

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: Відділення пом'якшення природної води методом Na-катіонування для потреб міських теплоцентралей

Виконав: студент 4 курсу, групи ХН-32

Науменко Олена Сергіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Керівник ст. вик. Лапінський А. 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

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет хіміко-технологічний
(повна назва)

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

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки 6.051301 – Хімічна технологія
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

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

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Науменко Олені Сергіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Відділення пом'якшення природної води методом На-
катіонування для потреб міських теплоцентралей,
керівник проекту: ст. вик. Лапінський А. В.,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту _____

3. Вихідні дані до проекту: продуктивність цеху 200 м³/год, вихідна вода –
природня вода з Русанівського каналу.

4. Зміст пояснювальної записки: Обґрунтування та вибір способу і технологічної
схеми виробництва. Характеристика продукції, сировини, допоміжних
матеріалів, енергетичних носіїв. Характеристика і обґрунтування прийнятого
методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи. Опис технологічної схеми.
Витратні коефіцієнти з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та
енергетичних носіїв. Автоматичне регулювання та контроль виробництва.
Економіко-організаційні розрахунки. Охорона праці. Екологічна безпечність
виробництва.

5. Перелік графічного матеріалу: технологічна схема цеху, схема
дистанційного контролю та автоматичного регулювання технологічних
параметрів, креслення загального вигляду головного апарата, плакат
результатів розрахунку економіко-організаційної частини.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7	ст. викл. Лукінюк М.В.		
8	доц. Підлісна О.А.		
9	доц. Полукаров Ю.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва. Описання технологічної схеми виробництва. Креслення технологічної схеми на форматі А4.	10 березня	
2	Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв. Характеристика прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.	15 травня 20 березня	
3	Визначення витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та енергетичних носіїв: розрахунок матеріального балансу виробництва; розрахунок теплового балансу виробництва; розрахунок витратних коефіцієнтів; багатоваріантні технологічні розрахунки.	26 березня 31 березня 02 квітня 12 квітня	
4	Комп'ютерний набір технологічної частини пояснювальної записки.	16 квітня	
5	Характеристика технологічного обладнання: розрахунок та вибір основних реакторів; розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання.	22 квітня 29 квітня	
6	Автоматичний контроль та керування виробництвом	15 травня	
7	Економіко-організаційні розрахунки	21 травня	
8	Екологічна безпека виробництва	25 травня	
9	Охорона праці виробничого процесу	31 травня	
10	Оформлення пояснювальної записки, виконання креслень та ілюстративних плакатів	10 червня	
11	Попередній захист	14 червня	

Студент

_____ (підпис)

Науменко О.С.
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

_____ (підпис)

Лапінський А. В.
(ініціали, прізвище)

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	11
1 Обґрунтування та вибір способу пом'якшення води	12
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв.....	24
3 Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.....	27
4 Опис технологічної схеми.....	36
5 Розрахунок та вибір основних реакторів.....	37
5.1 Розрахунок Na- катіонітового фільтру другої ступені.....	37
5.2 Розрахунок Na-катіонітового фільтру першої ступені.....	37
6 Характеристика технологічного обладнання	43
6.1 Розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання.....	43
7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва.....	47
7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації	47
8 Економіко-організаційні розрахунки	50
8.1 Підприємство у промисловій структурі держави.....	50
8.2 Технологічна підготовка виробництва.....	52
8.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технологічна підготовка.....	60
9 Екологічна безпека виробництва.....	67
10 Охорона праці.....	72

					ХН3210 1440 000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Науменко О.С.			Відділення пом'якшення природної води методом Na- катіонування для потреб міських теплоцентралей	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив.		Лапінський А.В.						
						КПІ ім. Ігоря Сікорського ХТФ гр. ХН-32		
Н.Контр.		Супрунчук В.І						
Затверд.		Толстопалова Н.М.						

10.1 Виявлення та аналіз ШНВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці	72
10.2 Виробниче освітлення	75
10.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій.....	78
10.4 Електробезпека.....	79
10.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.....	80
10.6 Пожежна безпека.....	81
Висновки	83
Перелік посилань.....	84

					ХНЗ210 1440 000 ПЗ	Арк.
						10
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

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 не повинно бути завислих речовин, солей, що створюють твердість води, розчиненого кисню, так як наявність цих речовин сприяє утворенню накипу, спінюванню котельної води, виносу солей з парою та корозію.

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

До проведення процесу хімічного знесолення передбачається попередня підготовка поверхневої води, а саме: видалення завислих і органічних речовин, феруму та вільної вуглекислоти. Ці процеси ефективно проводять в освітлювачах – стадія вапнування і коагуляції з подальшим фільтруванням на механічних фільтрах.

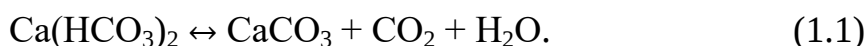
Метою бакалаврського дипломного проекту є розробка технологічної схеми пом'якшення води за допомогою Na-катіонітових фільтрів для потреб міських теплоцентралей.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						11
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ

Під пом'якшенням води мається на увазі процес видалення з неї катіонів жорсткості, тобто кальцію і магнію. Пом'якшення води застосовують в основному при її підготовці для технічних цілей. Так, жорсткість води для підживлення барабанних котлів не повинна перевищувати 0,005 ммоль/дм³. Пом'якшення води здійснюють методами: термічним, заснованим на нагріванні води, її дистиляції чи виморожування; реагентними, при яких знаходяться у воді іони Ca (II) і Mg (II) пов'язують різними реагентами в практично нерозчинні сполуки; іонного обміну, заснованого на фільтруванні через спеціальні матеріали, що обмінюють іони Na (I) або H (I) на іони Ca (II) і Mg (II); діаліз; комбінованим, що представляє собою різні поєднання перерахованих методів.

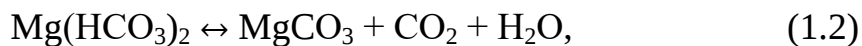
Термічний метод пом'якшення води доцільно застосовувати при використанні карбонатних вод, що йдуть на підживлення котлів низького тиску, а також в поєднанні з реагентними методами пом'якшення води. Він заснований на зсуві вуглекислотної рівноваги при її нагріванні в бік утворення карбонату кальцію, що описується реакцією



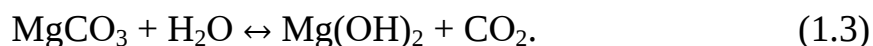
Рівновага зміщується за рахунок пониження розчинності оксиду вуглецю (IV), що викликається підвищенням температури і тиску. Кип'ятінням можна повністю видалити оксид вуглецю (IV) і тим самим значно знизити карбонатну жорсткість. Однак, повністю усунути зазначену жорсткість не вдається, оскільки карбонат кальцію хоча і незначно (13 мг/дм³ при температурі 18°C), але все ж розчинний у воді.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						12
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При наявності у воді гідрокарбонату магнію процес його осадження відбувається наступним чином: спочатку утворюється порівняно добре розчинний (110 мг/дм^3 при температурі 18°C) карбонат магнію:



який при тривалому кип'ятінні гідролізується, в результаті чого випадає осад малорозчинного ($8,4 \text{ мг/дм}^3$) гідроксиду магнію:

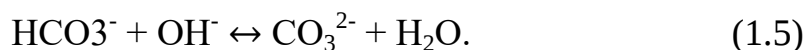
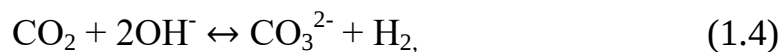


Отже, при кип'ятінні води жорсткість, що обумовлюється гідрокарбонатами кальцію і магнію, знижується. При кип'ятінні води знижується також жорсткість, обумовлена сульфатом кальцію, розчинність якого падає до $0,65 \text{ г/дм}^3$.

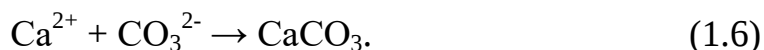
Пом'якшення води реагентними методами засновано на обробці її реагентами, що утворюють з кальцієм і магнієм малорозчинні сполуки: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ і інші з наступним їх відділенням в освітлювачах, тонкошарових відстійниках і освітлювальних фільтрах. Реагентами, які використовують є вапно, кальцинована сода, гідроксиди натрію і барію та інші речовини [3].

Пом'якшення води вапнуванням застосовують при її високій карбонатній і низькій некарбонатній жорсткості, а також у разі, коли не потрібно видаляти з води солі некарбонатної жорсткості. В якості реагенту використовують вапно, яке вводять у вигляді розчину або суспензії (молока) в попередньо підігріту оброблювану воду. Розчиняючись, вапно збагачує воду іонами OH^- і Ca^{2+} , що призводить до зв'язування розчиненого у воді вільного оксиду вуглецю (IV) з утворенням карбонатних іонів і переходу гідрокарбонатних іонів в карбонатні:

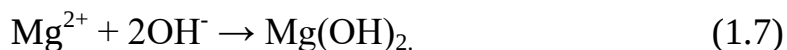
					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						13
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Підвищення в оброблюваній воді концентрації іонів CO_3^{2-} і присутність в ній іонів Ca^{2+} з урахуванням введених з вапном, призводить до підвищення розчинності і осадження малорозчинного карбонату кальцію:



При надлишку вапна в осад випадає і гідроксид магнію:



Для прискорення видалення дисперсних і колоїдних домішок і зниження лужності води одночасно з вапнуванням застосовують коагуляцію цих домішок сульфатом заліза (II). Залишкова жорсткість пом'якшеної води при декарбонізації може бути отримана на 0,4-0,8 ммоль/дм³ більше некарбонатної жорсткості, а лужність 0,8-1,2 ммоль/дм³. Доза вапна визначається співвідношенням концентрації у воді іонів кальцію і карбонатної жорсткості

За вапняно-содовим методом пом'якшення води залишкова жорсткість може бути доведена до 0,5-1, а лужність з 7 до 0,8-1,2 ммоль/дм³.

При вапняно-содовому методі пом'якшення води утворюються карбонат кальцію і гідроксид магнію які можуть перенасичувати розчини і довго залишатися в колоїдно-дисперсному стані. Їх перехід в грубодисперсний шлам тривалий, особливо при низьких температурах і наявності у воді органічних домішок, які діють як захисні колоїди. При великій їх кількості жорсткість води при реагентному пом'якшенні води може знижуватися всього на 15-20 %. У подібних випадках перед

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						14
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пом'якшенням або в процесі з води видаляють органічні домішки окисниками і коагулянтами. При вапняно-содовому методі часто процес проводять у дві стадії. Спочатку з води видаляють органічні домішки і значну частину карбонатної жорсткості, використовуючи солі алюмінію або заліза з вапном, проводячи процес при оптимальних умовах коагуляції. Після цього вводять соду і решту частини вапна. При видаленні органічних домішок одночасно з пом'якшенням води в якості коагулянтів застосовують тільки солі заліза, оскільки при високому значенні рН води, необхідному для видалення магнієвої жорсткості, солі алюмінію не утворюють сорбційно-активного гідроксиду.

Більш глибоке пом'якшення води може бути досягнуто її підігрівом, додаванням надлишку реагенту-осаджувача і створенням контакту води з раніше утвореними осадами. При підігріві води зменшується розчинність CaCO_3 і Mg(OH)_2 і більш повно протікають реакції пом'якшення.

При содово-натрієвому методі пом'якшення води її обробляють содою і гідроксидом натрію [3].

Зважаючи на те, що сода утворюється при реакції гідроксиду натрію з гідрокарбонатом, необхідна для добавки в воду доза її значно зменшується. При високій концентрації гідрокарбонатів у воді і низькій некарбонатній жорсткості надлишок соди може залишатися в пом'якшеній воді. Тому цей метод застосовують лише з урахуванням співвідношення між карбонатною і некарбонатною жорсткостями.

Содово-натрієвий метод зазвичай застосовують для пом'якшення води, карбонатна жорсткість якої трохи більше некарбонатної. Якщо карбонатна жорсткість приблизно дорівнює некарбонатній, соду можна зовсім не додавати, оскільки необхідна її кількість для пом'якшення такої води утворюється в результаті взаємодії гідрокарбонатів з їдким натром. Доза

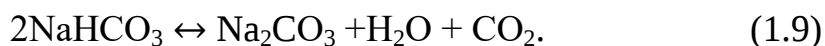
					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						15
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кальцинованої соди збільшується по мірі підвищення некарбонатної жорсткості води.

Содорегенеративний метод, заснований на відновленні соди в процесі пом'якшення, застосовують при підготовці води, для живлення парових котлів низького тиску:



Гідрокарбонат натрію, потрапляючи в котел з пом'якшеною водою, розкладається під впливом високої температури [2]:



Сода, яка при цьому утворюється, разом з надлишковою, введеною спочатку, одразу ж в котлі гідролізує з утворенням гідроксиду натрію і оксиду вуглецю (IV), який з продувною водою надходить в водопом'якшувач, де використовується для видалення гідрокарбонатів кальцію і магнію. Недолік цього методу полягає в тому, що утворення значної кількості CO_2 в процесі пом'якшення викликає корозію металу і підвищення сухого залишку в котловій воді.

Барієвий метод пом'якшення води застосовують у поєднанні з іншими методами. Спочатку вводять барій в воду ($\text{Ba}(\text{OH})_2$, BaCO_3) для усунення сульфатної жорсткості, потім після освітлення води її обробляють вапном і содою для допом'якшення.

Через високу вартість реагентів барієвий метод застосовують дуже рідко. Для підготовки питної води через токсичність барієвих реагентів він не придатний. Утворений сульфат барію осідає дуже повільно, тому необхідні відстійники або освітлювачі великих розмірів. Для введення BaCO_3 слід використовувати флокулятор з механічними мішалками.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						16
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Його недоліки:

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

Термохімічне пом'якшення застосовують виключно при підготовці води для парових казанів, так як в цьому випадку найбільш раціонально використовується теплота, витрачена на підігрів води. Цей метод застосовують зазвичай при температурі води вище 100 °С. Крім коагулянту використовують вапно і соду з добавкою фосфатів і рідше гідроксид натрію і соду. Застосування гідроксиду натрію замість вапна дещо спрощує технологію приготування і дозування реагенту, проте економічно така заміна не виправдана у зв'язку з його високою вартістю.

Для забезпечення видалення некарбонатної жорсткості води соду додають з надлишком.

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

Іонообмінний метод

Іонообмінний метод очищення води застосовують для знесолення та очистки води від іонів металів та інших домішок. Сутність іонного обміну полягає в здатності іонообмінних матеріалів забирати з розчинів електроліту іони в обмін на еквівалентну кількість іонів іоніту.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						17
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Очищення води здійснюють іонітами - синтетичними іонообмінними смолами, виготовленими у вигляді гранул розміром 0,2...2мм. Іоніти виготовляють з нерозчинних у воді полімерних речовин, що мають на своїй поверхні рухливий іон (катіон або аніон), який за певних умов вступає в реакцію обміну з іонами того ж знака, що містяться у воді. Розрізняють сильно- і слабкокислотні катіоніти (в H^+ - або Na^+ - формі), а також сильно- і слабкоосновні аніоніти (в OH^- або сольовій формі), а також іоніти змішаної дії [4].

Вибіркове поглинання молекул поверхнею твердого адсорбенту відбувається внаслідок впливу на них нерівноважних поверхневих сил адсорбенту.

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 зворотного циклу;
- можливість одночасного видалення різних за природою домішок;
- відсутність вторинних забруднювачів;
- можливість рекуперації сорбованих речовин.

Недоліки методу:

- необхідність попереднього очищення води від масел, ПАР, розчинників, органічних речовин, завислих речовин;
- велика витрата реагентів для регенерації іонітів і сорбентів;
- складність устаткування;

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						18
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- висока вартість смол та сорбентів;
- утворення вторинних відходів, які потребують додаткової переробки.

Мембранні технології очищення

Одним з найефективніших заходів очищення природних вод вважається використання мембранних технологій. Мембранні методи очистки - це процес проціджування води через напівпроникні мембрани під тиском. У ході подібного роду очищення стічних вод з води видаляється до 98% всіх розчинених речовин.

Процес очищення за допомогою мембранних методів ґрунтується на технології зворотного осмосу, при якому забруднена вода ділиться на дві нерівні частини. Напівпроникна мембрана в ході очищення відокремлює менший об'єм води з більшою концентрацією розчинених речовин від чистої води, позбавленої будь-якого роду домішок. Очищення стічних вод виробництва мембранним методом здійснюється на молекулярному рівні, що дозволяє судити про високу ефективність цієї технології водоочищення.

Для успішної роботи мембранних фільтрів необхідно проводити періодичну промивку мембрани, в ході якої з її поверхні видаляються частинки забруднювачів. При повному засміченні мембрани втрачається її проникність і в підсумку вода не проходить крізь неї, що призводить до відмови від фільтрів.

Основним недоліком мембранної очистки води вважається чутливість мембран до механічного впливу, а також до деяких хімічно активних речовин. При виборі технології слід провести повний аналіз води, який виявить необхідність здійснення попередніх заходів очищення до подачі води в мембранні елементи [4].

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						19
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метод зворотного осмосу

Зворотним осмосом і ультрафільтрацією називають процес фільтрування розчинів через напівпроникні мембрани під тиском, більшим за осмотичний тиск. Мембрани пропускають молекули розчинника, затримуючи розчинені речовини. При зворотному осмосі виділяються частинки (молекули, гідратовані іони), розміри яких не перевищують розмірів молекул розчинника. При ультрафільтрації розмір окремих частинок на порядок більший.

Від звичайної фільтрації такі процеси розрізняються відділенням частинок менших розмірів. Тиск, який необхідний для проведення процесу зворотного осмосу (6...10 МПа), значно більший, ніж для проведення процесу ультрафільтрації (0,1...0,5 МПа) [4].

Електродіаліз

Електродіалізом називають процес переносу іонів через мембрану під дією прикладання до неї електричного поля. Для очищення стічних вод методом електродіалізу використовують електрохімічні активні іонітові мембрани.

Метод електродіалізу можна використовувати як для видалення з малоконцентрованих стічних вод мінеральних солей з метою повторного використання знесоленої води у виробництві (в деяких випадках можлива утилізація солей, вилучених зі стічних вод), так і для переробки висококонцентрованих стічних вод (відпрацьованих технологічних розчинів) з метою регенерації з них цінних продуктів.

До загальних переваг мембранних методів відносять [4]:

- можливість очистки до норм ГДК;
- повернення очищеної води до 60% в зворотний цикл;

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						20
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість утилізації цінних компонентів;
- відсутність фазових переходів при відділенні домішок, що дозволяє вести процес при невеликій затраті електроенергії;
- можливість проведення при кімнатній температурі без застосування або з невеликими добавками хімічних реагентів.

Недоліки:

- необхідність попередньої очистки стічних вод від масел, ПАР, розчинників, органічних речовин, завислих речовин;
- значні витрати електроенергії;
- дефіцитність і коштовність мембран;
- складність експлуатації, потреба в герметичності устаткування;
- відсутність селективності;
- чутливість до зміни параметрів стічних вод [4].

Сорбційні методи

Сорбційні методи можна умовно поділити на три різновиди:

- сорбція на активованому вугіллі (адсорбційний обмін);
- сорбція на іонітах (іонний обмін);
- комбінований метод.

У якості сорбентів використовують активоване вугілля, штучні сорбенти, відходи виробництва (попіл, шлаки, та інше).

Мінеральні сорбенти – глини, силікагелі, алюмогелі і гідроксиди металів для адсорбції використовують мало, оскільки енергія взаємодії їх з молекулами води велика – іноді перевищує енергію адсорбції.

Найбільш універсальними із адсорбентів є активоване вугілля, однак воно повинне мати певні властивості [4]:

- слабо взаємодіяти з молекулами води і добре з органічними речовинами;

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						21
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- бути відносно крупнопористим;
- мати високу адсорбційну ємність;
- мати малу утримуючу здатність при регенерації;
- бути досить міцними;
- мати високу змочуванність;
- мати малу каталітичну активність;
- мати малу вартість.

При змішуванні адсорбента з розчином використовують активоване вугілля у вигляді часток діаметром 0,1 мм і менше. Для повноти проведення процесу, його проводять в одну або декілька стадій.

Біохімічний метод

Цей метод застосовують при очистці води від багатьох як органічних, так і неорганічних речовин. Процес очистки оснований на здатності мікроорганізмів використовувати ці речовини для харчування в процесі життєдіяльності.

Сутність методу полягає в використанні спеціалізованих бактеріальних культур, які різняться високою резистентністю до отруйних дій важких металів. Вода поступає в відповідні ємності – накопичувачі, потім в біотенк, де змішується з бактеріальними культурами. З біотенку очищена вода відводиться до відстійника, після чого потрапляє в фільтри для доочистки. Очищена вода йде на повторне використання. Осад, що утворюється в біотенках, відстійниках і фільтрах, подається в шламо-накопичувач, зневоднюється на вакуум - фільтрах і використовується в якості домішок при виробництві будівельних матеріалів.

Використовується також сорбція сполук важких металів на біомасі активного мулу або інших сорбентах рослинного походження; метод очистки стічних вод від важких металів біофільтрами – личинками амфібій у ємності

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						22
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або ставках при щільності посадки личинок в стічних водах 500 – 1000 екз/м³ [4].

Переваги:

- висока ефективність;
- простота технологічного оформлення процесу.

Недоліки:

- необхідність попереднього очищення стічних вод від масел, ПАР, розчинників, органічних речовин, завислих речовин;
- чутливість мікроорганізмів до кліматичних змін;
- складність контролю за діяльністю мікроорганізмів;
- неможливість повної автоматизації;
- кошовність методу;
- небезпечність для людини.

Всі вищезазначені методи мають певний ряд переваг та недоліків. Для даного виробництва найефективнішим способом пом'якшення води є метод На-катіонування, який повністю задовольняє потреби підприємства у пом'якшеній воді. Основними його перевагами у порівнянні з іншими методами є: глибоке очищення води до норм ГДК, відсутність вторинних забруднювачів, а також можливість регенерації іонообмінних смол, що дає можливість очищувати великі об'єми води у промислових масштабах без частоті заміни загрузки фільтра.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						23
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ

Катіоніти за складом поділяють на мінеральні та органічні, які, в свою чергу, ділять на природного та штучного походження (таблиця 2.1).

Мінеральні катіоніти природного походження характеризуються малою обмінною здатністю і недостатньою хімічною стійкістю, що призвело до заміни їх штучними катіонітами. Мінеральні катіоніти штучного походження готують шляхом змішування розчину сульфату алюмінію з розчинами соди та рідкого скла.

Таблиця 2.1 – Види катіонітів

У технології підготовки води широко застосовують органічні катіоніти штучного походження. Вони містять функціональні хімічно активні групи, водень яких здатний заміщатися іншими катіонами: четвертинні аміни NH_3OH , сульфогрупу HSO_3^- , одновалентну фенольну групу OH^- , фосфорну групу HPO_3^{3-} , карбоксильну групу COOH^- . Група HSO_3^- володіє сильнокислотним, а групи COOH^- і OH^- слабокислотними властивостями. Залежно від функціональної групи катіоніти ділять на сильнокислотні і слабокислотні. Сильнокислотні катіоніти обмінюють катіони в лужному, нейтральному і кислому середовищах, слабокислотні - тільки в лужному середовищі.

Катіоніт може містити кілька функціональних груп. Катіоніти з однотипними функціональними групами називають монофункціональними, а з декількома функціональними групами - поліфункціональними. Якщо рухливі іони функціональних груп мають позитивні заряди, іоніт володіє катіонообмінними, а якщо негативні - аніонообмінними властивостями.

Іонообмінні смоли розділяють на гетеропористі, макропористі і ізопористі. Гетеропористі смоли на дивінілбензольній основі

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

характеризуються гетерогенним характером гелевидної структури і невеликими розмірами пор. Мікропористі мають губчасту структуру і пори понад молекулярного розміру. Ізопористі мають однорідну структуру і повністю складаються з смоли, тому їх обмінна здатність вище, ніж у попередніх смол.

Якість катіонітів характеризується їх фізичними властивостями, хімічною і термічною стійкістю, робочою обмінною ємністю та ін.. Фізичні властивості катіонітів залежать від їх фракційного складу, механічної міцності і насипної щільності. Фракційний (або зерновий) склад характеризує експлуатаційні властивості катіонітів, він визначається ситовим аналізом. При цьому враховуються середній розмір зерен, ступінь однорідності і кількість пиловидних частинок, непридатних до використання.

Дрібнозернистий катіоніт, маючи більш розвинену поверхню, має трохи більшу обмінну ємність, ніж крупнозернистий. Однак, із зменшенням зерен катіоніту гідравлічний опір і витрата електроенергії на фільтрування води збільшуються. Оптимальні розміри зерен катіоніта, виходячи з цих міркувань, приймають у межах 0,3...1,5 мм. Рекомендується застосовувати катіоніти (для зручності експлуатації) з коефіцієнтом неоднорідності $K_n = 2$.

Робоча обмінна ємність катіоніту залежить від виду видобутих з води катіонів, співвідношення солей у воді, значення рН, висоти шару катіоніту, швидкості фільтрування, режиму експлуатації катіонітових фільтрів, питомої витрати регенеруючого реагенту і від інших факторів.

Таблиця 2.2 - Технологічні характеристики катіонітів [3]

В даному дипломному проекті використовуються такі речовини, як катіоніт КУ-2-8, ГОСТ 20298-74 та NaCl, ГОСТ 4233-77.

Таблиця 2.3 – Нормативні значення карбонатного індексу води для підживлення тепломереж

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						25
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Суть іонного обміну полягає в здатності іонообмінних матеріалів або іонітів поглинати з води позитивні або негативно заряджені іони в обмін на еквівалентну кількість іонів іоніту. Процес водообробки методом іонного обміну, в результаті якого відбувається обмін катіонів, називають катіонуванням. Катіоніти у воді розбухають, збільшуючись в об'ємі. Відношення обсягів однакових мас катіонітів в набряклому і повітряно-сухому стані називають коефіцієнтом набрякання. Він виражається співставленням насипних густин повітряносухого і набряклого іонітів.

Іонний склад і ступінь набрякання гранул іонообмінної смоли є результатом рівноваги рушійних сил в системі частинка - вода. Поряд з невеликою часткою енергії, визволеної внаслідок гідратації функціональних груп, рушійні сили виникають в основному через різницю концентрацій між внутрішньою набряклою частиною зерна і навколишньою водою. Вода набухання у частці смоли з мобільними протиіонами функціональних груп дає концентрацію 1,5...6 ммоль/дм³. Слідуючи за перепадом концентрації, протиіони функціональних груп намагаються покинути частинку смоли і проштовхнути в неї молекули води. Це тягне за собою зсув потенціалу на граничній поверхні частинки. Міграція протиіонів і набухання смоли припиняються по досягненні умов мінімального запасу енергії. Усередині частинки акумулюються ті багатоатомні протиіони з невеликим радіусом, які вступають з функціональними групами в асоціації з малим запасом енергії. Ця селективність, що є основою процесу, знижується зі збільшенням концентрації середовища.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						26
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основоположним фактором кінетики процесу є швидкість іонообміну між іонами води і частиною смоли, що омивається. Безпосередньо на зовнішній поверхні частинки, що омивається, утворюється нерухома водяна плівка, товщина якої залежить від швидкості потоку води і розмірів зерна смоли. Іон Ca^{2+} або Mg^{2+} , який прагне потрапити всередину частинки смоли, у функціональну групу, повинен дифундувати з води через плівку, пройти через граничну поверхню частинки і всередині смоли в розчині набухання спрямуватися до асоціації з функціональною групою.

У чистих смол, дифузійні шляхи яких не забруднені і не заблоковані, дифузія іонів через плівку є найважливішим етапом процесу. Зі збільшенням швидкості потоку зменшується товщина водяної плівки, що полегшує проходження через неї іонів. Підвищення температури води спричиняє зменшення її в'язкості, що сприяє збільшенню швидкості дифузії і поліпшенню кінетики іонообміну. Іншим важливим чинником є відношення обсягу частини до її поверхні. Зі зменшенням діаметра частинки на кожен функціональну групу припадає велика поверхня обміну.

Швидкість обміну катіонів залежить від їх дифузії до поверхні розділу катіоніт - вода і визначається структурою катіоніту. При компактній структурі катіоніту обмін відбувається швидко і в основному на зовнішніх поверхнях це екстраміцелярний обмін. Однак, при цьому не повністю використовується сорбційна ємність катіоніту. При пористій структурі катіоніту, коли розміри капілярних каналів більше діаметру гідратованих іонів, обмін відбувається на внутрішніх поверхнях - інтерміцелярний обмін. Швидкість його менше, а обмінна здатність катіоніту більша. Швидкості реакції обміну іонів в катіонітах та досягнення повної рівноваги досить великі.

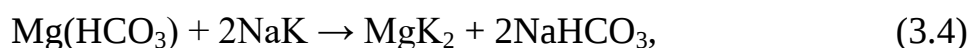
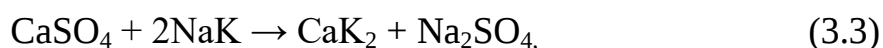
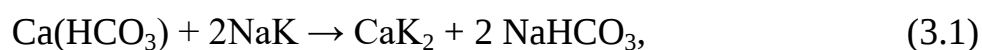
Кожен катіоніт володіє певною обмінною ємністю (здатністю), яка виражається кількістю катіонів, які катіоніт може обміняти протягом

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						27
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фільтроцикла. Розрізняють повну і робочу обмінну ємність катіоніту. Повною обмінною ємністю називають ту кількість катіонів кальцію і магнію, яка може затримати 1 м³ катіоніту, що знаходиться в робочому стані, до того моменту, коли жорсткість фільтрату порівнюється з жорсткістю вихідної води. Робочою обмінною ємністю катіоніту називають ту кількість катіонів Ca²⁺ і Mg²⁺, яка затримує 1 м³ катіоніта до моменту «проскакування» в фільтрат катіонів солей жорсткості. Обмінну ємність, віднесену до всього обсягу катіоніту, завантаженого у фільтр, називають ємністю поглинання.

При пропуску води зверху вниз через шар катіоніта відбувається її пом'якшення, що закінчується на деякій глибині. Шар катіоніта, пом'якшуючий воду, називають робочим шаром або зоною пом'якшення. При подальшому фільтруванні води верхні шари катіоніту виснажуються і втрачають обмінну здатність. Через деякий час спостерігаються три зони: робочого, виснаженого і свіжого катіоніту. Жорсткість фільтрату буде постійною до моменту суміщення нижньої межі зони пом'якшення з нижнім шаром катіоніту. У момент суміщення починається «проскок» катіонів і збільшення залишкової жорсткості, поки вона не стане рівною жорсткості вихідної води, що свідчить про повне виснаження катіоніту [4].

Натрій-катіонітовий метод застосовують для пом'якшення води з вмістом суспензії не більше 8 мг/л і кольоровістю не більше 30 град. Жорсткість води знижується при одноступінчастому натрій - катіонуванні до 0,05...0,1 ммоль/дм³, при двоступінчастому – до 0,01 ммоль/дм³. Процес Na-катіонування описується наступними реакціями обміну:



де K - складний комплекс катіоніту.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						28
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як видно, в процесі пом'якшення змінюється не тільки сольовий склад води, а й катіоніт, який віддає натрій і натомість утримує Ca^{+2} і Mg^{+2} . Це пом'якшення відбувається пошарово. Спочатку повністю насичується кальцієм і магнієм верхній шар катіоніту, який втрачає при цьому свою поглинальну здатність відносно Ca^{+2} і Mg^{+2} .

Далі насичуються нижче розташовані шари, зона пом'якшення поступово опускається, у верхній шар вже виснаженого катіоніту жорстка вода проходить без зміни свого складу. Через деякий час після роботи фільтра в шарі катіоніту утворюються дві зони: виснаженого і працюючого катіоніту. Таким чином, процес пом'якшення води до 15 моль/дм³ відбувається в частині деякого працюючого шару катіоніту, висота якого залежить від жорсткості води що пом'якшується і швидкості.

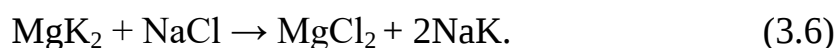
На початку роботи фільтра залишкова жорсткість пом'якшеної води буде дуже малою і постійною.

Коли нижня межа зони пом'якшення суміститься з нижньою межею завантаження фільтру, у пом'якшеної води з'являється підвищена залишкова жорсткість (більше 15 моль/дм³) за рахунок «проскакування» катіонів Ca^{2+} і Mg^{2+} . Тоді виснажений фільтр ставлять на регенерацію.

Регенерація - відновлення обмінної ємності виснаженого катіоніту.

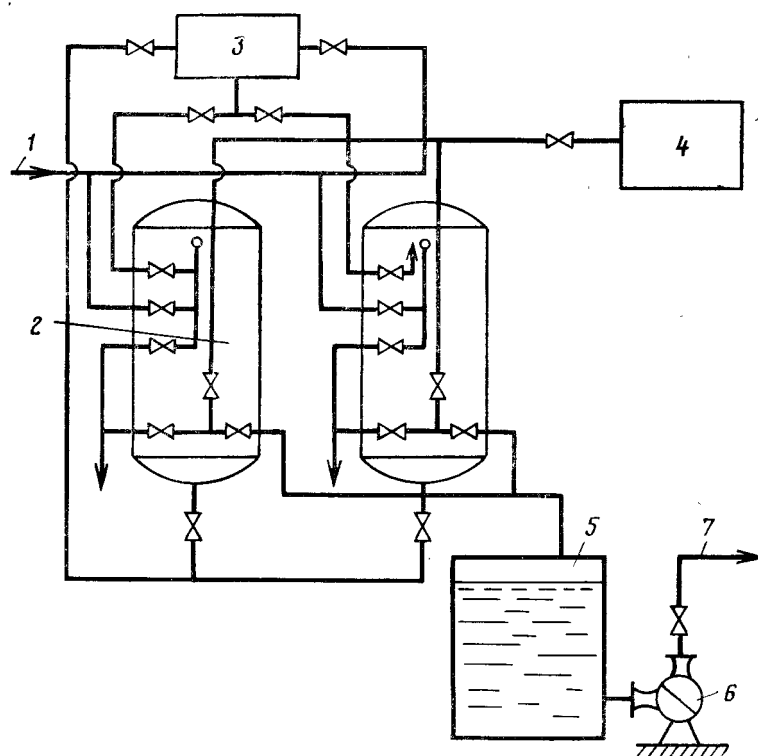
Виснажений катіоніт обробляється розчином кухонної солі, в процесі якого поглинені іони кальцію і магнію витісняються іонами натрію і переходять в розчин.

Збагачений обмінними катіонами натрію, катіоніт знову отримує здатність пом'якшувати воду. Реакції, що відбуваються при регенерації, можна умовно зобразити наступними рівняннями реакцій [4]:



					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						29
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибір методу катіонування диктується вимогами, пропонованими до пом'якшеної води, властивостями вихідної води і техніко-економічними міркуваннями, найбільш простою схемою є одноступінчаста Na-катіонітова установка (рисунок 3.1). Вода, пройшовши Na-катіонітові фільтри, відводиться в збірний бак, звідки насосом подається споживачу. При роботі за цією схемою відсутні вода і розчини з кислою реакцією, відпадає необхідність у застосуванні кислотостійкої арматури труб і захисних покриттів фільтрів.



1,7 - подача вихідної і відвід пом'якшеної води; 2 - натрій-катіонітовий фільтр; 3 - бак з розчином хлориду натрію; 4 - бак з частково пом'якшеною водою для зпуснення катіоніту; 5 - резервуар пом'якшеної води ; 6 – насос

Рисунок 3.1 - Схема одноступінчатого натрій- катіонування води.

Регенерація Na-катіоніту досягається фільтруванням крізь нього зі швидкістю 3...4 м/год хлориду натрію концентрацією 5...8 %. При

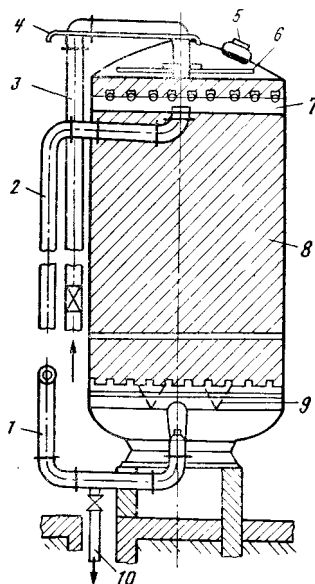
жорсткості пом'якшеної води до 0,2 ммоль/дм³ приймають концентрацію солі 5 %, при жорсткості менш ніж 0,05 ммоль/дм³ передбачають ступінчасту регенерацію: спочатку 5 %-вим розчином NaCl в кількості 1,2 м³ розчину на 1 м³ катіоніту, потім залишковою кількістю солі у вигляді 8 %-вого розчину.

Хлорид натрію застосовують для регенерації через його доступність, дешевизну, а також внаслідок того, що отримують при цьому добре розчинні солі CaCl₂ і MgCl₂, що легко видаляються з регенераційним розчином і відмивочною водою.

При фільтруванні розчину хлориду натрію зверху вниз при регенерації повний обмін іонів натрію, що містяться в катіоніті, на іони кальцію та магнію відбувається у верхніх шарах іонообмінника, при цьому у фільтрі зростає концентрація витіснених з катіоніту Ca²⁺ і Mg²⁺ і знижується концентрація іонів натрію. Зростання концентрації протиіонів Ca²⁺ і Mg²⁺ в регенераційному розчині подавляє дисоціацію виснаженого катіоніту і послабляє процес іонного обміну. Утворений при цьому протиіонний ефект гальмує регенерацію, в результаті чого по мірі просування регенераційного розчину в нижні шари катіоніту їх регенерація відбувається не повно, і якась кількість катіонів Ca²⁺ і Mg²⁺ залишаються не витисненими з нижніх шарів катіоніту. Усунення цього недоліку можливо пропуском через катіоніт свіжих порцій розчину реагента. Однак, це збільшує питому витрату кухонної солі і підвищує вартість обробки води. На практиці обмежуються одноразовим пропуском солі при жорсткості пом'якшення води до 0,20 ммоль/дм³ або дворазовим - при жорсткості нижче 0,05 ммоль/дм³. За аналогією, при фільтруванні пом'якшувальної води зверху вниз також виникає протиіонний ефект, знижуючий глибину пом'якшення води, при цьому протиіонами є катіони натрію. Цей недолік усувається шляхом подачі регенераційного розчину і пом'якшувальної води в різних напрямках, остання фільтруючись знизу вгору при виході з фільтра, стикається з найбільш повно

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						31
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відрегенерованими шарами катіоніту, завдяки чому забезпечується більш глибоке пом'якшення води. Такий метод пом'якшення води зветься методом протиточного катіонування. При цьому значно знижується витрата реагентів на регенерацію катіонітів без зменшення глибини пом'якшення [3].



1, 2 - введення вихідної і відведення пом'якшеної води; 3, 10 - подача регенераційного розчину і скидання відмивочної води; 4 - повітряник; 5 - люк; 6 - реагенторозподільник; 7, 9 - дренажна і розподільча ковпачкова системи; 8 - шар катіоніту

Рисунок 3.2 - Протиточний катіонітовий фільтр.

Схема одноступінчатого Na-катіонування має недоліки, лімітуючі її застосування: неможливість глибокого пом'якшення води (до $0,01...0,02$ ммоль/дм³); висока питома витрата солі на регенерацію; неповне використання ємності поглинання катіоніту.

Більш глибокого пом'якшення води, економії солі і збільшення фільтроцикла досягають двоступінчатим Na-катіонуванням (рисунок 3.3). У цьому випадку у фільтрах першої ступені вода пом'якшується до залишкової жорсткості $0,1...0,20$ ммоль/дм³ при звичайній швидкості фільтрування

15...25 м³/год. Потім пом'якшена вода передається на натрій-катіонітові фільтри другого ступеня, де жорсткість попередньо пом'якшеної води знижується до 0,02...0,01 ммоль/дм³. Так як кількість солей жорсткості, що надходять на фільтри другої ступені незначна, швидкість фільтрування беруть до 40 м³/год, а висоту шару катіоніта 1,5 м. Фільтри другої ступені створюють свого роду бар'єр, який перешкоджає проскоку катіонів, що видаляються при випадкових відхиленнях в роботі фільтрів першого ступеня. Тому натрій-катіонітові фільтри другого ступеня називають бар'єрними. При їх наявності спрощується експлуатація установки, оскільки катіонітові фільтри першого ступеня відключаються на регенерацію не по проскоку катіонів солей жорсткості, що вимагає ретельного контролю жорсткості фільтрату, а по кількості води, що пройшла через них. Деяке підвищення кількості солей жорсткості після фільтрів першого ступеня безпечно але, так як вони будуть затримані бар'єрними фільтрами. Ємність поглинання на фільтрах і терміни їх корисної роботи при двухступінчатому катіонуванні збільшуються. Так як фільтри другого ступеня несуть невелике навантаження по пом'якшенню води, тривалість міжрегенераційної роботи досягає 200 год.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						33
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Попередньо очищена вода, у кількості 200 м³/год, поступає на очищення у Na-катіонітові фільтри першої ступені (1), вода рівномірно розподіляється за допомогою верхнього дренажно-розподільчого пристрою зверху вниз після проходження шару катіоніту КУ-2-8 вода поступає на Na-катіонітові фільтри другої ступені (2). Після чого вже пом'якшена вода поступає у бак пом'якшеної води звідки доправляється до котельного господарства та на власні потреби.

Na-катіоніт піддається регенерації, шляхом промивки розчином хлориду натрію з масовою часткою 8-10 %. Із комірки мокрого зберігання солі (8) розчин насосом перекачується до відстійника (9) в якому розчин позбавляється від піни та механічних домішок після чого, вода поступає до освітлювача (10). Далі освітлений розчин перекачується до баку-накопичувача (11), звідки він подається до ежектору, де відбувається його розведення до робочої концентрації 8-10 % мас. пом'якшеною водою. В такому стані цей розчин зберігається у баку регенераційних вод (3). З цієї ємності подається на регенерацію фільтрів.

Регенераційні відпрацьовані води зберігаються у баку-усереднювачі, звідки вони, після попереднього розведення, повертаються на попередню очистку.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						34
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ РЕАГЕНТІВ, МАТЕРІАЛІВ, ОБЛАДНАННЯ ТА ВИБІР ГОЛОВНОГО АПАРАТУ

5.1 Розрахунок Na-катіонітового фільтру другої ступені

Годинна продуктивність: $Q = 197 \text{ м}^3/\text{год.}$

Тип матеріалу, що завантажується КУ-2-8. Його обмінна ємність 600 г-екв/м^3 .

Годинна витрата води на власні нестатки визначається за формулою:

$$q = V \cdot m / 24 = 84,83 \cdot 0,44/24 = 2,85 \text{ м}^3/\text{год.}$$

З цього випливає, що вихідної води повинно надходити на $2,85 \text{ м}^3/\text{год}$ більше для задоволення нестатків Na-катіонітових фільтрів другої ступені:

$$Q = 197 + 2,85 = 199,85 \approx 200 \text{ м}^3/\text{год.}$$

5.2 Розрахунок Na-катіонітового фільтру першої ступені

Продуктивність $Q = 180 \text{ м}^3/\text{год.}$

Необхідна площа фільтрування при швидкості фільтрування 10 м/год визначається за формулою [1]:

$$F = Q / \omega ,$$

$$F = 180/10 = 18 \text{ м}^2.$$

Прийнято стандартний фільтр $D = 3000 \text{ мм}$, $h_{\text{ш.}} = 2,5 \text{ м}$, $f = 7,07 \text{ м}^2$.

Загальна тривалість регенерації визначається за формулою :

$$t = t_1 + t_2 + t_3,$$

$$t = 0,54 + 4,5 + 10/60 = 5,2 \text{ год.}$$

Сумарну витрату води на регенерацію визначають за формулою:

$$V\Sigma = V_{\text{H}_2\text{O}} + V_{\text{відм}} + V_{\text{розп}},$$

$$V\Sigma = 19,22 + 159,08 + 12,73 = 191,03 \text{ м}^3.$$

Годинна витрата води на власні нестатки визначається за формулою:

$$q_{\text{H}_2\text{O}} = V\Sigma \cdot m / 24,$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						35
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$q_{H_2O} = 191,03 \cdot 2,77 / 24 = 22,04 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Для задоволення власних нестатків установки вихідної води необхідно:

$$180 + 22,04 = 202,04 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Це складе:

$$202,04 \cdot 24 \cdot 365 = 1769870,4 \text{ м}^3/\text{рік.}$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						36
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Розрахунок і вибір допоміжного технологічного обладнання

Розрахунок механічного фільтру.

1) Загальна площа фільтрування:

$$w = 12 \text{ м/год};$$

$$F_{\phi} = Q / w = 100 / 12 = 8 \text{ м}^2.$$

2) Кількість фільтрів:

$$N_{\phi} = 0,5 \cdot \sqrt{F_{\phi}},$$

$$N_{\phi} = 0,5 \cdot \sqrt{8} = 1 + 1 \text{ резервний} = 2 \text{ фільтри.}$$

Баки обираємо за об'ємом:

бак освітленої води (БОВ) $V=105 \text{ м}^3$;

бак розчину NaCl: $V_{\text{NaCl р-н}} = 20 \text{ м}^3$.

Розрахунок насоса для перекачування води.

Прийнято: температура $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, надмірний тиск $0,2 \text{ МПа}$. Витрата води $0,056 \text{ м}^3/\text{с}$. Геометрична висота підйому води 4 м . Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 10 м , на лінії нагнітання 20 м , втрачений напір на обох лініях складає 10% від довжини трубопроводу.

Вибір трубопроводу. Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу приймемо однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює 1 м/с . Тоді діаметр рівний:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi\omega}} = \sqrt{4 \cdot 0,056 / (3,14 \cdot 1)} = 0,267 \text{ м}.$$

Обрано трубопровід з внутрішнім діаметром $d=0,267 \text{ м}$. Товщина стінки рівна 6 мм .

Фактична швидкість води в трубі:

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						37
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\omega = 4Q/\pi d^2 = 4 \cdot 0,056 / (3,14 \cdot 0,267^2) = 1,0007 \frac{м}{с}.$$

Прийнято, що трубопровід сталевий, корозія незначна.

Визначення втрат на тертя і місцеві опори

Критерій Рейнольдса:

$$Re = \omega d \rho / \mu = 1,0007 \cdot 0,267 \cdot 998 / (1,005 \cdot 10^{-3}) = 265140.$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим.

Абсолютну шорсткість трубопроводу прийнято рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м. В цьому випадку:

$$e = \Delta / d = 2 \cdot 10^{-4} / 0,267 = 0,0008;$$

$$560 \cdot 1/e = 700000;$$

$$10 \cdot 1/e = 12500.$$

Умова $10 \cdot 1/e < Re < 560 \cdot 1/e$ виконується і розрахунок λ слід проводити за формулою:

$$\lambda = 0,11 \cdot (e + 68/Re)^{0,25} = 0,11 \cdot (0,0008 + 68/265140)^{0,25} = 0,02.$$

Визначення втраченого напору для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії втрата напору складає:

$$h_{п.вс} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,2 \frac{10}{0,267} + 1,96 \right) \frac{1,0007^2}{2 \cdot 9,81} = 0,48 м,$$

де $\Sigma \xi_{м.с}$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на всмоктувальній лінії.

$$\Sigma \xi_{м.с} = \xi_1 + 2 \xi_2 + 4 \xi_3 = 0,5 + 2 \cdot 0,55 + 4 \cdot 0,09 = 1,96,$$

де ξ_1 - опір на вході в трубу;

ξ_2 - опір на прямооточних вентилях;

ξ_3 - опір при відведенні.

Для нагнітальної лінії втрата напору рівна:

$$h_{п.наг} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{м.с} \right) \frac{\omega^2}{2g} = \left(0,2 \frac{20}{0,267} + 5,31 \right) \frac{1,0007^2}{2 \cdot 9,81} = 1,04 м,$$

де $\Sigma \xi_{м.с}$ - сума коефіцієнтів місцевих опорів на лінії нагнітання.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						38
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Sigma \xi_{м.с} = 3 \xi_1 + 1 \xi_2 + 2 \xi_3 + \xi_4 = 3 \cdot 0,09 + 4 \cdot 1,04 + 1 = 5,43,$$

де ξ_1 - опір на відводах під кутом 90° ;

ξ_2 - опір на прямоточних вентилях;

ξ_3 - опір на виході з труби.

Загальні втрати напору склали 1,52 метри.

Вибір насоса. Напір насоса:

$$H = (p_2 - p_1) / \rho g + H_{\Gamma} + h = 0,2 \cdot 10^6 / (998 \cdot 9,81) + 4 + 1,52 = 26 \text{ м. вод. ст.}, \text{ або } 0,26 \text{ МПа}$$

де H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини.

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами. Корисна потужність насоса:

$$N_{\Pi} = \rho g Q H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,05 \cdot 26 = 12,7 \text{ кВт.}$$

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

$$N = N_{\Pi} / (\eta_H \cdot \eta_{\text{пер}}) = 12,7 / (0,6 \cdot 1) = 21,17 \text{ кВт.}$$

Заданим подачі і напору найбільше відповідає відцентровий насос марки 15X-4X2(2Г), для якого витрата $12 \text{ м}^3/\text{год}$, напір 30 м. Насос забезпечений електродвигуном АО2-51-2 номінальною потужністю $N_H = 13 \text{ кВт}$. Частота обертання валу 3900 хв^{-1} .

Таблиця 6.1 – Виробники і постачальники головного та допоміжного обладнання

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						39
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Комплексна механізація та автоматизація відіграє важливу в хімічній промисловості. Це пояснюється складністю та великою швидкістю протікання технологічних процесів, а також чутливістю їх до порушень технологічного режиму, шкідливістю умов праці.

Комплексна автоматизація хімічних процесів забезпечує високу якість продукції, скорочення браку та відходів, зменшення витрат сировини та енергії, зменшення кількості основних працівників, зменшення капітальних витрат. Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі обладнання, виключає випадки травматизму, попереджує забруднення навколишнього середовища.

Для надійної експлуатації обладнання, підтримки оптимальних технологічних параметрів, використання обладнання на повну потужність, застосовують системи автоматичного регулювання та контролю, що дозволяють підвищити безпеку роботи устаткування і поліпшують умови роботи персоналу.

7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації

На підставі аналізу технологічного процесу підготовки пом'якшеної води для котелень (п. 4) постають наступні задачі автоматизації:

- контроль тиску вихідної води у трубопроводі;
- контроль та регулювання рН води після освітлювача;
- контроль рівня води у баку для збору пом'якшеної води;
- контроль та регулювання тиску підживлювальної води у трубопроводі;
- контроль концентрації розчину NaCl після ежектору.

Параметри регулювання та контролю виробництва наведено у таблиці 7.1.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						40
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.1 — Параметри регулювання та контролю виробництва

Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Найменування параметра, що вимірюється або регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
Вузол підкислення	pH	8,3...9,5	Контроль, регулювання
Механічний фільтр	Рівень	2 м	Контроль, сигналізація
Бак пом'якшеної води	Рівень	6...6,5 м	Контроль, сигналізація
Трубопровід	Тиск	0,15...0,3 МПа	Контроль, регулювання
Бак освітленої води	Рівень	2 м	Контроль, сигналізація
Бак-мірник розчину NaCl	Рівень	2 м	Контроль, сигналізація
Бак-мірник розчину NaCl	Концентрація	10...12 %	Контроль

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу

Для нормальної роботи усього технологічного устаткування, мінімізації можливих людських помилок, контролю, реєстрації та регулювання технологічних параметрів розроблено схему автоматизації.

Для контролю тиску в трубопроводі 1м розроблено контур 1. Він складається з вимірювального перетворювача різниці тисків (поз. 1-1), вторинного показувального та реєструвального приладу (поз.1-2).

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Для контролю та регулювання рН води після освітлювача застосовано контур 2. Він складається з первинного вимірювального перетворювача (поз. 2-1), перетворювача високоомного (поз. 2-2), показувального та реєструвального приладу (поз. 2-3).

Контур 3 використано для контролю рівня води в баку для збору пом'якшеної води, що складеться з первинного перетворювача рівнеміра (поз. 3-1), пневматичного показувального та реєструвального приладу (поз. 3-2), перетворювача пневмоелектричного (поз. 3-3).

Для контролю та регулювання тиску в трубопроводі 1п розроблено контур 4. Він складається з вимірювального перетворювача тиску (поз. 4-1), вторинного показувального, реєструвального приладу (поз. 4-2), регулювального блоку (поз. 4-3), пускача магнітного безконтактного реверсивного (МП2), виконавчого механізму (поз. 4-4).

Контур 5 застосовано для контролю та сигналізації рівня кислотності в освітлювачі, що складається з первинного перетворювача акустичного рівнеміра (поз. 5-1), проміжного вимірювача акустичного рівнеміра (поз. 5-2), вторинного показувального і реєструвального приладу з вбудованим пристроєм сигналізації (поз. 5-3).

Контур 6 використано для контролю та сигналізації рівня розчину NaCl у комірці мокрого зберігання NaCl, що складається з первинного перетворювача акустичного рівнеміра (поз. 6-1), проміжного вимірювача акустичного рівнеміра (поз. 6-2), вторинного показувального і реєструвального приладу з вбудованим пристроєм сигналізації (поз. 6-3).

Для контролю концентрації розчину NaCl в баку-мірнику розчину запропоновано контур 7. Він складається з первинного вимірювального перетворювача (поз. 7-1), перетворювача високоомного (поз. 7-2), показувального та реєструвального приладу (поз. 7-3).

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						42
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Метою цього розділу є техніко-економічне обґрунтування доцільності запропонованих під час виконання дипломного проекту техніко-технологічних рішень. В умовах ринкової економіки від інженерно-технічного, технологічного персоналу підприємства власники цих підприємств очікують вміння застосовувати сучасні форми організації діяльності виробництва, формування нових моделей, організаційно-економічного забезпечення ефективної праці. Ситуаційні завдання середньої ланки управління виробництвом для провадження професійної діяльності в умовах економіки сталого розвитку вимагають колективної взаємодії та організації співпраці усіх техніко-технологічних служб підприємства.

8.1 Підприємство у промисловій структурі держави

Назва: ТОВ "ЄВРО-РЕКОНСТРУКЦІЯ» (Дарницька ТЕЦ). Цех підготовки води для тепломереж. Характеристика цеху:

- за формою власності: державне;
- за формою реєстрації: юридична особа (ТЕЦ);
- за організаційно-правовою формою: господарське товариство;
- за спеціалізацією виробництва: вузькоспеціалізоване;
- за масштабом виробництва: масове;
- за ресурсами: енергомістке, матеріаломістке.
- за потужністю: середнє;
- за впливом на предмет праці: переробне;
- за режимом роботи протягом року: позасезонне;
- за призначенням продукції: товари промислового призначення.

Коди видів економічної діяльності (КВЕД): 36.00. Забір, очищення та розподілення води для побутових і виробничих потреб.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						43
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мета діяльності цеху: задоволення потреб тепломережі у пом'якшеній воді.

Організаційна структура підприємства:

Посади у цеху підготовки води для тепломереж:

- Начальник цеху - забезпечує організацію виробництва, координує дії працівників цеху.
- Головний технолог – розробляє шляхи удосконалення технології виробництва, відповідає за якість продукції.
- Інженер – керує роботою фільтрів (очисткою та регенерацією загрузки), забирає проби води на аналіз для передачі їх лаборантам.
- Лаборант – здійснює періодичний контроль води після освітлювання, механічної фільтрації та натрій-катіонування; заносить контрольні дані у журнал контролю, слідкує за наявністю відповідних реактивів.
- Оператор на щиті керування – контролює основні показники обладнання (тиск, температуру, витрати води, рівні заповнення фільтрів).
- Механік – здійснює ремонтні роботи в цеху (аварійні і планові), заміну одиниць обладнання або його частини, слідкує за наявністю необхідних інструментів та деталей для ремонту.
- Прибиральник – підтримує чистоту в цеху та прилеглих до нього приміщеннях (кабінеті технолога і начальника цеху).

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						44
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

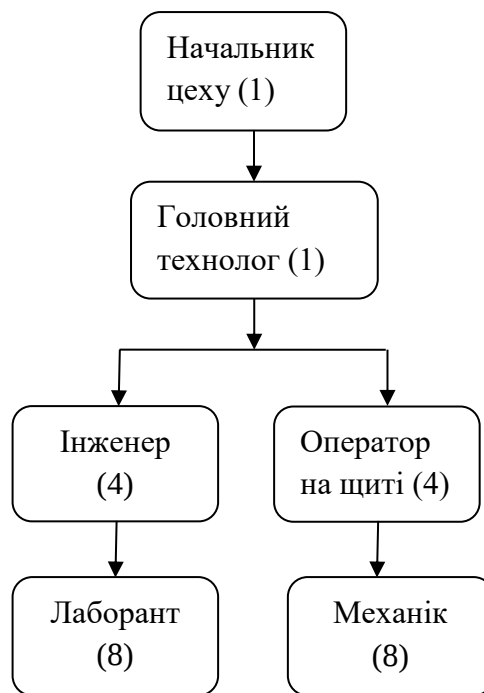


Рисунок 8.1 – Структура працівників цеху

8.2 Технологічна підготовка виробництва

8.2.1 Класифікація виробничих процесів підприємства

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

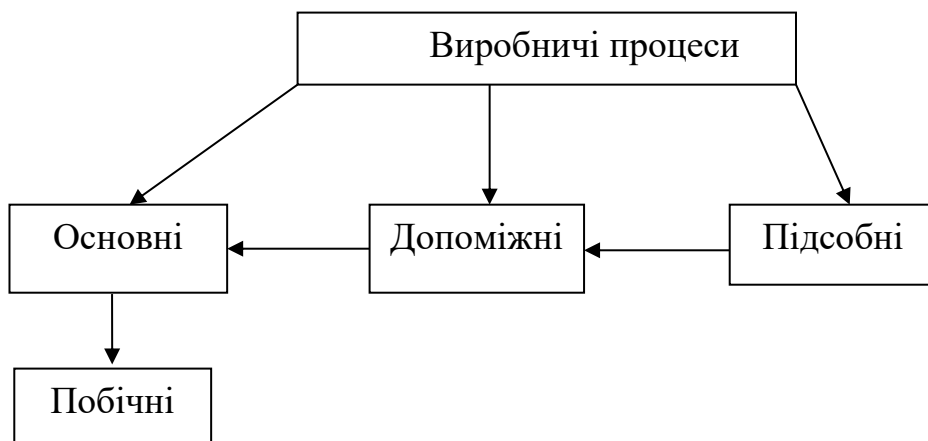


Рисунок 8.2 – Класифікація виробничих процесів

Основні процеси: прийом води з освітлювача; фільтрація у механічному фільтрі (завантаження – антрацит); фільтрація у натрій-катіонітовому фільтрі через загрузку; регенерація катіоніту.

Допоміжні процеси: контроль рН, солевмісту; ремонт обладнання.

Підсобні процеси: купівля та виготовлення реактивів для аналізу води та деталей для обладнання.

8.2.2 Види руху предметів праці (ВРПП)

Перелік і тривалість операцій виробничого процесу підготовки пом'якшеної води:

1. подача води з баку освітленої води (1 хв.);
2. фільтрування на механічному фільтрі (10 хв);
3. фільтрування на Na- катіонітовому фільтрі I ступеню (15хв.);
4. фільтрування на Na- катіонітовому фільтрі II ступеню (15хв.);
5. подача води в тепломережу (1 хв);

Добове завдання– 4800 м³/добу, тобто 1752000 м³/рік.

Послідовний ВРПП - це поодинична обробка одиниці сировини на кожній операції, що здійснюється лише після закінчення обробки попередньої одиниці.

Рисунок 8.3 – Послідовний ВРПП

$$T_{\text{вц}} = B_i \sum_{i=1}^n t_i, \quad \text{де } B - \text{необхідний випуск продукції, од.};$$

$\sum_{i=1}^n t_i$ - сумарний час, який іде на виготовлення одиниці продукції, хв.

$$n = \frac{T_{\text{вц}}^{\text{доб}}}{\sum_{i=1}^n t_i} = \frac{24 \times 60}{42} = 34,29 \cong 34 \text{ в. ц.} \quad (8.1)$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						46
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{вц}} = 34 \times 42 = 1428 \text{ хв} = 23,8 \text{ год.} \quad (8.2)$$

Для даного виробничого циклу використання послідовного ВРПП є неможливим, так як потреби у воді великі, тривалість виробничого циклу максимальна. Також недоліком для такого ВРПП є простой обладнання.

Паралельний ВРПП – рух предметів праці при якому одиниця продукції передається з операції на операцію після звільнення обладнання від попередньої і переходу продукції на наступну операцію.

Рисунок 8.4 – Паралельний ВРПП

Для паралельного ВРПП тривалість виробничого циклу складатиме:

$$T_{\text{вц}} = \sum_{i=1}^n t_i + (B-1) \cdot t_{\text{max}}, \quad (8.3)$$

де t_{max} – тривалість найдовшої стадії, хв.

$$T_{\text{вц}} = 42 + (34 - 1) \cdot 15 = 537 \text{ хв} = 8,95 \text{ год}$$

$$n = \frac{T_{\text{вц}}^{\text{доб}} - \sum t_i}{t_{\text{max}}} + 1 = \frac{1140 - 42}{15} + 1 = 74,2 \cong 74 \text{ в. ц.}$$

Синхронізований ВРПП – наступна одиниця продукції поступає в обробку на іншу технологічну лінію, не очікуючи завершення обробки попередньої одиниці.

Ритм – період між завантаженням попередньої і наступної одиниці продукції.

Рисунок 8.5 – Синхронізований ВРПП

Прийнято ритм $R = 10 \text{ хв}$,

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						47
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{\text{вц}} = \sum_{i=1}^n t_i + (B - 1)R = 42 + (34 - 1) \cdot 10 = 372 \text{ хв} = 6,2 \text{ год}$$

$$n = \frac{T_{\text{сінх}}^{\text{вц}} - \sum t_i}{R} + 1 = \frac{1140 - 42}{10} + 1 = 111 \text{ в. ц}$$

За один цикл підприємство випускає 111 умовних партій пом'якшеної води, кожна по $4800/111 = 43,24 \text{ м}^3$.

$$B = D_p \times 100 \times n = 365 \times 43,24 \times 111 = 1751868 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}. \quad (8.4)$$

При такому режимі роботи необхідно:

- 1 стадія $N = t_1/R = 1/10 = 1$ одиниця обладнання, 1 працівник;
- 2 стадія $N = t_2/R = 10/10 = 1$ одиниця обладнання, 1 працівник;
- 3 стадія $N = t_3/R = 15/10 = 2$ одиниця обладнання, 2 працівники;
- 4 стадія $N = t_4/R = 15/10 = 2$ одиниці обладнання, 2 працівники;
- 5 стадія $N = t_5/R = 1/10 = 1$ одиниця обладнання, 1 працівник.

Таблиця 8.1 - Порівняння видів руху предметів праці

	ВРПП		
Параметр	Послідовний	Паралельний	Синхронізований
Продуктивність, $\text{м}^3/\text{рік}$	536 608	1 167 912	1 751 878
Тривалість виробничого циклу, хв.	1428	537	372
Кількість одиниць обладнання, шт.	5	5	7
Кількість працівників	5	5	7

Для даного технологічного процесу оптимальним є саме синхронізований ВРПП, оскільки продуктивність є найвищою, випуск

відповідає річному завданню, тривалість виробничого циклу є найменшою і немає простою обладнання, тобто виробництво безперервне.

8.2.3 Режим роботи цеху

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

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

Тривалість виробничого циклу:

$$T_p = T_{вц} + T_{до} + T_{перерв}, \quad (8.5)$$

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

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

$$T_p = 1440 + 0 = 1440 \text{ хв.} = 24 \text{ год.}$$

Середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{вц}^{ср} = \frac{24 \cdot D_k}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{вц}^{факт.}, \quad (8.6)$$

де 24 – кількість годин у добі; $D_{кал}$ - кількість календарних днів у році;

$T_{вц}$ - тривалість виробничого циклу, год; D_p - кількість робочих днів протягом року; $T_{роб}^{доб}$ - тривалість роботи за добу, год:

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

В цеху постійно знаходяться інженер, 2 лаборанти, оператор на щиті і 2 механіки, які необхідні для забезпечення правильності і надійності роботи обладнання. Всього в цеху працює 11 осіб . З них начальник цеху, головний

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						49
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технолог, бухгалтер, працівник відділу кадрів і прибиральник знаходяться в цеху з 9:00 до 17:00. Інженер, лаборанти, оператор, механіки приходять в цех позмінно з 6:00 до 14:00; з 14:00 до 22:00; з 22:00 до 6:00. Система охорони електронна.

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

$$N_{\text{бриг}} = \frac{T_{\text{підпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2016} = 4,3 \approx 4 \quad (8.7)$$

Відділу необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Графік змінності підприємства наведений у таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 - Графік змінності керуючого персоналу

	Бригада													
Дні	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 бригадних працівників

	Бригада															
Дні	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
I	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В
II	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1

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

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

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

Об'єктом заключного контролю якості є пом'якшена вода. Контроль здійснюється кожні 30 хв кожного фільтра. Проводиться аналіз на рН, вміст завислих речовин, солей Ca^{2+} і Mg^{2+} , та солевміст.

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

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						52
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

8.3.1 Основні фонди підприємства

Таблиця 8.4 - Основні фонди підприємства

Основні фонди підприємства	Вартість основних фондів, грн.
Будівлі	1 000 000
Обладнання	3 000 000
Нематеріальні активи	500 000
Всього	4 500 000

Амортизація будівель (5%)	50 000 грн./рік
Амортизація обладнання та активів (10%)	305 000 грн./рік
Амортизація всього	355 000 грн./рік

8.3.2 Паспорт якості

Враховуючи вимоги щодо якості продукту, паспорт матиме вигляд:

ПАСПОРТ №__

ТОВ "ЄВРО-РЕКОНСТРУКЦІЯ» (Дарницька ТЕЦ)

Цех підготовки води для тепломереж

Дата проведення аналізу – 19.05.2017

Таблиця 8.5 - 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-	800/700	750/600	375/300	800/700	750/600	375/300

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

екв/кг						
При рН не більше 8,5	Не допускається			По розрахунку по ГОСТ 108.030.47081		
Вміст розчиненого кисню, мкг/кг	50	30	20	50	30	20
Вміст сполук заліза, мкг/кг	300	300/250	250/200	600/500	500/400	375/300
Значення рН при 25°С	Від 7,0 до 8,5			Від 7,0 до 11,0		
Нафтопродукти, мкг/кг	1,0					

Висновки: даний продукт відповідає стандартним нормам якості.

Лаборант
Головний технолог

Клименко В. М.
Шевченко К. П.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

8.3.3 Оборотні фонди підприємства

До оборотних фондів даного виробництва належать:

1. Сировина: гідроксид натрію; катіоніт; реактиви.
2. Електроенергія.
3. Запасні частини та матеріали

Таблиця 8.6 – Баланс сировини на підприємстві за рік

Сировина	Ціна за рік, грн.
NaCl	160 000
Катіоніт	2 216 200
Реактиви	30 000
Всього	2 406 200

Витрати NaCl на рік:

$$Q_{NaCl}^{\text{рік}} = 80\,000 \frac{\text{кг}}{\text{рік}},$$

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік

$$B_{8.00-20.00} = 12 \cdot 365 \cdot 30 \cdot 1,638 = 215\,233,2 \text{ грн./рік};$$

$$B_{20.00-8.00} = 12 \cdot 365 \cdot 30 \cdot 0,819 = 107\,616,6 \text{ грн./рік}.$$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$Z_{e/e} = 215233,2 + 107616,6 = 352\,849,8 \text{ грн./рік}.$$

Таблиця 8.7 – Заробітна плата персоналу

Фонд оплати праці: $125000 \cdot 12 \cdot 1,22 = 1\,837\,320$ грн/рік,

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

Таблиця 8.8 – Оборотні засоби підприємства:

Статті затрат	Затрати на річний випуск грн./рік
Сировина	2 406 200
Витрати на запасні частини для обладнання	100 000
Електроенергія	352 849,8
ФОП	1 837 320
Всього (Обз)	4 696 369,8

8.3.4 Розрахунок техніко-економічних показників

$$\text{ОФ} = 4\,500\,000 \text{ грн./рік}; A = 355\,000 \text{ грн./рік.}$$

Розрахунок собівартості :

$$C = \text{Обз} + A = 4\,696\,369,8 + 355\,000 = 5\,051\,369,8 \text{ грн./рік.}$$

Собівартість одного м³:

$$C_{\text{куб.м.}} = \frac{C_{\text{рік}}}{V_{\text{рік}}} = \frac{5\,051\,369,8}{1\,751\,868,6} = 2,88 \text{ грн./м}^3.$$

Встановлена державою ціна за 1 м³ води становить 4,3 грн/м³.За добу очищається 4800 м³.

$$\Pi = 4,3 \cdot 4800 \cdot 365 = 7\,533\,600 \text{ грн./рік.}$$

1. Прибуток:

$$\Pi = \Pi - C = 7\,533\,600 - 5\,051\,369,8 = 2\,482\,230,2 \text{ грн./рік.}$$

2. Капіталовкладення:

$$K = \text{ОФ} + \text{Обз} = 4\,500\,000 + 4\,696\,369,8 = 9\,196\,369,8 \text{ грн.}$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

3. Рентабельність:

$$P = \frac{\Pi}{C} = \frac{2\,482\,230,2}{5\,051\,369,8} \cdot 100\% = 49,1\%.$$

4. Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = \frac{\Pi}{K} = \frac{2\,482\,230,2}{9\,196\,369,8} = 0,27.$$

5. Термін повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{пов}} = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,27} = 3,704 \text{ років.}$$

6. Фондовіддача:

$$\Phi B = \frac{B}{OF} = \frac{1751868,6}{4\,500\,000} = 0,34.$$

7. Фондоємність:

$$\Phi \epsilon = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{0,34} = 2,94.$$

Судячи з техніко-економічних показників даного підприємства, можна зробити висновок, що воно є рентабельним, повністю окупить капіталовкладення за 3,704 роки роботи.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						57
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

У даному розділі приводяться відомості стосовно екологічної безпеки проведення процесу пом'якшення води методом натрій-катіонування. Безпечне навколишнє природне середовище є головною передумовою здоров'я не лише нинішнього, а й майбутнього поколінь.

У цьому розділі виробництво пом'якшеної води класифіковано з точки зору екологічної безпеки виробництва як безвідходне. Надано інформацію про комплексне використання сировини; запропоновано заходи щодо запобігання негативного впливу виробництва на навколишнє середовище і методи знешкодження викидів.

Таблиця 9.1 – Характеристика сировини та продукції виробництва

У процесі регенерації натрій-катіонітових фільтрів, крім солей, що містяться у вихідній воді, у дренаж скидаються: надлишок кухонної солі NaCl; продукти регенерації катіоніту CaCl₂ і MgCl₂; можлива присутність подрібненого катіоніту. Кількість речовин, що скидаються, розраховується в цілому за одну регенерацію фільтра, так як практично неможливо встановити, яка кількість тої чи іншої речовини видаляється при розпушенні, пропуску регенераційного розчину або відмиванні катіоніту від продуктів регенерації.

Кількість води, що скидається за одну регенерацію фільтра, підраховується при виконанні розрахунку водопідготовчої установки.

Надлишок солі, що скидається за одну регенерацію натрій-катіонітових фільтрів першої та другої ступені, підраховується за формулою:

$$[NaCl] = \frac{(q_c - 58,44)fH_{сл}E_p^{Na}}{1000}, \quad (9.1)$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						58
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $[NaCl]$ - надлишок солі, який скидається за одну регенерацію, кг; q_c - питома витрата солі на регенерацію катіоніту, г/моль; $fH_{сл}$ – об'єм катіоніту, завантажений у фільтр, м³; E_p^{Na} - робоча обмінна здатність катіоніта, ммоль/дм³; 58,44 - теоретично необхідний еквівалент NaCl, витрачений на регенерацію 1 моль солей жорсткості, г/моль.

$$[NaCl] = \frac{(150 - 58,44)5,31 \cdot 190}{1000} = 92,4 \text{ кг.}$$

Кількість солі, що скидається з натрій - катіонітових фільтрів, визначається за формулою, т/добу:

$$[NaCl]_{\text{сут}} = \frac{[NaCl] \cdot n}{1000}, \quad (9.2)$$

де n - загальна кількість регенерацій натрій-катіонітових фільтрів на добу, раз/добу.

$$[NaCl]_{\text{сут}} = \frac{92,4 \cdot 2,77}{1000} = 0,25.$$

Слад продуктів регенерації натрій-катіонітових фільтрів залежить від якості вихідної води . Кількість затриманих натрій - катіонітом катіонів Ca і Mg можна прийняти в тому ж співвідношенні, в якому вони містяться у вихідній воді. Наприклад, у вихідній воді міститься 70% Ca и 30% Mg, таке ж співвідношення можна прийняти в регенеруючому фільтрі і відповідно в регенераційній воді CaCl₂ и MgCl₂.

Кількість солей жорсткості, скидаючих в дренаж за одну регенерацію фільтра, визначається за формулою, кг-екв:

$$Ж_k = \frac{fH_{сл}E_p^{Na}}{1000}, \quad (9.3)$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						59
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Ж_{\kappa} = \frac{5,31 \cdot 190}{1000} = 1,0089.$$

Кількість CaCl_2 , що скидається за одну регенерацію фільтра, визначається за формулою, кг-екв:

$$[\text{CaCl}_2] = Ж_{\kappa} \alpha_{\text{Ca}}, \quad (9.4)$$

де α_{Ca} - частка солей кальцію в загальній кількості скидаючих солей жорсткості.

$$[\text{CaCl}_2] = 1,0089 \cdot 0,78 = 0,79.$$

Кількість MgCl_2 , що скидається за одну регенерацію фільтра, визначається за формулою, кг-екв:

$$[\text{MgCl}_2] = Ж_{\kappa} \alpha_{\text{Mg}}, \quad (9.5)$$

$$[\text{MgCl}_2] = 1,0089 \cdot 0,21 = 0,17.$$

Кількість CaCl_2 і MgCl_2 , скидаються з водопідготовчої установки визначаються за формулами, т/добу:

$$[\text{CaCl}_2]_{\text{доб}} = \frac{55,5[\text{CaCl}_2]n}{1000}; \quad (9.6)$$

$$[\text{MgCl}_2]_{\text{доб}} = \frac{47,6[\text{MgCl}_2]n}{1000}; \quad (9.7)$$

$$[\text{CaCl}_2]_{\text{доб}} = \frac{55,5 \cdot 0,79 \cdot 2,77}{1000} = 0,12;$$

$$[\text{MgCl}_2]_{\text{доб}} = \frac{47,6 \cdot 0,17 \cdot 2,77}{1000} = 0,02.$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Скидання продуктів регенерації від фільтрів другої ступені протягом доби, на які ведеться розрахунок, незначний (фільтри другої ступені регенеруються зазвичай 1 раз на 10-15 діб), тому всі солі жорсткості враховуються в першому ступені катіонування.

Скидання подрібненого катіоніту при розпушуванні незначне, річне зношення катіоніту, який скидається у дренаж, розраховується за формулою:

$$I_k = \gamma_k f H_{cl} ab \cdot 0,1, \quad (9.8)$$

де I_k - кількість подрібненого катіоніту, що скидається в дренаж протягом року, т; γ_k - насипна маса катіоніту, т/м³; а - кількість встановлених фільтрів; b - механічний знос катіоніту, %.

$$I_k = 0,71 \cdot 5,31 \cdot 4 \cdot 10 \cdot 0,1 = 15,08 \text{ т.}$$

Таблиця 9.2 – Перелік місць, частоти відбору проб і методик їх аналізу [6]

Найменування стадії, місце відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота та вид контролю	Методика та засоби вимірювання
Комірка мокрого зберігання NaCl	Масова концентрація хлориду натрію, мг/м ³	1 раз на день	Титрування
	Масова концентрація домішок, мг/м ³	1 раз на день	Титрування

Суми податку, який справляється за викиди в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення Р, обчислюються платниками податку самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів викидів, ставок податку за формулою:

Формула для розрахунку екологічних платежів за стоки має наступний вигляд:

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						61
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = C \cdot V \cdot C_T, \quad (9.9)$$

де C – концентрація хлоридів у стоках, $C = 18\,000$ мг/м³, V – об'єм стоків, м³,
 C_T – ставка за одну умовну тонну, $C_T = 20$ грн./ум.т.

$$V = V^* \cdot T_{\text{еф}}, \quad (9.10)$$

де V^* – витрата відпрацьованої води, $V^* = 180$ м³/доб, $T_{\text{еф}}$ – ефективний час роботи підприємства, $T_{\text{еф}} = 350$ днів:

$$V = 180 \cdot 350 = 63\,000 \text{ м}^3.$$

Таким чином річна сплата екологічного платежу становить:

$$P = 20\,000 \cdot 63\,000 \cdot 20 / 1\,000\,000 = 25\,000 \text{ грн./рік.}$$

В даному розділі розглянуто екологічний стан виробництва пом'якшеної води для потреб котелень. Відходами виробництва є іонообмінна смола КУ-2-8 та вода забруднена солями хлоридів магнію та кальцію.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						62
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 ОХОРОНА ПРАЦІ

З технологічної частини проекту витікає, що в цеху пом'якшення природної води використовуються шкідливі та пожежонебезпечні речовини. Використовується електрична та механічна енергія. Внутрішньоцеховий транспорт представлений трубопроводами.

Проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної та екологічної безпеки виробництва.

У даному проекті на основі аналізу шкідливих та небезпечних виробничих факторів (ШНВФ) розроблено заходи, які направлені на створення безпечних умов праці, пожежної профілактики та захисту навколишнього середовища.

10.1 Виявлення та аналіз ШНВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці

10.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99, роботи, що виконуються на проектованій ділянці очистки води, здійснюються на постійних робочих місцях, а витрати фізичної енергії відносяться до категорії середньої тяжкості (IIa) [13].

У таблиці 10.1 представлені прийняті проектом допустимі норми мікроклімату ділянки.

Таблиця 10.1 – Значення параметрів мікроклімату

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

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						63
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони, технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожуючи конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних величин для даної категорії робіт.

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптимал.температ.}} + 2 \text{ °С} = 20 + 2 = 22 \text{ °С}, \quad (10.1)$$

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

По способу організації повітрообміну передбачена загальнообмінна місцева й комбінована вентиляція. Застосовується схема вентиляції згори вниз. У приміщенні цеху передбачено припливно-витяжну вентиляцію.

10.2 Виробниче освітлення

В цеху виконуються роботи за зоровими умовами, які відносять до VII розряду за ДБН В. 2.5-28-2006 . В таблиці 10.2 представлено санітарні норми параметрів освітлення [11].

Таблиці 10.2 - Санітарні норми параметрів штучного освітлення

Розрахунок потоку, необхідного для забезпечення заданої освітленості горизонтальної поверхні при загальному рівномірному освітленні з урахуванням світла, що відбивається стінами та стелею проводиться за формулою (для люмінесцентних ламп):

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m, \quad (10.2)$$

де F – світловий потік однієї лампи, лм; E – нормована освітлюваність, $E = 500$ лк; S – площа приміщення, $S = 55 \text{ м}^2$; z – поправочний коефіцієнт світильника, $z = 1,25$; k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при експлуатації, $k = 1,1$; n – кількість світильників, $n = 8$;

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						64
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Тож необхідний світловий потік однієї лампи:

$$F = 500 \cdot 55 \cdot 1,25 \cdot 1,1/8 \cdot 0,6 \cdot 2 = 3939 \text{ лм.}$$

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

Відповідно до розрахованого світлового потоку ($F = 3939$ лм), необхідного для забезпечення заданої освітленості, обирають тип лампи ЛД потужністю 65 Вт і визначають електричну потужність всієї освітлювальної системи:

$$W = P \cdot n \cdot m, \quad (10.3)$$

де W – потужність освітлювальної системи, Вт; P – потужність (65 Вт) однієї лампи;

$$W = 65 \cdot 8 \cdot 2 = 1040 \text{ Вт.}$$

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

Напруга системи живлення робочого та чергового освітлення 380/220 В, ремонтного – 36 В, аварійного – 12 В. Аварійне освітлення забезпечується лампами типу Φ_m , що під'єднані до незалежної мережі струму.

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

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						65
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 проводиться один на рік за допомогою люксметра «АРГУС-01».

10.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Джерелами шуму та вібрації є насоси, які встановлені у виробничому відділенні, що облицьований звукоізолюючим матеріалом.

Для зниження вібрації і шуму машин, що виникає при їхній роботі використовують жорстке кріплення віброуючих деталей та вузлів, зміна числа оборотів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою.

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

Як засоби індивідуального захисту використовуються противошумні шоломи або навушники. Для контролю шуму використовують шумоміри, для контролю вібрації вібратор VШВ-003.

10.4 Електробезпека

Можливими причинами ураження людей електричним струмом є:

- доторкання до відкритих струмоведучих частин;
- доторкання до струмопровідних неструмоведучих елементів , які

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						66
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції;

- ураження кроковою напругою;
- ураження через електродугу.

В цеху, який проектується, з метою збереження здоров'я персоналу всі струмоведучі частини устаткування, до яких можливий дотик персоналу, ізольовані. Опір ізоляції електропроводів вище 0,5 МОм. Напруга переносних ламп не вище 36 В. Для переносних електроінструментів застосовують малі напруги.

Найбільш часто відбувається однофазне доторкання людини до мережі змінного струму. Розрахунок сили струму, який проходить через тіло людини, розраховується за формулою:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_0}, \text{mA}; \quad (10.4)$$

$$U_{\text{д}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}}, \text{В}. \quad (10.5)$$

де $R_{\text{л}}$ – опір тіла людини, $R_{\text{л}} = 2 \dots 4$ кОм; $R_0 = 4$ – опір заземлення нейтралі джерела струму, Ом; $I_{\text{л}}$ – електричний струм, який проходить через людину; $U_{\text{ф}} = 220$ В – фазна напруга.

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 допустимі рівні напруг дотику і струму, що проходить через тіло людини:

$$\begin{cases} I_{\text{д}} \leq 6 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} = 36 \text{ В} \end{cases} \quad \text{при } t_{\text{д}} > 1 \text{ с, аварійний режим}$$
$$\begin{cases} I_{\text{л}} = 0,2 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} = 2 \text{ В} \end{cases} \quad \text{при } t_{\text{д}} \leq 10^{\text{хв}} / \text{добу, нормальний режим}$$

При нормальному режимі роботи електроустаткування $U = 2$ В, а $I = 0,3$ мА; при аварійному – відповідно 36 В и 6 мА.

Тоді згідно з рівняннями:

$$I_{\text{л}} = \frac{220 \cdot 10^3}{3000 + 4} = 73,23 \text{ мА};$$

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						67
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_d = 73.23 \cdot 3 = 219,72 B.$$

Отже, розраховані значення I_d і U_d значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог ПУЕ в цеху можливі електротравми з тяжкими наслідками.

При обслуговуванні електричних пристроїв застосовуються спеціальні захисні засоби та інструменти: ізолюючі підставки, калоші, рукавиці, індикатор напруг, окуляри, негорючі костюми.

10.5 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.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму, неправильній експлуатації обладнання. Порушення роботи обладнання може привести до аварій, вибухів, пожеж. Головні причини аварійних ситуацій: порушення герметичності реакторів, прорив газопроводу, припинення подачі технологічної води, порушення технологічного режиму, відключення електроенергії, невиконання правил безпеки.

Найнебезпечніші місця устаткування: рухомі частини обладнання, зокрема механізм запирання; поверхні з високою температурою, прилади в яких використовується струм. При виникненні травмонебезпечних ситуацій з рухомими частинами обладнання в першу чергу виключається електроживлення, а пізніше надають першу медичну допомогу.

Проектом прийняті заходи по зупинці (пуску) технологічного устаткування при виникненні аварійної ситуації. Засоби автоматизації

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						68
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оснащено сигналізаціями (технічною і аварійною), а також автоматичним регулюванням (дистанційним керуванням) для усунення контакту робочих з обладнанням.

Для підтримки устаткування в справному стані буде своєчасно проводиться їх технічне обслуговування і ремонт.

10.6 Пожежна безпека

Причини загоряння та вибухів на об'єкті є:

- перенавантаження електродвигунів;
- електричні іскри (удару і тертя деталей машин і обладнання) можуть виступити джерелом займання горючих речовин і матеріалів;
- прямий удар блискавки в будівлю, занесення високих потенціалів блискавки в приміщення через електропровідні комунікації.

З метою захисту електрообладнання від перевантажень проектом передбачені плавкі запобіжники та автоматичні вимикачі. Від прямого удару блискавки будівля захищена груповими стержневими блискавковідводами, а від заносу високих потенціалів блискавкозаземленням електропровідних комунікації до стінки будівлі і в середині цеху.

Встановлено пристрій у пожежонебезпечних приміщеннях автоматичних газоаналізаторів ГДК і довибухових концентрацій із сигналізацією граничних показань, а також пристрій систем аварійної вентиляції в приміщеннях і їхньому автоматичному включенні за граничними показниками автоматичних газоаналізаторів.

Для гасіння невеликих вогнищ застосовуються вогнегасники, а для гасіння електроустаткування (електродвигуни, електроприлади, електропроводи) - ручні вуглекислотні вогнегасники та порошкові.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						69
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

1. В бакалаврському проекті розроблено схему пом'якшення природної води для міських теплоцентралей та обґрунтовано вибір Na-катіонітового методу. Наведено технологічну схему та її опис. Розраховано та спроектовано основне та допоміжне технологічне обладнання у відповідності з заданою продуктивністю підприємства ($200 \text{ м}^3/\text{год}$), для забезпечення якої обрано основний апарат – Na-катіонітовий фільтр.

2. Представлено схему автоматизації процесу водопідготовки, що передбачає контроль та регулювання таких обраних параметрів, як тиск вихідної води у трубопроводі, рівень очищеної води у баках, концентрацію сольового розчину, рН води після освітлювача.

3. Проведено економіко-організаційні розрахунки рентабельності, коефіцієнта економічної ефективності підприємства, обчислено вартість щорічних амортизаційних відрахувань та собівартість витрат на пом'якшення води методом Na-катіонування. Собівартість 1 м^3 води: $C = 2,88$ грн. Можна стверджувати, що підприємство є рентабельним, та повністю окупить капіталовкладення через 3,7 роки.

4. У розділі екологічної безпеки виробництва наведено аналіз джерел виникнення відходів, шкідливих для довкілля, представлені можливі варіанти очищення регенераційних вод, забруднених хлоридами, а також обраховано суму щорічних екологічних платежів, що складає 25 000 грн./рік.

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

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Громогласов, А.А. Водоподготовка: процессы и аппараты [Текст] / А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А.Ц. Пильщиков. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.
2. Вихрев, В.Ф. Водоподготовка / В.Ф. Вихрев, М.С. Шкроб. – М.: Энергия, 1973. – 416 с.
3. Когановський, А.М. Очистка промышленных сточных вод [Текст] / А.М. Когановський, Л.А. Кульський, Е.В. Сотников, В.Л. Шмарук – К.: Техника, 1974. – 257 с.
4. Запольський, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води [Текст]: Підручник / А.К. Запольський – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
5. Родионов, А.И. Техника защиты окружающей среды [Текст]: Учебник для вузов / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников – М.:Химия, 1989.-512 с.
6. 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.
7. Прикладні розділи хімічної технології неорганічних речовин: Метод. вказівки до комп'ют. занять для студ. хіміко-технол. ф-ту спец. 7.091602 «Хімічна технологія неорганічних речовин»/Уклад. А.Л.Концевой, С.А.Концевой. – К.:НТУУ «КПІ», 2007. – 76с.
8. 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.-інтегр. технології / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Біблігр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						71
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. 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 Видавництво «Політехніка», 2002. – 28 с.
10. Лемківський, С.С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів [Текст]: Підручник / С.С. Лемківський, М.М. Падун – К.: Либідь, 2006. – 280 с.
11. 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.
12. Макаров, Г.В. Охорона праці в хімічній промисловості [Текст] / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Мариніна. - М.: Хімія, 1989. - 497 с.
13. Староверов, І. Г. Внутрішні санітарно-технічні пристрої [Текст]/ Під ред. І. Г. Староверова: Ч. 2. Вентиляція і кондиціювання. - М.: Стройиздат, 1978.-509 с.
14. 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
- 15.Ткачук, К.Н. Безпека праці в промисловості [Текст] / К.Н. Ткачук. - К.: Техніка, 1982 - 231с.
16. ДСН 33,6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
17. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

					ХН3210 1440 000 ПЗ	Арк.
						72
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		