

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

Дипломний проект

з напряму підготовки 6.051301 – Хімічна технологія
(код і назва)

на тему: Безстічна установка підготовки води для підживлення теплових мереж

Виконала: студентка 4 курсу, групи ХН-32
Концева Марія Володимирівна

Київ – 2017 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Хіміко-технологічний факультет
Кафедра технології неорганічних речовин та загальної хімічної технології

До захисту допущено

В.о. завідувача кафедри

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

“ ” _____ 20__ р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки **6.051301 – Хімічна технологія**
(код і назва)

на тему: Безстічна установка підготовки води для підживлення теплових мереж

Виконала: студентка 4 курсу, групи ХН-32

Концева Марія Володимирівна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник асист., к.т.н. **Крimeць Г.В.**

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

(підпис)

Консультант:

з автоматичного регулювання
(назва розділу)

ст. викл. Лукінюк М.В.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

з економіко-організаційних рішень
(назва розділу)

доц., к.т.н. Підлісна О.А.
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

(підпис)

з охорони праці
(назва розділу)

доц., к.т.н. Полукаров Ю.О.
(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 – 2017 року

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ДП ХН3203 1440 000 ПЗ	Пояснювальна записка	87	
3	A1	ДП ХН3203 1440 001 ТС	Технологічна схема	1	
4	A1	ДП ХН3203 1440 002	Головний апарат	1	
5	A1	ДП ХН3203 1440 003 СхА	Схема автоматизації	1	
6	A2	ДП ХН3203 1440 004	Економічний плакат	1	
7	A1	ДП ХХХХ. 05.000 ТК		1	
8	A1	ДП ХХХХ. 06.000 ТК		1	
9	A1	ДП ХХХХ. 07.000 ТК		1	

				ДП ХН3203 1440 000		
	ПІБ	Підп.	Дата			
Розробн.	Концева М.В.			Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Керівн.	Кривець Г.В.				1	1
Консульт					КПІ ім. Ігоря Сікорського каф. ТНР та ЗХТ гр. ХН-32	
Н/контр.						
В.о. зав.каф.	Толстопалова Н.М.					

Пояснювальна записка до дипломного проекту

на тему: Безстічна установка підготовки води
для підживлення теплових мереж

Київ – 2017 року

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить: 87 стор., 14 табл., 2 рис., 25 бібл.

В дипломному проекті розроблена безстічна установка підготовки води для підживлення теплової мережі на основі схеми СТ “Позняки” теплових мереж “Київенерго” з врахуванням чинних норм на воду.

Наведена технологічна схема та її опис. Розраховано і вибрано основне та допоміжне обладнання у відповідності з заданою потужністю виробництва. Обґрунтовано необхідність сульфитування для попередження кисневої корозії обладнання в умовах підвищеного рівня хлоридних іонів. Запропоновано регулювання рН води з 10,2 до 9,5...8,3 димовими газами, що виключає необхідність кислотного господарства на станціях тепlopостачання.

Розроблено схему автоматичного контролю та регулювання виробництва. Надано економіко-організаційний розрахунок з обґрунтуванням вибору методу реагентного очищення води. Розглянуто питання екологічної оцінки виробництва та техніки безпеки проведення виробничого процесу. Розглянуто можливі варіанти утилізації шламу, що утворюється в освітлювачі.

ТЕПЛОВІ МЕРЕЖІ, КАРБОНАТНИЙ ІНДЕКС, НА-КАТІОНУВАННЯ,
НАКИП, КИСНЕВА КОРОЗІЯ, ХЛОРИДНІ ІОНИ, СУЛЬФІТУВАННЯ,
ДИМОВІ ГАЗИ

ABSTRACT

Explanatory note 87 p.; 14 tabl.; 2 fig.; 25 ref.

Without sewerage watertreatment plant (based on scheme "Poznyaki" of "Kyivenergo" heating supply systems) is designed in this bachelor project to makeup of heating network according to current regulations on water quality.

The process scheme is described. The necessity of oxygen reduction to prevent corrosion of equipment in high level of chloride ions is justified, since the lack of sewage is provided by effluent supply from Na-cationite filters at the settling tank. It was proposed a regulation of water pH with 10.2 to 9.5 ... 8.3 by flue gases instead of acids, which eliminates the need acidic unit.

Control and management automation scheme is herewith applied. Economy and organization part of the project has been developed. Gaseous wastes are specified and ultimate ecological solutions are suggested. The possible options for disposal of sludge formed in the settling tank are proposed.

HEAT NETWORKS, CARBONATE INDEX, NA-CATIONIZATION,
CARBONATE SCALE, OXYGEN CORROSION, CHLORIDE IONS, OXYGEN
REDUCTION, FLUE GASES

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 Характеристики і обґрунтування прийнятого методу виробництва. Хімізм, теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів	21
3.1 Попередня обробка вихідної води реагентами в освітлювачі	21
3.2 Особливості процесу натрій-катіонування.....	25
3.3 Регулювання рН води димовими газами	27
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	38
6.1 Розрахунок Na-катіонітових фільтрів	38
6.2 Вибір обладнання.....	41
7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва.....	43
7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації	43
7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу	44
8 Економіко-організаційні розрахунки	48
8.1 Характеристика підприємства	48
8.2 Виробничі процеси, що здійснюються на підприємстві	50
8.3 Режим роботи цеху	52

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ			
Вик	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Концева М.В.				Безстічна установка підготовки води для підживлення теплових мереж пояснювальна записка	Лім.	Аркуші	Акруш
Перевір.	Кривець Г.В.							8
						КПІ ім. Ігоря Сікорського, ХТФ гр. ХН-32		
Н. Контр.	Супрунчук В.І.							
Затверд.	Толстоп'янова Н.М.							

8.4 Технічний контроль виробничого процесу	54
8.5 Калькуляція.....	55
9 Охорона праці	59
9.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на об'єкті, що проектується. Заходи з охорони праці	59
9.1.1 Повітря робочої зони	59
9.1.2 Виробниче освітлення	60
9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій.....	62
9.1.4 Електробезпека.....	63
9.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання ..	65
9.2 Пожежна безпека.....	66
10 Екологічна безпека виробництва.....	68
10.1 Аналіз забруднення води хлоридними іонами.....	68
10.2 Сульфитування мережевої води	69
10.3 Утилізація шламу після освітлювача	71
Висновки	73
Перелік посилань.....	74
Додаток А.....	77
Додаток Б	82
Додаток В.....	83

ВСТУП

З промислової точки зору ТЕЦ являється домінуючим електрогенеруючим підприємством у вітчизняній та закордонній енергетиці. Частка теплових електростанцій складає близько 70 % електрогенеруючих потужностей в Україні, а з урахуванням атомних електростанцій, де так само реалізуються паротурбінні технології, встановлена потужність становить приблизно 90 %.

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

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 безстічної технології підготовки води для підживлення теплових мереж.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 водопідготовки 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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

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

Воду, що очищається, підлугуюють, якщо лужний резерв недостатній для задовільного гідролізу коагулянтів. Для підлугування води і зв'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, значення 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 реагенту в деяких випадках може погіршитись коагуляція.

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

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

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

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, оскільки більша щільність осаду виключає необхідність збільшення його в масі 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 твердості 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^+ формі) та сильно- і слабоосновні аніоніти (в OH^- або солевій формі), а також іоніти змішаного типу.

Іонообмінну очистку проводять послідовним фільтруванням через катіоніти (у водневій формі) та аніоніти (в гідроксильній формі). При контакті

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

води с Н-катіонітом проходить обмін на H^+ -йони катіоніту. У результаті Н-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 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.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 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, °C	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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

допускається лише при глибокому пом'якшенні води, нижня – може корегуватися в залежності від інтенсивності корозійних явищ в обладнанні і трубопроводах систем теплопостачання. Якість додаткової води відкритих систем теплопостачання 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 теплопостачання					
	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. На-катіонітовий фільтр являє собою вертикальний циліндричний корпус, до якого приварені два штампованих сферичних днища. До нижнього днища приварені три опори, корпус обладнаний двома люками для завантаження фільтруючого матеріалу і ремонтно-монтажних робіт усередині

фільтра. Усередині фільтра розташовані: верхній розподільчий пристрій – ВРП та нижній дренажно-розподільчий пристрій - НДРП. На рівні нижнього дренажного пристрою до корпусу приварений штуцер для гідровивантаження катіоніту. У верхній частині циліндричного корпусу знаходиться штуцер для гідрозавантаження катіоніту у фільтр.

ВРП виконаний з полімерного матеріалу і складається він зі “стакана”, в який вставлено 8 трубок діаметром 50 мм у вигляді радіальних променів з отворами діаметром 10 мм по всій довжині трубки. Другий кінець променів заглушений і кріпиться до корпусу фільтра. Верхній розподільчий пристрій служить для підведення вхідної (освітленої) води, а також для рівномірної подачі у фільтр розчину солі для регенерації і виводу із фільтра води від розпушення.

НДРП виконаний з нержавіючої сталі і представляє він собою систему, яка складається із вертикального колектора з заглушеним верхнім кінцем, чотирьох колекторів-відводів, вставлених в радіально розташовані отвори вертикального колектора і розміщені, для максимального наближення до днища фільтра, під кутом до горизонтальної площини; колектори-відводи кріпляться до вертикального колектора зваркою. Від кожного колектора-відводу, також під кутом до горизонтальної площини, відходять перфоровані розподільчі труби, по нижній твірній яких розташовані отвори діаметром 8 мм (отвори прикриває приварений щілинний жолобок із шириною щілини 0,25 мм).

НДРП призначений для збирання та відведення із фільтра обробленої води, відпрацьованого регенераційного розчину і відмивної води, а також для подачі у фільтр і рівномірного розподілу по площині поперечного перерізу фільтра розпушувальної води, а також для випорожнення фільтра.

Трубопроводи, змонтовані по фронту фільтра, обладнані кислотостійкою запірною арматурою, що виконана з електроприводом (автоматизована). Вода, що відбирається для аналізу до і після фільтра, відводиться пробовідбірними трубами в зливну лійку (корито), туди ж направлена труба-повітряник. Пробовідбірні труби та повітряник обладнані запірною арматурою. На цих же

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

лініях установлені манометри, що показують тиск на вході і виході води з фільтра. Фільтри 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. Також має функціональну хімічно-активну сульфогрупу, іон натрію якої здатний заміщуватись іншими катіонами.

Катіоніт КУ-2-8 здатний до обміну катіонів в лужному, нейтральному і кислому середовищі, а також в деяких окисниках та органічних розчинниках.

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
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, %, не більше	0,29	0,25	0,45
Масова частка вологи	0,1	0,25	0,25

З ХАРАКТЕРИСТИКИ І ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА. ХІМІЗМ, 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.

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 грубодисперсні (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.

3.1 Попередня обробка вихідної води реагентами в освітлювачі

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

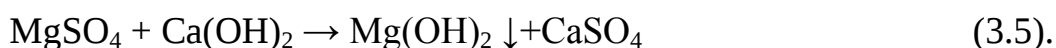
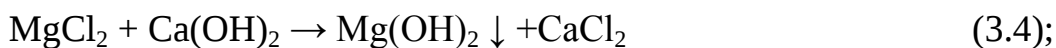
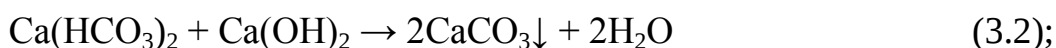
					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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 твердість обробленої води (часткове пом'якшення);
- знизити окисність (вміст органічних речовин) обробленої води;
- знизити вміст завислих речовини у обробленій воді;
- знизити вміст сполук заліза і кремнієвих кислот у обробленій воді;
- знизити сухий залишок (солевміст) обробленої води.

Згідно проектної технології у якості реагентів для обробки води в освітлювачах повинні застосовуватися карбонат натрію, коагулянт та вапно. 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.

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 сполука – карбонат кальцію, що випадає в осад. При введенні вапна в більшій кількості, ніж це необхідно для зв'язування вільної вугільної кислоти, у воді підвищується вміст гідроксильних іонів (OH^-), що призводить до переходу бікарбонатів (HCO_3^-), які обумовлюють

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

лужність сирій 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 твердість вхідної води.

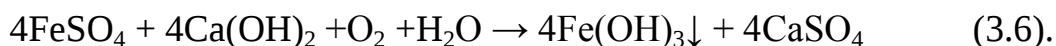
Некарбонатні сполуки магнію, що містяться у воді, також взаємодіють із вапном. При цьому магній у вигляді гідроокису випадає в осад, проте зниження твердості не відбувається, так як постійно проходить заміна магнієвої твердості на постійну кальцієву (рівняння (3.4), (3.5)).

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.

У якості коагулянту використовується залізний купорос, або як його ще називають сірчаноокисле залізо ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Ця сполука представляє собою сіль слабкої 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 гідрооксиду 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 гідрооксиду 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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ними із розчину тих чи інших іонів. В результаті чого колоїдні частинки $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 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 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ коагулюють, об'єднуються у більш крупні, але ще не помітні оком, частинки – мікропластівці. Саме в процесі утворення мікропластівців 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.

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 шламовий фільтр), на поверхні частинок якого здійснюються процеси освітлення води.

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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чином, чим вище ефект коагуляції, тим повніше будуть протікати реакції пом'якшення води.

Процеси обробки води з використанням карбонату натрію можна описати наступними хімічними рівняннями:



Із наведених рівнянь видно, що карбонат натрію (сода) здатний осаджувати розчинні хлориди та сульфати кальцію (рівняння (3.7) і (3.8)), що обумовлюють постійну твердість води.

В умовах даної технології, коли карбонат натрію дозується лише для додаткового пом'якшення води (зниження постійної твердості), що можна побачити в реакції з рівнянь (3.7, 3.8).

3.2 Особливості процесу натрій-катіонування

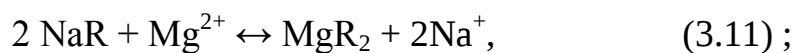
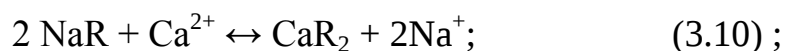
Процес фільтрування води після освітлювачів здійснюється на установці фільтрування, яка призначена для видалення із обробленої води (повного або часткового) завислих речовин (ГДД) і колоїдних (КДД) шляхом фільтрування її через шар фільтрувального матеріалу фільтрів.

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:

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



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

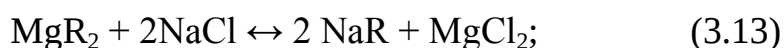
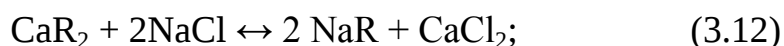
У результаті натрій-катіонування у фільтраті з'являються гідрати, сульфати, силікати, карбонати натрію. Пом'якшена вода має, так само як і вапнована, лужну реакцію і забарвлення за фенолфталеїном. Тобто, аніонний склад обробленої води при цьому не змінюється.

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 твердості 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).

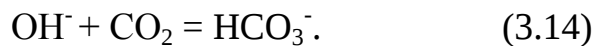
					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

3.3 Регулювання рН води димовими газами

Загально відомо, що в системах підготовки води для підживлення теплових мереж з використанням освітлювачів (з додаванням у воду вапна), необхідно зменшувати рН води до прийнятних значень від 10,2 до 8,3-9,5. Такий діапазон рН обумовлено чинними нормами на воду, при цьому зменшення рН води призводить до зменшення концентрації карбонатних іонів та, як наслідок, мінімізації карбонатного накипу на поверхні теплообмінного обладнання.

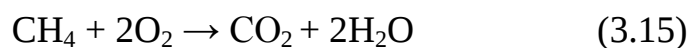
Відсутність регулювання рН води підкисленням призводить до суттєвого пересичення води карбонатом кальцію. Проте експлуатація кислотного обладнання пов'язана з суттєвою небезпекою в частині охорони праці. Для установок, які включають знесолення води (зазвичай на ТЕЦ), використання кислоти є необхідним для регенерації катіонітових фільтрів і тому регулювання рН здійснюється тією ж кислотою, що іде на регенерацію. Для котелень, що не потребують знесолення, а використовують пом'якшення води для підживлення систем тепlopостачання, використання кислоти тільки для задач регулювання рН є не бажаним.

Альтернативним методом регулювання (зменшення) рН є обробка води димовими газами водогрійних котлів з використанням ежекційної установки. Ця технологія відома для обробки циркуляційної води охолоджувальних систем на ТЕЦ, що дозволяє економити кислоту для регенерації фільтрів. Слід зазначити, що діапазон рН такої води нормовано від 6,5 до 8,5 (в ній вже присутній CO_2), тому поглинання CO_2 в такій воді не таке ефективне як у воді, рН якої більше 8,5 (вища концентрація OH^- та відсутній CO_2 у такій воді):



Проте стандартні рішення для систем без знесолення не передбачає обробку води димовими газами для зменшення рН. Розглянемо цю технологію детально.

По-перше, визначимо концентрацію вуглекислого газу у димових газах при спалюванні метану в залежності від надлишку повітря (НП):



					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для цього використаємо таблицю матеріального балансу цього процесу (див. таблицю).

Надлишок повітря у водогрійних котлах зазвичай не перевищує 10% (0,1) і тому концентрація CO_2 визначається як:

$$C(\text{CO}_2) = 1 / (1 + 9,52 \cdot 1,1) = 0,087 \quad (3.16)$$

Таблиця 3.1 - Матеріальний баланс спалювання метану

Компонент	Прихід, м ³	Витрата, м ³
CH_4	1	0
O_2	2*НП	2*НП-2
N_2	2*НП*79/21	2*НП*79/21
CO_2	0	1
H_2O	0	2
Суміш	1+9,52*НП	1+9,52*НП

Для розрахунку необхідної витрати димових газів і, як наслідок, для визначення продуктивності ежектора, слід визначити еквівалент димових газів до кислоти.

Оскільки відсоток вуглекислого газу складає 8,7% його об'єм на 1 м³ складає 87 літрів. Це відповідає 170,9 грамам ($87 \cdot 44 / 22,4$) або 3,88 моль ($87 / 22,4$). Таким чином 1 м³ димових газів відповідає одному дм³ 3,88 моль/дм³ кислоти (хлоридної, наприклад).

Наступний крок - це визначення витрати кислоти концентрації 3,88 моль/л для регулювання рН одного літру води від 10,2 (рН води після освітлювача) до 8,3 (мінімально допустимий рН для мережної води в системах теплопостачання).

Для цього використовують незмінність значення 2-ї константи дисоціації карбонової кислоти за даної температури ($4,68 \cdot 10^{-11}$ за 25 °C):

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$K_2 = \frac{C(H^+)_0 \cdot C(CO_3^{2-})_0}{C(HCO_3^-)_0} = \frac{C(H^+)_1 \cdot (C(CO_3^{2-})_0 - C(HCl) \cdot V(HCl))}{C(HCO_3^-)_0 + C(HCl) \cdot V(HCl)} \quad (3.17)$$

Згідно цього рівняння визначається об'єм кислоти для зменшення рН:

$$V(HCl) = \frac{C(H^+)_1 \cdot C(CO_3^{2-})_0 - K_2 \cdot C(HCO_3^-)_0}{C(HCl) \cdot (K_2 + C(H^+)_1)} \quad (3.18)$$

Для лужності 1,0 ммоль/дм³ витрата кислоти складає 0,1 дм³ на м³, або 10 дм³ на годину (10 м³ димових газів) при продуктивності освітлювача 100 м³/год.

Організація ежекційної установки не представляє проблеми, оскільки на котельних зазвичай використовуються вакуумні деаератори, елементи ежекційної системи яких можуть бути використані для ежекційної системи регулювання рН води після освітлювача. В якості бака такої системи можна використовувати бак освітленої води та задіяти насоси освітленої води для організації циркуляції освітленої води крізь ежектор, що забезпечить попадання димових газів з виходу димососів в освітлену воду.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

На кресленні ДП ХН3203 1440 001 ТС представлено технологічну схему відділення пом'якшення води за допомогою Na-катіонування для теплових мереж.

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

Підігріта в теплообміннику 2 до температури $30 \pm 1^{\circ}\text{C}$ вхідна сира вода (поверхнева) із котельного відділення подається в освітлювач ВТИ-250І 3, де піддається обробці реагентами (вапном, коагулянтном та карбонатом натрію) з метою зниження лужності, твердості, ХПК, вмісту завислих речовин, сполук заліза і т.д..

З баку гашеного вапна 20 у бак вапняної води з циркуляційним насосом 18 подається гашене вапно, звідки дозується у освітлювач. З баку 24 для коагулянту подається насосом-дозатором 25, у бак мірник 23, туди ж з баків технічної води 21-22, насосом 26 подається технічна вода. З баку мірнику 23 коагулянт потрапляє у освітлювач. Додаткове пом'якшення здійснюється карбонатом натрію, який подається з бункеру вихідного карбонату натрію 31 в бак розчинення карбонату натрію 32, звідки насосом-дозатором 33 подається в освітлювач.

Вапняно-коагульована (і додатково пом'якшена карбонатом натрію) вода виходить із освітлювача і направляється на механічні фільтри 4, після яких поступає в бак освітленої води 5.

Завдяки ежектору 34 димові гази потрапляють в освітлену воду, при цьому циркуляція води здійснюється через бак освітленої води 5 насосом освітленої води 6. Освітлена таким чином вода подається на Na-катіонітову установку.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На Na-катионітових фільтрах 7-10 освітлена вода пом'якшується до залишкової твердості від 20 до 500 мкг-екв/дм³. Далі пом'якшена вода надходить на деаераційну установку, а звідти на насоси підживлення тепломережі.

На ці ж самі насоси подається 10-15% розчин сульфату натрію з баку розчинення сульфату 29 для забезпечення надлишку сульфату у зворотній мережній воді на рівні 2 мг/дм³. Це забезпечить попередження кисневої корозії зворотніх трубопроводів теплової мережі, яка обумовлена потраплянням у мережну воду необробленої води від пошкоджених бойлерів гарячого водопостачання (кожухотрубні теплообмінники з латунними трубками).

Стоки після Na-кат. фільтрів подаються у бак усереднення стоків 12, а звідти повертаються в освітлювач 3, в якому завдяки карбонату натрію видаляється вихідна (1 ммоль/дм³) та додаткова некарбонатна твердість (до 1,5 ммоль/дм³), яка обумовлена хлоридом кальцію, що утворився під час регенерації фільтрів. Вимкнення Na-кат. фільтрів на регенерацію здійснюється при залишковій твердості фільтрату не більше 500 мкмоль/дм³. Регенерація прямооточного фільтра здійснюється в звичайній послідовності: спущування у зворотньому напрямку (8 м/год), пропуск 10 відсоткового розчину хлориду натрію з мірного баку регенераційного розчину 15 та його промивання (до відсутності мутності у розчині при додаванні в пробу нітрату срібла). Для розпушення Na-кат. фільтрів використовується вода із баків технічної води 21,22.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	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 установки: 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, мг-екв/дм³:

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

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

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;

$D_{\text{к}}$ - доза коагулянту, мг-екв/дм³.

$$D_{\text{в}} = \frac{21}{22} + 2,39 - 0,7 + 0,7 = 3,34$$

Вапном осаджується HCO_3^- у кількості, мг-екв/дм³:

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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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, мг-екв/дм³:

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

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, мг-екв/дм³:

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

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

Вміст сульфатів збільшується за рахунок дозування коагулянту FeSO_4 , мг-екв/дм³:

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

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

Вміст хлоридів у воді не змінюється.

Кількість шламу, що утвориться при вапнуванні з коагуляцією, визначається за рівнянням, г/дм³:

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

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.

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

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 воді, 27 г/дм³.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Отже, із продувкою видаляється наступна кількість води, м³/год:

$$V_{H_2O \text{ прод.}} = Q \cdot 1,1 \cdot \frac{p}{100} = 250 \cdot 1,1 \cdot \frac{2,62}{100} = 7,2$$

Витрата вапна у вигляді Са(ОН)₂ визначається за формулою, кг/добу:

$$Q_{B.}^{\text{доб.}} = 24 \cdot 28,04 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \frac{D_B}{1000} = 24 \cdot 28,04 \cdot 250 \cdot \frac{3,34}{1000} = 618,1$$

Витрата вапняного молока на добу визначається, м³/добу:

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

де $C_{B.M.}$ - масова концентрація вапняного молока, 5 % ;

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

$$V_{B.}^{\text{доб.}} = \frac{Q_{B.}^{\text{доб.}} \cdot 100}{5 \cdot 1040} = 11,89$$

Кількість води для приготування вапняного молока, м³/год:

$$V_{H_2O^{B.M.}} = \frac{(V_{B.}^{\text{доб.}} \cdot \rho_{B.M.} - Q_{B.}^{\text{доб.}})}{24} = \frac{(11,89 \cdot 1040 - 618,1)}{24} = 0,489$$

Витрата 5%-го вапняного молока на один освітлювач, м³/год:

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

де N -кількість освітлювачів, шт.

$$Q_{B.}^1 = \frac{11,89}{24 \cdot 1} = 0,49$$

Витрата коагулянту визначається за формулою, кг/добу:

$$Q_{K.}^{\text{доб.}} = \frac{24 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot E_K \cdot q_K}{1000},$$

де E_K - еквівалентна маса безводного коагулянту FeSO₄, г-екв/моль;

q_K - максимально необхідна доза коагулянту, мг-екв/дм³ ;

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

Витрата 5%-го розчину коагулянту визначається за формулою, м³/добу:

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$\rho_{\text{к.}}$ - густина 5%-го розчину коагулянту, 1048 кг/м³;

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

Кількість води для приготування розчину коагулянту, м³/год:

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

Витрата 5%-го розчину коагулянту на один освітлювач, м³/год:

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

де N - кількість освітлювачів, шт.

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

Сумарна витрата води на власні потреби освітлювача, м³/год:

$$V_{\text{в.н.}}^{\text{осб.}} = V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{прод.}}} + V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{в.м.}}} + V_{\text{H}_2\text{Oк.}} = 7,2 + 0,49 + 0,29 = 7,985$$

5.2 Розрахунок механічних фільтрів

Необхідна площа фільтрування приблизно визначається за формулою, м²:

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

де Q_0 - продуктивність фільтрів по проясненій воді з урахуванням витрати води на їхні власні нестатки, м³/год;

ω - швидкість фільтрування при нормальному режимі роботи фільтрів, м/год.

Виходячи з розумінь експлуатаційної надійності, число одночасно працюючих фільтрів однакового діаметра приймається не менше чотирьох.

Необхідна площа фільтрування кожного фільтра визначається за формулою [7], м²:

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де n - число фільтрів.

$$f' = \frac{28,38}{4} = 7,095$$

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

Встановлюємо 4 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, м^3 :

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

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;

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

Витрата води на відмивання фільтрів шляхом спуску в дренаж першого мутного фільтрату зі швидкістю 4 м/с протягом 10 хв визначається за формулою, м^3 :

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

де ω - швидкість фільтрування, м/год ;

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

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

Годинна витрата води ($\text{м}^3/\text{год}$) на власні потреби 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;

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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Продуктивність фільтрів з урахуванням витрати води на їхні власні нестатки визначається за формулою, м³/год:

$$Q_{\text{в.н.}} = Q_0 + q_r = 257,98 + 11,12 = 269,1$$

Дійсна швидкість фільтрування при роботі усіх фільтрів дорівнює, м/год:

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

а під час вимикання одного з фільтрів на промивання, м/год:

$$\omega_{n-1} = \frac{Q_{\text{в.н.}}}{(n-1) \cdot f} = \frac{266,32}{(4-1) \cdot 9,1} = 9,86$$

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

6 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Розрахунок Na-катіонітових фільтрів

Враховуючи продуктивність процесу водоочистки за концентратом $Q = 250 \text{ м}^3/\text{год}$, необхідна площа фільтрування при швидкості фільтрування $\omega = 20 \text{ м}/\text{год}$, м^2 [8]:

$$F = \frac{Q}{\omega} = \frac{250}{20} = 12,5 \text{ м}^2.$$

Приймаємо стандартний фільтр діаметром $D = 2,6 \text{ м}$, висотою шару $h_{\text{ш}} = 2 \text{ м}$ і площею перерізу фільтру $f_k = 5,31 \text{ м}^2$.

Кількість фільтрів:

$$N = \frac{F}{f_k} = \frac{12,5}{5,31} \approx 3 + 1 \text{ резервний.}$$

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

$$\omega_d = \frac{Q}{f_k \cdot n} = \frac{250}{5,31 \cdot 3} = 15,69 \text{ м}/\text{год},$$

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.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Тривалість фільтрування визначається за формулою, год:

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

де C - концентрація всіх катіонів ;

$$\tau = \frac{5,31 \cdot 2 \cdot 600 \cdot 3}{250 \cdot (0,69 + 5,93 + 0,92)} = 10,14$$

Добове число регенерації визначається за формулою, рег/добу:

$$m = \frac{24 \cdot n}{\tau} = \frac{24 \cdot 3}{10,14} = 7,1$$

Витрата хлориду натрію для регенерації фільтра, кг:

$$\sigma_{\text{NaCl}} = \frac{f_k \cdot h_{\text{ш}} \cdot b \cdot E_{\text{кат.}}}{1000} = \frac{5,31 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 600}{1000} = 637,2,$$

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:

$$\sigma_{96,5}^{\text{NaCl}} = \frac{637,2 \cdot 100}{96,5} = 660,31$$

Витрати концентрованого 26 %-вого розчину ($\rho = 1197,2$ кг/м³), кг:

$$m_{26}^{\text{NaCl}} = \frac{660,31 \cdot 100}{26} = 2539,66 \text{ кг}$$

$$\sigma_{96,5}^{\text{NaCl}} = \rho_{26}^{\text{NaCl}} \cdot m_{26}^{\text{NaCl}} = \frac{1197,2}{2539,66} = 2,12 \text{ м}^3.$$

Добова витрата хлориду натрію, кг:

$$\sigma_{\text{NaCl}}^{\text{доб.}} = \sigma_{\text{NaCl}}^{26} \cdot m = 660,31 \cdot 7,1 = 4688,2$$

Регенерацію Na-катіонітового фільтра здійснюється 10% - ним розчином NaCl ($\rho = 1055,9$ кг/м³). Його кількість становить, кг:

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$m_{\text{NaCl}}^{10} = \frac{660,31 \cdot 100}{10} = 6603,1 \text{ кг}$$

$$\sigma_{\text{NaCl}}^{10} = m_{\text{NaCl}}^{10} \cdot \rho_{\text{NaCl}}^{10} = \frac{6603,1}{1055,9} = 6,25 \text{ м}^3$$

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

$$V_{\text{H}_2\text{O}} = 6,25 - 2,12 = 4,13 \text{ м}^3.$$

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

$$\tau_1 = \frac{\sigma_{\text{NaCl}}^{10}}{f_k \cdot \omega_{\text{рег}}} = \frac{6,25}{5,31 \cdot 5} = 0,24 \text{ год.}$$

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;

$$V_{\text{відм.}} = 5,31 \cdot 2 \cdot 3 = 31,86 \text{ м}^3.$$

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

$$\tau_2 = \frac{V_{\text{відм.}}}{f_k \cdot \omega_{\text{відм.}}} = \frac{31,86}{5,31 \cdot 5} = 1,2 \text{ год.}$$

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

$$V_{\text{розп.}} = \frac{f_k \cdot \tau_3 \cdot i \cdot 60}{1000} = \frac{5,31 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 60}{1000} = 9,56 \text{ м}^3,$$

де τ_3 - час розпушування, хв.

Загальна тривалість регенерації, хв:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 = 0,24 + 1,2 + \frac{10}{60} \approx 1,6 \text{ год} = 96 \text{ хв.}$$

Сумарну витрату води на регенерацію, м³:

$$V_{\text{сум.}} = V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{відм.}} + V_{\text{розп.}} = 4,13 + 31,86 + 9,56 = 45,55 \text{ м}^3.$$

Годинна витрата води на власні потреби, м³/год:

$$q_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{V_{\text{сум.}} \cdot m}{24} = \frac{45,55 \cdot 7,1}{24} = 13,48 \text{ м}^3/\text{год.}$$

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$Q_{\text{бр.}} = Q + q_{\text{H}_2\text{O}} = 250 + 13,48 = 263,48 \text{ м}^3/\text{год.}$$

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 освітлювач ВТИ-250і, продуктивністю 250 м³/год, і один резервний.

Баки для розчину коагулянту:

Витрата 5%-го розчину коагулянту визначається за формулою, м³/добу:

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

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

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

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

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, кг/добу:

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

Витрата вапняного молока на добу визначається, м³/добу:

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

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

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$V_{\text{в.}}^{\text{доб.}} = \frac{618,1 \cdot 100}{5 \cdot 1040} = 11,89 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Кількість води для приготування вапняного молока, м³/год:

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

$$V_{\text{бак.}} = (V_{\text{в.}}^{\text{доб.}} + V_{\text{H}_2\text{O}^{\text{в.м.}}} \cdot 24) \cdot 1,3 = (11,89 + 0,489 \cdot 24) \cdot 1,3 = 30,7 \text{ м}^3.$$

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: згідно з розрахунками в підрозділі 5.2 приймаємо до установки 4 механічних фільтри площею фільтрування по 9,1 м².

Вибір іонообмінних фільтрів: за попередніми розрахунками в підрозділі 6.1 приймаємо стандартні іонообмінні фільтри з такими характеристиками: 3 та 1 резервний ФІПа -2,6-0,6-Na D = 2,6 м, висотою шару $h_{\text{ш}} = 2$ м і площею перерізу фільтру $f_{\text{к}} = 5,31$ м².

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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 ХН3203 1440 003 СхА, а специфікація на відповідне устаткування наведена у додатку А.

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 технологічної установки підготовки води для підживлення теплових мереж, її апаратурного оформлення та норм технологічного режиму, необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль та регулювання температури сирої води;
- контроль та регулювання рівня води в баках технічної води;
- контроль та регулювання рН води після освітлювача;
- контроль та регулювання витрати коагулянту;
- контроль та регулювання твердості та рівня освітленої води в баці освітленої води;
- контроль та регулювання витрат регенераційного розчину NaCl;
- контроль та регулювання витрат води на розпушування катіоніту;

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контроль та регулювання тиску води на Na-катіонітових фільтрах;
- контроль твердості пом'якшеної води після Na-катіонітових фільтрів.

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 °C	контроль, регулювання
2	Бак технічної води	Рівень	7 м	контроль, регулювання, сигналізація
3	Освітлювач	pH	9,5-10,2	контроль, регулювання, сигналізація
4	Бак освітленої води	Рівень	4-5 м	контроль, регулювання
5	Бак освітленої води	Твердість	1,5 ммоль/дм ³	контроль
6	Трубопровід регенераційного розчину NaCl	Витрата	13 м ³ /год	контроль, регулювання
7	Трубопровід пом'якшеної води	Твердість	0,5 ммоль/дм ³	контроль, сигналізація
8	Трубопровід води для розпушування	Витрата	50 м ³ /год	контроль, регулювання
9	Na-катіонітовий фільтр	Тиск	0,6 МПа	контроль, регулювання, сигналізація
10	Насос дозатор коагулянту	Витрата	15 кг/год	контроль, регулювання
11	Механічний фільтр	Перепад тиску	0,1 МПа	контроль, 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

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

також мінімізації можливих помилок технологічного персоналу розроблено схему автоматизації. Схема автоматизації включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Регулювання параметрів здійснюється на основі контролерів "МК-11", підключених до інформаційної комп'ютерної системи за інтерфейсом RS-485, вимірювання температури здійснюється за допомогою термометрів опору, визначення витрати та тиску виконується на диференційних манометрах з вбудованим перетворювачем в уніфікований сигнал, рівень визначається буйковим рівнеміром з електричним передавальним перетворювачем.

Контроль температури в підігрівачі сирого води 2 забезпечує контур 1, який включає: термоперетворювач опору з уніфікованим вихідним сигналом (1-1), вторинний автоматичний показувальний і реєструвальний прилад (1-2), електричний одноканальний регулятор (1-3), реверсивний магнітний пускач (1-4) та виконавчий електричний механізм (1-5).

Для регулювання рівня в баці технічної води 21, розроблено контур 2, який включає: рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем (2-1), автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації (2-2), електричний одноканальний регулятор (2-3), реверсивний магнітний пускач (2-4) та виконавчий електричний механізм (2-5).

Для регулювання рН після освітлювача 3 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), електричний одноканальний регулятор (3-4), реверсивний магнітний пускач (3-5) та виконавчий електричний механізм (3-6).

Регулювання рівня в баці освітленої води 5 здійснюється контуром 4, який включає: рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем (4-1), показувальний і реєструвальний вторинний прилад

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

(4-2), електричний одноканальний регулятор (4-3), реверсивний магнітний пускач (4-4) та виконавчий електричний механізм (4-5). Даний контур, аналогічно контуру 1, виконує контроль та керування рівнів параметрів для усього вказаного вище обладнання, а при необхідності сигналізації можна використати контур 2.

Для контролю твердості пом'якшеної води в баці освітленої води 5 розроблено контур 5, який включає: промисловий іонімір "Аквилон" (5-2) та автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад із цифровою індикацією (5-3).

Для регулювання витрати регенераційного розчину розроблено контур 6, що складається з діафрагми стандартної камерної (6-1), дифманометра безшкального (6-2), автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу (6-3), електричного одноканального регулятора (6-4), реверсивного магнітного пускача (6-5) та виконавчого електричного механізму (6-6). Принцип роботи даного контуру використовується для автоматизації та контролю витрати водних розчинів, вказаних в таблиці 7.1.

Для контролю залишкової твердості пом'якшеної води після катіонітових фільтрів розроблено контур 7, який за принципом дії є аналогічним до контуру 5, але додатково включає в себе функцію сигналізації (7-4).

8 контур забезпечує регулювання витрати води на розпушування катіонітових фільтрів та функціонує аналогічно контуру 6.

9 контур забезпечує регулювання тиску перед Na-катіонітовими фільтрами і включає в себе: дифманометр без квадратичної функції перетворення (9-2), автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад з пристроєм сигналізації (9-3), електричний одноканальний регулятор (9-4), реверсивний магнітний пускач (9-5) та виконавчий електричний механізм (9-6).

10 контур забезпечує регулювання витрат коагулянту в залежності від кількості води, що подається на освітлювач. Це здійснюється за допомогою діафрагми (10-1) та дифманометра (10-2). Контур включає автоматичний

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

показувальний і реєструвальний вторинний прилад (10-3), електричний одно-каналний регулятор (10-4), що видає сигнал на насос-дозатор коагулянту 25.

Фіксацію перевищення перепаду тиску на механічному фільтрі 4 забезпечує контур 11, що складається з вимірювального тензоперетворювача надлишкового тиску “Сафір-М” (11-2) та автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу з пристроєм сигналізації (11-3).

Керування насосами здійснюється за допомогою пускача магнітного безконтактного, кнопки запобіжного вимикання та кнопкового поста управління.

Таким чином, дана схема автоматизації дозволить забезпечити отримання заданої якості води для підживлення теплової мережі та здійснення оперативного контролю за основними стадіями водоочищення.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						47
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 та 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.

Класифікаційні ознаки:

- за формою власності: державне підприємство;
- за спеціалізацією: вузькоспеціалізоване;
- за потужністю: велике;
- за ресурсами: енерго- і матеріаломістке;
- за чисельністю персоналу: мале;
- за економічним призначенням продукції: товари промислового призначення (вода для подачі в тепломережі);
- за впливом на предмет праці: переробне;
- за режимом роботи протягом року: позасезонне (очистка води здійснюється у будь-яку пору року).

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Код виду економічної діяльності: Е36 - Забір, очищення та постачання води.

Мета діяльності цеху: задоволення потреби споживачів в підготовленій воді для подачі в тепломережі (очищеній та пом'якшеній).

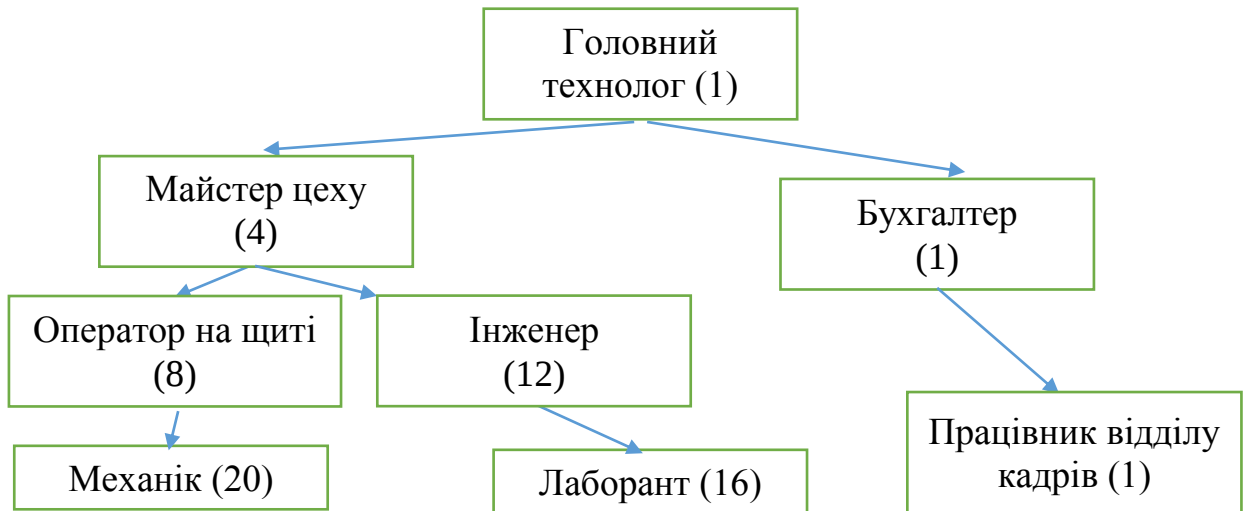


Рисунок 8.1 - Схема організаційної структури підприємства

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

2 - Майстер цеху - здійснює керівництво виробничо-господарською діяльністю цеху, забезпечує організацію виробництва, дотримання технології, координує дії трудового колективу – 4 особи;

3 – Інженер – безпосередньо керує роботою фільтрів (очисткою та регенерацією загрузки), забирає проби води на аналіз для передачі їх лаборантам – 12 осіб;

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 – 16 осіб;

5 – Оператор на щиті – проводить контроль основні показники обладнання (тиск, температуру, витрати води, рівні заповнення фільтрів) – 8 осіб;

6 – Механік – здійснює ремонтні роботи в цеху (аварійні і планові), заміну одиниць обладнання або його частини – 20 осіб;

7 – Бухгалтер – веде облікову роботу по витратах цеху (контролює запаси та поставку усіх необхідних саме для роботи цього цеху реагентів, оскільки робота кожного цеху є специфічною), проводить усі фінансові операції стосовно виплат заробітних плат, контролює законність усіх фінансових операцій, що проводить дане підприємство – 1 особа;

8 – Працівник відділу кадрів – займається обліком особового складу при прийнятті, переведенні та звільненні працівників; надання відпусток; змін, що стосуються особи працівника, а також займається організацією заміни працівників у разі їх відсутності; організовує перевірку стану підготовки, перепідготовку та атестацію кадрів – 1 особа.

8.2 Виробничі процеси, що здійснюються на підприємстві

Своєчасний випуск заданої продукції забезпечує складний комплекс виробничих процесів: основних, допоміжних і обслуговуючих підрозділів підприємства.

Основні процеси - прийом замовлення, подача вихідної води на освітлювач, коагуляція та осадження шлам у освітлювачі, прийом води з освітлювача з певними вхідними характеристиками, фільтрація у механічному фільтрі (загрузка – антрацит), фільтрація у Na-катіонітовому фільтрі через загрузку, контроль рН, солевмісту, регенерація загрузки, а також діагностика, інсталяція та відновлення операційних систем, ремонт апаратного забезпечення, оплата послуг замовником.

Допоміжні процеси - нагнітання води у фільтри під тиском, ремонт існуючого обладнання, закупівля виробничого інвентарю, запасних частин, придбання нового обладнання.

Підсобні процеси - купівля та виготовлення реактивів для аналізу води та деталей для обладнання, забезпечення господарським інвентарем,

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

канцтоварами, очищення шламосховища в літній період, оплата комунальних послуг, прибирання приміщення, стажування працівників.

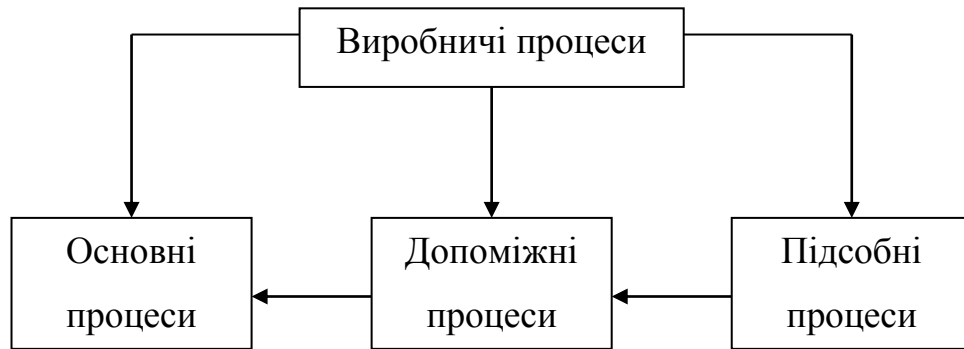


Рисунок 8.2 - Схема організаційної структури підприємства

Час, впродовж якого здійснюється виконання кожної з операцій виробничого циклу, представлено в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 - 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/22год

Отож, як видно з попередньої таблиці, підприємство працює безперервно. Режим роботи трьохзмінний, тривалість зміни 8 годин. Технологічними розрахунками передбачено безперервний робочий цикл, періодичність має лише регенерація фільтрів (хоча проектом передбачено вмикання резервного фільтру та вимикання того, в якому буде проходити процес регенерації загрузки). Тому виробничий цикл не змінюється, $T_{\text{вц}} = 24$ год/добу $V = 6000$ м³/добу.

3 Режим роботи цеху

Цех водоочищення працює 365 днів на рік. Виробництво здійснюється в три зміни, тривалістю роботи кожної - 8 годин.

Таким чином час роботи цеху за рік становить:

$$T_{\text{рік}}^{\text{цеху}} = 365 \cdot 3 \cdot 8 = 8760 \text{ год}$$

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

Середньорічна тривалість виробничого циклу:

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

де 24 – кількість годин у добі;

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

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

$D_{\text{р}}$ - кількість робочих днів протягом року;

$T_{\text{вц}}^{\text{рік}}$ - фактична тривалість роботи за рік, год:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср}} = \frac{24 \cdot 365}{24 \cdot 365} \cdot 8760 = 8760 \text{ год.}$$

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:

$$V^{\text{рік}} = n_{\text{доб}} \cdot D_{\text{р}};$$

де $D_{\text{р}}$ - кількість робочих днів протягом року;

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

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

Розрахуємо чисельність персоналу та графік змінності. В цеху під час кожної зміни знаходяться 3 інженери, 4 лаборанти, 2 оператори на щиті, 5 механіків і майстер цеху, які необхідні для забезпечення правильності і надійності роботи технологічного обладнання. Окремо головний технолог,

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бухгалтер і працівник відділу кадрів знаходяться в цеху з 9:00 до 17:00. Інженери, лаборанти, оператори, механіки і майстри цеху 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.

Тривалість роботи одного працівника на рік:

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

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

Відділу необхідно 4 бригади працівників обслуговуючого цех персоналу і 1 бригада керуючого персоналу 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 8.2 – Графік змінності керуючого персоналу

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

Таблиця 8.3 – Графік змінності обслуговуючого цех 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 персоналу явочна – це та кількість персоналу, яка необхідна для повноцінного функціонування підприємства. Необхідна кількість людей

складає $\text{Ч}_{\text{яв}} = 18$. Явочну чисельність працівників складають: головний технолог, бухгалтер і працівник відділу кадрів, а також зміна обслуговуючого персоналу цеху, яка складається з майстра цеху, 2 операторів на щиті, 3 інженерів, 4 лаборантів і 5 механіків.

Чисельність за списком – це загальна кількість людей зареєстрованих на підприємстві з урахуванням тої кількості, яка необхідна для заміни людей, які по тим чи іншим причинам відсутні(взяли відпустку, захворіли та ін.).

Обслуговуючий цех персонал (4 бригади, кожна з яких складається з майстра цеху, 2 операторів на щиті, 3 інженерів, 4 лаборантів і 5 механіків) щоденно працює в 3 зміни, а керуючий персонал (головний технолог, бухгалтер і працівник відділу кадрів) в одну зміну, тому для нормального функціонування підприємства кількість людей за списком становить $\text{Ч}_{\text{сп}} = 63$ особи.

8.4 Технічний контроль виробничого процесу

На виробництві виконуються вхідний, проміжний та заключний контролю. Усі види контролю якості води здійснюються лаборантами, а обладнання - механіками.

Об'єктами вхідного контролю є сира вода з місця водозабору, а також обладнання, яке здійснює водоочистку. 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 перед її подачею на обробку. Всі дані записуються до журналу вхідного контролю та оформлюються у вигляді звіту для головного технолога.

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

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оформлюються у вигляді звіту для технолога. У разі невідповідності вимогам якості обладнання повертається постачальнику для заміни.

Об'єктом проміжного контролю якості є вода після кожної стадії обробки (освітлення механічного фільтру і натрій-катіонування), концентрація регенераційного розчину NaCl, а також стан обладнання яке здійснює водоочистку. Результати аналізів води та регенераційного розчину записуються в базу даних ПК та у журнал проміжного контролю, а результати перевірки стану обладнання у журнал проміжного контролю обладнання і у разі невідповідності вимогам якості замінюються і передаються на ремонт.

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

За технічним рівнем, усі стадії контролю, які проводяться лаборантом та механіком є ручними. За параметрами, що визначаються, для води проводиться якісний та кількісний аналіз, а для обладнання - візуальний. За ступенем охоплення об'єктів – поопераційний. За обсягом – суцільний.

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

8.5 Калькуляція

Розрахунок споживання оборотних фондів за рік:

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

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

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

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

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Ціна електроенергії на рік:

Потужність обладнання $N = 28,7$ кВт

Ціна 1кВт=178,2 копійок – в 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:

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

Таблиця 8.4 - 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 8.5, оплата ставкова.

Таблиця 8.5 – 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: $306500 \cdot 12 \cdot 1,22 = 5038860$ грн/рік,

22% – нарахування на З/П визначене законодавством України.

Вартість основних фондів:

- Вартість приміщення – 3000000 грн;
- Нематеріальні активи – 30000 грн;
- Господарський інвентар – 7000 грн;
- На-катіонітові фільтри – 1250000 грн;
- Освітлювачі – 350000 грн;
- Механічний фільтр – 300000 грн;
- Інше обладнання – 520000 грн.

ОФ = 3000000 + 30000 + 7000 + 1250000 + 350000 + 300000 + 520000 = 5457000 грн.

А – 15 років

$A = 5457000 / 15 = 363800$ грн/рік

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

Річна собівартість продукції:

$C = \text{ОбФ} + \text{ФОП} + A = 1542096 + 5038860 + 363800 = 6944756$ грн/рік.

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

Встановлена державою ціна за пом'якшення 1 м^3 води становить 4,32 грн.

$$\text{Ц} = 4,32 \cdot 6000 \cdot 365 = 9460800 \text{ грн/рік.}$$

Прибуток:

$$\text{П} = \text{Ц} - \text{С} = 9460800 - 6944756 = 2516044 \text{ грн/рік.}$$

Капіталовкладення:

$$\text{К} = \text{ОФ} + \text{ОБЗ} = 5457000 + 6580956 = 12037956 \text{ грн.}$$

Рентабельність:

$$\text{Р} = \frac{\text{П}}{\text{С}} = \frac{2516044}{6944756} \cdot 100\% = 36,23 \, \%.$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$\text{Е} = \frac{\text{П}}{\text{К}} = \frac{2516044}{12037956} = 0,21.$$

Період повернення капіталовкладень:

$$\text{T}_{\text{пов}} = \frac{1}{\text{Е}} = \frac{1}{0,21} = 4,76 \text{ років.}$$

Фондовіддача:

$$\text{ФВ} = \frac{\text{В}}{\text{ОФ}} = \frac{2190000}{5457000} = 0,4.$$

Фондоємність:

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

Після проведення усіх розрахунків техніко-економічних показників даного підприємства, можна зробити висновок, що розроблене підприємство є:

- рентабельним: рентабельність складає 36,23%;
- має малий період повернення капіталовкладень (4,76 років), що є позитивним з точки зору інвестування;
- запланований річний випуск складає $2\,190\,000 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$ підготовленої для підживлення теплових мереж води, що не перевищує наявного попиту на неї.

Підприємство є вигідним, має перспективи для розвитку і розширення.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

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 енергія хімічних реакцій. Внутрішньоцеховий транспорт представлений промисловими трубопроводами. До небезпечного обладнання у відділенні можна віднести: апарати під тиском, апарати електричної та механічної дії. При проектуванні виробництва прийняті рішення, які відповідають вимогам охорони праці

На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів виробництва розроблено заходи для створення у виробничих приміщеннях здорових та безпечних умов праці та пожежної профілактики.

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

9.1.1 Повітря робочої зони

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

Таблиця 9.1 – Оптимальні та допустимі значення параметрів мікроклімату у робочій зоні виробничих приміщень

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

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

У таблиці 9.1 представлені оптимальні та допустимі санітарні норми мікроклімату ділянки.

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.

$$t_{\text{пов.}} = t_{\text{опт.хол.}} + 2\text{ °С} = 19 + 2 = 21\text{ °С}, \text{ - для холодної пори року,}$$

$$t_{\text{пов.}} = t_{\text{опт.тепл.}} + 2\text{ °С} = 21 + 2 = 23\text{ °С}, \text{ - для теплої пори року,}$$

де $t_{\text{пов.}}$ - температура зовнішньої поверхні обладнання, $t_{\text{опт.хол.}}$, $t_{\text{опт.тепл.}}$ - оптимальна температура, для холодної (становить 19 °С) та теплої (становить 21 °С) пори року 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.

9.1.2 Виробниче освітлення

В цеху виконуються роботи за зоровими умовами, які відносять до VIIв розряду (ДБН В.2.5-28-2006).

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.

В таблиці 9.2 представлено санітарні норми параметрів освітлення [17].

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.2 - Санітарні норми параметрів 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	При боковому	При верхньому або комбінованому	При боковому	
		Всього	У т.ч. від заг.						
Груба	VІІв	-	-	20	0,3	0,1	0,2	0,1	

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 очищення 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 ІІІ, 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 ($F_{\text{л}} = 2500$ лм).

Розраховуємо індекс приміщення

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

Приймаємо коефіцієнт використання світлового потоку

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

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

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

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

Порівнюючи значення нормованої освітленості $E_n = 200$ лк та фактичної – $E_{\text{ф}} = 232$ лк, робимо висновок, що фактична освітленість більше нормованої.

9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Джерелами шуму та вібрації є насоси, ежектор, гідроелеватор. 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. Фактичний рівень шуму складає 68 дБА, що задовольняє вимогам.

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.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

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

Також використовуються спеціальні кожухи, установлені на насосах, 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 вібратор VIB 003.

9.1.4 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 $I_{\text{л}} = 0,3 \text{ мА}$, $U_{\text{д}} = 2 \text{ В}$ – при дії < 10 хвилин/добу.

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

Розрахуємо допустимі рівні напруги дотику ($U_{\text{д}}$) та струму, що проходить крізь тіло людини ($I_{\text{л}}$) для неаварійного режиму при випадковому дотику обслуговуючого персоналу до одної фази вказаної вище електричної

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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:

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

де $U_{\text{ф}} = 220$ – фазова напруга В; $R_{\text{люд}} = 2000$ – опір тіла людини Ом;
 $R'_{\text{о}} = 4$ – опір заземленої нейтралі Ом.

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

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

$$U_{\text{д}} = I_{\text{л}} / 1000 \cdot R_{\text{л}},$$

$$U_{\text{д}} = 110 / 1000 \cdot 2000 = 220 \text{ В.}$$

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; електрозахисті 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:

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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).

9.1.5 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 установки.

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

- 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 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;

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

- 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.

9.2 Пожежна безпека

Причинами пожежі в цеху можуть бути:

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

Протипожежними заходами є:

- встановлення плавких запобіжників;
- використання 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.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

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.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

З точки зору екологічної безпеки стандартну установку підготовки води для підживлення теплових мереж можна класифікувати як рядову. Зазвичай метою даного розділу є оцінка всіх шкідливих відходів, які утворюються під час роботи даного відділення і пошук рішень, які забезпечать утилізацію цих відходів, або доведення недопустимих значень до рівня ГДК.

Основною проблемою таких схем є стічні води після Na-катіонування, оскільки концентрація хлоридних іонів навіть після усереднення всіх стоків у відповідному баці перевищує 10000 мг/дм³ за норми 350 мг/дм³.

10.1 Аналіз забруднення води хлоридними іонами

Слід зазначити, що штрафні санкції за скидання таких вод не дуже високі і складають 37 грн за умовну тону [22]. Вклад таких штрафів у собівартість води не перевищує 30 коп/м³. Проте в інших країнах (Євросоюзу, наприклад) цей вклад може бути значно більшим. В штаті Каліфорнія США скидання таких вод взагалі заборонено на рівні законодавства штату.

В Україні на початку 90-х років також було впроваджено на законодавчому рівні норма про безстічність установок для підготовки води для підживлення теплових мереж. Як результат була розроблена інститутом “Укренергопром” безстічна схема для СТ “Позняки” теплових мереж “Київенерго”. Основною проблемою такої схеми є підвищений рівень хлоридних іонів в мережній воді, що збільшує її корозійну активність.

Як зазначалось вище (див. розділ 2) стічні води після Na-катіонування подаються на освітлювач де завдяки карбонату натрію видаляється некарбонатна твердість, що обумовлена хлоридами кальцію. Запроектована схема силікатування не була впроваджена після пуску цієї станції у 2011 році. Тільки восени 2016 року було впроваджено сульфитування мережної води, що дозволяє попередити кисневу корозію в цих умовах. Тому саме сульфитування забезпечує безпечну експлуатацію цієї схеми, що не призводить до корозійного

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

пошкодження обладнання теплових мереж та, як наслідок, до відключення систем опалення особливо в зимовий період [23].

10.2 Сульфитування мережевої води

Відома методика розрахунку [24] з балансових рівнянь середньої концентрації кисню у фактичному підживленні ($C(O_2)_{\text{факт}}$) теплової мережі в залежності від питомої витрати (d) необробленої води ($G_{\text{необр}}$) з пошкоджених бойлерів гарячого водопостачання (ГВП), твердість якої ($T_{\text{Внеобр}}$) близько 5000 мкмоль/дм³ у м. Києві, до витрати обробленої на котельні води ($G_{\text{обр}}$), твердість якої ($T_{\text{Вобр}}$) близько 50 мкмоль/дм³, а твердість мережної води ($T_{\text{Вмер}}$) обумовлена їх сумішшю:

$$d = G_{\text{необр}}/G_{\text{обр}} = (T_{\text{Вмер}} - T_{\text{Вобр}})/(T_{\text{Внеобр}} - T_{\text{Вмер}}), \quad (10.1)$$

$$C(O_2)_{\text{факт}} = C(O_2)_{\text{мер}} = (C(O_2)_{\text{обр}} + d \cdot C(O_2)_{\text{необр}})/(1+d) \quad (10.2)$$

Значення $T_{\text{Вмер}}$ у діапазоні (285÷500) мкмоль/дм³ відповідає d у діапазоні (0,05÷0,10) та $C(O_2)_{\text{факт}}$ у діапазоні (400÷800) мкг/дм³ ($C(O_2)_{\text{обр}}=50$ мкг/дм³, $C(O_2)_{\text{необр}}=8000$ мкг/дм³), що суттєво перевищує допустиму концентрацію кисню у підживленні (50 мкг/дм³). Ці дані з котелень, на яких фізична деаерація за температури (80÷100)°С обробленої води забезпечує твердість, яка близька до «дійсної» ($T_{\text{Вобр}}$ до 50 мкмоль/дм³, Na-катіонування).

На основі $C(O_2)_{\text{факт}}$ та концентрації кисню у зворотній мережній воді ($C(O_2)_{\text{звор}}$) на котельні (зазвичай близько 20 мкг/дм³) визначено ступінь корозійного відновлення кисню ($X_{\text{к.в.}}$):

$$X_{\text{к.в.}} = (C(O_2)_{\text{факт}} - C(O_2)_{\text{звор}})/C(O_2)_{\text{факт}} = (400-20)/400=0,95 \quad (10.3)$$

та запропоновано показник ефективності антикорозійної плівки ($1-X_{\text{к.в.}}$) на поверхні обладнання в експлуатаційних умовах. Ефективність карбонатної та залізооксидної плівки (без дозування інгібіторів корозії) в умовах «карбонатного» режиму складає до 10%, оскільки більше 90% (95% згідно рівняння (10.3)) розчиненого кисню реагує зі сталлю зворотних трубопроводів (від пошкоджених бойлерів до котельні). Більше того, обґрунтовано, що саме ця плівка призводить до виразкової корозії (внаслідок суттєвого зменшення

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

поверхні контакту сталевих поверхонь з розчиненим киснем) та швидкого пошкодження обладнання за критичної концентрації хлоридних та сульфатних іонів (виразки, що утворюються, не блокуються продуктами корозії).

Обґрунтовано, що попередження рівномірної кисневої корозії як джерела залізооксидного вторинного накипу є необхідною умовою для реалізації «вуглекислотного» режиму, в рамках якого можливо попередити утворення CaCO_3 у мережній воді. Вибір антикорозійних реагентів залежить від рівня присосів необробленої води з пошкоджених бойлерів ГВП (табл. 10.1).

Таблиця 10.1 - Реагенти для попередження кисневої корозії

№	Рівень присосів з пошкоджених бойлерів ГВП	Відновник кисню (натрію сульфід)	Каталізатор: Co^{2+} (0,001÷0,01) мг/дм ³	Інгібітор корозії
1	Нульовий (бойлера з нержавіючої сталі), системи теплопостачання у ФРН	Надлишок 1÷2 мг/дм ³ у циркуляційній воді	Не обов'язковий за наявності фізичної деаерації додаткової води	Не обов'язковий
2	У зоні присосу є надлишок відновника	Обов'язковий як у п.1	Обов'язковий	Не обов'язковий
3	У зоні присосу є надлишок кисню, системи в країнах СНД (зазвичай)	Обов'язковий як у п.1	Обов'язковий, якщо деаерація тільки хімічна	Обов'язковий

Використання каталізатору відновлення є необхідним у системах, в яких є присоси та надлишок натрію сульфіту. Цей висновок зроблено під час дослідження впливу корозії на ПКН. Продукти кисневої корозії (іржа) спостерігались у реакторах зі сталевою стружкою навіть за двократним надлишком Na_2SO_3 у воді (температура 70°C). Застосування каталізатору (кобальту нітрату) згідно існуючих рекомендацій дозволило попередити кисневу корозію – іржа у воді після термостатування була відсутня.

Собівартість обов'язкового сульфитування складає від 0,1 до 0,8 грн./м³ (вартість технічного сульфіту натрію на рівні 10 грн./кг) за середньої концентрації кисню у фактичному підживленні у діапазоні від 1 до 8 мг/дм³.

10.3 Утилізація шламу після освітлювача

На сьогоднішній день шлам, що утворюється при експлуатації водопідготовчих установок – це серйозна проблема: скидати шлам в каналізацію проблематично, у водойму – неприпустимо, широкого використання у господарстві він не знаходить, а при зберіганні у відвалах шлам створює проблему екологічного й економічного характеру. Шламові відходи зберігають у поверхневих сховищах, не обладнаних засобами захисту навколишнього середовища від фільтраційних вод, випаровувань і пилових викидів, до того ж немає засобів вивезення пульпи або злежаного осаду. Таким чином, крім відчуження під шламонакопичувачі значних земельних ділянок, є загроза засоленню ґрунтів, підвищенню мінералізації підземних вод прилеглих територій і погіршенню гідрохімічного режиму розташованих поблизу водойм [25].

Багатотоннажні шламові відходи процесу освітлення води водопідготовки об'єктів теплоенергетики достатньо складно вилучати з виробничого процесу, транспортувати й утилізувати. Для зменшення обсягів відходів та полегшення подальшої їх переробки доцільно передбачити ефективне зневоднення шламів на підприємствах-виробниках відходів.

При седиментаційному способі зневоднення шлам з відстійників періодичної дії прямує на шламовідвал. Висока вологість шламу збільшує об'єм шламовідвалу, тобто площу відчужених земельних ділянок, що приймається з розрахунку десятирічного заповнення для даної ВПУ, а також у подальшому створює технологічні й економічні перешкоди для ефективного процесу його утилізації. Вищевказаний спосіб зневоднення не вирішує проблему шламових відходів, а лише може бути одним з етапів попередньої обробки шламу щодо подальшої його переробки.

З точки зору підвищення ефективності видалення води з матеріалу, зменшення габаритів площ, зайнятих під установку нейтралізації й утилізації шламу, а також скорочення земельних ділянок, необхідних для організації шламовідвалу, найцікавішою є схема з поверненням продувальної води на ВПУ

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

без її нейтралізації і з зневодненням шламу механічним способом (на фільтр-пресах або барабанно-вакуумних фільтрах, центрифугах, центри-пресах) після освітлення у відстійниках. При застосуванні механічних способів зневоднення шламової пульпи водопідготовки отримують продукт із значно меншим вмістом води, у порівнянні з седиментаційними способами видалення води; зменшуються обсяги накопичення шламових відходів; зменшуються площі шламосховищ; спрощуються транспортування та інші технологічні маніпуляції, але залишається проблема 40-50%-ого вологовмісту шламу, який є перешкодою для утилізації і передумовлює подальший процес висушування шламу до означеної у технології вологості.

Для підвищення ефективності процесу видалення води зі шламових відходів освітлювачів ВПУ використовують термічні методи: упарювання у випарниках, сушку у розпилюючій сушарці шахтно-циклонного типу, сушку у печі шахтно-циклонного типу, сушку у печі циклонного типу, сушку у циклонній печі з камерою кип'ячого шару. Кожний з варіантів має свої недоліки і переваги. Взагалі переважна більшість високотемпературних термічних методів є надто енерговитратними й потребують використання не відновлюваних природних енергоносіїв, або більш коштовного продукту їх переробки – електроенергії. Цей фактор стримує процес широкого впровадження у виробництво розроблених технологій і створює умови для пошуку більш економічно рентабельних шляхів утилізації шламових відходів. Крім того, важливим критерієм розробки технологічних схем утилізації є рівень екологічної безпеки експлуатації установок. Більшість розроблених способів зневоднення шламу з використанням природного газу, мазуту супроводжуються утворенням викидів, які вносять свою частку у загальний обсяг хімічного й теплового забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, гідросфери промисловістю енергетичного комплексу країни.

Таким чином, темою всієї роботи є розробка безстічної схеми, яка була б безпечною для навколишнього середовища.

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розроблено схему безстічної установки 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 температура сирової води, рівень води в баках технічної води, рН води після освітлювача, витрата коагулянту, твердість та рівень води в баці освітленої води, витрата регенераційного розчину NaCl, витрата води на розпушування катіоніту та тиск води на Na-катіонітових фільтрах. Обрано та наведено в специфікацію прилади та їх кількість для здійснення контролю та керування згідно схеми автоматизації.

Інноваційною складовою цього диплома є використання димових газів для зменшення рН освітленої води замість дозування кислоти, що виключає необхідність кислотного господарства на станціях тепlopостачання.

Проведені економіко-організаційні розрахунки, обчислено вартість щорічних амортизаційних відрахувань (363800 грн/рік) та собівартість витрат на пом'якшення води (6944756 грн/рік), наведено графік змінності персоналу необхідного для функціонування та ефективного виробництва згідно технологічної схеми. Наведено зразки паспорту якості та посадової інструкції робітників.

Також наведено заходи з техніки безпеки процесу пом'якшення води, виявлені джерела небезпеки. На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів виробництва розроблено заходи для створення у виробничих приміщеннях здорових та безпечних умов праці та пожежної профілактики.

У розділі екологічної безпеки наведено аналіз джерел виникнення відходів, надано можливі варіанти утилізації. Обґрунтовано необхідність сульфатування як захисту від корозії обладнання теплових мереж та попередження пошкодження зворотних трубопроводів.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод: изд. 2-е, перераб. и доп. / Л.А. Кульский, П.П. Строкач; - К.: Полиграфкнига, 1985. – 336 с.
2. Запольский, А.К. Очистка воды коагулированием: [Монография] – Каменец-Подольский: ЧП «Медоборы-2006», 2011. – 296 с.
3. Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Справочник проектировщика [Текст] /Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; - М.: Стройиздат, 1981. – 635 с.
4. 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. Рукобратский .- 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 ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

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. І. 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.: Химія, 1989. - 497 с.

15. Староверов, І. Г. Внутрішні санітарно-технічні пристрої [Текст]/ Під ред. І. Г. Староверова: Ч. 2. Вентиляція і кондиціювання. - 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 ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

22. Податковий кодекс України. Розділ VIII. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://sfs.gov.ua/nk/rozdil-viii--ekologichniy-poda/>

23. Концевой С.А. Эффективное предотвращение кислородной коррозии в системах теплоснабжения // Современные научные исследования и инновации. 2015. № 10 [Электронный ресурс]. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2015/10/58509> (дата обращения: 02.06.2017).

24. Концевой С.А. Теоретичні та практичні основи попередження карбонатного накипоутворення у водних теплообмінних системах. Автореферат дисертації. НТУУ “КПІ” – 2011. 21 с.

25. Пасенко А.В. Проблема накопичення шламових відходів водопідготовки об’єктів теплоенергетики // Нові технології. Науковий вісник КУЕІТУ. – 2007. - № 4 (18) – 180 с.

Таблиця А1 – Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва, технічна характеристика	Тип, марка моделі	К о д	Завод-виробник	Кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
УСТАТКУВАННЯ ТА ПРИЛАДИ									
1-1	Температура	Вода, трубопровід	40 °С	Трубопровід 1о	Термоперетворювач опору мідний з уніфікованим вихідним сигналом, НСХ 50М, захисна арматура – сталь 10Х18Н10Т, діапазон вимірювання -25...25 °С, $P_{\max} = 50$ МПа, довжина монтажної частини 200...1250 мм; основна похибка 0,5 %; $I_{\text{вих}}=0...5$ мА	ТСМУ-0288		НВО «Електротермія», м. Луцьк	1 од
2-1	Рівень	Вода	3,5 м	Апарат 21	Рівнемір буйковий з електричним передавальним перетворювачем, $L_{\max} = 4$ м, $p_{\text{доп}} = 4$ МПа, $I_{\text{вих}} = 0...5$ мА, 4...20 мА	УБ-Е		ВО «Теплоприбор», м. Рязань	2 компл.
4-1		Вода		Апарат 5					
3-1	pH	Вода, трубопровід	9,5...10,2	Трубопровід 1о	Первинний вимірювальний перетворювач магістрального виконання з електродами ЭХСВ-1 і регулятором тиску РДС-1	ДМ-5М		Гомельський завод вимірювальних приладів, м. Гомель	1 од.
3-2 5-2 7-2	—	—	—	Місцевий	Проміжний перетворювач; діапазон вимірювання (ДВ) - 1...14, вихідний сигнал $I_{\text{вих}}=0...5$ мА	П-215М		Гомельський завод вимірювальних приладів, м. Гомель	3 од.

Продовження табл. А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9-1	Тиск	Вода	—	Місцевий	Дифманометр безшкальний; $\Delta P_{\max} = 40$ кПа; клас точності 1; $P_{\text{вих}}=20\dots 100$ кПа	Сафир-М		ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	1 од.
11-2	Перепад тиску	Вода, механічний фільтр	0,1 МПа	Апарат 4	Тензовимірювальний перетворювач різниці тисків мікропроцесорний, температура $5\dots 50$ °С, матеріал мембрани – сплав 06ХН28МДТ; кл. точності 0,25; $I_{\text{вих}}=4\dots 20$ мА	Сафір-М мод. 2460		ЗАТ «Манометр», м. Харків	1 од.
5-1	Твердість	Вода, бак освітлювача	1,5 ммоль/дм ³	Трубопровід 1о	Електрод іонселективний, клас точності 1	ІП-1280		АТ «Аквілон», м. Москва	2 од.
7-1				Трубопровід 1п					
6-1	Витрата	Розчин NaCl		Трубопровід 28	Діафрагма стандартна камерна, $P_y = 0,6$ МПа; $D_{\text{тр}} = 75$ мм	ДКС 0,6-75		ВАТ «Промприлад», м. Івано-Франківськ	3 од.
8-1		Вода		Трубопровід 1р					
10-1		Вода		Трубопровід 1о					
6-2 8-2 10-2	—	—	—	Місцевий	Дифманометр безшкальний із квадратичною функцією перетворення; $\Delta P_{\max} = 40$ кПа; клас точності 1; $P_{\text{вих}}=20\dots 100$ кПа	13ДД11 (мод. 720)		ВО «Теплоприбор», м. Рязань	3 од.

Продовження табл. А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1-3 2-3 3-4 4-4 6-4 8-4 9-4 10-4	—	—	—	Щит керування	Регулятор електричний, одно-канальний ПІД регулятор, з інтерфейсом RS-485, сигнал уніфікований: 0...5мА, 0...20мА, 4...20 мА, 0...10В; - напруга: 0...75мВ, 0...1В; - термометри опору: ТСМ 50М, 100М, гр.23, ТСП 50П, 100П, гр.21, Pt50, Pt100; - термопари: ТХК(Л), ТХА(К), ТПП(С), ТПР(В), ТВР (А), ТЖК(І), ТХКн(Е)	МИК-11		«Мікрол», м. Івано-Франківськ	8 од.
1-5 2-5 3-6 4-6 6-6 8-6 9-6	—	—	—	Регулюючий клапан	Механізм виконавчий електричний однообертовий: 6,3 – номінальний обертовий момент на вихідному валу, Н·м; 12,5 – номінальний час повного ходу вихідного валу, с; 0,25 – номінальний повний хід вихідного валу, об.	МЭО-6,3/12,5-0,25-99		Севанський завод електричних виконавчих механізмів, м. Севан	7 од.
1-2 4-3 5-3 6-3 8-3 10-3	—	—	—	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – В, К, Л, S, опору – 50П, 100П, 50М, 100М, клас точності 0,5	ДИСК-250ДД		ЗАТ „Промышленная группа «Метран»”, м. Челябинськ	6 од.

Продовження табл. А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2-2 3-3 7-3 9-3 11-3	-	-	-	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад із вбудованим пристроєм сигналізації; ; вхідні сигнали: 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних – <i>B, K, L, S</i> , опору – 50П, 100П, 50М, 100М клас точності 0,5.	ДИСК-250М		ЗАТ „Промышленная группа «Метран»”, м. Челябинськ	5 од.
ЕЛЕКТРОАПАРАТИ									
<i>SB1, SB2</i>	Витрата	Насоси Н-1, Н-2	80 м ³ /год	Щит керування	Пост керування кнопочий, номінальна робоча напруга 220, 380, 660 В	ПКУ-123-11		ЗАТ «Променергоавтоматика», м. Київ	8 од.
<i>SA1 ... SA8</i>	–	–	–	Місцевий	Кнопка запобіжного вимикання; номінальна робоча напруга: змінна (частота 50/60 Гц) 660 В, постійна –440 В, номінальний тепловий струм – 10 А	КМЕ-5111 УЗ		ТОВ «Кам’янець-Подільський електро-механічний завод»	15 од.
МП1 ... МП8	–	–	–	Місцевий	Пускач магнітний безконтактний нереверсивний; $U_{\text{жив}} = 220$ В, 50/60 Гц, $I_{\text{жив}} = 10$ В·А	ПМ12 160210 У2В		ВО «Электроприбор», м. Чебоксари	8 од.
<i>HL1 ... HL7</i>	–	–	–	–	Лампа сигнальна світлодіодна із жовтим індикатором, $U_{\text{жив}} = 220$ В, 50/60 Гц	ЛС 47-3		«ІЕК Україна», м. Київ	7 од.
<i>HL8</i>	–	–	–	–	Лампа сигнальна світлодіодна із зеленим індикатором («ПУСК»), $U_{\text{жив}} = 220$ В, 50/60 Гц	ЛС 47-1		«ІЕК Україна», м. Київ	8 од.

Продовження табл. А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>HL9</i>	—	—	—	—	Лампа сигнальна світлодіодна із червоним індикатором («СТОП»), $U_{\text{жив}} = 220 \text{ В}$, 50/60 Гц	ЛС 47-2		«ІЕК Україна», м. Київ	8 од.
1-4 2-4 3-5 4-5 6-5 8-5 9-5	—	—	—	Місцевий	Магнітний пускач безконтактний (на семісторах), реверсивний, для керування електричними виконавчими механізмами, у приводі яких використано однофазні електродвигуни; температура довкілля (-10)...50 °С, відносна вологість до 80 %; керувальний сигнал $U_{\text{вх}} = 24 \pm 6 \text{ В}$, $U_{\text{жив}} = 220 \text{ В}$, 50/60 Гц, $W_{\text{жив}} = 10 \text{ В} \cdot \text{А}$	ПБР-2М		ПО «Електроприбор», м. Чебоксари	7 од.

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 – 15.05.2017

Таблиця 8.6 - Стандарт води пом'якшеної для потреб тепломереж

Показник	Система теплопостачання					
	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 _____ Концева М.В.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ ХІМІКА-ТЕХНОЛОГА

ТОВ «Цех очистки води»

ЗАТВЕРДЖУЮ

ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ ХІМІКА-ТЕХНОЛОГА

(директор)

" " 20 p. №

(nidnuc)

(прізвище, ім'я, по батькові)

" " 20 p.

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;

					ДП ХНЗ203 1440 001 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 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;
- 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.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

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.
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:

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

структурного підрозділу: _____ (підпис) _____

(ПІБ) "____" _____ р.

керівник

підприємства: _____ (підпис) _____

(ПІБ) "____" _____ р.

З інструкцією ознайомлений: _____ (підпис) _____

(ПІБ) "____" _____ р.

					ДП ХН3203 1440 001 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		