. Прояв проскоку іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у фільтрат після Na-кат. фільтрів у значній кількості (більше 500 мкг-екв/дм³) свідчить про виснаження катіоніту і є сигналом для вимкнення фільтра на регенерацію, тобто відновлення здатності катіоніту до іонного обміну.

Процес регенерації катіоніту, тобто зворотнє заміщення його активних груп обмінюваними іонами, здійснюється шляхом пропускання розчину повареної солі крізь розпушений шар катіоніту. При цьому, внаслідок великої концентрації іонів натрію в регенераційному розчині, вони витісняють із катіоніта раніше поглинені ним іони кальцію і магнію, які переходять у розчин, а катіоніт насичується іонами натрію.

При регенерації протікають наступні реакції:



Для повного протікання реакцій необхідно мати деякий надлишок повареної солі (2-х - 3-х кратний понад стехіометричної кількості).

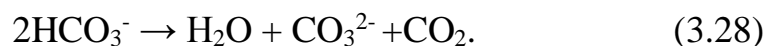
На підставі уявлення про вуглекислотну рівновагу як гідрокарбонатну на діапазоні $\text{pH}_\Delta = 4 \div 11$ запропоновано механізми дисоціації іонів HCO_3^- (3.24) і

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(3.25), які відповідають фактичному складу розчинів (концентрації HCO_3^- , CO_2 , CO_3^{2-}) в залежності від [5]:



Загально відоме рівняння (сумарне (1) і (2)), яким описують реакцію розкладання гідрокарбонат іонів у воді, що нагрівається у контакті з повітрям:



Практика, що спирається на рівняння (3.28) для опису вуглекислотної рівноваги (CO_2 не видаляється з розчину), не є коректною. Дійсно:

- концентрація CO_3^{2-} не дорівнює концентрації розчиненого CO_2 за жодного значення pH, окрім близьких до 0 за pH 8,35, згідно же рівняння (3.28) – дорівнює в незалежності від pH;
- концентрації HCO_3^- , CO_3^{2-} та CO_2 залежать від pH, а згідно рівняння (3.28) – не залежать.

Таким чином, дисоціація у рівноважних умовах гідрокарбонат іонів відбувається за OH^- або H^+ механізмами, за типом лугу або кислоти, відповідно. Застосовуючи принцип Ле-Шательє до наведених рівнянь легко пояснити факт залежності концентрації CO_2 і CO_3^{2-} від значення pH у відповідних діапазонах.

Встановлено причину знаходження граничного значення pH_Δ , за яким змінюється механізм дисоціації відповідає максимальній відносній концентрації гідрокарбонат іонів у розчині, у лужному середовищі. Реакція дисоціації HCO_3^- за H-механізмом (з утворенням CO_3^{2-}) потребує надлишку OH^- , оскільки енергія зв'язку однозарядного іону (H^+) з двозарядним іоном (CO_3^{2-}) вища, ніж однозарядного іону (OH^-) з нейтральною молекулою (CO_2).

При термостатуванні води без контакту з повітрям розкладання в ній гідрокарбонатних іонів відбувається за переважно H^+ або OH^- механізмами зі зменшенням або зі збільшенням pH, відповідно: ΔpH у діапазоні $\pm (0,02 \div 1,5)$ за температури $(40 \div 190)^\circ\text{C}$. Для підтримання pH у межах діапазону використовується H_2SO_4 , особливо необхідно після освітлення. Попередження рівномірної кисневої корозії як джерела залізооксидного вторинного накипу є

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

необхідною умовою для реалізації «вуглекислотного» режиму, в рамках якого можливо попередити утворення CaCO_3 у мережній воді. Використання Na_2SO_3 запобігає кисневій корозії.

					<i>ДП ХН2211 1440 001 ПЗ</i>	Арк.
						29
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

4. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

На кресленні ДП ХН2211 1440 001 ТС представлено технологічну схему відділення пом'якшення води за допомогою Na-катіонування для теплових мереж.

Насос сирі води 1 подає воду на підігрівач сирі води 2, де нагрівається до 30°C. Теплоносієм є технічна вода з деаератора. Розподілення технічної води регулюється задвижками в багатьох режимах. Рушійною силою є насос технічної води 13, який подає воду після нагрівача у баки технічної води 23, 24, у баки пожежної води 21 та на промивку й розпушення механічного фільтра 4. Гаряча технічна вода подається насосом 17 та розподіляється між баком розчинення повареної солі для регенерації 15, та баком вапнованої води 18.

Підігріта сира вода потрапляє в освітлювач 3, де відбувається пом'якшення. З баку не гашеного вапна 20 подається у бак вапняної води з циркуляційним насосом 18, звідки дозується у освітлювач. З баку 30 для коагулянту подається насосом 28, у бак мірник 26, туди ж з баку 23, насосом 25 подається технічна вода. З баку мірнику 26 коагулянт потрапляє у освітлювач.

Після освітлювача ущільнений шлам подається у шламосховище, освітлена вода потрапляє у механічний фільтр 4 звідки у бак пом'якшеної води 5. З пом'якшеної води на катіонітові фільтри 6,7,8,9 та 10 ,як резервний, з фільтрів хімічно очищена вода потрапляє на деаератор. При регенерації з баку повареної солі 19 сіль потрапляє у бак розчинник 15 та перекачується насосом 16 на лінію регенераційних солоних вод, після регенерації з кожного фільтру, регенераційні води потрапляють у дренажний канал 11, а звідти насосом 12 перекачується в освітлювач або виводиться на стоки.

Технічна вода з баків пожежної води 21 виводиться у випадку необхідності на забір води пожежної машини або в період зацвітання насосом 14 у освітлювач разом з сирію водою. При переповненні баку технічної води 23 подається у бак технічної води 24 і далі в дренажний канал насосом 32 або на розчинення сульфіту насосом 35.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У теплу пору року коли сезон опалення та ремонтно налагоджувальні роботи закінчаться. Технологічною інновацією передбачено зміни в схемі. Катіонування припиняється. З баку кислоти 31, насосом 29 дозується у бак мірник 27, в який насосом 25, з баку технічної води 23 для розведення кислоти, подається розчин кислоти у бак пом'якшеної води 5 при чіткому контролі рН. Паралельно з баку технічної води 24 насосом 35 у бак 34 подається вода для розчинення сульфіту, циркуляційно насосом 35, який подається у бак 34 з баку 33. Розчин сульфіту подається з баку 34 насосом 35 у бак пом'якшеної води 5, для хімічної деаерацій.

					<i>ДП ХН2211 1440 001 ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ З СИРОВИНИ, НАПІВПРОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

У даному розділі проводиться розрахунок матеріальних потоків розчини реагентів, витрата води на власні потреби, кількість допоміжних матеріалів. Враховуючи те, що основними апаратами обрано іонітові фільтри, то в даному розділі розраховуються апарати, що беруть участь в очищенні води до її подання на іонітові установку: освітлювач та механічний фільтр. А також розраховуються витратні коефіцієнти на даних етапах водопідготовки [6].

5.1 Розрахунок освітлювача

Склад вхідної води, мг-екв/дм³:

$$\begin{aligned} [\text{Ca}^{2+}] &= 5,23; & [\text{HCO}_3^-] &= 2,39; \\ [\text{Na}^+] &= 0,69; & [\text{NO}_3^-] &= 0; \\ [\text{Mg}^{2+}] &= 0,92; & [\text{SO}_4^{2-}] &= 2,99. \end{aligned}$$

Продуктивність установки без урахування витрати води на власні потреби освітлювача і механічних фільтрів складає:

$$Q = 250 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо дозу коагулянту 0,7 мг-екв/дм³, залишкову лужність не менше 0,7 мг-екв/дм³.

Дозу вапна визначаємо за рівнянням:

$$D_B = [\text{CO}_2]_{\text{в.в.}} + [\text{HCO}_3^-]_{\text{в.в.}} - [\text{HCO}_3^-]_{\text{зал}} + D_K,$$

$$\text{де } [\text{CO}_2]_{\text{в.в.}} = \frac{\text{CO}_{2 \text{ в.в.}}}{E_{\text{CO}_2}},$$

де $\text{CO}_{2 \text{ в.в.}}$ - вміст вільної вуглекислоти у вихідній воді, 21 мг/дм³;

E_{CO_2} - еквівалентна маса CO_2 , мг-екв/моль;

D_K - доза коагулянту, мг-екв/дм³.

$$D_B = \frac{21}{22} + 2,39 - 0,7 + 0,7 = 3,34 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Вапном осаджується HCO_3^- у кількості :

$$[\text{HCO}_3^-]_{\text{осадж}} = [\text{HCO}_3^-]_{\text{в.в.}} + [\text{CO}_2]_{\text{в.в.}} - [\text{HCO}_3^-]_{\text{зал}};$$

$$[\text{HCO}_3^-]_{\text{осадж}} = 2,39 + \frac{21}{22} - 0,7 = 2,64 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

									Арк.
									32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ				

У першу чергу з катіонів осаджується Ca^{2+} . При прийнятому дозуванні вапна кількість кальцію в оброблюваній воді дорівнює кількості кальцію у вихідній воді плюс внесене з вапном:

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{вап.в}} = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{в.в}} + D_{\text{в}} = 5,23 + 3,34 = 8,57 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Кальцій осаджується у вигляді CaCO_3 , зв'язуючись з іонами HCO_3^- у кількості 2,64 мг-екв/дм³.

Залишковий вміст кальцію у вапнованій воді:

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{зал}} = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{вап.в}} - [\text{HCO}_3^-]_{\text{осадж}} = 8,57 - 2,64 = 5,93 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Вміст Na^+ і Mg^{2+} залишається незмінним.

Вміст сульфатів збільшується за рахунок дозування коагулянту FeSO_4 :

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{вап.в}} = [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{в.в}} + D_{\text{к}};$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{вап.в}} = 2,99 + 0,7 = 3,69 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Вміст хлоридів у воді не змінюється.

Кількість шламу, що утвориться при вапнуванні з коагуляцією, визначається за рівнянням:

$$Q_{\text{ш}} = C_{\text{зв.р}} + 50 \cdot (\text{Ж}_{\text{Ca}^{2+}} + D_{\text{в}}) + 56 \cdot \alpha_{\text{д}} \cdot D_{\text{в}} + 78 \cdot D_{\text{к}},$$

де $C_{\text{зв.р}}$ - кількість зважених речовин у вихідній воді, 141 г/м³;

$\alpha_{\text{д}}$ - кількість домішок у вапняному молоці, що дозується (20-50%), частки од.

$$Q_{\text{ш}} = 141 + 50 \cdot (5,23 + 3,34) + 56 \cdot 0,5 \cdot 3,34 + 78 \cdot 0,7 = 717,62 \text{ г/дм}^3.$$

Величина продувки освітлювача визначається за формулою:

$$p = \frac{(Q_{\text{ш}} - C_{\text{зв.р}}^{\text{зал}}) \cdot 100}{1000 \cdot \delta_{\text{ср}}},$$

де $C_{\text{зв.р}}^{\text{зал}}$ - залишковий вміст зважених речовин у воді після освітлювача, г/м³;

$\delta_{\text{ср}}$ - середня концентрація зважених речовин в осадуючій гудронувачі, 27 г/дм³.

$$p = \frac{(717,62 - 10) \cdot 100}{1000 \cdot 27} = 2,62 \text{ \%}.$$

Отже, із продувкою видаляється наступна кількість води:

$$V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{прод.}}} = Q \cdot 1,1 \cdot \frac{p}{100} = 250 \cdot 1,1 \cdot \frac{2,62}{100} = 7,2 \text{ м}^3/\text{год}.$$

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ				

Витрата вапна у вигляді $\text{Ca}(\text{OH})_2$ визначається за формулою:

$$Q_{\text{В.}}^{\text{доб.}} = 24 \cdot 28,04 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \frac{D_{\text{В.}}}{1000} = 24 \cdot 28,04 \cdot 250 \cdot \frac{3,34}{1000} = 618,1 \text{ кг/добу.}$$

Витрата вапняного молока на добу визначається:

$$V_{\text{В.}}^{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{В.}}^{\text{доб.}} \cdot 100}{1000 \cdot C_{\text{В.М.}} \cdot \rho_{\text{В.М.}}},$$

де $C_{\text{В.М.}}$ - масова концентрація вапняного молока, 5 % ;

$\rho_{\text{В.}}$ - густина вапняного молока, 1040 кг/м³ ;

$$V_{\text{В.}}^{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{В.}}^{\text{доб.}} \cdot 100}{5 \cdot 1040} = 11,89 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Кількість води для приготування вапняного молока:

$$V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{В.М.}}} = \frac{(V_{\text{В.}}^{\text{доб.}} \cdot \rho_{\text{В.М.}} - Q_{\text{В.}}^{\text{доб.}})}{24} = \frac{(11,89 \cdot 1040 - 618,1)}{24} = 489,48 \text{ кг/год} = \\ = 0,49 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата 5%-го вапняного молока на один освітлювач

$$Q_{\text{В.}}^1 = \frac{V_{\text{В.}}^{\text{доб.}}}{24 \cdot N},$$

де N - кількість освітлювачів, шт.

$$Q_{\text{В.}}^1 = \frac{11,89}{24 \cdot 1} = 0,49 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата коагулянту визначається за формулою:

$$Q_{\text{К.}}^{\text{доб.}} = \frac{24 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot E_{\text{К.}} \cdot q_{\text{К.}}}{1000},$$

де $E_{\text{К.}}$ - еквівалентна маса безводного коагулянту FeSO_4 , г-екв/моль;

$q_{\text{К.}}$ - максимально необхідна доза коагулянту, мг-екв/дм³ ;

$$Q_{\text{К.}}^{\text{доб.}} = \frac{24 \cdot 250 \cdot 1,1 \cdot 78 \cdot 0,7}{1000} = 360,36 \text{ кг/добу.}$$

Витрата 5%-го розчину коагулянту визначається за формулою:

$$V_{\text{К.}}^{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{К.}}^{\text{доб.}} \cdot 100}{1000 \cdot C_{\text{К.}} \cdot \rho_{\text{К.}}},$$

де $C_{\text{К.}}$ - концентрація безводного коагулянту, %;

$\rho_{\text{К.}}$ - густина 5%-го розчину коагулянту, кг/м³ ;

									Арк.
									34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ				

$$V_{\text{к.}}^{\text{доб.}} = \frac{360,36 \cdot 100}{5 \cdot 1048} = 6,88 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Кількість води для приготування розчину коагулянту:

$$V_{\text{H}_2\text{Oк.}} = \frac{(V_{\text{к.}}^{\text{доб.}} \cdot \rho_{\text{к.}} - Q_{\text{к.}}^{\text{доб.}})}{24} = \frac{(6,88 \cdot 1048 - 360,36)}{24} = 285,42 \text{ кг/год} = \\ = 0,29 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата 5%-го розчину коагулянту на один освітлювач:

$$Q_{\text{к.}}^1 = \frac{V_{\text{к.}}^{\text{доб.}}}{24 \cdot N},$$

де N - кількість освітлювачів, шт.

$$Q_{\text{к.}}^1 = \frac{6,88}{24 \cdot 1} = 0,29 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Сумарна витрата води на власні нестатки освітлювача:

$$V_{\text{в.н.}}^{\text{осв.}} = V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{прод.}}} + V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{в.м.}}} + V_{\text{H}_2\text{Oк.}} = 7,2 + 0,49 + 0,29 = 7,98 \text{ м}^3/\text{год.}$$

5.2 Розрахунок механічних фільтрів

Необхідна площа фільтрування приблизно визначається за формулою:

$$F' = \frac{Q_0}{\omega} = \frac{(250 + 7,98) \cdot 1,1}{10} = 28,38 \text{ м}^2.$$

де Q_0 - продуктивність фільтрів по проясненій воді з урахуванням витрати води на їхні власні нестатки, $\text{м}^3/\text{год}$;

ω - швидкість фільтрування при нормальному режимі роботи фільтрів, $\text{м}/\text{год}$.

Виходячи з розуміння експлуатаційної надійності, число одночасно працюючих фільтрів однакового діаметра приймається не менше чотирьох. Необхідна площа фільтрування кожного фільтра визначається за формулою [7]:

$$f' = \frac{F'}{n},$$

де n - число фільтрів.

$$f' = \frac{28,38}{4} = 7,095 \text{ м}^2.$$

Підбираємо площу фільтрів, що випускаються серійно заводами, з округленням отриманого значення у бік збільшення ($f > f'$).

										Арк.
										35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ					

Встановлюємо 5 стандартних однокамерних фільтри площею фільтрування $f = 9,1 \text{ м}^2$, діаметром $D = 3400 \text{ мм}$, висотою шару 1000 мм .

Витрата води на розпушення кожного фільтра, визначається за формулою:

$$q_{\text{розп.}} = f \cdot i \cdot t_{\text{розп.}} \cdot \frac{60}{1000},$$

де f - площа фільтрування кожного фільтра, м^2 ;

i - інтенсивність розпушення фільтра, $\text{л}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$;

$t_{\text{розп.}}$ - тривалість розпушення фільтра, хв ;

$$q_{\text{розп.}} = 9,1 \cdot 10 \cdot 5 \cdot \frac{60}{1000} = 27,3 \text{ м}^3.$$

Витрата води на відмивання фільтрів шляхом спуску в дренаж першого мутного фільтрату зі швидкістю 4 м/с протягом 10 хв визначається за формулою:

$$q_{\text{відм}} = f \cdot \omega \cdot \frac{t_{\text{відм}}}{60},$$

де ω - швидкість фільтрування, м/год ;

$t_{\text{відм}}$ - тривалість відмивання фільтра, хв ;

$$q_{\text{відм}} = 9,1 \cdot 4 \cdot \frac{10}{60} = 6,07 \text{ м}^3.$$

Годинна витрата води на власні нестатки усіх фільтрів визначається за формулою:

$$q_{\text{Г}} = \frac{(q_{\text{розп.}} + q_{\text{відм}}) \cdot m \cdot n}{24},$$

де m - кількість відмивань кожного фільтра на добу, приймається рівним 1-3;

$$q_{\text{Г}} = \frac{(27,3 + 6,07) \cdot 2 \cdot 4}{24} = 11,12 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Продуктивність фільтрів з урахуванням витрати води на їхні власні нестатки визначається за формулою:

$$Q_{\text{в.н.}} = Q_0 + q_{\text{Г}} = 257,98 + 11,12 = 269,1 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Дійсна швидкість фільтрування при роботі усіх фільтрів дорівнює:

$$\omega_n = \frac{Q_{\text{в.н.}}}{n \cdot f} = \frac{269,1}{4 \cdot 9,1} = 7,39 \text{ м/год},$$

а під час вимикання одного з фільтрів на промивання:

$$\omega_{n-1} = \frac{Q_{\text{в.н.}}}{(n-1) \cdot f} = \frac{269,1}{(4-1) \cdot 9,1} = 9,86 \text{ м/год}.$$

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ				

6. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Розрахунок Na-катионітових фільтрів

Враховуючи продуктивність процесу водоочистки за концентратом $Q = 250 \text{ м}^3/\text{год}$, необхідна площа фільтрування при швидкості фільтрування $\omega = 10 \text{ м}/\text{год}$, м^2 [8]:

$$F = \frac{Q}{\omega} = \frac{250}{10} = 25 \text{ м}^2.$$

Приймаємо стандартний фільтр діаметром $D = 3 \text{ м}$, висотою шару $h_{\text{ш}} = 2,5 \text{ м}$ і площею перерізу фільтру $f_k = 7,07 \text{ м}^2$.

Кількість фільтрів:

$$N = \frac{F}{f_k} = \frac{25}{7,07} \approx 4 + 1 \text{ резервний.}$$

Тоді дійсна швидкість фільтрування, $\text{м}/\text{год}$:

$$\omega_D = \frac{Q}{f_k \cdot n} = \frac{250}{7,07 \cdot 4} = 8,84 \text{ м}/\text{год},$$

де n - кількість постійно працюючих фільтрів.

Кількість катіоніту КУ-2-8, яку необхідно завантажити у фільтри, у тому числі й у резервний, м^3 :

$$V_{\text{кат.}}^{\text{вол.}} = \frac{Q_{\text{доб.}} \cdot (\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})}{E_{\text{кат.}}},$$

де $Q_{\text{доб.}}$ - добова продуктивність фільтра;

$$Q_{\text{доб.}} = 24 \cdot 250 = 6000 \text{ м}^3/\text{добу};$$

Na^+ , Ca^{2+} і Mg^{2+} - концентрація іонів Na^+ , Ca^{2+} і Mg^{2+} у воді, $\text{мг-екв}/\text{дм}^3$;

$E_{\text{кат.}}$ - обмінна ємність катіоніту, $\text{г-екв}/\text{м}^3$;

$$V_{\text{кат.}}^{\text{вол.}} = \frac{6000 \cdot (0,69 + 5,93 + 0,92)}{600} = 75,4 \text{ м}^3.$$

Об'єм катіоніту в повітряно-сухому стані визначається за формулою :

$$V_{\text{кат.}}^{\text{сух.}} = \frac{V_{\text{кат.}}^{\text{вол.}}}{K_{\text{кат.}}^{\text{наб.}}} = \frac{75,4}{2,06} = 36,61 \text{ м}^3,$$

де $K_{\text{кат.}}^{\text{наб.}}$ - коефіцієнт набрякання катіоніту.

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ				

Маса повітряно-сухого катіоніту, завантаженого у фільтри, визначається за формулою :

$$M_{\text{кат.}}^{\text{сух.}} = V_{\text{кат.}}^{\text{сух.}} \cdot \rho_{\text{кат.}}^{\text{сух.}}$$

де $\rho_{\text{кат.}}^{\text{сух.}}$ - насипна густина катіоніту, т/м³;

$$M_{\text{кат.}}^{\text{сух.}} = 36,61 \cdot 0,7 = 25,67 \text{ т.}$$

Тривалість фільтрування визначається за формулою :

$$\tau = \frac{f_{\text{к}} \cdot h_{\text{ш}} \cdot E_{\text{кат.}} \cdot n}{Q \cdot C},$$

де C - концентрація всіх катіонів ;

$$\tau = \frac{7,07 \cdot 2,5 \cdot 600 \cdot 4}{250 \cdot (0,69 + 5,93 + 0,92)} = 22,5 \text{ год.}$$

Добове число регенерації визначається за формулою :

$$m = \frac{24 \cdot n}{\tau} = \frac{24 \cdot 4}{22,5} = 4,2 \text{ рег/добу}$$

Витрата хлориду натрію для регенерації фільтра, кг:

$$\sigma_{\text{NaCl}} = \frac{f_{\text{к}} \cdot h_{\text{ш}} \cdot b \cdot E_{\text{кат.}}}{1000} = \frac{7,07 \cdot 2,5 \cdot 100 \cdot 600}{1000} = 1060,5 \text{ кг,}$$

де b – питома витрата, кг/м³;

Для приготування регенераційного розчину використовується технічний хлорид натрію із вмістом NaCl 96,5%. Його витрата на одну регенерацію, кг:

$$\sigma_{96,5}^{\text{NaCl}} = \frac{1060,5 \cdot 100}{96,5} = 1098,96 \text{ кг.}$$

Витрати концентрованого 26 %-вого розчину ($\rho = 1197,2 \text{ кг/м}^3$), кг:

$$\sigma_{96,5}^{\text{NaCl}} = \frac{1098,96 \cdot 100}{26} = 4226,77 = 3,53 \text{ м}^3.$$

Добова витрата хлориду натрію, кг:

$$\sigma_{\text{NaCl}}^{\text{доб.}} = \sigma_{\text{NaCl}}^{96,5} \cdot m = 1098,96 \cdot 4,2 = 4615,63 \text{ кг.}$$

Регенерацію першої ступені Na-катіонітового фільтра здійснюється 10% - ним розчином NaCl ($\rho = 1055,9 \text{ кг/м}^3$). Його кількість становить, кг:

$$\sigma_{\text{NaCl}}^{10} = \frac{1098,96 \cdot 100}{10} = 10989,6 = 10,41 \text{ м}^3.$$

Кількість води на приготування 10% - вого розчину кухонної солі, м³:

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ				

$$V_{H_2O} = 10,41 - 3,53 = 6,88 \text{ м}^3.$$

Тривалість пропуску регенераційного розчину при швидкості потоку $\omega_{\text{рег}}=5$ м/год, год:

$$\tau_1 = \frac{\sigma_{NaCl}^{10}}{f_k \cdot \omega_{\text{рег}}} = \frac{10,41}{7,07 \cdot 5} = 0,29 \text{ год.}$$

Витрата води на відмивання, м³:

$$V_{\text{відм.}} = f_k \cdot h_{\text{ш}} \cdot a,$$

де а - питома витрата води на відмивання, м³/м³;

$$V_{\text{відм.}} = 7,07 \cdot 2,5 \cdot 3 = 52,025 \text{ м}^3.$$

Тривалість відмивання при швидкості руху відмивного потоку $\omega_{\text{відм}} = 5$ м/год, год:

$$\tau_2 = \frac{V_{\text{відм.}}}{f_k \cdot \omega_{\text{відм.}}} = \frac{52,025}{7,07 \cdot 5} = 1,47 \text{ год.}$$

Витрата води на розпушування при інтенсивності розпушування $i = 3$ кг/(с·м²), м³:

$$V_{\text{розп.}} = \frac{f_k \cdot \tau_3 \cdot i \cdot 60}{1000} = \frac{7,07 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 60}{1000} = 12,73 \text{ м}^3,$$

де τ_3 - час розпушування, хв.

Загальна тривалість регенерації, хв:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = 0,29 + 1,47 + \frac{10}{60} \approx 2 \text{ год} = 120 \text{ хв.}$$

Сумарну витрату води на регенерацію, м³:

$$V_{\text{сум.}} = V_{H_2O} + V_{\text{відм.}} + V_{\text{розп.}} = 10,41 + 52,025 + 12,73 = 75,17 \text{ м}^3.$$

Годинна витрата води на власні потреби, м³/год:

$$q_{H_2O} = \frac{V_{\text{сум.}} \cdot m}{24} = \frac{75,17 \cdot 4,2}{24} = 13,15 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для задоволення власних нестатків установки вихідної води необхідно, м³/год:

$$Q_{\text{бр.}} = Q + q_{H_2O} = 250 + 13,15 = 263,15 \text{ м}^3/\text{год.}$$

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.2 Вибір обладнання

Оскільки будь-яке обладнання в промисловості підлягає нормуванню згідно ДСТУ, тому рекомендовано при проектуванні технічного обладнання використовувати стандартизовані унормовані апарати, згідно розрахованих параметрів [9].

Вибір освітлювача:

Для забезпечення заданої продуктивності приймаємо до установки один освітлювача ВТИ-250і, продуктивністю по 250 м³/год, і один резервний.

Баки для розчину коагулянту:

Витрата 5%-го розчину коагулянту визначається за формулою:

$$V_{\text{к.}}^{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{к.}}^{\text{доб.}} \cdot 100}{1000 \cdot C_{\text{к.}} \cdot \rho_{\text{к.}}},$$

де $C_{\text{к.}}$ - концентрація безводного коагулянту, %;

$\rho_{\text{к.}}$ - густина 5%-го розчину коагулянту, кг/м³;

$$V_{\text{к.}}^{\text{доб.}} = \frac{360,36 \cdot 100}{5 \cdot 1048} = 6,88 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Встановлюємо один видатковий бак для 5 %-ного розчину коагулянту об'ємом 8,0 м³ і один резервний бак об'ємом 8,0 м³, що може бути використаний, як розчинний, так і видатковий.

Бак вапнованої води:

Витрата вапна у вигляді Са(ОН)₂ визначається за формулою:

$$Q_{\text{в.}}^{\text{доб.}} = 24 \cdot 28,04 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \frac{D_{\text{в.}}}{1000} = 24 \cdot 28,04 \cdot 250 \cdot \frac{3,34}{1000} = 618,1 \text{ кг/добу.}$$

Витрата вапняного молока на добу визначається:

$$V_{\text{в.}}^{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{в.}}^{\text{доб.}} \cdot 100}{1000 \cdot C_{\text{в.м.}} \cdot \rho_{\text{в.м.}}},$$

де $C_{\text{в.м.}}$ - масова концентрація вапняного молока, 5 %;

$\rho_{\text{в.}}$ - густина вапняного молока, 1040 кг/м³;

$$V_{\text{в.}}^{\text{доб.}} = \frac{Q_{\text{в.}}^{\text{доб.}} \cdot 100}{5 \cdot 1040} = 11,89 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість води для приготування вапняного молока:

$$V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{в.м.}}} = \frac{(V_{\text{в.}}^{\text{доб.}} \cdot \rho_{\text{в.м.}} - Q_{\text{в.}}^{\text{доб.}})}{24} = \frac{(11,89 \cdot 1040 - 618,1)}{24} = 489,48 \text{ кг/год} = \\ = 0,49 \text{ м}^3/\text{год.}$$

$$V_{\text{бак.}} = (V_{\text{в.}}^{\text{доб.}} + V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{в.м.}}} \cdot 24) \cdot 1,3 = 30,7 \text{ м}^3.$$

Встановлюємо два баки вапнованої води об'ємом по 35 м³.

Насоси-дозатори вапняного молока:

На освітлювач необхідно подавати по 0,49 м³/год вапняного молока. Приймаємо до установки два насоси-дозатори вапняного молока типу НД630/10, продуктивністю 0,63 м³/год, напір нагнітання 100 м вод. ст. з електродвигуном ВАО-21-4, потужністю 1,1 кВт, а також один резервний.

Насоси-дозатори розчину коагулянту:

На освітлювач необхідно подавати по $6,88/24 = 0,28$ м³/год розчину коагулянту. Приймаємо до установки два насоси-дозатори розчину коагулянту типу НД400/16, продуктивністю 0,4 м³/год, напір нагнітання 160 м вод. ст. з електродвигуном ВАО-21-4, потужністю 1,1 квт, кількість насосів один, а також один резервний.

Механічні фільтри:

Приймаємо до установки 5 механічних фільтри площею фільтрування по 9,1 м².

Вибір іонообмінних фільтрів:

За попередніми розрахунками приймаємо стандартні іонообмінні фільтри з такими характеристиками:

4 та 1 резервний ФІПа -2,6-0,6-На D = 3 м, висотою шару h_ш = 2,5 м і площею перерізу фільтру f_к = 7,07 м².

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Якість продукції та безпека на виробництві істотно залежить від рівня їх автоматизації. Відомо, що автоматизація технологічного процесу є одним з найважливіших заходів, що сприяють значному підвищенню продуктивності праці, скороченню втрат сировини і поліпшенню якості готової продукції. Схема автоматизації представлена на кресленику ДП ХН2211 1440 003 СхА.

Централізований оперативний контроль і оптимальне управління процесами, що проводяться в агрегатах, забезпечує автоматизована система контролю та управління, яка виконує такі основні функції:

- централізований контроль параметрів процесу на цифрових, самописних та аналогових приладах;
- попереджувальну і аварійну сигналізацію про відхилення параметрів технологічного процесу від допустимих значень;
- дистанційне керування регулювальною та запірною арматурою.

7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу очищення природної води реагентним методом, його апаратного оформлення та норм технологічного режиму необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль та регулювання температури сирі води;
- контроль та регулювання рівня сирі води в освітлювачі;
- контроль та регулювання рН та рівня освітленої води в баці освітленої води;
- контроль солемісту освітленої води в баці освітленої води;
- контроль та регулювання регенераційного розчину;
- контроль рівня води в баках пожежної, технічної;
- контроль витрати коагулянту, сульфатної кислоти, технічної води та сульфіту;
- контроль та регулювання рівня розчину сульфіту;

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк. 42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контроль солевмісту пом'якшеної води;

- контроль тиску в системі.

Параметри контролю та керування виробництва наведено у таблиці 7.1 [10, 11]

Таблиця 7.1 – Параметри контролю та керування

№ пор.	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контрольованого чи регульованого параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	Підігрівач сирової води	Температура	30±1 °С	контроль, регулювання
2	Освітлювач	Рівень	10 м	контроль, регулювання, сигналізація
3	Бак освітленої води	рН	8,3-9,5	контроль, регулювання, сигналізація
4	Бак освітленої води	Солевміст	6 мг-екв/м ³	контроль
5	Бак освітленої води	Рівень	4-5 м	контроль, регулювання
6	Бак регенераційного розчину	Витрата	13 м ³ /год	контроль, регулювання
7	Бак пожежної, технічної води	Рівень	10 м	контроль, регулювання
8	Бак технічної	Рівень	12 м	контроль, регулювання, сигналізація
9	Насос дозатор коагулянту	Витрата	15 кг/год	контроль, регулювання
10	Насос дозатор сульфатної к-ти	Витрата	0,8 м ³ /год	контроль, регулювання
11	Насос розчинювальної технічної води	Витрата	6 м ³ /год	контроль, регулювання
12	Насос дозатор сульфиту	Витрата	1,2 кг/год	контроль, регулювання
13	Бак розчину сульфиту	Концентрація	50 г/дм ³	контроль, регулювання
14	Бак розчину сульфиту	Рівень	6 м	контроль, регулювання

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП ХН2211 1440 001 ПЗ

Арк.

43

Закінчення таблиці 7.1

15	Na-катионітові фільтри	Солевміст	0,7 мг-екв/м ³	контроль, регулювання, сигналізація
16	Насос відпрацьованої води	Тиск	0,6 МПа	контроль, сигналізація
17	Механічний фільтр	Перепад тиску	0,2 МПа	контроль, регулювання, сигналізація
18	Насоси	Дистанційне керування	18 м ³ /год	контроль, регулювання, сигналізація

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу

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. Схема автоматизації включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Контроль температури в підігрівачі сирі води 2 забезпечує контур 1, який включає термодетектор опору з уніфікованим вихідним сигналом (1-1), вторинний автоматичний показувальний і реєструвальний прилад (1-2), електричний регулювальний блок (1-3) електро-пневматичний перетворювач (1-4) та виконавчий мембранний пневматичний механізм (1-5).

Для контролю рівня в освітлювачі 3, розроблено контур 2, який включає рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем (2-1), автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації і вбудованими пневматичним регулятором (2-2), виконавчий мембранний пневматичний механізм (2-3).

Для контролю рН в баці освітленої води 5 розроблено контур 3, який включає чутливий елемент рН-метра заглибного виконання (3-1), перетворювач високоомний (3-2), автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації (3-3), блок регулювальний електричний (3-4),

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перетворювач електропневматичний (3-5), виконавчий мембранний пневматичний механізм (3-6).

Для контролю рівня в баці освітленої води 5 розроблено контур 4, який включає рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем (4-1), показувальний і реєструвальний вторинний прилад (4-2), електричного регулювального блока (4-3), перетворювач електропневматичний (4-4), виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером (4-5). Даний контур аналогічно виконує контроль та керування рівнів усього обладнання вказаного вище в таблиці, при необхідності сигналізації можна використати контур 2.

Для контролю солемісту в баці освітленої води 5 розроблено контур 5, який включає первинний перетворювач кондуктометричного аналізатора рідини (5-1), автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад із цифровою індикацією (5-2).

Для контролю витрати мірного баку регенераційного розчину розроблено контур 6, що складається з діафрагми стандартної камерної (6-1), дифманометра безшкального (6-2), вторинного пневматичного показувального реєструвального приладу (6-3), регулювального блока пневматичного пропорційно-інтегрального (6-4), виконавчого пневматичного пружинного механізму прямої (6-5). Принцип роботи даного контуру використовується для автоматизації та контролю витрати обладнання вказаного вище в таблиці.

Для визначення та контролю залишкового солемісту пом'якшеної води після Na-катіонітових фільтрів розроблено контур 7, який включає в себе первинний перетворювач програмованого кондуктометричного промислового солеміра (7-1), вимірювальний перетворювач промислового солеміра (7-2), автоматичний показувальний і реєструвальний мікропроцесорний вторинний прилад (7-3), регулятор мікропроцесорний восьмиканальний. Забезпечує сигналізацію та контроль (7-4), виводяться чотири перетворювачі електропневматичні (7-5), (7-6), (7-7), (7-8), направлені на виконавчі мембранні

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пневматичні механізми прямої дії (7-9), (7-10), (7-11), (7-12). Таким чином здійснюється контроль на всіх Na-катіонітових фільтрах.

Для контролю перепадів тиску розроблено контур 8, який включає вимірювальний тензоперетворювач надлишкового тиску (8-1), автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації із вбудованими електропневматичним перетворювачем (8-2), виконавчий мембранний пневматичний механізм (8-3).

Для визначення тиску в трубопроводі розроблено контур 9, складається з вимірювального тензоперетворювача надлишкового тиску (9-1), датчику-реле тиску (9-2), автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу з пристроєм сигналізації (9-3).

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

Дана схема автоматизації дозволить здійснювати централізований оперативний контроль і оптимальне управління процесами, що проводяться в агрегатах та сприятиме збільшенню продуктивності виробництва, підвищення якості продукту, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, мінімізації можливих помилок технологічного персоналу, а також забезпечить: централізований контроль параметрів процесу, попереджувальну і аварійну сигналізацію про відхилення параметрів технологічного процесу від допустимих значень, дистанційне управління регулюючою і запірною арматурою.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Метою цього розділу є техніко-економічне обґрунтування доцільності запропонованих під час виконання дипломного проекту техніко-технологічних рішень. В умовах ринкової економіки від інженерно-технічного, технологічного персоналу підприємства власники цих підприємств очікують вміння застосовувати сучасні форми організації діяльності виробництва, формування нових моделей, організаційно-економічного забезпечення ефективної праці. Ситуаційні завдання середньої ланки управління виробництвом для провадження професійної діяльності в умовах економіки сталого розвитку вимагають колективної взаємодії та організації співпраці усіх техніко-технологічних служб підприємства. Тому студент при виконанні розділу повинен показати розуміння взаємозв'язку основних, допоміжних, підсобних, побічних процесів виробництва з якістю і конкурентоспроможністю кінцевого продукту [12].

8.1 Характеристика підприємства

Організаційно-правова форма підприємства: товариство з обмеженою відповідальністю.

Характеристика цеху:

- За формою власності: державне підприємство;
- За масштабом виробництва: масове, виробляється великий обсяг води з постійним складом, використовується незмінне обладнання і технологія.
- За структурою виробництва: вузькоспеціалізоване.
- За ресурсами: енерго- і матеріаломістке.
- За потужністю: середнє.

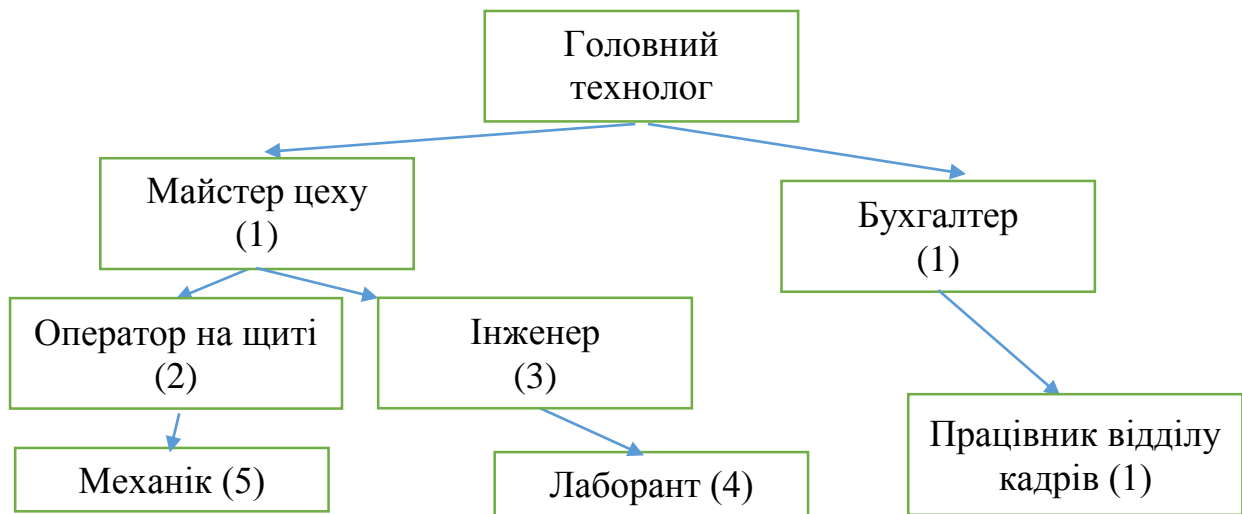
Вид економічної діяльності Е36.

- За економічним призначенням продукції: товари промислового призначення (для подачі в тепломережі);
- За впливом на предмет праці: обробне;
- За режимом роботи протягом року: позасезонне (очистка води здійснюється у будь-яку пору року).

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Мета діяльності цеху: пом'якшення води для подачі в тепломережі.

Організаційна структура підприємства:



1 – Головний технолог - проводить роботу з удосконалення організації виробництва, його технології, механізації та автоматизації виробничих процесів, відповідає за якість продукції, що випускається.

2 - Майстер цеху - здійснює керівництво виробничо-господарською діяльністю цеху, забезпечує організацію виробництва, дотримання технології, координує дії трудового колективу.

3 – Інженер – безпосередньо керує роботою фільтрів (очисткою та регенерацією загрузки), забирає проби води на аналіз для передачі їх лаборантам.

4 – Лаборант – здійснює періодичний контроль води після освітлювання, механічної фільтрації та натрій-катіонування; заносить контрольні дані у відповідний журнал контролю, слідкує за наявністю відповідних реактивів.

5 – Оператор на щиті – контролює основні показники обладнання (тиск, температуру, витрати води, рівні заповнення фільтрів).

6 – Механік – здійснює ремонтні роботи в цеху (аварійні і планові), заміну одиниць обладнання або його частини.

7 – Бухгалтер – веде облікову роботу по витратах цеху, контролює законність фінансових операцій.

8 – Працівник відділу кадрів – займається обліком особового складу при прийнятті, переведенні та звільненні працівників; надання відпусток; змін, що

стосуються особи працівника; стану підготовки, перепідготовки та атестації кадрів.

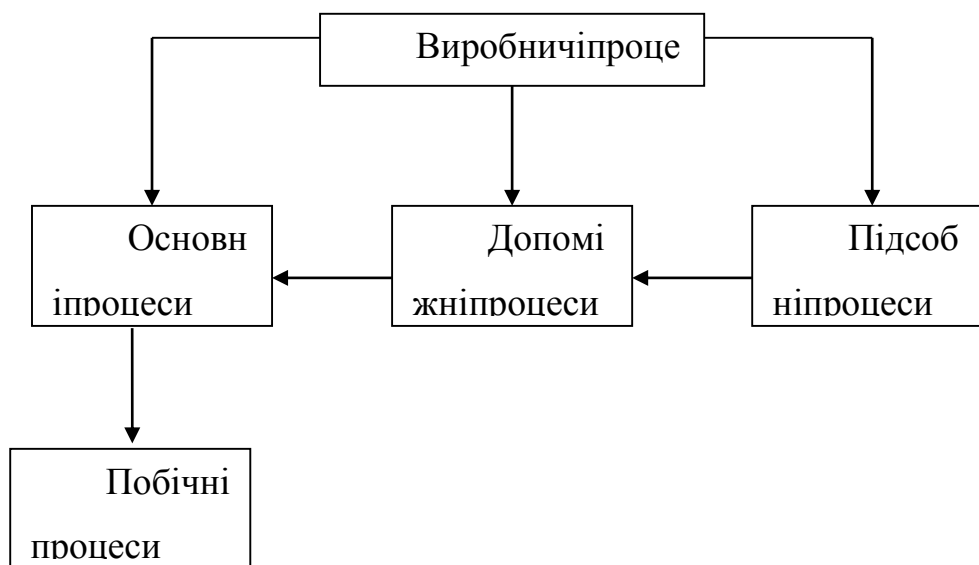
8.2 Виробничі процеси на підприємстві

Виробничий процес – складний комплекс первинних процесів: основних, допоміжних і обслуговуючих підрозділів підприємства, що забезпечують своєчасний випуск заданої продукції.

Основні процеси - прийом замовлення, діагностика, інсталяція та відновлення операційних систем, ремонт апаратного забезпечення, оплата послуг замовником.

Допоміжні процеси - закупівля виробничого інвентарю, запасних частин, придбання нового та ремонт існуючого обладнання.

Підсобні процеси пов'язані з заготівлею сировини для допоміжного виробництв (забезпечення господарським інвентарем, канцтоварами, комунальні послуги, прибирання приміщення, стажування працівників).



Основні процеси:

- прийом води з освітлювача з певними вхідними характеристиками;
- фільтрація у механічному фільтрі (загрузка – антрацит);
- фільтрація у Na-катионітовому фільтрі через загрузку;
- контроль рН, солевмісту;
- регенерація загрузки.

Допоміжні процеси:

- нагнітання води у фільтри під тиском;
- ремонт обладнання.

Підсобні процеси:

- купівля та виготовлення реактивів для аналізу води та деталей для обладнання.

- очищення шламосховища в літній період.

Тривалість операцій виробничого циклу:

Подача сирової води до освітлювача	безперервно
Подача реагентів в освітлювач	безперервно
Коагуляція, та осадження шламу	безперервно
Подача освітленої води у бак освітленої води	безперервно
Закачування освітленої води з баку освітленої води	безперервно
Механічна фільтрація через антрацит	безперервно
Подача води на катіонування	безперервно
Фільтрація через Na-катіонітовий фільтр	безперервно
Подача води в тепломережу	безперервно
Регенерація Na-катіонітових фільтрів	2год/22,5год

Підприємство працює безперервно. Режим роботи трьохзмінний, тривалість зміни 8 годин. Технологічними розрахунками передбачено безперервний робочий цикл, періодичність має регенерація, хоча проектом передбачено вмикання резервного фільтру та вимикання того що будуть регенерувати тому виробничий цикл не змінюється, $T_{вц} = 24$ год/добу $V = 6000$ м³/добу

8.3 Режим роботи відділу

Відділ працює 365 днів на рік. Тривалість зміни 8 годин. У році 52 тижні. Тривалість роботи відділу за рік 8760 год.

Визначимо середньорічну тривалість виробничого циклу для даного процесу, враховуючи, що бригадав тиждень працює 56 год:

Тривалість виробничого циклу:

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_p = T_{вц} + T_{до} + T_{перерв};$$

де $T_{вц}$ - тривалість виробничого циклу;

$T_{до}$ - тривалість допоміжних операцій (не враховуються):

$$T_p = 24 + 0 + 0 = 24 \text{ год.}$$

Середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{вц}^{ср} = \frac{24 \cdot D_k}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{вц}^{факт.},$$

де 24 – кількість годин у добі;

$D_{кал}$ - кількість календарних днів у році;

$T_{вц}$ - тривалість виробничого циклу, год;

D_p - кількість робочих днів протягом року;

$T_{роб}^{доб}$ - тривалість роботи за добу, год:

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

Річний випуск продукції:

За добу підприємство випускає 24 умовних партій води очищеної, кожна по 250 м³. За добу виготовляється 6000 м³.

Таким чином, у рік підприємство планово випускає води очищеної:

$$V^{рік} = n_{доб} \cdot D_p;$$

де D_p - кількість робочих днів протягом року;

$n_{доб}$ - кількість продукції, що випускається на добу, м³:

$$V^{рік} = 6000 \cdot 365 = 2\,190\,000 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}.$$

В цеху постійно знаходяться 3 інженери, 4 лаборанти, 2 оператори на щиті і 5 механіків, майстер цеху, які необхідні для забезпечення правильності і надійності роботи технологічного обладнання. Окремо начальник цеху, бухгалтер і працівник відділу кадрів знаходяться в цеху з 9:00 до 17:00. Інженер, лаборанти, оператор, механіки приходять в цех позмінно з 8:00 до 16:00; з 16:00 до 00:00; з 00:00 до 8:00. Система охорони електронна, для прибирання замовляються клінінгові компанії.

										Арк.
										51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ					

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

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

Відділу необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Виробництво працює 7 днів на тиждень в 3 зміни (з 8:00-16:00; з 16:00-00:00; з 00:00 до 8:00).

Таблиця 8.1 – 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 8.2 – Графік змінності керуючого 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

Тривалість змінообороту 16 днів.

Чисельність працівників за списком:

$$Ч_{\text{сп.}} = Ч_{\text{яв}} \cdot K_{\text{перерах.}}$$

де

$$K_{\text{перерах.}} = \frac{T_{\text{відділу}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац.}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2016} = 4,3 = 4.$$

$$Ч_{\text{сп.}} = 15 \cdot 4 + 3 = 63 \text{ працівника.}$$

8.4 Технічний контроль виробничого процесу

На виробництві виконуються вхідний, проміжний та вихідний контролю. Об'єктом вхідного контролю є сира вода з місця водозабору. Усі види контролю здійснюються лаборантами. Сировиною для процесу пом'якшення води є освітлена вода. Аналіз виконується хімічними методами, де лаборант виконує якісний та кількісний аналіз домішок в даній сировині, що поставляється. Воду аналізують на рН, вміст завислих речовин, солей твердості, запах, солевміст. Контроль сировини проводиться одразу після її доставлення. Всі дані записуються до журналу вхідного контролю та оформлюються у вигляді звіту для головного технолога.

Вхідний контроль обладнання здійснюється технологом або механіком, який вивчає при купівлі обладнання паспорти на продукцію, ліцензії, сертифікати постачальників, та кожної робочої зміни перед запуском технологічної лінії для обслуговування технологічного процесу. Результати вхідного контролю записуються до журналу вхідного контролю.

Об'єктом проміжного контролю якості є вода після кожної стадії обробки (освітлення механічного фільтру і натрій-катіонування) і концентрація регенераційного розчину NaCl. Результати записуються в базу даних ПК та у журнал поточного контролю.

Об'єктом заключного контролю якості є пом'якшена вода. Контроль здійснюється кожні 125 м³/год кожного фільтра. Проводиться аналіз на рН, вміст завислих речовин, солей Ca²⁺ і Mg²⁺, та солевміст згідно регламентованих норм виробництва.

За технічним рівнем, усі стадії контролю, які проводяться лаборантом та механіком є ручними. За параметрами, що визначаються, проводиться якісний та кількісний аналіз. За ступенем охоплення об'єктів – поопераційний.

На підставі даних вихідного контролю технолог заповнює паспорт якості на продукцію.

8.5 Калькуляція

Розрахунок споживання оборотних фондів за рік:

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

$$Q_{\text{вапно}}^{\text{рік}} = 225606,5 \frac{\text{кг}}{\text{рік}},$$

$$C_{\text{вапно}}^{\text{рік}} = 225606,5 \cdot 1,1 = 248167,15 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

$$Q_{\text{коагл}}^{\text{рік}} = 131531,4 \frac{\text{кг}}{\text{рік}},$$

$$C_{\text{коагл}}^{\text{рік}} = 131531,4 \cdot 4,27 = 577011,078 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

$$Q_{\text{КУ-2-8}}^{\text{рік}} = 5134 \frac{\text{кг}}{\text{рік}},$$

$$C_{\text{КУ-2-8}}^{\text{рік}} = 5134 \cdot 22 = 112948 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

$$Q_{\text{NaCl}}^{\text{рік}} = 101871,86 \frac{\text{кг}}{\text{рік}},$$

$$C_{\text{NaCl}}^{\text{рік}} = 101871,86 \cdot 0,75 = 76403,895 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Ціна електроенергії на рік:

Потужність обладнання $N = 28,7$ кВт

Ціна 1кВт=178,2 копійок – денний час та в нічний час: 1кВт=34,65 копійки.

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік

$$B_{\text{д}} = 12 \cdot 365 \cdot 28,7 \cdot 1,782 = 224008,092 \text{ грн/рік};$$

$$B_{\text{н}} = 12 \cdot 365 \cdot 28,7 \cdot 0,3465 = 43557,129 \text{ грн/рік}.$$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$Z_{e/e} = 224008,092 + 43557,129 = 267565,221 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 8.3 - Баланс споживання оборотних фондів за рік

Оборотні фонди	Ціна за рік, грн
Вапно	248167,15
Коагулянт	577011,078
Катіоніт КУ-2-8	112948
NaCl	76403,895
Електроенергія	267565,221
Витрати на запасні частини для обладнання	250000
Реактиви	10000
Всього	1542096

Розрахунок заробітної плати представлений в таблиці 8.4, оплата ставкова.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.4 – Заробітна плата персоналу

Посада	Кількість	ЗП, грн
Бухгалтер	1	5000
Головний технолог	1	7000
Працівник відділу кадрів	1	4500
Майстер цеху	4	$6000 \cdot 4 = 24000$
Інженер	12	$5500 \cdot 12 = 66000$
Лаборант	16	$4000 \cdot 16 = 64000$
Оператор на щиті	8	$4500 \cdot 8 = 36000$
Механік	20	$5000 \cdot 20 = 100000$
Всього		306500

Фонд оплати праці: $306500 \cdot 12 \cdot 1,37 = 5038860$ грн/рік,

37% – нарахування на З/П визначене законодавством України.

Вартість основних фондів:

- Вартість приміщення – 3000000 грн;
- Нематеріальні активи – 30000 грн;
- Господарський інвентар – 7000 грн;
- На-катіонітовий фільтр 5 шт. – $5 \cdot 250000$ грн;
- Освітлювач 2 шт. – $2 \cdot 175000$ грн;
- Механічний фільтр – 300000 грн;
- Інше обладнання – 520000 грн.

$ОФ = 3000000 + 30000 + 7000 + 5250\ 000 + 2 \cdot 175000 + 300000 + 520000 =$
5457000 грн.

$A = 15$ років

$A = 5457000 / 15 = 363800$ грн/рік

$H_a = 1/15 \cdot 100\ \% = 6,67\ \%$

Річна собівартість продукції:

$C = ОФ + ФОП + A = 1542096 + 5038860 + 363800 = 6944756$ грн/рік.

$$C_{\text{куб.м.}} = \frac{C_{\text{рік}}}{V_{\text{рік}}} = \frac{6944756}{2190000} = 3,97 \text{ грн/м}^3.$$

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Встановлена державою ціна за 1м³пом'якшеноїводи становить 4,32 грн.

$$Ц = 4,32 \cdot 6000 \cdot 365 = 9460\ 800 \text{ грн/рік.}$$

Прибуток:

$$П = Ц - С = 9\ 460\ 800 - 6\ 944\ 756 = 2\ 516\ 044 \text{ грн/рік.}$$

Капіталовкладення:

$$К = ОФ + ОЗ = 5\ 457\ 000 + 658\ 0956 = 12\ 037\ 956 \text{ грн.}$$

Рентабельність:

$$P = \frac{П}{С} = \frac{2\ 516\ 044}{6\ 944\ 756} \cdot 100\% = 36,23\ \%$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = \frac{П}{К} = \frac{2\ 516\ 044}{12\ 037\ 956} = 0,21.$$

Термін повернення капіталу:

$$T_{\text{пов}} = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,21} = 4,76 \text{ років.}$$

Фондовіддача:

$$ФВ = \frac{В}{ОФ} = \frac{2\ 190\ 000}{5\ 457\ 000} = 0,4.$$

Фондоємність:

$$ФЄ = \frac{1}{ФВ} = \frac{1}{0,4} = 2,5.$$

Судячи з техніко-економічних показників даного підприємства можна зробити висновок, що воно є більш-менш рентабельним. Повністю окупить капіталовкладення за 5 років роботи.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

ПАСПОРТ ЯКОСТІ

Знак відповідності

Відмітка про сертифікацію пом'якшеної води

Цех очистки води

ПАСПОРТ №1

Вода пом'якшена для тепломереж

(Сертифікат відповідності № 18859357)

Нормативний документ - ДСТУ ГОСТ 18294:2009

Дата проведення аналізу – 15.04.2016

Таблиця 8.5 - Стандарт води пом'якшеної для потреб тепломереж

Показник	Система тепlopостачання					
	відкрита			закрита		
	Температура мережевої води, °С					
	115	250	200	115	250	200
Прозорість по шрифту, см, не менше	40	40	40	30	30	30
Карбонатна твердість, мкг-екв/кг	800	750	375	800	750	375
Вміст розчиненого кисню, мкг/кг	50	30	20	50	30	20
Вміст сполук заліза, мкг/кг	300	300	250	600	500	375
Значення рН при 25°С	Від 7,0 до 8,5			Від 7,0 до 11,0		
Вміст нафтопродуктів, мкг/кг	1,0					

Показники якості відповідають ДСТУ ГОСТ 18294:2009

Технолог _____ Мартишев Д.В.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ ХІМІКА-ТЕХНОЛОГА

I. Загальні положення

1. Хімік-технолог відноситься до категорії фахівців, приймається на роботу і звільняється з роботи наказом директора підприємства за поданням _____ (керівника відповідного структурного підрозділу, іншої посадової особи).

2. На посаду хіміка-технолога призначається особа, що має вищу професійну (хімічну) освіту та досвід роботи за фахом, набутий у період навчання.

3. Хімік-технолог підпорядковується _____ (керівнику відповідного структурного підрозділу).

4. У своїй діяльності хімік-технолог керується:

- Нормативними документами з питань виконуваної роботи;
- Методичними матеріалами, що стосуються відповідних питань;
- Статутом підприємства;
- Правилами трудового розпорядку;
- Наказами та розпорядженнями директора підприємства (безпосереднього керівника);
- Цією посадовою інструкцією.

5. Хімік-технолог повинен знати:

- Постанови, розпорядження, накази, методичні і нормативні матеріали з технологічної підготовки виробництва;
- Склад продукту, на який проектується технологічний процес;
- Технологію виробництва продукції підприємства, перспективи технічного розвитку підприємства;
- Системи і методи проектування технологічних процесів і режимів виробництва;
- Основне технологічне устаткування і принципи його роботи;
- Технічні характеристики та економічні показники кращих вітчизняних і зарубіжних технологій, аналогічних використовуваним;
- Типові технологічні процеси і режими виробництва;
- Технічні вимоги до сировини, матеріалів, готової продукції;

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Стандарти і технічні умови;
- Основні вимоги організації праці при проектуванні технологічних процесів;
- Керівні матеріали з розроблення та оформлення технічної документації;
- Досвід передових вітчизняних і зарубіжних підприємств у галузі прогресивної технології виробництва аналогічної продукції;
- Основи економіки;
- Організацію виробництва;
- Основи трудового законодавства;
- Правила і норми охорони праці.

6. Під час відсутності хіміка-технолога його обов'язки виконує в установленому порядку призначається заступник, який несе повну відповідальність за належне виконання покладених на нього обов'язків.

II. Посадові обов'язки

1. Встановлювати порядок виконання робіт і поопераційний маршрут обробки продукції.
2. Складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення і організації робочих місць.
3. Розраховувати виробничі потужності та завантаження устаткування.
4. Розробляти технологічні нормативи, інструкції, маршрутні карти, карти технічного рівня та якості продукції та іншу технологічну документацію.
5. Вносити зміни в технічну документацію у зв'язку з коригуванням технологічних процесів і режимів виробництва.
6. Погоджувати розроблену документацію з підрозділами підприємства.
7. Брати участь у проведенні експериментальних робіт з освоєння нових технологічних процесів і впровадження їх у виробництво, в розробці програм вдосконалення організації праці, впровадження нової техніки, організаційно-технічних заходів щодо своєчасного освоєння виробничих потужностей, удосконалення технології і контролювати їх виконання.
8. Здійснювати контроль за дотриманням технологічної дисципліни у виробництві і правильною експлуатацією технологічного обладнання.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Аналізувати причини браку, брати участь у розробці заходів щодо їх попередження та усунення.
10. Брати участь в розробці методів технічного контролю і випробування продукції.
11. Розглядати раціоналізаторські пропозиції щодо вдосконалення технології виробництва і давати висновки про доцільність їх використання.
12. Вивчати передовий вітчизняний та зарубіжний досвід у галузі технології виробництва.

III. Права

Хімік-технолог має право:

1. Контролювати дотримання технологічної дисципліни і доповідати безпосередньому керівнику про всі порушення.
2. Вимагати зупинення випуску продукції, якщо вона випускається з відхиленнями від технічних умов, у результаті недотримання технологічного процесу.
3. Вносити пропозиції щодо вдосконалення роботи, пов'язаної з передбаченими даною посадовою інструкцією обов'язками.

IV. Відповідальність

Хімік-технолог несе відповідальність:

1. За невиконання (неналежне виконання) своїх посадових обов'язків, передбачених цією посадовою інструкцією, в межах, визначених чинним законодавством.
2. За скоєні в процесі здійснення своєї діяльності, - в межах, визначених чинним адміністративним, кримінальним та цивільним законодавством.
3. За завдання матеріальної шкоди - в межах, визначених чинним трудовим, кримінальним та цивільним законодавством.

ПОГОДЖЕНО:

керівник

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

структурного підрозділу: _____ (підпис) _____

(ПІБ) " ____ " _____ р.

начальник

юридичного відділу: _____ (підпис) _____

(ПІБ) " ____ " _____ р.

З інструкцією ознайомлений: _____ (підпис) _____

(ПІБ) " ____ " _____ р.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянувши технологічну схему відділення можна прийти до висновку, що на виробництві використовуються шкідливі й небезпечні виробничі фактори, до складу яких входять: агресивні та токсичні речовини, пожежонебезпечні матеріали та речовини, електроенергія, механічна, теплова енергії та хімічних реакцій. До небезпечного обладнання у відділенні можна віднести: апарати під тиском, обладнанні аерозолобами, апарати електричної та механічної дії. При проектуванні виробництва прийняті проектні рішення, які відповідають вимогам охорони праці та пожежної профілактики.

На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблено відповідні заходи для створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці та пожежної профілактики. Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних факторів. Заходи з охорони праці [13,14] .

9.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, роботи, що виконуються на проєктованій ділянці очистки води, здійснюються на постійних робочих місцях, та витратами фізичної енергії відносяться до категорії Па [15,16].

У таблиці представлені прийняті проєктом допустимі норми мікроклімату ділянки.

Таблиця 9.1 – Значення параметрів мікроклімату

Пора року	Категорії робіт	Температура, °С		Оптимальна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
		Оптим.	Допуст.		
Холодна	Середньої важкості	19-21	17-23	40-60	0,2
Тепла	Середньої важкості	21-23	18-27	40-60	0,3

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони, технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожуючих

конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних величин для даної категорії робіт.

$$t_{\text{зов.}} = t_{\text{опт.}} + 2 \text{ °С} = 20 + 2 = 22 \text{ °С},$$

де $t_{\text{зов.}}$ - температура зовнішньої поверхні обладнання, $t_{\text{опт.}}$ - оптимальна температура, яка становить 20 °С для даного цеху.

Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів за зміну (на початку, в середині, в кінці). Прилади контролю - термометр, психрометр, анемометр.

За способом організації повітрообміну передбачена загальнообмінна, місцева і комбінована вентиляція. У виробничих приміщеннях, в яких можливі раптові викиди в повітря робочої зони великої кількості шкідливих або вибухонебезпечних речовин, передбачено аварійну вентиляцію.

9.2 Виробниче освітлення

В цеху виконуються роботи за зоровими умовами, які відносять до VII розряду (ДБН В.2.5-28-2006) . В таблиці представлено санітарні норми параметрів освітлення [17].

Таблиця 9.2 - Санітарні норми параметрів штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Штучне освітлення		Природне освітлення		Суміщене освітлення		
		Освітлення, лк		КПО, %				
		При системі комбінованого освітлення		При системі загального освітлення	При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні
		Всього	у т.ч. від загального					
Груба	VII В	-	-	20	0,3	0,1	0,2	0,1

На підприємстві передбачене природне, штучне та комбіноване освітлення. Система природного освітлення – бічне, здійснюється через вікна. Система штучного освітлення представлена загальним і комбінованим. За функціональністю воно поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне і охоронне.

Напруга системи живлення робочого та чергового освітлення 380/220 В, ремонтного – 36 В, аварійного – 12 В.

Аварійне освітлення забезпечується лампами типу Φ_m , що під'єднані до незалежної мережі струму.

Обладнання для очистки води розташовано в приміщенні, для освітлення якого, недостатньо природного освітлення, тому воно доповнюється штучним.

Штучне освітлення в цеху здійснюється за допомогою газорозрядних ламп низького тиску (люмінесцентні типу ЛБ-40). Тип світильників для приміщення з невеликою запиленістю і невисокою вологістю ЛПО-01 з суцільним відбивачем, а також пиловологонепроникні світильники типу ПВЛ-1, ПВЛ-2 (з розсіювачем) та дві люмінесцентні лампи потужністю 40 Вт кожна.

Контроль освітленості здійснюється люксметрами Ю-117 один раз на рік.

При мінімальному розмірі об'єкту розпізнавання 0,4 мм, середній яскравості фону і великому контрасті об'єкта розпізнавання з фоном – розряд зорових робіт III, підрозряд г.

Нормоване значення освітленості на робочому місці для III г розряду зорових робіт при системі штучного загального освітлення становить 200 лк ($E_n = 200$ лк).

Світловий потік, що створює люмінесцентна лампа типу ЛД потужністю 40 Вт становить 2500 лм ($F_n = 2500$ лм).

Розраховуємо індекс приміщення

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{10 \cdot 6}{3 \cdot (10 + 6)} = 1,25$$

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку

$$\eta = 46 \% = 0,46$$

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Визначаємо фактичну освітленість, що створює у приміщенні задана система штучного загального освітлення

$$E_{\phi} = \frac{F_{\text{л}} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{2500 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0,46}{60 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 232 \text{ лк,}$$

$$S = a \cdot b = 6 \cdot 10 = 60 \text{ м}^2$$

Порівнюючи значення нормованої освітленості $E_{\text{н}} = 200$ лк та фактичної – $E_{\phi} = 232$ лк, робимо висновок, що фактична освітленість більше нормованої, що економічно не вигідно. Рекомендується зменшити кількість світильників або їх потужність.

9.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Джерелами шуму та вібрації є насоси, ежектор, гідроелеватор та флотаційна камера. Всі джерела шуму встановлені у виробничому відділенні, що облицьований звукоізолюючим матеріалом.

Допустимі рівні звуку в приміщеннях і на території підприємства, згідно ДСН 3.36.042-99, складають 80 дБА.

Для зниження вібрації і шуму машин, що виникає при їхній роботі використовують жорстке кріплення віброуючих деталей та вузлів, балансування (врівноваження) рухомих і особливо обертових деталей і механізмів; зміна числа оборотів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою; застосування динамічних віброгасників.

На даному підприємстві рівень шуму дії на організм людини знижується за рахунок застосування автоматизованих систем керування; облицьовання приміщень звукоізолюючим матеріалом, установка обладнання на ізоляційних фундаментах.

Також використовуються спеціальні кожухи, установлені на насосах і флотаційній камері, виконані із алюмінієвих листів; заповнюються резонуючі порожнини спеціальними матеріалами (гумою, азбестом). Як засоби індивідуального захисту використовуються противошумні шоломи або навушники.

Для контролю шуму використовують шумоміри, для контролю вібрації вібратормір ВШВ 003.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.4 Пожежна та електробезпека

Живлення електроустановок здійснюється від трьохфазної чотирьохпровідної електромережі змінного струму частотою 50 Гц, напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

До основних причин електротравматизму обслуговуючого персоналу в цеху належать виникнення напруги на відключених струмових частинах внаслідок помилкового включення вимкненої установки чи замикання між вимкненими та струмоведучими частинами, які перебувають під напругою; виникнення напруги на металевих конструктивних частинах електрообладнання внаслідок пошкодження ізоляції струмопровідних частин; відсутність або несправність захисного відключення.

Для найбільш вірогідних шляхів протікання струму в тілі людини (рука-рука, рука-ноги, нога-нога) безпечними вважаються струми (ГОСТ 12.1.038-82):

а) при нормальному режимі роботи електрообладнання $I_{л} = 0,3$ мА, $U_{д} = 2$ В – при дії < 10 хвилин/доб.

б) при аварійному режимі роботи $I_{л} = 6$ мА, $U_{дот} = 36$ В – при дії понад 1 секунду.

Розрахуємо допустимі рівні напруги дотику ($U_{д}$) та струму, що проходить крізь тіло людини ($I_{л}$) для неаварійного режиму при випадковому дотику обслуговуючого персоналу до одної фази вказаної вище електричної мережі та для аварійного режиму в разі дотику персоналу до корпусу електрообладнання. В обох випадках струм, що проходить крізь тіло людини, буде однаковий і визначається за формулою:

$$I_{л} = \frac{U_{ф} \cdot 10^3}{R_{люд} + R'_{0}}$$

де $U_{ф} = 200$ – фазова напруга В; $R_{люд} = 2000$ – опір тіла людини Ом; $R'_{0} = 4$ – опір заземленої нейтралі Ом.

$$I_{л} = 220 \cdot \frac{10^3}{2000} + 4 = 110 \text{ мА}$$

									Арк.
									66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП ХН2211 1440 001 ПЗ				

Розраховане значення сили струму 110 мА більше безпечної сили струму (ГОСТ 12.1.038), тому струм небезпечний для людини. Напруга дотику визначається за формулою:

$$U_d = I_l \cdot R_l,$$
$$U_d = 0,11 \cdot 2000 = 220 \text{ В.}$$

Видно, що при порушенні вимог ПУЕ у цеху можуть мати місце електричні травми з тяжкими наслідками. Для забезпечення електробезпечності проектом прийнято наступні технічні засоби захисту: захисне відключення електроустановок; ізоляція струмопровідних частин обладнання (опір ізоляції електропроводів вище 0,5 МОм), до яких можливий дотик персоналу; електричний поділ мережі; електрозахистні засоби (взуття персоналу на гумовій підшві, діелектричні рукавички, інструмент з ізолюючими ручками); блокування, попереджувальна сигналізація; знаки безпеки, попереджувальні плакати. Електробезпека забезпечується недосяжністю електричних ланцюгів; організацією безпечної експлуатації електроустановок; усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування, що досягається застосуванням малих напруг, використанням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним зануленням.

Для забезпечення захисту від зарядів статичної електрики прийняті такі заходи:

- послаблення генерації зарядів на твердих тілах і в рідинах (за рахунок збільшення їхньої поверхневої провідності шляхом підвищення відносної вологості повітря, хімічної обробки поверхні, зменшення швидкості переміщення матеріалів, що заряджаються тощо);
- запобігання накопичення зарядів на металевому устаткуванні (досягається заземленням металевих частин, на яких можуть з'явитись заряди).

Причинами пожежі в цеху можуть бути:

- перенавантаження електрообладнання;

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

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

Протипожежними заходами є:

- встановлення плавких запобіжників;
- використання стрижньових 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 стрижневим блискавковідводам. В цеху для пригнічення пожежі передбачено сухий пісок, азбестові ковдри, порошкові вогнегасники, які є найбільш універсальними в області застосування та за робочим діапазоном температур. В приміщенні є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

9.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

З метою безпеки проведення технологічного процесу усунуто безпосередній контакт працюючих зі шкідливими речовинами шляхом автоматизації виробництва, автоматизовано процес подачі допоміжних речовин, забезпечено герметичне промислове обладнання, а також сервісне обслуговування і ремонт установок.

Найбільшу небезпеку для персоналу, що обслуговує установку попередньої очистки представляють наступні наслідки, що виникають із-за неправильного ведення експлуатації, невмілого користування реагентами, незадовільного ремонту обладнання:

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- розрив арматури;
- пошкодження фланців на арматурі;
- порушення щільності сальникових набивок;
- порізи при роботі зі скляними приладами та хімічним посудом;
- дозовані реагенти.

Для попередження нещасних випадків, травматизму передбачено:

- виконувати терміни огляду і ремонту трубопроводів коагулянта, лугу та вапняного молока, насосів-дозаторів і пов'язаних з ними арматури і зворотніх клапанів;

- забезпечувати огороження фланців і арматури реагентів захисними кожухами;

- забезпечуються робочі місця акумуляторними ліхтарями;

- робочі місця тримаються в чистоті;

- контроль за справністю арматури, інвентарю та інструментів;

- праця ведеться в спецодязі (костюм б/п, рукавиці, окуляри і т.п.) і в касці.

Концентрований розчин лугу може визвати сильні опіки шкіри. Попадання лугу в очі може призвести до їх тяжкого захворювання і навіть втрати зору. При попаданні розчину лугу на шкіру необхідно сухою серветкою (марлею) очистити поверхню, а потім промити уражене місце струменем води і нейтралізувати 5%-вим розчином оцтової кислоти та змазати вазеліном. При попаданні бризок розчину лугу в очі необхідно чистою сухою серветкою (хустинкою) видалити реагент, а потім промити очі водою і нейтралізувати 2%-вим розчином борної кислоти. Після надання першої медичної допомоги при попаданні лугу в очі треба негайно звернутися в медпункт чи в лікарню.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

Небезпека, що породжується господарською діяльністю людини, сьогодні вже перевищує всі розміри та результати природніх катастроф та катаклізмів. Вона з усіх боків підступила до життєвого середовища людини. На сьогодні існує реальна загроза подальшого існування людства.

На сучасному етапі щорічно в Україні утворюється близько 1 млрд. тон твердих відходів виробництва та споживання. Тільки десята частина із них застосовується як вторинні матеріальні ресурси, а решта попадає в сховища, шламонакопичувачі, терекони. На даний момент не подолано розрив між прогресуючим накопиченням відходів та заходами по їх утилізації та знешкодженню. Виникає загроза поглиблення екологічної кризи.

Це привело до екологічної паспортизації підприємств, установ, організацій, реєстрації та паспортизації джерел забруднення довкілля та опосередкованого впливу їх на здоров'я людей, введення єдиного державного класифікатора твердих відходів. А головне, до формування державних принципів вирішення проблеми твердих відходів.

Для комфортного існування людини дуже важливим чинником є тепло в оселі, особливо в холодні пори року. Завдяки станціям теплопостачання ми можемо існувати в комфорті. Але носієм тепла є вода до якої висуваються певні вимоги згідно державних стандартів і обов'язком станції теплопостачання є їх забезпечення [18,19].

10.1 Аналіз технологічної схеми та джерел відходів

Водопідготовча установка призначена для підготовки підживлювальної води для парових котлів. Загальна продуктивність установки – 250 м³/год.

У якості вхідної води на використовується природна вода. Природна вода містить домішки, які умовно класифікуються по степені дисперсності на: - істинорозчинні (іонні), які знаходяться у воді у вигляді окремих іонів, молекул; колоїдно-дисперсні домішки (КДД) із розміром часточок від 1 до 100 нм і – грубо дисперсні домішки (ГДД) із розміром часточок більш ніж 100 нм (0,1 мкм). Грубодисперсні домішки ще називають завислими речовинами.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У природній воді у колоїдно-дисперсному стані знаходяться похідні кремнієвої кислоти і заліза, органічні речовини – продукти розпаду рослинних і тваринних організмів.

Грубодисперсні домішки мають таку велику масу, що практично через деякий час або випадають в осад, або спливають на поверхню води. Чим більше розмір часточок грубодисперсні домішки тим легше вони виділяються із води при відстоюванні чи фільтруванні. Довго залишаючись у завислому стані грубодисперсні домішки обумовлюють мутність води.

Першим етапом фізико-хімічної обробки води на ВПУ є перед очистка – попередня обробка вхідної води реагентами в освітлювачі і потім фільтрування обробленої води через освітлювальні(механічні) фільтри.

Вхідна вода містить різноманітні домішки, які знаходяться:

в істинно - розчинному стані (катіони та аніони – Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; Na^+ ; K^+ ; HCO_3^- ; Cl^- ; SO_4^{2-} ; NO_3^- ; NO_2^-), а також газу (O_2 ; CO_2 ; H_2S ; N_2);

- в колоїдно-розчинному стані (домішки органічного походження – гумусові речовини, які вимиваються із ґрунту, а також мінерального походження – кремнієві сполуки і сполуки заліза);

- в грубодисперсному стані (рослинні залишки, частинки піску, глини).

Згідно проектної технології у якості реагентів для обробки води в освітлювачах повинні застосовуватися вапняне молоко, коагулянт та луг. При цьому всі реагенти повинні дозуватись в одну реакційну зону. Проектна технологія дозволяє отримувати освітлену воду із залишковою жорсткістю 1,0-1,2 мг-екв/дм³.

У якості коагулянту використовується залізний купорос ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). При введенні у воду поряд із вапном розчину залізного купоросу проходить його гідроліз та окислення розчиненим у воді киснем з утворенням гідроокису заліза (III). Розчинність гідроокису заліза (III) дуже мала, а тому $\text{Fe}(\text{OH})_3$ виділяється із розчину, утворюючи колоїдні частинки, які мають сильно розвинуту поверхню

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

та велику адсорбційну властивість, що призводить до поглинання ними із розчину тих чи інших іонів.

Колоїдно-дисперсні частинки $Fe(OH)_3$ коагулюють, об'єднуються у більш крупні, але ще не помітні оком, частинки – мікрохлоп'я. Саме в процесі утворення мікрохлоп'єв відбувається основна очистка води від домішок, які знаходяться в колоїдному стані дисперсності розміром не менше 1-2 мм.

Крупні хлоп'я, що утворилися в освітлювачі, в результаті спільних процесів вапнування і коагуляції, утворюють комплексний шлам. Цей шлам, підтримується у завислому стані висхідним потоком води в освітлювачі і утворює фільтруючий шар (так званий шламовий фільтр), на поверхні частинок якого здійснюються процеси освітлення води.

Із наведених рівнянь видно, що луг, взаємодіючи із бікарбонатами і вуглекислою, приводить до утворення карбонату натрію (сода), котрий здатний осаджувати розчинні хлориди та сульфати кальцію, що обумовлюють постійну жорсткість води.

Отже, відходів у вигляді стоків немає. Але після стадії коагуляції ми маємо твердий залишок – шлам.

Здійснюється на установці фільтрування, яка включає 6 механічних фільтрів і призначена для видалення із обробленої води (повного або часткового) завислих речовин і колоїдних шляхом фільтрування її через шар фільтрувального матеріалу фільтрів.

Вапняно-коагульована вода, що збирається після освітлювача у баках вапняно-коагульованої води, насосами освітленої води подається на напірні механічні фільтри для видалення із неї завислих і колоїдних домішок. Вода проходить фільтрування через шар фільтруючого завантаження фільтрів шляхом «тупікової» фільтрації, при якій весь об'єм вхідної води проходить через шар фільтраційного матеріалу.

На протязі робочого циклу фільтра збільшується кількість затриманих завислих речовин - зростає товщина плівки поверхні зерен завантаження,

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

одночасно збільшується кількість завислих речовин, які відклалися у товщині антрацитового завантаження.

Затримані часточки з часом заповнюють вільний об'єм між зернами ф/м у результаті чого збільшують гідравлічний тиск (перепад тисків між входом та виходом на фільтрі, Δp) при постійній витраті води. Збільшення швидкості руху води у порах зерен приводить до зриву раніше затриманих завислих речовин і витісненню їх у нижньому шарі зернистої засипки, і виходу («проскоку») їх з колони фільтру. Таким чином, робочий цикл фільтра закінчується, фільтр вимикається від робочої схеми для промивки і видалення, затриманих ним, механічних домішок із вапняно-коагульованої води.

Промивка завантаження фільтрів здійснюється водою, або водою і стисненим повітрям у напрямку знизу вгору, до повного прояснення скидної води. Після закінчення промивання фільтр вмикається в роботу, або залишається у резерві.

Отже, відходів у вигляді стоків немає. Але промивки чи продувки фільтрів отримуємо суспензію шламу.

Натрій-катіонітна установка номінальною продуктивністю 250 м³/год призначена для підготовки підживлювальної води, теплових мереж з закритою системою теплопостачання. Натрій-катіонітна установка працює за схемою послідовного катіонування води, яка попередньо оброблена реагентами на освітлювачах та очищена на установці фільтрування води на механічних фільтрах. Освітлена вода після МФ поступає спочатку на Na-катіонітні фільтри, які завантажені сильнокислотним катіонітом у Na-формі, де відбувається максимально можливий обмін катіонів кальцію і магнію, що містяться у воді, на катіон натрію, яким «володіє» катіоніт Натрій- катіонована вода надходить у бак хімічно-очищеної води.

Пом'якшена вода із баків хімічно-очищеної води ВПУ подається за допомогою насосів хімічно-очищеної води у котельне відділення станції, безпосередньо у термічні деаератори підживлення тепломережі (при необхідності і у деаератор парових котлів). Вимкнення Na-кат. фільтрів на

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

регенерацію здійснюється при залишковій жорсткості фільтрату не більше 1500 мкг-екв/дм³ для першого ступеня і не більше 20 мкг-екв/дм³ для другого ступеня.

Для розпушення Na-кат. фільтрів використовується вода із бака розпушення Na-кат. фільтрів, куди збираються відмивні води після проведення регенерації фільтрів, або при її відсутності туди набирають освітлену воду після МФ.

Відновлення обмінної здатності катіонітів виконується шляхом пропускання через завантаження фільтра регенераційного розчину солі із концентрацією $C = 8-10 \%$.

Проектом було передбачено використання методу так званої розвиненої регенерації з метою зниження витрат повареної солі на регенерацію. Суть методу зводилася до проведення регенерації у дві стадії: спочатку сольовою частиною відпрацьованого розчину від попередньої регенерації, а потім свіжим розчином повареної солі.

Отже, відходів у вигляді стоків немає. Але в результаті роботи такого специфічного циклу вода, що збагачена аніонами потрапляє в систему теплопостачання, що негативно впливає на конструкційні матеріали.

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

Система нагляду та аналізу циркулюючих вод складається із відбору проб води та її аналізу на рівень рН за допомогою рН – метра, та солеміст.

Точка відбору проби – бак, в який зливаються стоки, через які промивна вода надходить резервуару, а потім повертається в цикл. Якщо рівень рН не задовольняє вимоги в бак вводять кислоту або луг для донейтралізації, щоб досягти потрібного рН. Аналіз циркуляційної води також має проводитися під час кожної промивки установки, коли домішується свіжа вода.

Також стоять прилади, які міряють вміст завислих речовин, а також прилад який вимірює вміст сухого залишку. Якщо вміст перевищує допустимі концентрації, то проводиться розбавлення води, яка скидається [20,21].

Моніторинг шламу проводиться на вміст таких речовин :

- вологість;

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- загальний вміст заліза;
- вміст карбонатів;
- вміст SiO₂.

Аналіз на вміст заліза проводиться фотометричним методом, на вміст карбонатів – тетраметричним, кількість SiO₂ визначають гравіметричним методом.

Згідно адміністративного кодексу України, а саме:

Стаття 82-6. Порухення встановлених правил і режиму експлуатації установок і виробництв з оброблення та утилізації відходів. Порухення встановлених правил і режиму експлуатації установок і виробництв з оброблення та утилізації відходів, а також полігонів для зберігання чи захоронення промислових, побутових та інших відходів (сміттєзвалищ, шламосховищ, золівдвалів тощо) – тягне за собою накладення штрафу на посадових осіб від двох до п'яти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

(Кодекс доповнено статтею 82-6 згідно із Законом N 1288-XIV від 14.12.99)

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У бакалаврському проекті розроблено схему малостічної технології підготовки води для підживлення теплових мереж. Приведено технологічну схему та її опис. Розраховано та обрано основне та допоміжне обладнання за заданою продуктивністю.

Представлено схему автоматизації процесу водопідготовки, що передбачає контроль та регулювання таких параметрів, як тиск вихідної води у трубопроводі, рівень води у баках, витрати реагентів тощо. Обрано та наведено в специфікацію прилади та їх кількість для здійснення контролю та керування згідно схеми автоматизації.

Проведені економіко-організаційного розрахунку обчислено вартість щорічних амортизаційних відрахувань та собівартість витрат на пом'якшення води, наведено графік змінності персоналу необхідного для функціонування та ефективного виробництва згідно технологічній схемі. Наведено зразки паспорту якості та посадові інструкції робітників.

У розділі екологічної безпеки наведено аналіз джерел виникнення відходів, надано можливі варіанти утилізації. Обґрунтовано необхідність сульфатування, як захист від корозії трубопроводів та попередження прориву трубопроводів.

В дипломному проекті наведено заходи з техніки безпеки процесу пом'якшення води, виявлені джерела небезпеки. Всі проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки. На основі аналізу шкідливих та небезпечних факторів розроблено заходи створення здорових та безпечних умов праці, пожежної безпеки на об'єкті, що проектується.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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. Лифшиц, О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок. – М.: Энергия, 1976. – 286 с.
5. Теоретичні та практичні основи попередження карбонатного накипоутворення у водних теплообмінних системах, автореферат на дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук /Концевой С.А, НТУУ «КПІ», 2011 / на правах рукопису
6. Громогласов А.А. Водоподготовка: процессы и аппараты [Текст] / А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А.Ц. Пильщиков. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.
7. Вихрев В.Ф. Водоподготовка / В.Ф. Вихрев, М.С. Шкроб. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
8. Концевой, А.Л. Алгоритмізація і програмування розрахунків процесу водопідготовки. Навчальний посібник: На правах рукопису / А.Л. Концевой, Н.М. Толстопалова. – К.: 2003. – 44 с.
9. Веселов, Ю.С. Водоочистное оборудование [Текст]: Конструирование и использование/ Ю.С. Веселов, И.С. Лавров, Н.И. Рубратский .- Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. - 232 с.
10. Лукінюк, М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

інтегр. технології / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. –
Біблігр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.]

11. Бабіченко, А.К. Промислові засоби автоматизації. Ч. I. Вимірювальні пристрої [Текст]: навч. посібник / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов, М.О. Подустов, О.В. Пугановський: за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2001 р. – 470 с.

12. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини проектів для студ. Хіміко-технологічних спец. усіх форм навчання / Уклад.: О. А. Підлісна, В. В. Янковий, М. П. Дорошенко.- К.: ІВЦ

13. 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.

14. Макаров, Г.В. Охорона праці в хімічній промисловості [Текст] / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Мариніна. - М.: Хімія, 1989. - 497 с.

15. Староверов, І. Г. Внутрішні санітарно-технічні пристрої [Текст]/ Під ред. І. Г. Староверова: Ч. 2. Вентиляція і кондиціонування. - М.: Стройиздат, 1978.- 509 с.

16. Белов, С. В. Безпека виробничих процесів [Текст]: Довідник / С. В. Белов, В. Н. Бринза, Б. С. Векшин. Под общ. ред. С. В. Белова. - М.: Машиностроение, 1985.-448 с

17. Ткачук, К.Н. Безпека праці в промисловості [Текст] / К.Н. Ткачук. - К.: Техніка, 1982 - 231с.

18. Ласков, Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учеб. Пособие для вузов [Текст] / Ю. М. Ласков, Ю.В.Воронов, В. И. Калицун. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.

19 Лемківський, С.С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів [Текст]: Підручник / С.С. Лемківський, М.М. Падун – К.: Либідь, 2006. – 280 с.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

20. Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий [Текст] / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под ред В.Н. Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.

21. Тараненкова, В.В. Использование отходов химических производств для получения цветных строительных растворов [Текст]: Збірка тез доповідей II Всеукраїнської науково – практичної конференції з хімії та хімічної технології студентів, аспірантів та молодих вчених (26 – 27 квітня 2007 р., м. Київ)/ Тараненкова В.В. Карабцова Ю.П. – К.:2007. – 178 с.

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ДП ХН2211 1440 001 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Позиція на схемі	Назва параметру	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва, технічна характеристика	Тип, марка моделі	Кількість	Завод – виробник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
УСТАТКУВАННЯ ТА ПРИЛАДИ								
1-1	Температура	Сира вода	30 °С	Бак підігрівач 2	Термоперетворювач опору з уніфікованим вихідним сигналом; діапазон вимірювання 0...+50 °С; $I_{вих} = 4...20$ мА, $U_{вих} = 10...12$ В; основна похибка 1%.	ТСМУ-0289	1 од.	НВО «Електрохімія» приладобудівний завод м. Луцьк.
1-2	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, термоперетв. опору – 50П, 100П, 50М, 100М; клас точності 0,5.	ДИСК-250В4	1 од.	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ.
1-3	–	–	–	Щит керування	Блок регулювальний електричний (комплекс АКЕЗР-2), пропорційно-інтегральний, вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...5 мА, 0 і 24 В; $I_{вих} = 0...5$ мА.	РП4-Т	1 од.	ВО «Электроприбор», м. Чебоксари.
1-4	–	–	–	Щит керування	Перетворювач електропневматичний, $I_{вих} = 0...5$ мА, $P_{вих} = 20...100$ кПа; граничнодопустима основна похибка $\pm 0,5$; $P_{жив} = 140$ кПа; діапазон робочих температур (-30)...50 °С.	МТМ 810	1 од.	ТОВ НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк.
1-5	–	–	–	Місцевий	Механізм виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером ПП 1.25 і боковим дублером; робоча хода штока (залежно від діаметра мембрани: 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм) 10, 16, 25, 40, 60 мм; $P_{живл} = 0, 25$ МПа.	МИМП ППХ 05	1 од.	ВАТ «Прикарпатпром-армагура», м. Івано-Франківськ.

Продовження таблиці А. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
2-1	Рівень	Вода	10 м	Освітлювач 3	Рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем, матеріал буйка та підвіски – Сталь 12Х18Н10Т, $L_{\max} = 0,02 \dots 16$ м, $p_{\text{доп}} = 4$ МПа, температура $(-50) \dots 50$ °С, відносна вологість 98–100 % (при 35 °С), $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ мА, допустима основна похибка 1,5 %.	УБ-ЭА	1 од.	ВО «Теплоприбор», м. Рязань.
2-2	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації із вбудованими електропневматичним перетворювачем ЭП-1324 і пневматичним пропорційно-інтегральним регулятором; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, термоперетв. опору – 50П, 100П, 50М, 100М; $P_{\text{вих}} = 20 \dots 100$ кПа; клас точності 0,5.	ДИСК-250В4	1 од.	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ.
2-3	–	–	–	Місцевий	Механізм виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером ПП 1.25 і боковим дублером; робоча хода штока (залежно від діаметра мембрани: 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм) 10, 16, 25, 40, 60 мм; $P_{\text{живл}} = 0, 25$ МПа.	МИМП ППХ 05	1 од.	ВАТ «Прикарпатпром-арматура», м. Івано-Франківськ.
3-1	рН	Освітлена вода	8,3-9,5	Бак освітленої води	Чутливий елемент рН-метра заглибного виконання з електродами скляними ЭСП-31-06 і регулятором тиску РДС-1; глибина занурення 1600 мм.	ДПг-4М, тип IV	1 од.	«Гомельський завод измерительных приборов», м. Гомель.
3-2	–	–	–	Місцевий	Перетворювач високоомний (для $R_n > 200$ Ом); клас точності 1; $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5$ мА; цифрова індикація результатів; інтерфейс RS-232, RS-485.	П-215М	1 од.	«Гомельський завод измерительных приборов», м. Гомель.
3-3	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М; клас точності 0,5.	ДИСК-250ДД	1 од.	ЗАТ «Промышленная и группа „Метран”», м. Челябинськ.

Продовження таблиці А. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3-4	–	–	–	Щит керування	Блок регулювальний електричний (комплекс АКЕЗР-2), пропорційно-інтегральний, вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...5 мА, 0 і 24 В; $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА.	РП4-Т	1 од.	ВО «Электроприбор», м. Чебоксари.
3-5	–	–	–	Місцевий	Перетворювач електропневматичний, $I_{\text{вх}} = 0...5$ мА, $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа; граничнодопустима основна похибка $\pm 0,5$; $P_{\text{жив}} = 140$ кПа; діапазон робочих температур (-30)...50 °С.	МТМ 810	1 од.	ТОВ НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк.
3-6	–	–	–	Місцевий	Механізм виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером ПП-1.25 і боковим дублером; робоча хода штока (залежно від діаметра мембрани: 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм) 10, 16, 25, 40, 60 мм; $P_{\text{живл}} = 0, 25$ МПа.	МИМП ППХ 05	1 од.	ВАТ «Прикарпатпром-арматура», м. Івано-Франківськ.
4-1	Рівень	Освітлена вода	4-5 м	Бак освітленої води	Рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем, матеріал буйка та підвіски – Сталь 12Х18Н10Т, $L_{\text{max}} = 0,02... 16$ м, $p_{\text{доп}} = 4$ МПа, температура (-50)...50 °С, відносна вологість 98–100 % (при 35 °С), $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа, допустима основна похибка 1,5 %.	УБ-ЭА	1 од.	ВО «Теплоприбор», м. Рязань.
4-2	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М; клас точності 0,5.	ДИСК-250ДД	1 од.	ЗАТ „Промышленная группа «Метран»”, м. Челябинськ.
4-3	–	–	–	Щит керування	Блок регулювальний електричний (комплекс АКЕЗР-2), пропорційно-інтегральний, вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...5 мА, 0 і 24 В; $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА.	РП4-Т	1 од.	ВО «Электроприбор», м. Чебоксари.
4-4	–	–	–	Місцевий	Перетворювач електропневматичний, $I_{\text{вх}} = 0...5$ мА, $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа; граничнодопустима основна похибка $\pm 0,5$; $P_{\text{жив}} = 140$ кПа; діапазон робочих температур (-30)...50 °С.	МТМ 810	1 од.	ТОВ НВП «Мікротерм» м. Сіверодонецьк.
4-5	–	–	–	Місцевий	Механізм виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером ПП-1.25 і боковим дублером; робоча хода штока (залежно від діаметра мембрани: 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм) 10, 16, 25, 40, 60 мм; $P_{\text{живл}} = 0, 25$ МПа.	МИМП ППХ 05	1 од.	ВАТ «Прикарпат-промарматура», м. Івано-Франківськ.

Продовження таблиці А. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5-1	Концентрація	Освітлена вода	6 мг-екв/л	Бак освітленої води	Первинний перетворювач кондуктометричного аналізатора рідини АЖК-1 контроль питомої електропровідності (ПЕП) знесоленої; температура робочого середовища 0...100 °С, тиск до 1 МПа, термокомпенсація забезпечується у межах ±15 °С; граничнодопустима основна зведена похибка аналізаторів питомої електропровідності – до 2 %, аналізаторів концентрації – до 5 %; $I_{\text{вих}} = 4...20$ мА.	АЖК-3101.1	1 од.	НВО «Автоматика» м. Володимир.
5-2	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад із цифровою індикацією та неперервним (РМТ-39Д – точковим) записом на діаграмній стрічці; вхідні сигнали: 0...100 мВ, 0...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – А, В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М; інтерфейс RS-232; допустим основна похибка показань 0,2 %, реєстрації 1 %.	РМТ-49Д	1 од.	НПП «ЭЛЕМЕР», сел. Менделеево Московської обл.
6-1	Витрата	Розчин NaCl	13 м ³ /год	Бак регенераційного розчину	Діафрагма стандартна камерна, $P_y = 0,25$ МПа; $D_{\text{тр}} = 400$ мм.	ДКС 0,25-400	1 од.	ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ.
6-2	–	–	–	Місцевий	Дифманометр безшкальний із квадратичною функцією перетворення; $\Delta P_{\text{max}} = 40$ кПа; клас точності 1; $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа.	13ДД11 (мод.720)	1 од.	ВО «Теплоприбор», м. Рязань.
6-3	–	–	–	Щит керування	Прилад вторинний пневматичний показувальний реєструвальний; витрата повітря живлення – 6,5 л/хв, $P_{\text{жив}} = 0,14$ МПа, $P_{\text{вх}} = 20...100$ кПа.	ПКР.1П	1 од.	АТ «Саранский приборостроительный завод», м. Саранськ.
6-4	–	–	–	Щит керування	Регулятор пневматичний пропорціонально-інтегральний (система СТАРТ); витрата повітря живлення – 4,5 л/хв, $P_{\text{жив}} = 0,14$ МПа, $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа.	ФР0091	1 од.	АТ «ТИЗПРИБОР», м. Москва.

Продовження таблиці А. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6-5	–	–	–	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний пружинний прямої дії з позиціонером ПП-1.25 і верхнім дублером; $P_{живл}=0,1$ МПа	МИМП ППХ 05В	1 од.	ВАТ «Прикарпат- промарматура», м. Івано-Франківськ.
7-1	Концентрація	Пом'якшена вода	0,7 мг/л	Трубо- провід 1п	Первинний перетворювач програмованого кондуктометричного промислового солеміра КС-1М призначений для неперервного моніторингу питомої електропровідності (ПЕП) рідких середовищ в т. ч. для контролю солемісту в насиченій та перегрітій парі, котельній воді, конденсаті, ступеня очищення води в цехах водопідготовки тощо, температура контрольованого середовища 1...100 °С (допускається короточасне підвищення до 200 °С), тиск – до 0,5 МПа.	КС-1М- 1.1	1 од.	ТОВ «Сибпромприбор- Аналіт», м. Барнаул.
7-2	–	–	–	Місцевий	Вимірювальний перетворювач промислового солеміра КС-1М, граничнодопустима основна зведена похибка – не більше 2 % від максимального значення діапазону вимірювання; вихідні сигнали: 0...5 або 4...20 мА, інтерфейс RS232/485; живлення від мережі напругою 220 В, 50 Гц; довжина лінії зв'язку між первинним і вимірювальним перетворювачами не більше 5 м.	КС-1М- 1.2	1 од.	ТОВ «Сибпромприбор- Аналіт», м. Барнаул.
7-3	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний мікропроцесорний вторинний прилад з $I_{вих} = 4...20$ мА; вхідні сигнали: 0...10 мВ, 0...100 мВ, 0...1 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, А-1; опору – 50П, 100П ($W_{100}=1,385; 1,391$), 50М, 100М; 0-10 мГн, ± 10 мГн (в комплекті з НП-П10); вихідні сигнали: $I_{вих} = 4...20$ мА, $P_{вих} = 20...100$ кПа в комплекті з ЭП-1324, інтерфейс RS-485; клас точності 0,5.	ДИСК- 250М	1 од.	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ.

Продовження таблиці А. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7-4	-	-	-	Щит керування	Регулятор мікропроцесорний восьмиканальний. Забезпечує сигналізацію та контроль (за допомогою датчиків, що мають уніфікований вихідний сигнал постійного струму або напруги, термopарами та термометрами опору) і автоматичне регулювання (реалізує ПД-, ШІМ-, ПД-імпульсний, дво- та трипозиційний алгоритми регулювання, а також чотири аналогові ПД-регулятори) восьми технологічних параметрів; має вісім програмних задатчиків (вибір логіки наступного кроку програми: за досягненням параметром заданого значення, за комбінацією – ТА-, АБО – часу та контрольованого параметра) і вбудовані таймери для керування різним технологічним устаткуванням, у тому числі програмування керування реверсивними механізмами; вихідні сигнали: аналогові: 0...5 мА, 0...20 мА, 4...20 мА, 0...10 В; дискретні: через транзистор – до 40 В, 100 мА; через реле – до 220 В, 8А. Основна зведена похибка вимірювання $\pm 0,2\%$. Максимальна кількість кроків програми кожного програмного задатчика – 48, максимальний час програми – 3800 годин. Інтерфейс RS-485.	МТР-44	1 од.	ВАТ «Підприємство «МІКРОЛ»», м. Івано-Франківськ.
7-5 7-6 7-7 7-8	-	-	-	Місцевий	Перетворювач електропневматичний, $I_{вх} = 0...5$ мА, $P_{вих} = 20...100$ кПа; граничнодопустима основна похибка $\pm 0,5\%$; $P_{жив} = 140$ кПа; діапазон робочих температур (-30)...50 °С.	МТМ 810	4 од.	ТОВ НВП «Мікротерм», м. Сіверодонецьк.
7-9 7-10 7-11 7-12	-	-	-	Місцевий	Механізм виконавчий мембранний пневматичний прямої дії з позиціонером ПП-1.25 і боковим дублером; робоча хода штока (залежно від діаметра мембрани: 160, 200, 250, 320, 400, 500 мм) 10, 16, 25, 40, 60 мм; $P_{живл} = 0, 25$ МПа.	МІМП ПІХ 05	4 од.	ВАТ «Прикарпатпром-арматура», м. Івано-Франківськ.

Продовження таблиці А. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8-1	Перепад тиску	Освітлена вода	0,2 МПа	Місцевий	Вимірювальний тензоперетворювач надлишкового тиску, $P_{\max} = 1$ МПа, температура 5...50 °С, матеріал мембрани – сплав 36НХТЮ, граничнодопустима основна похибка 0,5 %; $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА.	«Сапфир-22ДИ», мод.2150	1 од.	ВО «Геофізприлад», м. Івано-Франківськ.
8-2	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації із вбудованими електропневматичним перетворювачем ЭП-1324 і пневматичним пропорційно-інтегральним регулятором; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, термоперетв. опору – 50П, 100П, 50М, 100М; $P_{\text{вих}} = 20...100$ кПа.	ДИСК-250В4	1 од.	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ.
8-3	–	–	–	Місцевий	Механізм виконавчий пневматичний пружинний прямої дії з позиціонером ПП-1.25 і верхнім дублером; $P_{\text{живл}} = 0,1$ МПа.	МИМП ППХ 05В	1 од.	ВАТ «Прикарпат-промарматура», м. Івано-Франківськ.
9-1	Тиск	Трубопровід	0,6 МПа	Трубопровід 1п	Вимірювальний тензоперетворювач надлишкового тиску, $P_{\max} = 1$ МПа, температура 5...50 °С, матеріал мембрани – сплав 36НХТЮ, граничнодопустима основна похибка 0,5 %; $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА.	«Сапфир-22ДИ», мод.2150	1 од.	ВО «Геофізприлад», м. Івано-Франківськ.
9-2	–	–	–	Місцевий	Датчики-реле тиску РД-301, РД-303, РД-307 комутація – вмик/вимик – електричних кіл при досягненні тиском робочого середовища заданого значення, діапазони налаштування РД 301: 0,001...0,01 МПа (похибка спрацьовування $\pm 0,0006$ МПа); 0,02...1 МПа ($\pm 0,001$ МПа); РД-303: 0...4.0,6 МПа ($\pm 0,03$ МПа); РД 307 (з НР- і НЗ-контактами): 3...7,5 МПа ($\pm 0,4$ МПа), понад 7,5...11 МПа ($\pm 0,6$ МПа); температура довкілля (-30)...50 °С; відносна вологість 95 ± 3 % за температури 35 °С; комутаційний струм – постійний, напругою 27 В, величина – до 150 мА.	РД-301, РД-303, РД-307	1 од.	ЗАТ НВП «Спецэлектрoхим-автоматика», м. Воронеж.

Закінчення таблиці А. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9-3	–	–	–	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації; вхідні сигнали: 0...50 мВ, 0...100 мВ, 0...5 В, 0...10 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, L, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М; клас точності 0,5.	ДИСК-250ДД	1 од.	ЗАТ «Промышленная группа „Метран”», м. Челябинськ.
Електроапарати								
HL1 HL3 HL8	Сигналізація «Вімкн»	Електро-двигун	–	Пульт керування	Лампа сигнальна світлодіодна із зеленим індикатором («ПУСК»), $U_{жив} = 220 В, 50/60 Гц.$	ЛС 47-1	3 од.	«ІЕК Україна», м. Київ.
HL2 HL4 HL6 HL7 HL9	Сигналізація «Вимк»	Електро-двигун	–	Пульт керування	Лампа сигнальна світлодіодна з червоним індикатором («СТОП»), $U_{жив} = 220 В, 50/60 Гц.$	ЛС 47-2	5 од.	«ІЕК Україна», м. Київ.
HL5	–	–	–	Щит керування	Лампа сигнальна світлодіодна із жовтим індикатором $U_{жив} = 220 В, 50/60 Гц, d = 27 мм, сила світла 20 мКд.$	СКЛ-11-Ж-2-220	1 од.	ВАТ «Кашинский завод електроапаратури», м. Москва.
МП1	Пуск та зупинка електро-двигуна	Електро-двигун	–	Місцевий	Пускач магнітний безконтактний нереверсивний з, кнопками «ПУСК» і «СТОП» для керування трифазними асинхронними електродвигунами з коротко-замкнутим ротором; номінальний робочий струм 160 А; номінальна робоча напруга 220, 380, 660 В, номінальна потужність 45 кВт.	ПМ12-160210 У2 В	1 од.	ВАТ «Кашинский завод електроапаратури», м. Москва.
SA1	–	–	–	Місцевий	Кнопка запобіжного вимикання; номінальна робоча напруга: змінна (частота 50/60 Гц) 660 В, постійна –440 В, номінальний тепловий струм.	КМЕ-5111 УЗ	1 од.	ТОВ «Кам’янець-Подільський електро-механічний завод».
SB1 SB2	–	Насос електричний	–	Щит керування	Пост управління кнопковий, кількість елементів управління – 2; номінальний тепловий струм 10 А; температура довкілля від (-40) °С до 40 °С, відносна вологість повітря 98 %, комутацій- на зносостійкість 1 000 000 циклів.	ПКУ-123-11	1 од.	ЗАТ «Променерго-автоматика», м. Київ.

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
								Справ. №
					<u>Документація</u>			
A1			ДП ХН2211.1440.001 ТС	Технологічна схема	1			
				<u>Складальні одиниці</u>				
		1		Насос сирової води	1			
		2		Нагрівач сирової води	1			
		3		Освітлювач	2			
		4		Механічний фільтр	1			
		5		Насос	1			
		6		На-катіонітовий фільтр	1			
		7		На-катіонітовий фільтр	1			
		8		На-катіонітовий фільтр	1			
		9		На-катіонітовий фільтр	1			
		10		На-катіонітовий фільтр	1			
		11		Дренажний канал	1			
		12		Насос відпрацьованої води	1			
		13		Насос технічної води	1			
		14		Насос виведення пожежної води	1			
		15		Мірний бак регенераційног розчину	1			
		16		Насос регенераційного розчину	1			
		17		Насос технічної води	1			
		18		Бак вапнякової води	1			
		19		Бак повареної солі	1			
		20		Бак вапна	1			
		21		Бак пожежної води	2			
				ДП ХН2211.1440.001				
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		
Разраб.		Мартишев Д.В.						
Пров.		Концевий С.А.						
Н.контр.		Супрунчук В.І.						
Утв.		Толстопалева Н.М.						
Малостічна технологія підготовки води для підживлення теплових мереж						Лит.	Лист	Листов
								1
НТУУ "КПІ", ХТФ гр. ХН-22								
Копирова						Формат А4		

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						<i>Документація</i>		
	A1				<i>ДП ХН2211.1440.002 СК</i>	<i>На-катіонітовий фільтр</i>	1	
						<i>Складальні одиниці</i>		
				1		<i>Корпус</i>	1	
				2		<i>Кришка</i>	1	
				3		<i>Днище</i>	1	
				4		<i>Трубопровід введення</i>	1	
				5		<i>Розподільча система</i>	1	
			6		<i>Опора</i>	1		
			7		<i>Шар катіоніту</i>	1		
Подп. и дата								
Инд. № дѣл.								
Взам. инв. №								
Подп. и дата								
					<i>ДП ХН2211.1440.002</i>			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инд. № подл.	Разраб.		<i>Мартишев Д.В.</i>			Лит.	Лист	Листов
	Пров.		<i>Концевой С.А.</i>					1
	Н.контр.		<i>Супрунчук В.І.</i>			<i>НТУУ "КПІ", ХТФ</i>		
Утв.		<i>Толстопалава Н.М.</i>			<i>гр. ХН-22</i>			
<i>Малостічна технологія підготовки води для підживлення теплових мереж</i>								
<i>Копировал</i>						<i>Формат А4</i>		