

ЗМІСТ

Вступ.....	13
1 Обґрунтування та вибір способу пом'якшення води	14
1.1 Термічний метод.....	14
1.2 Реагентний метод.....	15
1.3 Іонообмінний метод.....	18
1.4 Мембранні технології очищення.....	21
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв.....	25
3 Характеристики і обґрунтування прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.....	32
4 Опис технологічної схеми.....	44
4.1 Принцип роботи установки.....	44
4.2 Експлуатація Na-катіонітових фільтрів.....	45
5 Розрахунок та вибір основного обладнання.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Розрахунок Na- катіонітового фільтру другої ступені.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Розрахунок Na- катіонітового фільтру першої ступені.....	53
5.3 Витратний коефіцієнт солі на регенерацію катіоніту.....	55
6 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....	57
7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва.....	61
7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації.....	62

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коцюбайло І.Р.			Пом'якшення води методом іонного обміну для потреб водогрійних котлів і підживлення тепломереж Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив.		Нижник Т.Ю.						
Н.Контр.		Супрунчук В.І.				КПІ ім. Ігоря Сікорського, ХН-31		
Затверд.		Голстопалова Н.М.						

7.2	Опис розробленої схеми автоматизації відділення підготовки пом'якшеної води.....	64
8	Економіко-організаційні розрахунки.....	66
8.1	Підприємство у промисловій структурі держави.....	66
8.2	Визначення оптимального виду руху предметів праці.....	68
8.3	Режим роботи відділу.....	72
8.4	Технічний контроль на виробництві.....	75
8.5	Матеріальний баланс оборотних засобів підприємства.....	76
8.6	Основні фонди виробництва.....	79
8.7	Техніко-економічні показники	82
8.8	Посадова інструкція на виконавця технологічних обов'язків.....	83
9	Охорона праці.....	88
9.1	Виявлення та аналіз ШНВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.....	88
9.1.1	Повітря робочої зони	88
9.1.2	Виробниче освітлення.....	90
9.1.3	Захист від виробничого шуму та вібрацій	93
9.1.4	Електробезпека	94
9.1.5	Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання ..	96
9.2	Пожежна безпека.....	98
10	Екологічна безпека виробництва.....	100
10.1	Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються ..	100
10.2	Можливі варіанти екологізації виробництва.....	102
10.3	Екологічний моніторинг.....	104

10.4 Розрахунок екологічних платежів	106
Висновки	108
Список використаної літератури	110
Додаток А.....	113

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						12
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

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

На станціях, що відносяться до теплоелектроцентралей, передбачається попереднє очищення води до норм якості оптимальних для подачі її до котельного відділу. Норми якості підживлювальної води залежать від типу сучасних котлів та тиску. У цій воді повинні бути відсутніми завислі речовини, солі, що створюють твердість води, розчинений кисень, так як наявність цих речовин сприяє утворенню накипу, спінюванню котельної води, виносу солей з паром та корозію.

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

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

Метою бакалаврського дипломного проекту є розробка технологічного процесу пом'якшення вихідної води за допомогою двоступінчатого На-катионування для підживлення теплових мереж, а також обґрунтування вибору і розрахунок основного і допоміжного обладнання.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						13
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

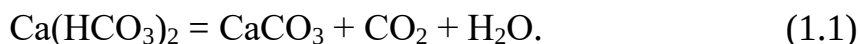
1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ПОМ'ЯКШЕННЯ ВОДИ

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

Під пом'якшуванням води мається на увазі процес видалення з неї катіонів жорсткості, тобто кальцію і магнію. Пом'якшення води виробляють в основному при її підготовці для технічних цілей. 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); комбінованим, що представляє собою різні поєднання перерахованих методів.

1.1 Термічний метод

Термічний метод пом'якшення води доцільно застосовувати при використанні карбонатних вод, що йдуть на харчування 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 [2]:



Рівновага зміщується за рахунок пониження розчинності оксиду вуглецю (IV), що викликається підвищенням температури і тиску. Кип'ятінням

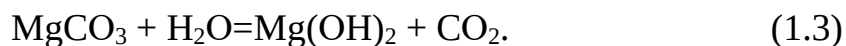
					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						14
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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/л при температурі 18°C), але все ж розчинний у воді.

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



який при тривалому кип'ятінні гідролізується, в результаті чого випадає осад малорозчинного (8,4 мг/л). гідроксиду магнію:



Отже, при кип'ятінні вода значно пом'якшується, зменшується тимчасова твердість, але не усувається повністю. Тому цей спосіб можна вважати лише початковою стадією.

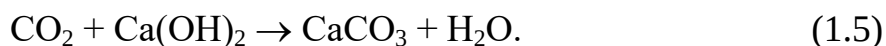
1.2 Реагентний метод

Пом'якшення води реагентними методами засновано на обробці її реагентами, що утворюють з кальцієм і магнієм малорозчинні сполуки, які легко видаляються: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 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. В якості реагентів використовують вапно, кальциновану соду, гідроксиди натрію і барію та інші речовини.

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						15
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [2]:



Підвищення в оброблюваній воді концентрації іонів CO_3^{2-} і присутність в ній іонів Ca^{2+} з урахуванням введених з вапном приводить 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 мг-екв/л більше некарбонатної жорсткості, а лужність 0,8...1,2 мг-екв/л. 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 мг-екв/л.

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 пом'якшуванням або в процесі з води видаляють

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						16
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

органічні домішки окислювачами 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'якшуванням 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 зм'якшування 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.

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						17
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кальцинованої соди збільшується по мірі підвищення некарбонатної жорсткості води.

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.

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.

1.3 Іонообмінний метод

Помірна твердість – обов'язкова якість для питної води, оскільки з неї ми отримуємо значну кількість кальцію, необхідну організму. З іншого боку, твердість серйозно заважає при використанні води в домашньому господарстві та в промисловості. Накип відкладається на внутрішніх стінках котлів та труб. Через це внутрішній діаметр старих опалювальних труб стає звуженим вдвічі-втричі. Також, накип – утворення пористе і служить теплоізолятором. В

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						18
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

результаті труби центрального опалення перестають віддавати тепло, а стінки котлів – пропускати тепло до води, яку потрібно нагріти. Таким чином, варто в корку накипу виникнути тріщині, як гаряча вода добирається до стінки труби. Якщо таке станеться зимою, то через локальний перепад температур труба може лопнути. З цієї причини твердість необхідно нормувати. У таблиці 1.1 представлені види твердості води.

Таблиця 1.1 Види твердості води

	мг/екв в 1 л Ca^{2+} , Mg^{2+}
Дуже м'яка	0-1,5
М'яка	1,5-3
Середня твердість	3-6
Тверда	6-10
Дуже тверда	>10

1 мг/екв відповідає 20,04 мг/л Ca^{2+} ; 12,16 мг/л Mg^{2+} .

У випадку, коли твердість води перевищує показник 7 мг-екв/дм³, її пропускають через спеціальні речовини – іонообмінні смоли, що зв'язують іони Ca^{2+} і Mg^{2+} , міняючи їх на іони Na^{+} .

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.

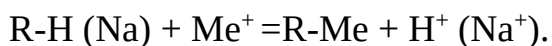
Очищення води здійснюють іонітами - синтетичними іонообмінними смолами, виготовленими у вигляді гранул розміром 0,2...2мм [4]. Іоніти виготовляють з нерозчинних у воді полімерних речовин, що мають на своїй

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 слабокислотні катіоніти (в H^+ - або Na^+ - формі), а також сильно- і слабоосновні аніоніти (в OH^- або сольовій формі), а також іоніти змішаної дії.

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. При правильно підібраній іонообмінній загрузці твердість води знижується при одноступеневому Na -катіонуванні до $0,05 - 0,1$ моль/дм³, при двоступеневому – до $0,01$ моль/дм³. Як катіоніти в основному застосовують сульфувугілля, катіонообмінні смоли на основі полімерів стиролу та дивініл бензолу, а саме КУ-2-8:



Ця реакція оборотна, так як зліва направо відбувається поглинання іонітом катіонів солей (Me^+) з розчину, а справа наліво відбувається регенерація кислотою або відповідним розчином солі.

Перевагами методу є:

- можливість очищення до норм ГДК і нижче;
- повернення очищеної води $\sim 95\%$ до зворотнього циклу;
- можливість одночасного видалення різних за природою домішок;
- відсутність вторинних забруднювачів;

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						20
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- можливість рекуперації сорбованих речовин.

Недоліки методу:

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

1.4 Мембранні технології очищення

Одним з найефективніших заходів очищення стічних 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 водоочистки.

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						21
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

До загальних переваг мембранних методів відносять:

- можливість очистки до норм ГДК;
- повернення очищеної води до 60% в зворотний цикл;
- 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 [11].

Отже, якість води для підживлення теплових мереж має задовольняти норми, наведені в таблиці 1.3.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						22
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 - Вимоги до води для потреб тепломережі

Показник	Система теплопостачання					
	відкрита			закрита		
	Температура мережевої води, °С					
	115	250	200	115	250	200
Прозорість по шрифту, см, не менше	40	40	40	30	30	30
Карбонатна твердість, мкг-екв/кг	800/700	750/600	375/300	800/700	750/600	375/300
При рН не більше 8,5*	Не допускається			По розрахунку по ОСТ 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		
Вміст нафтопродуктів, мкг/кг	1,0					

**В чисельнику вказані значення для котлів на твердому паливі, а в знаменнику – на рідкому і газоподібному паливі.*

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таким чином спираючись на поставлені вимоги, на основі аналізу переваг і недоліків основних методів можна зробити висновок, що іонний обмін є високоефективним методом пом'якшення води. В сучасному виробництві ця технологія є найуживанішою і дозволяє досягти якості води, яка відповідатиме нормам різних промислових та енергетичних об'єктів.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ

Вихідна вода потрапляє на ТЕЦ з Дніпра, вона подається в котло-турбінний цех, де попередньо підігрівається до температури 30°C (±1) в конденсаторі турбіни.

Склад води є не постійним. Він залежить від сезону, опадів, водного транспорту та стічних вод заводів розташованих вище за течією. У таблиці 2.1 показано приблизну характеристику вихідної та вже освітленої води.

Таблиця 2.1 – Норми якості води

Показники якості води	Вихідна вода	Освітлена вода	Пом'якшена вода
Зважені частки, мг/дм ³	1 - 10	До 8,0	-
Солевміст, мг/дм ³	120 - 200	80 - 120	-
Твердість, мг-екв/дм ³	3,0 - 4,5	1,5 - 2,0	0,001-0,005
Лужність, мг-екв/дм ³	2,5 - 4,0	0,8 - 1,0	-
Хлориди, мг/дм ³	8 - 18	8 - 18	-
Сульфати, мг/дм ³	15-30	40-50	-
Кремнієва к-та, мг/дм ³	8 - 18	4 - 10	0,24
Окиснюваність, мг/дм ³	5 - 13	До 7,0	-
рН		10,1-10,2	8,0 – 9,5
Ферум, мкг/кг	350 - 900	300	50

Норми води для підживлення тепломережі залежать від системи теплопостачання: закрыта або відкрита. Якість живильної води відкритих систем теплопостачання також повинна задовольняти вимоги державного стандарту до питної води.

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

Основним показником безнакипного режиму являється величина карбонатного індексу – добуток загальної лужності на кальцієву твердість, який має різні значення для заданого температурного режиму.

Мінімальні нормативні значення карбонатного індексу (Ік) живильної води тепломережі наведені в таблиці 2.2 [3].

Таблиця 2.2 – Значення карбонатного індексу для відкритих і закритих систем теплопостачання.

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

70 – 100		
З підігрівачами	3,5	4,0
тепломережі		

Значення рН живильної води для відкритих систем теплопостачання має становити $8,3 \div 9,0$, а для закритих – $8,3 \div 9,5$. Верхня межа значень рН допускається лише при глибокому пом'якшенні води, нижня – може корегуватися в залежності від інтенсивності корозійних явищ в обладнанні і трубопроводах систем теплопостачання. Якість живильної води відкритих систем теплопостачання повинна задовольняти вимоги державного стандарту до питної води (ДСТУ 7525:2014, «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості», затвердженим наказом Мінекономрозвитку від 23.10.2014 № 1257), згідно з яким величина рН повинна бути в межах $7,0 \div 11,0$.

Продукцією цеху підготовки попередньо очищеної води для котельного відділу відповідно є вода після певних стадій освітлення та знесолення. Якість мережної води має відповідати нормам, наведеним в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Вимоги до води для потреб тепломережі

Показник	Система теплопостачання					
	відкрита			закрита		
	Температура мережевої води, °С					
	115	250	200	115	250	200
Прозорість по шрифту, см, не менше	40	40	40	30	30	30

Карбонатна твердість, мкг- екв/кг	800/700	750/600	375/300	800/700	750/600	375/300
При рН не більше 8,5*	Не допускається			По розрахунку по ОСТ 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°C	Від 7,0 до 8,5			Від 7,0 до 11,0		
Вміст нафтопродуктів, мкг/кг	1,0					

Отже, якість підживлювальної води має відповідати вимогам до якості питної води та гігієнічних вимог до якості води централізованого господарського питного теплопостачання. Карбонатний індекс не повинен перевищувати вимог, наведених в таблиці 2.1.

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

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

розведених розчинах лугів, кислот, деяких окисників та органічних розчинників. Основні властивості катіоніту наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Характеристика катіоніту КУ-2-8

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

Для регенерації катіонітів використовують технічну кухонну сіль. Вимоги до технічної кухонної солі наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Фізико-хімічні показники солі ГОСТ 13830-97

Найменування показника	Фактичний вміст	Норма в перерахунку на суху речовину для гатунку	
		вищий	перший
Масова частка хлористого натрію, %, не менше	98,22	98,20	97,50
Масова частка кальцій-іона, %, не більше	0,31	0,35	0,55
Масова частка магній-іона, %, не більше	0,03	0,08	0,10
Масова частка сульфат-іона, %, не більше	0,80	0,85	1,20
Масова частка калій-іона, %, не більше	0,012	0,10	0,20
Масова частка оксиду заліза (ІІІ), %, не більше	0,0020	0,040	0,040
Масова частка нерозчинного у воді залишку (н.о.), %, не більше	0,29	0,25	0,45

Масова частка вологи, %, не більше	0,1	0,25	0,25
---------------------------------------	-----	------	------

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						31
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

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

Іонообмінні процеси ґрунтуються на вибіркового поглинанні одного або кількох компонентів з водних розчинів за допомогою іонітів. Іоніти – тверді, майже нерозчинні у воді та органічних розчинниках матеріали, що мають іонообмінні властивості.

Синтетичні іоніти зазвичай складаються з матриці, тобто зерна, виготовленого із сополімеру або шляхом поліконденсації мономерних органічних молекул. У цю матрицю (зерно) шляхом хімічної взаємодії введені іоногенні групи кислотної або основної функції, тому такі групи часто називають функціональними групами. Якщо введені в матрицю функціональні або іоногенні групи мають структуру кислотних залишків ($-\text{COOH}$; $-\text{SO}_3\text{H}$; $-\text{PO}_4\text{H}_2$ і т.д.), то такі іоніти називають катіонітом, тому що вони здатні до обміну катіонами-іонами водню або позитивно зарядженими іонами металів. Якщо введені в матрицю іоногенні групи мають структуру і функцію основних

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						32
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

залишків ($-N$; $=NH$; $-NH_2$; $-NR_3 + i$ т.п.), то такі іоніти називають аніоніти, тому що вони здатні до обміну аніонами-іонами гідроксилу чи негативно зарядженими кислотними залишками. Коли в іоніти введені однакові функціональні групи, такі іоніти називають монофункціональним, а у випадках, коли вводяться групи різної структури, іоніти називають поліфункціональними. Якщо ж в одні і ті ж зерна іонітів введені кислотні та основні іоногенні групи, такі іоніти слід називати змішаними.

За типом протиіонів катіоніти бувають у водневій формі (Н-формі), сольовій (натрієвій) і змішаній, аніоніти – в гідроксидній (ОН-формі), сольовій (сульфатній, хлоридній та ін..) і змішаній, а амфоліти (залежно від умов середовища обмінюються як катіони, так і аніони) – у воднево-гідроксильній, воднево-сольовій, гідроксильно-сольовій і сольовій формах.

За природою матриці іоніти поділяють на неорганічні (мінеральні), органічні, природні та штучні (синтетичні). Природні мінеральні катіоніти належать до групи алюмосилікатів – цеоліти, глини, глауконіти (залізо алюмосилікати калію) та ін. До природних мінеральних аніонітів належать, наприклад, апатити $[Ca_5(PO_4)_3]F$ або гідроксоapatити $[Ca_5(PO_4)_3]OH$. Обмінна ємність цих іонітів невелика. В обмін вступає переважно зовнішня поверхня часточок іоніту. До синтетичних мінеральних іонітів належать слабо кислотні алюмосилікати – пермутити. Обмінна ємність їх також невелика, проте в лужному середовищі може досягати 1,5-2 мг-екв/г [6]. Синтетичні мінеральні іоніти набухають у воді, після чого всі їхні іоногенні групи зерен беруть участь у іонному обміні.

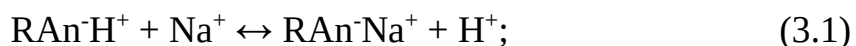
Природними іонітами органічного походження є гумінові кислоти ґрунтів, гумінові кислоти вугілля, особливо бурого. Вони є слабо кислотними поліелектролітами. Для посилення кислотних властивостей і обмінної ємності вугілля проводять його сульфатацію у надлишку олеуму. Сульфовугілля є

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						33
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

найдешевшим поліелектролітом, що має сильно- і слабо кислотні групи. У нейтральному середовищі об'ємна ємність іонітів невелика. Вони також характеризуються малими хімічною стійкістю і механічною міцністю.

Основні рівняння іонного обміну, схематично описують реакції взаємодії іонів розчину з іонітами, наступні [11]:

Для катіонітів:



Для аніонітів:



де R – каркас іоніту, який містить іоногенну групу An^- або Kt^+ , яка обумовлює заряд каркасу; H^+ і OH^- - протиіони.

Суть процесу полягає у фільтруванні води через шар іоніту. При цьому іоніт знаходиться, найчастіше, у вигляді нерухомого шару, використовуються також апарати з іонітом в рухомому шарі. Таким чином, іонний обмін – це сорбційний процес, що супроводжується хімічною реакцією і протікає на іонному рівні. Визначальними є сили хімічної взаємодії реакцій, а не сили адсорбції.

При іонному обміні в апаратах фільтруючого шару виділяють 4 стадії:

- 1) Фільтрування води – власне іонний обмін;
- 2) Розпушування шару іоніту;
- 3) Регенерація іоніту;
- 4) Відмивання іоніту від регенераційних розчинів.

Для більшої частини іонітів характерне зростання об'єму при набуханні в 1,5 - 3,5 рази - це значний розбіг розмірів, і він повинен враховуватися при

завантаженнях іонітів в іонообмінні фільтри. При одній і тій же поперечній "зшитості" і концентрації гідрофільних іоногенних груп в об'ємі зерна іонітів величина набухання залежить від того, якими протиіонами заряджений іоніт. Зазвичай однозарядні іони, особливо водню та гідроксилу, приводять до найбільшого набухання; багатозарядні протиіони призводять до деякого стиснення і зменшення обсягу зерен.

Таблиця 3.1 – Властивості різних іонітів до набухання

Властивість до набухання	
Слабокислотні катіоніти	Слабкоосновні аніоніти
Гелеві Na в Ca +7%	Cl в H +15-20%
Макро Na в H +5%	Cl в OH +10-12%
Слабокислотні катіоніти	Слабкоосновні аніоніти
Макро H в Ca +15%	Своб. осн в HCl +20-35%
Макро H в Na +60%	
Гелева H в Na +90%	

Термічна стабільність:

Катіоніти:

- Втрачають сульфогрупи;
- В Na-формі можуть працювати при $<150^{\circ}\text{C}$;
- Впливає рН – в H-формі $<120^{\circ}\text{C}$.

Аніоніти:

- Сильноосновні групи переходять в слабкоосновні;
- Стабільні при $<60^{\circ}\text{C}$.

Хімічна стабільність:

Сильнокислотні катіоніти:

- Матриця більш чутлива до дії окислювачів, ніж функціональні групи;
- Відбувається окислення зшиваючого агенту, збільшується вологовміст.

Сильноосновні аніоніти:

- Функціональні групи більш чутливі, ніж матриця;
- Знижується обмінна ємність.

Слабкоосновні аніоніти:

- Втрачають функціональні групи;
- Потребують більшої кількості регенеруючого агенту.

Розрізняють такі характеристики обмінної здатності: повна обмінна ємність (ПОЄ); динамічна обмінна ємність (ДОЄ); статистична обмінна ємність (СОЄ).

Повна обмінна ємність (ПОЄ) визначається шляхом фільтрації розчину електроліту через іоніти, в якому відбувається обмін протиіонів іоніту на протиіони розчину. При цьому фільтрація здійснюється навіть після проскоку (поглинається іон в фільтрат до тих пір, поки концентрація його не стане дорівнювати його концентрації у вихідному розчині). Цей момент є показником того, що завантажені іоніти більше не поглинають іонів з розчину. Кількість поглинених іонів з розчину, перерахованої у міліграм-еквівалентах на літр набряклого іоніту, і є показником для даних умов фільтрування.

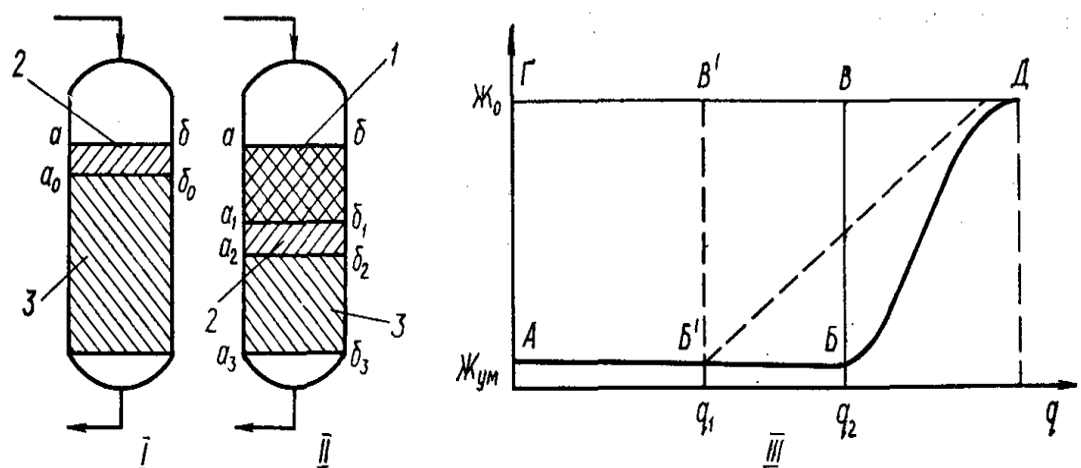
Динамічною обмінною ємністю (ДОЄ) називають характеристику, подібну ПОЄ, з тією лише різницею, що вимірюється не повна кількість іонів, що поглинаються іонітом з розчину, а лише та, яка поглинена до першого

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						36
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проскоку поглинання іона в фільтрат. Цю характеристику іноді називають робочою обмінною ємністю (РОЄ).

Статистичною обмінною (рівноважною) ємністю (СОЄ) називають кількість функціональних груп, що припадають на одиницю маси або об'єму іоніту. Зазвичай прийнято заміряти СОЄ через 24 год контакту в мг-екв на літр; СОЄ може бути повною в тому випадку, якщо в результаті контакту іоніту і розчину відбувається не тільки обмін протиіонами, але й утворення важкодисоціюючого з'єднання.

Обмінна ємність, віднесена до всього об'єму катіоніту, завантаженого у фільтр, називається ємністю поглинання фільтра.



1 – зона зношеного катіоніту; 2- зона працюючого катіоніту;
3- зона свіжого катіоніту

Рисунок 3.1 - Схема та графік пом'якшення води в катіонітовому фільтрі.

На рисунку 3.1, який ілюструє процес пом'якшення води в катіонітовому фільтрі, точка Г характеризує твердість вихідної води, крива АБД – залежність залишкової твердості пом'якшеної води від її кількості q , яка пройшла через фільтр.

При фільтруванні води через шар катіоніта відбувається її пом'якшення, яке завершується на деякій глибині. Шар катіоніту, що пом'якшує воду, називається працюючим шаром, або зоною пом'якшення (рисунок 3.1 I). При подальшому фільтруванні води верхні шари катіоніту зношуються і втрачають обмінну здатність (рисунок 3.1 II). В йонний обмін вступають нижні шари катіоніту і зона пом'якшення поступово знижується. Через деякий час утворюється три зони: зношеного 1, працюючого 2 та свіжого катіоніта 3. Твердість пом'якшеної води буде постійною до моменту суміщення нижньої границі зони пом'якшення (a_2 , b_2) з верхнім шаром катіоніту (a_3 , b_3). В момент суміщення (точка Б) починається “проскок” катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} і збільшення залишкової твердості пом'якшеної води до моменту (точка Д), поки вона не стане рівною твердості вихідної води, що свідчить про повне зношування катіоніту.

Площа АБВГ (рисунок 3.1 III), є еквівалентною кількості катіонів, поглинутих фільтром за робочий цикл, називається робочою ємністю поглинання фільтра.

Площа трикутника БВД характеризує обмінну ємність зони, яка залишається невикористаною (залишковою або хвостовою).

В процесі експлуатації фільтра часто “проскок” катіонів жорсткості розпочинається передчасно. Цьому моменту на кривій АБД відповідає точка Б'. Ємність поглинання (площа АБ'В'Г) зменшується за рахунок збільшення залишкової ємності (Б'БД). Кількість пропущеної через фільтр води q_1 до моменту “проскоку” у фільтрат катіонів жорсткості зменшиться. В цьому випадку необхідно проводити ревізію фільтра з загрузкою зношеного катіоніту або його регенерацію.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						38
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

Хімічна реакція іонного обміну відбувається швидко, тому загальна швидкість процесу лімітується зовнішньою або внутрішньою дифузією.

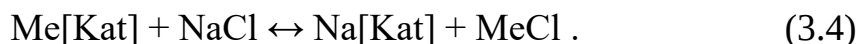
Основною причиною процесу обміну протиіонами між іонітом і розчином є різниця концентрацій протиіонів. Протиіони іонітів прагнуть в розчин, так як на початку контакту цих іонів в розчині немає. Проте переходу в розчин іонів протидіє необхідність збереження електронеутральності. Інші іони того ж знака з розчину прагнуть проникнути у фазу іоніту, тому що спочатку концентрація цих іонів у фазі іоніту дорівнювала нулю. Цей стан призводить до вирівнювання концентрацій, тобто до обміну іонів при непорушності принципу електронеутральності.

Найважливішою властивістю іонітів слід вважати їх здатність до регенерації, тобто до перетворення у вихідну форму тих же зерен завантаження фільтра після поглинання ними солей з води, що очищається в результаті промивання відпрацьованих іонітів приблизно 5 - 6% - ми

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						39
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчинами кислот (для катіонітів), лугів (для аніонітів) або солей. Саме ця властивість дозволяє багаторазово, навіть протягом кількох років, використовувати завантаження іонітів. Кількість природних втрат при перевантаженнях і розпушування іонітів становить від 3 до 10 % річних.

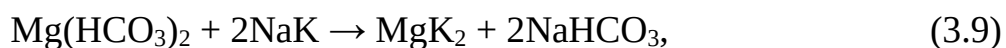
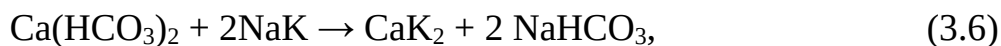
Регенерацію катіонітів проводять промиванням кислотою (якщо Н-катіоніт) або розчином хлориду натрію (якщо Na-катіоніт) [4]:



Регенерація слабкоосновних аніонітів відбувається фільтруванням крізь шар аніоніту водних розчинів NaOH, Na₂CO₃ або NH₄OH:



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 одноступеневому натрій-катіонуванні до 0,05...0,1 мг-екв/л, при двухступеневому – до 0,01 мг-екв/л. Процес Na-катіонування описується наступною схемою [11]:



де: К – катіоніт.

Виснажений катіоніт обробляється розчином кам'яної солі, в процесі якого поглинені іони кальцію і магнію витісняються іонами натрію і переходять в розчин. Хлорид натрію використовують для регенерації через його доступність, відносну дешевизну, а також тому, що солі CaCl₂ і MgCl₂, що утворюються при регенерації, легко видаляються регенераційним розчином і промивною водою. Збагачений обмінними катіонами натрію,

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						40
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

катіоніт знову отримує здатність пом'якшувати воду. Реакції, що відбуваються при регенерації, можна умовно зобразити наступними рівняннями реакцій [11]:



Особливістю розробленої схеми в даному проекті є використання водоповітряної промивки при регенерації катіоніту.

Основним принципом регенерації зернистих фільтруючих матеріалів є руйнування їх структури в потоці води. При цьому відбувається розширення (псевдозрідження) фільтруючого шару, відрив забруднень від поверхні зерен завантаження і видалення відокремлених забруднень з корпусу фільтра разом з водою. Після закінчення подачі води очищені від забруднень зерна осідають, знову утворюючи фільтруючий шар, здатний затримувати забруднення при фільтруванні.

Недостатньо ефективна промивка викликає неполадки в роботі фільтрів, що призводять іноді до виходу їх з ладу. До числа явищ неефективного промивання можна віднести накопичення залишкових забруднень в товщі фільтруючого шару, зміна його гранулометричного складу, зміщення підтримуючих шарів і ін. Успішна робота фільтрів в значній мірі залежить від якості промивки. Ефективність промивки залежить від розміру зерен, висоти шару і виду фільтруючого матеріалу.

Забруднення, не видалені з простору над фільтрувальним завантаженням під час промивання, при фільтруванні осідають на поверхню фільтруючого шару, що призводить до різкого погіршення процесу фільтрування через зростання втрати напору і скорочення тривалості фільтроциклу.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						41
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Водяна промивка - найбільш простий і в конструктивному оформленні найпоширеніший спосіб відновлення фільтруючої здатності зернистих завантажень. Однак він має ряд недоліків, так як при його застосуванні:

- Не завжди забезпечується необхідна ефективність відмивання фільтруючого шару;
- Відбувається гідравлічне розподілення завантаження, що веде до скорочення тривалості фільтроциклу і зниження продуктивності фільтра;
- Витрачається велика кількість води (до 7...8 м на 1 м² поверхні фільтруючого шару), що в свою чергу вимагає використання потужних насосів і великих ємностей для накопичення запасу води на промивку;
- Потрібні великі споруди для обробки промивних вод при їх повторному використанні.

Поряд з промиванням фільтрів тільки водою, для підвищення ефективності промивки, в останні роки все ширше застосовують водоповітряну промивку. У цьому випадку повітря слід вводити в завантаження через колпачкову розподільну систему або передбачати різні трубчасті системи для повітря і води. Використання водоповітряної промивки дозволяє зменшити величину залишкових забруднень у фільтруючому завантаженні і знизити витрату води на промивку фільтрів. Режим водоповітряної промивки рекомендується наступний: продування повітрям з інтенсивністю 15...20 л/(с·м²) протягом 1...2 хв, потім спільна водоповітряна промивка з інтенсивністю подачі води 3...4 л/(с·м²) протягом 5...6 хв і подальша подача тільки води з інтенсивністю 5,5...6,5 л/(с·м²) протягом 2 хв.

Водоповітряна промивка призначається для видалення забруднень з зернистого фільтруючого завантаження, затриманих під час робочого циклу.

При такій промивці вода і повітря подається в напрямку знизу-вверх. Водоповітряна промивка має більш сильну дію, ніж водяна, і це дає

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						42
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

можливість отримати високий ефект відмивання завантаження при невеликих витратах промивної води. Ця особливість водоповітряної промивки дозволяє:

- Приблизно в 2 рази скоротити інтенсивність подачі та загальну витрату промивної води;
- Відповідно знизити потужність промивних насосів та об'єми споруд для запасу промивної води, зменшити розміри трубопроводів для її подачі і відведення;
- Зменшити об'єми споруд по обробці стічних промивних вод і осадів, які в них присутні;

Водоповітряну промивку, як правило, слід здійснювати в три етапи:

1-й - подача в завантаження повітря для часткового руйнування структури затриманих забруднень і вирівнювання гідравлічного опору по площі фільтра, що сприяє рівномірному розподілу промивної води на наступних етапах промивання і виключає можливість перерозподілу водяних потоків і відповідно зміщення шарів завантаження;

2-й - подача повітря і води з метою більш повного руйнування структури затриманих забруднень, які переміщуються вгору, виходячи на поверхню завантаження; при цьому з завантаження видаляється основна маса забруднень;

3-й - подача води (з більшою ніж на другому етапі інтенсивністю) для видалення забруднень, які лишилися в фільтрувальному матеріалі, розпушення фільтруючого шару і видалення затриманого повітря.

У проекті розглядається одноступенева На-катіонітова установка продуктивністю 200 м³/год. Це дає можливість отримати достатньо пом'якшену водудля підживлення тепломережі.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						43
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

На кресленні ДП ХН3111 1440 001 ТС представлено технологічну схему відділення пом'якшення води за допомогою Na-катіонування для теплових мереж.

4.1 Принцип роботи установки

Вода з бака освітленої води 1 насосом 11 подається на верхню частину Na-катіонітового фільтра I ступеня 2 і зверху вниз проходить через шар катіоніту. На зернах катіоніту перебігають процеси обміну присутніх у воді катіонів Ca^{2+} та Mg^{2+} .

Після Na – катіонітового фільтра I ступеня твердість води становить 0,1 ммоль/дм³. Далі вода надходить на Na - катіонітовий фільтр II ступеня 3, після якого твердість води становить 0,01 ммоль/дм³. Пом'якшена вода надходить в бак 17, після чого насосом 16 перекачується до водогрійних котлів.

Катіоніт піддається регенерації промивкою розчином хлориду натрію. Із баку мокрого зберігання солі розчин подається в бак насиченого розчину солі 4 з концентрацією 26%, звідки перекачується у бак 5 для розведення до 8-10 %. З цього бака регенераційний розчин насосами-дозаторами 12, 13 подається на регенерацію фільтрів, у результаті якої відбувається обмін йонами.

Na - катіонітовий фільтр I ступеня відключається на регенерацію при твердості 1 ммоль/дм³, а II ступеня при твердості 0,1 ммоль/дм³.

Для розпушення Na-катіонітових фільтрів використовується освітлена вода після механічних фільтрів або відмивна вода після регенерації Na-катіонітових фільтрів з бака для розпушення 7 насосами 14, 15, яка змішується з повітрям в ежекторі 10. Попередньо повітря проходить очистку в фільтрі 8 і стискається в копресорі 9.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						44
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Промивні та регенераційні води поступають у відповідний бак 6, звідки йдуть на очищення.

4.2 Експлуатація Na-катіонітових фільтрів

4.2.1 Робота фільтрів

Натрій-катіонітова установка складається з дев'яти робочих фільтрів, що працюють в два ступені (І ступінь – 5 фільтри, II – ступінь – 4). Всі Na-катіонітові фільтри завантажуються сильнокислотним катіонітом типу КУ-2-8.

Перед тим, як включити фільтр з резерву в роботу, він відмивається до твердості води 0,1 ммоль/дм³ (якщо це фільтр І ступеня), або до твердості води 0,01 ммоль/дм³ (якщо це фільтр II ступеня). Після цього відбувається включення фільтру в роботу. В процесі роботи фільтра, через кожну годину контролюються витрата води та твердість на виході з фільтру.

У разі підвищення твердості води після фільтру контроль частішає і проби відбираються через кожні 15 хвилин.

4.2.2 Регенерація фільтрів

Проводиться у дистанційному режимі. Для фільтрів виконуються такі операції:

1. Розпушення
 - відкриваються відповідні засувки;
 - включається в роботу насос розпушення, відкривається повітряник, через який витискається повітря з фільтру;

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						45
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– ведеться візуальний контроль виносу матеріалу з фільтру, при наявності виносу витрату розпушуючої води необхідно зменшити. Розпушення ведеться до повного освітлення води на виході з фільтру, але не менше (10 ÷ 15) хвилин. По закінченню розпушення закривають відповідні засувки.

2. Пропускання солі

Відкривається арматура на трубопроводі солі в бак-мірник солі ($V = 25 \text{ м}^3$) і подається міцний розчин солі зі складу реагентів. Для розведення розчину до робочої концентрації 8-10 % відкривається арматура і в мірник заливається потрібна кількість освітленої води. Для перемішування розчину в мірнику відкривають відповідні засувки і включають насос розчину солі (НРС) на рециркуляцію.

Для подачі розчину на регенерацію відкриваються засувки на фільтрі та засувка від напору насоса розчину солі. Відпрацьований розчин скидається через дренажну засувку і далі в підземний бак регенераційних вод. Після пропуску розчину засувки закриваються та зупиняється насос.

4.2.3 Відмивка

Відмивка фільтруючого матеріалу проводиться освітленою водою від вхідного колектору Na-катіонітових фільтрів, яка далі направляється в бак дренажних вод. Після закінчення відмивки фільтр включається в роботу або ставиться у резерв.

Для спостереження за станом фільтруючого матеріалу, проводиться розтин і огляд фільтра не рідше 1 разу на два роки з повним вивантаженням матеріалу, і не рідше 1 разу на 6 місяців без вивантаження.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						46
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При паралельнотоківому способі регенерації воду і регенераційний розчин пропускають через фільтр, завантажений іонообмінним матеріалом, в одному напрямку.

Іонітний паралельнотоківий фільтр першого ступеня складається з корпусу, нижнього і верхнього дренажно-розподільчого пристрою, трубопроводів, арматури, приладів для відбору проб на хімічний аналіз.

Корпус фільтру являє собою циліндр, виготовлений з листової сталі, з привареними верхнім і нижнім еліптичними днищами. Корпус фільтра оснащений двома люками. Верхній люк призначений для загрузки фільтруючого матеріалу, огляду і ремонту елементів верхнього дренажно-розподільчого пристрою, а також для контролю за станом поверхні фільтруючого матеріалу. Нижній люк потрібен для проведення монтажних робіт всередині фільтра, контролю за станом нижнього дренажно-розподільчого пристрою і його ремонту. В верхній частині фільтра до корпусу приварений трубопровід для гідравлічної загрузки фільтруючого матеріалу. В нижній частині фільтра на рівні нижнього дренажно-розподільчого пристрою є трубопровід для гідравлічного вивантаження матеріалу. До верхнього днища приварені дві косинки, необхідні для підйому фільтра при його транспортуванні і установці на фундамент. Для відводу повітря з фільтра при заповненні його водою до верхнього днища приварена труба-повітровідвідник.

Верхній дренажно-розподільчий пристрій служить для подачі у фільтр і рівномірного розподілення по площі поперечного перерізу фільтра води і регенераційного розчину, а також для збору і відведення з фільтру води для розпушення. Він складається з вертикально розміщеного відрізка труби-колектора, виготовленого з поліетилену і заглушеного знизу, і радіально розміщених перфорованих труб-променів, виготовлених з поліетилену і

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						47
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вставлених в отвори колектора. Зовнішні кінці променів заглушені і прикріплені до внутрішньої поверхні корпусу фільтра. Промені встановлені таким чином, щоб отвори їх були направлені вгору. Нижній дренажно-розподільчий пристрій призначений для збору і відводу з фільтра обробленої води, регенераційного розчину і відмивної води, а також подачі у фільтр і рівномірного розподілу по площі поперечного перерізу розпушуючої води. Нижній прилад складається з вертикального колектора, виготовленого з корозійно-стійкої сталі, з заглушеним верхнім кінцем, двох горизонтальних полімерних труб відводів, вставлених в отвори колектора. В отвори відводів вставлені розподільні труби, зовнішні кінці яких заглушені. Розподільчі труби виготовлені із поліетиленових кілець, що насаджені на трубу-стяжку з поліетилену.

Нижнє днище фільтра заливають бітумом з наповнювачем з антрациту. Верхній шар заливки, на який опираються елементи нижнього дренажно-розподільчого пристрою товщиною 50-60 мм. Нижній дренажно-розподільчий пристрій може бути трубчатою системою зі щільовими ковпачками типу ВТИ-К.

Пробовідбірний пристрій складається з нержавіючих трубок, що з'єднані з трубопроводами подачі і відводу, клапанів і манометрів, які показують гідравлічний опір фільтруючого шару.

Іонітний паралельнотоківий фільтр другого ступеня складається з корпусу, дренажно-розподільних пристроїв, трубопроводів, арматури, пробовідбірних приладів. Корпус фільтра являє собою циліндр, зварений з листової вуглецевої сталі, з привареними еліптичними штампованими днищами. Фільтр встановлений на фундамент за допомогою трьох опор, приварений до нижнього днища, і обладнаний двома люками. Верхній і нижній люки виконують ту ж функцію, що і в попередньому описі.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						48
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дренажно-розподільний пристрій складається з двох вставлених один в одного циліндричних патрубків, виготовлених з корозійно-стійкої сталі, в поверхнях яких просверлені отвори. Верхній кінець внутрішнього патрубка з'єднаний з трубою, що подає воду у фільтр. Нижній кінець зовнішнього патрубка прикріплений до внутрішнього патрубка, а верхній кінець прижятий до внутрішньої поверхні верхнього днища.

Нижній дренажно-розподільний пристрій складається з вертикального колектора з заглушеним верхнім кінцем і радіально розміщеними отворами, до яких приварені чотири колектора-відводи. Ці відводи розміщені під кутом до горизонтальної площини для більшого наближення до внутрішньої поверхні фільтра. Від кожного відводу відходять розподільні труби, по нижній частині яких просверлені отвори, прикриті щільовим жолобом. Розподільні труби в місцях з'єднання з колекторами-відводами обжаті на конус. Протилежні кінці розподільних труб заглушені. Всі елементи нижнього дренажно-розподільного пристрою виготовлені зі сталі.

Пристрій для відбору проб води складається з корозійно-стійкою сталі. Пробовідбірні трубки оснащені кранами і манометрами, що реєструють гідравлічний опір фільтруючого шару. Вода, що відбирається для аналізу, може віддодитися в зливну воронку. Для відводу повітря з фільтра в верхнє днище вварена труба.

Отже, маючи на меті пом'якшити воду, звільнити її від солей Ca^{2+} і Mg^{2+} , у даному проекті використовується паралельнотоківий іонітовий фільтр, який завантажений іонообмінною смолою (КУ-2-8 Na).

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						49
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

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

Наступає новий етап машинного виробництва, коли людина звільняється від особистої участі у виробництві, а функції керування технологічними й виробничими процесами передаються автоматичним пристроям. Автоматизація призводить до поліпшення головних показників ефективності виробництва: збільшення кількості, поліпшення якості й зниження собівартості продукції, що виробляється. Впровадження автоматичних пристроїв забезпечує високу якість продукції, скорочення браків та відходів, зменшення витрат сировини й енергії, зменшення чисельності основних робітників, зниження капітальних витрат на будівництво будівель, продовження міжремонтних термінів експлуатації устаткування.

Розробка систем автоматизації та їх експлуатація неможливі без урахування особливостей даного технологічного процесу. З іншого боку, автоматизація дає належний ефект тільки в тому випадку, коли обслуговуючий персонал, зокрема виробництва аміачної селітри, поєднує знання технології та апаратуру зі знанням основ автоматики.

Кожен процес характеризується великою кількістю параметрів. Чим більше параметрів, що роблять істотний вплив на хід процесу, тим більшого значення набуває його автоматичне регулювання [9].

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						50
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря промисловими викидами.

У хімічній промисловості питанням автоматизації приділяється особлива увага. Це пояснюється складністю та великою швидкістю протікання технологічних процесів, високою чутливістю їх до порушення режиму, швидкістю умов роботи, вибухонебезпечністю та пожежонебезпекою речовин, що переробляють і т. ін.

Природна вода містить механічні домішки, різні розчинені солі та гази, тому, потрапляючи у теплову мережу розчинені речовини, що містяться у воді, утворюють накип і шлам, а розчинені корозійно-активні гази (кисень і вуглекислий газ) викликають корозію стінок обладнання.

Особливі вимоги ставлять до якості води, яка використовується для подання в тепломережі. Запобігти утворенню накипу можна, лише видаливши розчинені у воді солі.

У дипломному проекті було розроблено схему відділення пом'якшення води для підживлення тепломереж, яка більш детально розглянута у розділі 4 «Опис технологічної схеми виробництва».

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

На підставі аналізу технологічного процесу підготовки пом'якшеної води постають наступні задачі автоматизації:

- контроль і регулювання рівня води (2 м) у баку освітленої води 1, баку з розчином солі 4 і 5, баку для стоків 6, баку з водою в тепломережу 15;

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						51
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- контроль і сигналізація різниці тиску на Na-катіонітових фільтрах 2, 3 (0,6МПа);
- контроль рН у баках з розчином солі 4, 5 (5...6 і 7...8 відповідно);
- контроль концентрації іонів кальцію та магнію після Na-катіонітових фільтрів 2, 3 в трубопроводі (0,1 ммоль/дм³);
- контроль та регулювання тиску у трубопроводах для подачі води на фільтри та перед подачею води в тепломережу (до 0,6 МПа);
- контроль та регулювання витрати розчину солі на промивання в трубопроводі 28 (20-30 дм³).

Параметри контролю та регулювання наведено у таблиці 7.1 [8].

Таблиця 7.1 — Параметри регулювання та контролю виробництва

№	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контрольованого або регульованого параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1.	Бак освітленої води	Рівень	2 м	Контроль, регулювання
2.	Трубопровід 1	Тиск	до 0,6 МПа	Контроль, регулювання
3.	Na-катионові фільтри	Різниця тиску	0,4...0,5 МПа	Контроль, сигналізація
4.	Бак солі	рН	5...6	Контроль
5.	Бак солі	рН	7...8	Контроль

6.	Бак солі	Рівень	2 м	Контроль, вимірювання
7.	Трубопровід солі	Витрата	20...30 дм ³	Контроль, вимірювання
8.	Трубопровід	Концентрація Ca ²⁺ , Mg ²⁺	0,1 ммоль/дм ³	Контроль
9.	Бак для стоків	Рівень	2 м	Контроль, вимірювання
10.	Бак кивлювальної води	Рівень	2 м	Контроль, вимірювання
11.	Бак рідини для промивання фільтрів	Рівень	2 м	Контроль, вимірювання

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації відділення підготовки пом'якшеної води

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

Для контролю та регулювання тиску в трубопроводі 1 розроблено контур 1, що складається з тензоперетворювача тиску (поз. 1-1), вторинного показувального і реєструвального приладу з вбудованим регулятором (1-2), виконавчого механізму (1-3).

Контроль і регулювання перепаду тиску на Na-катіонітових фільтрах 2, 3 забезпечують контури 3, 4 відповідно, які мають у своєму складі вимірювальний тензоперетворювач різниці тисків (поз. 3-1, 4-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад з пристроєм сигналізації (поз. 3-2, 4-2), лампочка сигнальна світлодіодна (HL1, HL2).

Контроль і регулювання рівня рідини в бакові освітленої води здійснює контур 5, до складу якого входить первинний вимірювальний перетворювач акустичного рівнеміра (поз. 5-1), проміжний вимірювальний перетворювач (5-2), вторинний показувальний і реєструвальний прилад з вбудованим регулювальним пристроєм (5-3), виконавчий механізм (5-4). Аналогічно для баків зі стоками 6, з рідиною для розпушення 7, з водою для тепломережі 15 – призначено контури 18, 20, 22 (на схемі).

Для контролю і регулювання витрати в трубопроводі 28 розроблено контур 8, який складається з діафрагми (поз. 8-1), дифманометра (8-2), показувального і реєструвального вторинного приладу зі станцією керування (8-3), регулятора пневматичного (8-4), виконавчого механізму (8-5).

Контроль рівня рН в баку з розчином солі здійснюється контуром 10, до складу якого входить чутливий елемент рН-метра (поз. 10-1), перетворювач (10-2), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (10-3). Аналогічно для бака з міцною сіллю 4 – призначено контур 11 (на схемі).

Контроль концентрації Ca і Mg в трубопроводі забезпечує контур 12, що складається з первинного поточного перетворювача (поз. 12-1), вторинного показувального і реєструвального приладу (12-2).

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						54
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.

8.1 Підприємство у промисловій структурі держави

Цех підготовки води для потреб водогрійних котлів та підживлення тепломереж

Класифікаційні ознаки [10]:

- за формою власності – державне підприємство;
- за формою реєстрації – юридична особа;
- за організаційно-правовою структурою – господарське товариство;
- за спеціалізацією – вузькоспеціалізоване;
- за масштабом виробництва: масове, виробляється великий обсяг води з постійним складом;
- за ресурсами, що споживаються – енерго- та матеріаломістке;
- за потужністю – середнє;
- за чисельністю персоналу – мале;
- за вартістю власного майна – мале;
- За режимом роботи протягом року – поза сезонне.
- Вид діяльності за КВЕД:

Секція Е – Водопостачання; каналізація, поводження з відходами.

Розділ 37 – Каналізація, відведення й очищення стічних вод.

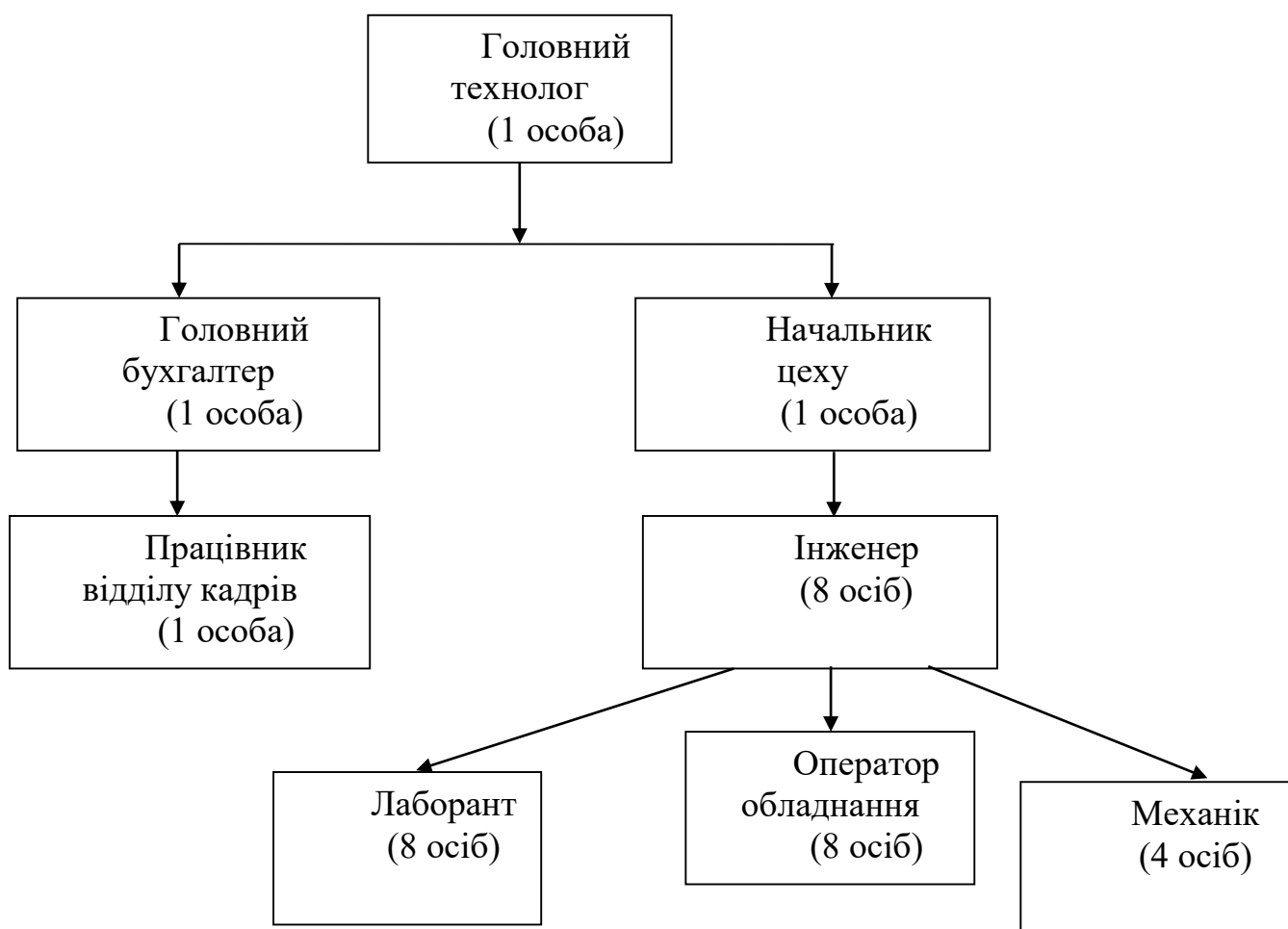
Мета діяльності цеху: пом'якшення води для подачі в тепломережу.

Основні завдання підприємства:

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						55
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Отримувати воду, яка буде максимально задовільняти вимоги до води для потреб тепломережі ;
2. Максимальне задоволення потреб споживачів;
3. Використання сучасного обладнання;

Схема організаційної структури підрозділу



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

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

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

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

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

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

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

8 – Працівник відділу кадрів – займається обліком особового складу при прийнятті, переведенні та звільненні працівників; надання відпусток; змін, що стосуються особи працівника; стану підготовки, перепідготовки та атестації кадрів.

8.2 Визначення оптимального виду руху предметів праці

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

Основні процеси - це процеси, що перетворюють сировину і матеріали в готову продукцію, яка визначає профіль та спеціалізацію підприємства.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						57
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Допоміжні процеси - це процеси, які не мають безпосереднього відношення до виробництва, але створюють умови (з технічного, енергетичного, інструментального обслуговування) для нормального і безперервного перебігу технологічного процесу.

Підсобні процеси - це процеси, що створюють умови для успішного виконання основних та допоміжних виробничих процесів, а також забезпечують виготовлення продукції, без якої неможливий випуск основної.

Ці процеси поділяються на основні, допоміжні та підсобні наступним чином (таблиця 8.1):

Таблиця 8.1 – Виробничі процеси підприємства

Основні	Підведення води по трубопроводу до фільтру; Фільтрація через На-катіонітовий фільтр I ступеня; Передача води на 2 ступінь; Фільтрація через На-катіонітовий фільтр II ступеня; Подача води в бак підживлення тепломережі;
Допоміжні	Нагнітання води у фільтри під тиском; Ремонт обладнання; Контроль якості сировини; Контроль якості продукції; Регенерація загрузки; Транспортування та зберігання;
Підсобні	Купівля та виготовлення реактивів для аналізу води та деталей обладнання; Заготівля сировини для допоміжного виробництва;

Розглянемо тривалість кожної операції у часі (таблиця 8.2).

Таблиця 8.2 – Порядок виконання та тривалість виконання операцій

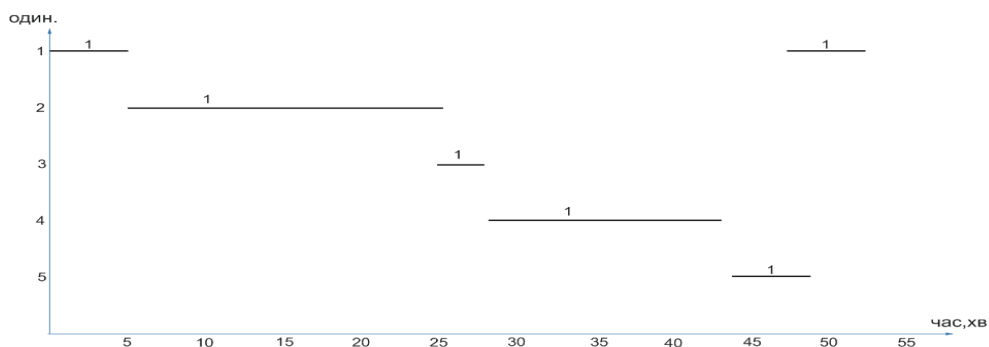
№ операції	Назва операції	Тривалість, хв.
1	Підведення води до фільтру	5
2	Фільтрація через Na-катіонітовий фільтр I ступеня	20
3	Передача води на 2 ступінь	3
4	Фільтрація через Na-катіонітовий фільтр II ступеня	15
5	Подача води в бак підживлення тепломережі	5

Розраховуємо тривалість виробничого циклу для кожного ВРПП (послідовного, паралельного і синхронізованого), умовно прийнявши, що за один виробничий цикл виробляється 10 м^3 води. Продуктивність установки $200 \text{ м}^3/\text{год}$ або $4800 \text{ м}^3/\text{добу}$. Випуск продукції становить: $V = 4800/10 = 480$ ум. партій за добу.

$$\sum_{i=1}^n t_i = 5 + 25 + 3 + 10 + 5 = 48 \text{ хв.}$$

Послідовний ВРПП

Послідовний рух предметів праці - це такий рух, під час якого обробка продукції проводиться послідовно на кожній стадії з наступною передачею на чергову стадію цієї партії предметів, що обслуговується.

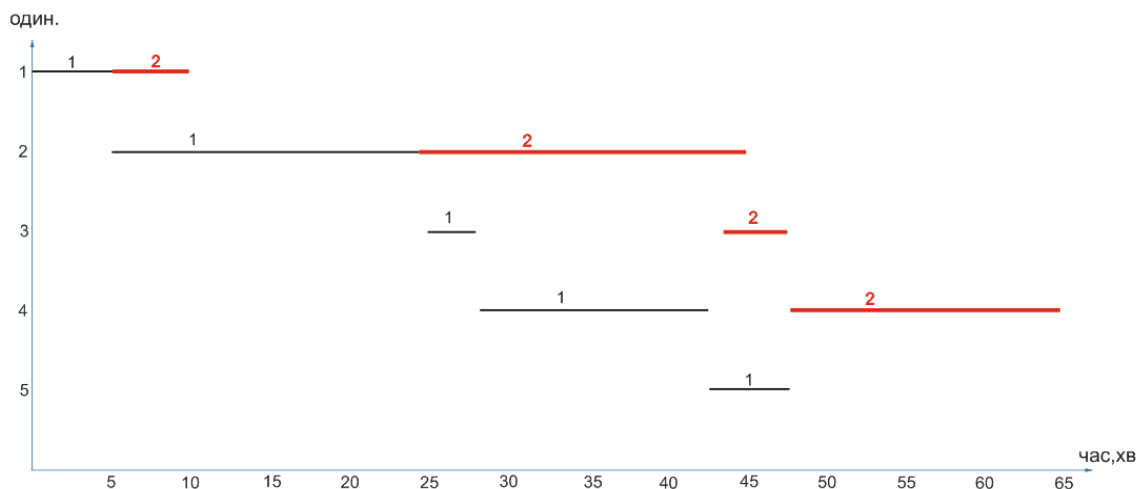


$$T_{\text{ВЦ}} = B \cdot \sum_{i=1}^n t_i;$$

$$T_{\text{ВЦ}} = 480 \cdot 48 = 23040 \text{ хв} = 384 \text{ год}$$

Паралельний ВРПП

Паралельний рух предметів праці використовується безпосередньо в безперервних процесах при масовому виробництві продукції. Продукція передається з попередньої на наступну операцію, не очікуючи закінчення обробки всієї партії.



Тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{ВЦ}} = \sum_{i=1}^n t_i + (B - 1) \cdot t_{\text{max}};$$

де t_{max} – тривалість найдовшої операції, хв:

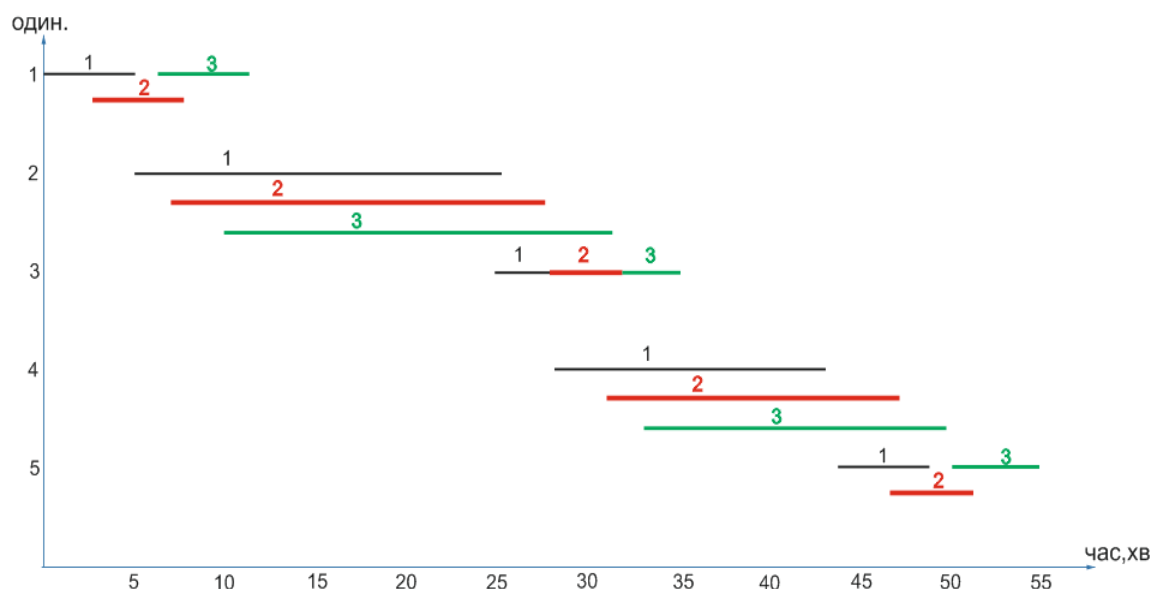
$$T_{\text{ВЦ}} = 48 + (480 - 1) \cdot 20 = 9628 \text{ хв} = 160,5 \text{ год};$$

Синхронізований ВРПП

При синхронізованому ВРПП кожна наступна операція виконується через певний проміжок часу (тобто операції виконуються з визначеним заздалегідь ритмом R).

Ритм приймаємо як тривалість найкоротшої операції (3 хв).

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}} = \sum_{i=1}^n t_i + R \cdot (B - 1);$$

$$T_{\text{вц}} = 48 + 3 \cdot (480 - 1) = 1485 \text{ хв} = 24,75 \text{ год};$$

Оптимальним ВРПП обираємо синхронізований. Послідовний ВРПП хоч і дає змогу зекономити на зарплаті працівників та кількості обладнання, але має довгу тривалість виробничого циклу, а отже малий випуск продукції. При паралельному ВРПП маємо простій обладнання, а отже час використовується не раціонально. Синхронізований ВРПП є оптимальним, оскільки дає змогу випускати більше продукції.

8.3 Режим роботи відділу

Підприємство працює безперервно 7 днів на тиждень у 3 зміни, тривалість зміни 8 годин. Кількість днів у році 365. Кількість робочих днів у році 365. Середньорічна тривалість виробничого циклу:

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{с.р.}} = \frac{24 \cdot 365}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{\text{ВЦ}}^{\text{факт}} = \frac{24 \cdot 365}{24 \cdot 365} \cdot 1485 = 1485 \text{ хв} = 24,75 \text{ год},$$

де: 24 – кількість годин на добу; 365 – кількість календарних днів у році;
 T_p і D_p – тривалість роботи підприємства протягом доби і кількість робочих днів підприємства протягом року; $T_{\text{ВЦ}}^{\text{факт}}$ – фактична тривалість виробничого циклу.

Річний випуск продукції

За виробничий цикл підприємство випускає 480 умовних партій води очищеної, кожна по 10 м^3 (тобто 4800 м^3). Відповідно за добу $4654,5 \text{ м}^3$.

Таким чином, у рік підприємство планово випускає води очищеної:

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

де D_p – кількість робочих днів протягом року;

$n_{\text{доб}}$ – кількість продукції, що випускається на добу, м^3 :

$$V^{\text{рік}} = 4654,5 \cdot 365 = 1\,698\,892,5 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}.$$

Тривалість змін:

I зміна: 8.00 – 16.00;

II зміна: 16.00 – 24.00.

III зміна: 24.00 – 8.00.

$$N_{\text{бр}} = \frac{T_p^{\text{підпр}}}{T_p^{\text{прац}}} = \frac{365 \cdot 24}{\frac{365 - T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1} = \frac{8760}{2018} = 4,35 \sim 4 \text{ бригади}$$

$T_{\text{св}}$ – кількість святкових днів що не співпадають з вихідними днями;

$T_{\text{св}}^*$ – кількість спарених свят;

• 1 – на одну годину скорочений день.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						62
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання відповідного об'єму робіт та для повної комплектації робочих місць у кожному структурному підрозділі підприємства, протягом робочої зміни.

Режим роботи трьохзмінний, тривалість зміни 8 годин для робочого персоналу. Для керуючого персоналу та фахівців робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи однозмінний, тривалість робочої зміни 8 годин. Оскільки робоча бригада складається з механіка, інженера (2), лаборанта (2), оператора (2) + 4 особи керуючого персоналу (начальник цеху, бухгалтер, головний інженер, начальник відділу кадрів), то $\text{Ч}_{\text{яв}}=11$. Система охорони електронна, прибирання входить до обов'язків лаборантів.

Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах. Крім явочної чисельності включає додатково необхідну для заміщення тих, хто у відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин; також сюди включають сумісників.

Чисельність за списком:

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = \text{Ч}_{\text{яв.роб}} \cdot \text{К}_{\text{пер}} + \text{Ч}_{\text{яв.кер}} \cdot \text{К}_{\text{пер}},$$

Тривалість змінообороту - 16 днів.

Фактична тривалість роботи працівника за рік:

$$\frac{T_{\text{прац}}}{T_{\text{зм/об}}} = \frac{365}{T_{\text{зм/об}}} \cdot (T_{\text{зм/об}} - T_{\text{вих}}) \cdot t_{\text{зм}} = \frac{365}{16} \cdot (16 - 4) \cdot 8 = 2190 \text{ год/рік}$$

$$\text{К}_{\text{пер}}^{\text{роб}} = \frac{T_{\text{підпр}}}{T_{\text{факт}}^{\text{прац}}} = \frac{365 \cdot 24}{2190} = 4.$$

$$\text{К}_{\text{пер}}^{\text{кер}} = \frac{40 \cdot 52}{40 \cdot 52} = 1$$

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = 7 \cdot 4 + 4 \cdot 1 = 32 \text{ особи}$$

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						63
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.3 - Графік змінності виробничого персоналу

№ бригади	Дні																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
I	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1
II	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2
III	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3
IV	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В

Таблиця 8.4 - Графік змінності для керівництва:

Дні	Пн	Вт	Ср	Чт	Пт	Сб	Нд
Зміна	1	1	1	1	1	В	В

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

Технічний контроль – сукупність методів, заходів та засобів, які забезпечують відповідність якості продукції, що випускається вимогам стандартів і нормативів. Об'єктом технологічного контролю є технологічний процес.

На виробництві виконуються вхідний, проміжний та вихідний контролю.

Об'єктом вхідного контролю є сировина для процесу пом'якшення, а саме освітлена вода після освітлювача з баку освітленої води. Усі види контролю здійснюються лаборантами. Аналіз виконується хімічними методами, де лаборант виконує якісний та кількісний аналіз домішок в даній сировині, що поставляється. Воду аналізують на рН, вміст завислих речовин, солей твердості, запах, солевміст. Контроль сировини проводиться одразу після її

доставлення. Всі дані записуються до журналу вхідного контролю та оформлюються у вигляді звіту для головного технолога.

Вхідний контроль обладнання здійснюється 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 першої стадії натрій-катіонування і концентрація регенераційного розчину NaCl. Результати записуються в базу даних ПК та у журнал поточного контролю.

Об'єктом заключного контролю якості є пом'якшена вода. Контроль здійснюється кожні 100 м³/год кожного фільтра. Проводиться аналіз на рН, вміст завислих речовин, солей Ca²⁺ і Mg²⁺.

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

За результатом заключного контролю оформляють паспорт якості.

8.5 Матеріальний баланс оборотних засобів підприємства

До оборотних засобів даного підприємства належать:

1. Сировина
2. Електроенергія.
3. Заробітна плата

Сумарно на річний випуск продукції необхідно затратити на сировину:

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						65
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.5 – Витрати сировини

Сировина	Ціна	Кількість на рік	Вартість грн./рік
NaCl	2,5 грн/кг	85 т	212 500
Катіоніт КУ-2-8	50 грн/кг	9,4 т	470 000
Витрати на запасні частини для обладнання			50 000
Реактиви			10 000
Всього			742 500

Розрахунок вартості електроенергії:

Середня витрата потужності підприємства за годину = 30 кВт/год.

Оскільки потужність більше 27,5 кВт/год, маємо перший клас напруги. Ціна 1кВт = 188,74 копійки. За двозонними коефіцієнтами в денний період (7:00-23:00) складає 3,39732 грн, в нічний період (23:00-7:00) – 0,66059. Підприємство працює 24 години на добу, 365 днів на рік:

$$E_e = (16 \cdot 3,39732 + 8 \cdot 0,66059) \cdot 30 \cdot 365 = 653\,078 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Таблиця 8.6 – Кількість посад і заробітна плата працівників

Посада	Кількість	З/п грн. за місяць	Всього грн. на місяць
Головний технолог	1	10 000	10 000
Головний бухгалтер	1	8 000	8 000
Працівник відділу кадрів	1	8 000	8 000
Начальник цеху	1	9 000	9 000
Інженер	8	6 000	48 000

Лаборант	8	5 000	40 000
Оператор обладнання	8	6 000	48 000
Механік	4	5 500	22 000
Всього			193 000

$ЗП_{рік} = 193\,000 \cdot 12 = 2\,316\,000$ грн.

Нарахування = $ЗП_{рік} \cdot 0,22 = 509\,520$ грн.

ФОП = $ЗП_{рік} \cdot 1,22 = 2\,825\,520$ грн.

Сумарна вартість оборотних засобів: $742\,500 + 653\,078 + 2\,825\,500 = 4\,221\,098$ грн/рік

8.5 Паспорт якості на вид продукції

Україна, 03113, м. Київ, вул. Гната Хоткевича, 20

тел. +38 (068) 039 43 35

Паспорт № _____

Найменування продукту вода пом'якшена

Знак відповідності

Цех пом'якшення води для підживлення тепломереж

№ п/п	Найменування показника	Норма	Характеристика показника
1	рН води	6,5 – 8,5	7,8
2	Карбонатна твердість, мкг-екв/кг	700	700
3	Вміст розчиненого кисню, мкг/кг	50	50
4	Зважені речовини, мкг/кг	5 000	5000

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

8.6 Основні фонди виробництва

Вартість основних фондів:

➤ Вартість приміщення	500 000 грн.
➤ Вартість обладнання	2 393 000 грн.
➤ Нематеріальні активи	30 000 грн.
➤ Інше	5 000 грн.
Всього	2 928 000 грн.

Таблиця 8.7 – Вартість обладнання

Обладнання	Кількість, од	Вартість, грн/од	Загальна вартість, грн
На-катіонітовий фільтр	7	250 000	1 750 000
Бак	6	10 000	60 000
Насос	8	7 000	56 000
Сигналізація	1	5 000	5 000
Ежектор	1	15 000	15 000
Компресор	1	7 000	7 000
Фільтр для повітря	1	50 000	500 000
Всього			2 393 000

Амортизація будівель та споруд:

$$A_{\text{буд}} = H^{\text{пр}} / T_{\text{експл}} = 500\,000 / 20 = 25\,000 \text{ (грн./рік)}.$$

Амортизація приладів і обладнання:

$$A_{\text{пр}} = H^{\text{пр}} / T_{\text{експл}} = 2\,393\,000 / 5 = \\ = 478\,600 \text{ (грн./рік)}.$$

Амортизація нематеріальних активів:

$$A_{\text{н/м а}} = H_{\text{н/м а}} / T_{\text{експл}} = 30\,000 / 12 = 2\,250 \text{ (грн./рік)}.$$

Всього:

$$A = 25\,000 + 478\,600 + 2\,250 = 506\,100 \text{ (грн./рік)}.$$

Калькуляція на вид продукції

Калькуляція № _____
на: пом'якшену воду
від _____ 2017 р.

Калькуляція вартості пом'якшення води на рік

№	Елемент	Вартість грн/рік
1	Амортизація виробничих фондів	506 100
2	Сировина і матеріали	742 500
4	Заробітна плата виробничого персоналу	2 316 000
5	Нарахування на заробітну плату виробничого персоналу	509 520
6	Затрати на електроенергію	653 078
7	Утримання приміщення	500 000
	Всього	5 227 198

Директор: Коцюбайло І. Р. _____
(підпис)

Гол. Бухгалтер: Задорожний В.В. _____
(підпис)

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Документація на постачання і зберігання катіоніту

Норма запасу на хімічному підприємстві включає такі елементи: транспортний запас; підготовчий запас; технологічний запас; поточний (складський) запас; страховий запас.

Транспортний запас створюється на період часу знаходження матеріалів в дорозі з моменту одержання їх у постачальника до фактичного прибуття вантажу на підприємство.

$$З_{\text{тр}} = M_{\text{д}} T_{\text{тр}},$$

де $З_{\text{тр}}$ - транспортний запас, грн.; $T_{\text{тр}}$ - термін транспортування (не більше двох днів); $M_{\text{д}} = \frac{M_{\text{заг}}}{365}$.

$$З_{\text{тр}} = \frac{10\,000}{365} \cdot 2 = 55 \text{ кг}$$

Підготовчий запас – час на розвантаження, сортування, складування та прийняття матеріалів на склад підприємства, визначається тривалістю процесів.

Технологічний запас – час на підготовчі операції з виробничими запасами до можливого їх використання в технологічному процесі.

$$З_{\text{підгот}} = M_{\text{д}} T_{\text{підгот}},$$

де $З_{\text{підгот}}$ – підготовчий час; $T_{\text{підгот}}$ - термін підготовки.

$$З_{\text{підгот}} = \frac{10\,000}{365} \cdot 1 = 27,5 \text{ кг}$$

Поточний запас – створюється для забезпечення процесу виробництва необхідними матеріальними ресурсами на період часу між окремими поставками виробничих запасів від постачальників.

$$З_{\text{поточ}} = M_{\text{д}} T_{\text{пост}},$$

де $З_{\text{поточ}}$ - поточний запас; $T_{\text{пост}}$ - інтервал поставки в днях.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_{\text{поточ}} = \frac{10\,000}{365} \cdot 5 \cdot 365 = 50\,000 \text{ кг}$$

Страховий запас створюється для забезпечення безперервності виробництва при виникненні непередбачених перебоїв з постачанням підприємства виробничими запасами від постачальників. Страховий запас визначається в межах до 50 % поточного запасу.

$$Z_{\text{страх}} = \frac{50\,000}{2} = 25\,000 \text{ кг}$$

Склад для зберігання катіоніту

Річний запас катіоніту, м³:

$$V_{\text{зап}} = (f_{\text{Iст}} \cdot n \cdot h + f_{\text{IIст}} \cdot n \cdot h) \cdot 0,2,$$

де $f_{\text{Iст}}$ і $f_{\text{IIст}}$ – площа фільтра I і II ступеня відповідно, м²; n – кількість фільтрів, шт; h – висота шару завантаження, м.

$$V_{\text{зап}} = (7,07 \cdot 5 \cdot 2,5 + 5,3 \cdot 4 \cdot 1,5) \cdot 0,2 = 24,03.$$

Площа складу при висоті завантаження 1,5 м дорівнює 16,02 м². Приймемо площу складу 20 м², з запасом 20 %.

8.8 Техніко-економічні показники

1) Собівартість продукції:

$$C = A + \text{ОбЗ} = A + \text{ОбФ} + \text{ФОП} = 506\,100 + 4\,221\,098 = 4\,727\,198 \text{ грн/рік.}$$

За рік випускається $V = 1\,698\,892,5 \text{ м}^3$ води

Собівартість 1 м³ очищеної води:

$$C = 4\,727\,198 / 1\,698\,892,5 = 2,78 \text{ грн/м}^3$$

Встановлена державою ціна за 1 м³ пом'якшеної води становить 5,45 грн.

$$\Pi = 5,45 \cdot 1\,698\,892,5 = 9\,258\,964 \text{ грн/кг;}$$

2) Прибуток:

$$\Pi = \Pi - C = 9\,258\,964 - 4\,727\,198 = 4\,531\,766 \text{ грн/рік;}$$

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						71
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3) Капіталовкладення:

$$K = OЗ + OБЗ = 2\,928\,000 + 4\,221\,098 = 7\,149\,098 \text{ грн.};$$

4) Рентабельність:

$$P = (П / C) \cdot 100\% = (4\,531\,766 / 4\,727\,198) \cdot 100\% = 95,87 \%;$$

5) Економічна ефективність:

$$E = П / K = 4\,531\,766 / 7\,149\,098 = 0,63 \text{ грн/грн.};$$

6) Період повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{пов}} = K / П = 7\,149\,098 / 4\,531\,766 = 1,58 \text{ роки.}$$

7) Фондовіддача:

$$ФВ = В / ОФ = 1\,698\,892,5 / 2\,928\,000 = 0,58 \text{ грн/грн.};$$

8) Фондоємність:

$$ФЄ = 1 / ФВ = 1 / 0,58 = 1,72 \text{ грн/грн.}$$

8.9 Посадова інструкція на виконавця технологічних обов'язків

Цех пом'якшення води

(назва установи, організації)

ЗАТВЕРДЖУЮ

(директор підприємства)

(ПІБ, підпис)

"__" _____ 2017 р.

ПОСАДОВА ІНСТРУКЦІЯ ХІМІКА-ТЕХНОЛОГА

I. Загальні положення

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						72
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

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

4. У своїй діяльності хімік-технолог керується:

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

5. Хімік-технолог повинен знати:

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						73
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

II. Посадові обов'язки

1. Встановлювати порядок виконання робіт і поопераційний маршрут обробки продукції.
2. Складати плани розміщення устаткування, технічного оснащення і організації робочих місць.
3. Розраховувати виробничі потужності та завантаження устаткування.
4. Розробляти технологічні нормативи, інструкції, маршрутні карти, карти технічного рівня та якості продукції та іншу технологічну документацію.
5. Вносити зміни в технічну документацію у зв'язку з коригуванням технологічних процесів і режимів виробництва.
6. Погоджувати розроблену документацію з підрозділами підприємства.
7. Брати участь у проведенні експериментальних робіт з освоєння нових технологічних процесів і впровадження їх у виробництво, в розробці програм

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						74
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вдосконалення організації праці, впровадження нової техніки, організаційно-технічних заходів щодо своєчасного освоєння виробничих потужностей, удосконалення технології і контролювати їх виконання.

8. Здійснювати контроль за дотриманням технологічної дисципліни у виробництві і правильною експлуатацією технологічного обладнання.

9. Аналізувати причини браку, брати участь у розробці заходів щодо їх попередження та усунення.

10. Брати участь в розробці методів технічного контролю і випробування продукції.

11. Розглядати раціоналізаторські пропозиції щодо вдосконалення технології виробництва і давати висновки про доцільність їх використання.

III. Права

Хімік-технолог має право:

1. Контролювати дотримання технологічної дисципліни і доповідати безпосередньому керівнику про всі порушення.

2. Вимагати зупинення випуску продукції, якщо вона випускається з відхиленнями від технічних умов, у результаті недотримання технологічного процесу.

3. Вносити пропозиції щодо вдосконалення роботи, пов'язаної з передбаченими даною посадовою інструкцією обов'язками.

IV. Відповідальність

Хімік-технолог несе відповідальність:

1. За невиконання (неналежне виконання) своїх посадових обов'язків, передбачених цією посадовою інструкцією, в межах, визначених чинним законодавством.

2. За скоєні в процесі здійснення своєї діяльності, - в межах, визначених чинним адміністративним, кримінальним та цивільним законодавством.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						75
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. За завдання матеріальної шкоди - в межах, визначених чинним трудовим, кримінальним та цивільним законодавством.

ПОГОДЖЕНО:

керівник

структурного підрозділу: _____ (підпис) _____

(ПІБ) "____" _____ р.

начальник

юридичного відділу: _____ (підпис) _____

(ПІБ) "____" _____ р.

З інструкцією ознайомлений: _____ (підпис) _____

(ПІБ) "____" _____ р.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						76
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

З технологічної частини проекту витікає, що у відділенні пом'якшення води для підживлення тепломереж присутні речовини, що є шкідливими для здоров'я людини. Також при роботі використовується електрична, механічна, теплова енергія. У даному проекті на основі аналізу небезпечних та шкідливих, виробничих факторів (ШНВФ) розроблено заходи, які направлені на створення безпечних умов праці та пожежної безпеки.

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

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 [17] роботи, що виконуються на проектованій ділянці очистки води, здійснюються на постійних робочих місцях, і за витратами фізичної енергії відносяться до категорії середньої тяжкості Іа.

У таблиці 9.1 представлені прийняті проектом санітарні норми мікроклімату ділянки.

Таблиця 9.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату

Пора року	Температура, °С		Вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.	Оптим.	Допуст.
Холодна	19-21	17-23	40-60	65	0,2	<0,3
Тепла	21-23	18-27	40-60	75	0,3	0,2-0,4

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

Для теплого періоду року $t_{\text{опт}} = (23 \div 25) \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{пов}} = t_{\text{опт}} + 2^{\circ}\text{C} = 25 \div 27 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

Для холодного періоду року $t_{\text{опт}} = (22 \div 24) \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{пов}} = t_{\text{опт}} + 2^{\circ}\text{C} = 24 \div 26 \text{ }^{\circ}\text{C};$$

Відповідно до технології виробництва на об'єкті передбачається наявність наступних шкідливих речовин: розчин хлориду натрію, який застосовується для регенерації Na-катіонітових фільтрів та аміачний буфер, що використовується для проведення аналізу очищеної води на твердість. У таблиці 9.2 представлена коротка санітарна характеристика цеху.

Таблиця 9.2 – Коротка санітарна характеристика цеху

Виробнича ділянка	Бак	Титрувальний стіл
Шкідливі речовини, що виіляються, причини їх виділення	NaCl (витік)	Аміачний буфер (розлив)
Група шкідливої речовини, наслідки впливу	Подразнююча дія на шкіру, на слизову оболонку ока.	Удушлива і подразнююча дія. Подразнення слизових оболонок, шкіри, ускладнює дихання.
ГДК, мг/м ³	5	10
Клас небезпеки	3	3
Засоби індивідуального захисту	Гумові рукавички, захисний халат та окуляри ОП-1, респіратор РПГ-67	
Засоби долікарняної допомоги	Уражену ділянку тіла промити великою кількістю води	Уражену ділянку промити водою або 2% розчином борної кислоти, забезпечити доступ свіжого повітря
Методи контролю вмісту шкідливих речовин у цеху	Газосигналізатор ФКГ-ЗМ	ГХА «Агат»

Оптимальні санітарно-гігієнічні умови забезпечуються загально-обмінною вентиляцією приміщення та підтриманням нормальної температури, вологості та чистоти приміщень. Природний обмін повітря у приміщенні здійснюється за допомогою вікон. У холодну пору року передбачене парове опалення.

За способом організації повітрообміну передбачена загальнообмінна, місцева й комбінована вентиляція. Застосовується схема вентиляції “згори-вниз”. У приміщенні цеху передбачено припливно-витяжну вентиляцію.

9.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, роботи в цеху за зоровими умовами відносять до IVa розряду – середньої точності [16]. Роботу в лабораторіях відносять до розряду IIIa, де потрібна висока точність.

В таблиці 9.3 наведені значення параметрів освітленості робочих місць, зазначених проектом.

Таблиця 9.3 – Нормативні значення освітлення

Розр яд зоро вої рабо ти	Штучне освітлення					Природне освітлення		Суміщене освітлення	
	Освітленість,лк			Сукупність нормованих величин показника осліпленості і коефіцієнта пульсації		КПО, %			
	Комбіноване		Загальне			Верхнє або комбіноване	Бокове	Верхнє або комбіноване	Бокове
	Всього	У т. ч. загального		Р	Кп, %				
IIIa	2000-1500	200		500-400	40-20				
IVa	750	200	300	40	20	4	1,5	2,4	0,9

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

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

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

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

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

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

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

Розрахунок системи загального електричного освітлення приміщення

Розрахунок виконуємо за методом коефіцієнта використання світлового потоку. Потік необхідний для забезпечення заданої освітленості робочої

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						80
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхні при рівномірному освітленні, з урахування відбивання світла від стін та стелі, проводимо за формулою:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot S \cdot K_3 \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta}, \quad (9.1)$$

де $E = 300 \text{ лк}$ – нормована освітленість відповідно до СНиП II-4-79;
 $S = a \cdot b = 14 \cdot 5 = 70 \text{ м}^2$ – площа приміщення, що освітлюється; $K_3 = 1,5$ – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп; $Z = 1,1$ – коефіцієнт нерівномірності освітлення для люмінесцентних ламп; N – необхідна кількість світильників, яка розраховується за формулою (9.2); $n = 2$ – кількість ламп у світильнику; η – коефіцієнт використання, що залежить від типу світильника, показника (індекса) приміщення, який в свою чергу розраховується за формулою (5.3).

Число світильників становить:

$$N = \frac{14 \cdot 5}{2,24^2} \quad (9.2)$$

$$N = \frac{13 \cdot 6}{2,24^2} = 13,95,$$

де $L = 0,7 \cdot h = 0,7 \cdot 3,2 = 2,24 \text{ м}$ – рекомендована відстань між світильниками.

Оскільки $N = 13,95$, приймаємо $N = 14$, враховуючи розміри приміщення розміщуємо їх у два ряди по 7 штук.

Показник приміщення i вираховується за формулою:

$$i = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} \quad (9.3)$$

$$i = \frac{14 \cdot 5}{3,2 \cdot (14 + 5)} = 1,151,$$

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						81
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $a = 14\text{ м}$ – довжина приміщення, $b = 5\text{ м}$ – ширина приміщення, $h = 2,5\text{ м}$ – висота підвісу світильника. Даному значенню $i = 1,151$ відповідає $\eta = 0,5$.

Таким чином, необхідний світловий потік однієї лампи становить:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{N \cdot n \cdot \eta} \quad (9.4)$$

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{300 \cdot 70 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{14 \cdot 2 \cdot 0,5} = 2475 \text{ Лм}$$

В якості освітлювальних приладів обираємо лампи типу ЛД-40, потужністю 40 Вт і світловим потоком 2500 лм (ГОСТ 6825-74) кількістю 14 шт.

Фактична освітленість приміщення складатиме:

$$E_{\phi} = \frac{F_{\text{л}} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot K_z \cdot Z} \quad (9.5)$$

$$E_{\phi} = \frac{2500 \cdot 14 \cdot 2 \cdot 0,5}{70 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 303,03 \text{ лк}$$

Отримане значення відповідає необхідним нормам освітленості приміщень цього класу.

Потужність освітлюваної системи розраховуємо за формулою:

$$W = P \cdot N \cdot n \quad (9.6)$$

$$W = 40 \cdot 14 \cdot 2 = 1120 \text{ Вт}$$

9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Основним джерелом шуму та вібрації виробництва пом'якшеної води На-катіонування є насоси та фільтри.

Рівень звуку на постійному робочому місці, згідно ДСН 3.3.6.037-99, не повинен перевищувати 80 дБА [21]. Фактичний рівень шуму становить 76

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						82
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дБА. Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над насосами.

Відповідно до ДСН 3.3.6.039.99 допустимий рівень вібрації в приміщенні – не більше 3,1 дБ. Для захисту від вібрації в цеху передбачено розміщення двигунів на амортизаторах зі сталевих пружин, для зменшення вібрації перегородок та інших деталей передбачено нанесення на них вібропоглинаючих мастил, гуми, бітуму.

Для усунення або зменшення вібрації і шуму проектом передбачені такі методи:

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

Засобами індивідуального захисту від шуму є навушники, беруші. Для контролю шуму використовуємо шумоміри, для контролю вібрації вібратормір ВШВ-003.

9.1.4 Електробезпека

Живлення електроустановок здійснюється від трьохфазної чотирьохпроводної електромережі змінного струму частотою 50 Гц,

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						83
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

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

Безпечними вважаються струми (ГОСТ 12.1.038-82) [18]:

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

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

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

$$I_{\text{л}} = U_{\text{ф}} \cdot 10^3 / (R_{\text{люд}} + R'_0), \quad (9.7)$$

де $U_{\text{ф}} = 200$ – фазова напруга В; $R_{\text{люд}} = 2000$ – опір тіла людини Ом;

$R'_0 = 4$ – опір заземленої нейтралі Ом.

$$I_{\text{л}} = 200 \cdot 10^3 / 2000 + 4 = 100 \text{ мА},$$

Розраховане значення сили струму 100 мА більше безпечної сили струму (ГОСТ 12.1.038), тому струм небезпечний для людини. Напруга дотику визначається за формулою:

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						84
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_d = I_d \cdot R_d, \quad (9.8)$$

$$U_d = 0,1 \cdot 2000 = 200 \text{ В.}$$

Видно, що при порушенні вимог ПБЕ у цеху можуть мати місце важкі наслідки. Для забезпечення електробезпеки проектом прийнято наступні технічні засоби захисту:

- захисне відключення електроустановок;
- ізоляція струмопровідних частин обладнання (опір ізоляції електропроводів вище 0,5 МОм), до яких можливий дотик персоналу;
- електричний поділ мережі;
- електрозахисті засоби (взуття персоналу на гумовій підшві, діелектричні рукавички, інструмент з ізолюючими ручками);
- блокування, попереджувальна сигналізація, знаки безпеки, попереджувальні плакати.
- недосяжність електричних ланцюгів;
- організацією безпечної експлуатації електроустановок;

Для забезпечення захисту від зарядів статичної електрики прийняті такі заходи:

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						85
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

При роботі в цеху існує ряд небезпек, які пов'язані з технологічними процесами і обладнанням.

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 трубопроводу, припинення подачі технологічної води, порушення технологічного режиму, відключення електроенергії, невиконання правил безпеки.

При обслуговуванні іонообмінних фільтрів – апаратів, що працюють під тиском 0,6 МПа, найбільшою небезпекою є явища, що можуть відбутися внаслідок невірної експлуатації та незадовільного ремонту обладнання: розрив апаратури, пошкодження фланців на арматурі.

Основними заходами безпеки щодо ведення технологічного процесу є виключення безпосереднього контакту працюючих з цими апаратами та застосування автоматичного контролю і регулювання. З ціллю дотримання цих заходів все устаткування цеху обладнано необхідною запірною арматурою, запобіжними клапанами, манометрами, показниками рівня рідини. При виникненні травмонебезпечних ситуацій з рухомими частинами обладнання в першу чергу виключається електроживлення, а пізніше надають першу медичну допомогу.

Безпека обслуговування обладнання досягається правильним розташуванням обладнання, згідно якого ширина зон обслуговування обладнання 1,5 м, ширина робочих проходів між фільтрами складає 2,5 м. Безпека експлуатації насосів забезпечується надійною конструкцією,

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						86
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

корозійною стійкістю матеріалу та герметичністю ущільнення рухомих частин.

Для підтримання в справному стані обладнання своєчасно проводяться технічне обслуговування та ремонт. Для забезпечення безпечного ведення процесу виробництва оснащено системою автоматичного регулювання і захисних блокувань.

9.2 Пожежна безпека

Причинами пожежі в цеху можуть бути:

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

Будівля корпусу хімічного цеху, де знаходиться відділення пом'якшення, збудована з негорючого матеріалу другого ступеня вогнестійкості. В якості сигналізації встановлені датчики типу ПОСТ 1 та телефонний зв'язок. З метою дотримання правил пожежної безпеки у проекті передбачено такі запобіжні заходи: розділення апаратів протипожежними перегородками на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, протипожежний водопровід, ємності з піском і пожежні щити.

Передбачається захист ізоляції від теплового впливу. Захист від прямих ударів блискавки забезпечується завдяки стрижневим блискавковідводам. В цеху для пригнічення пожежі передбачено сухий пісок, азбестові ковдри, порошкові вогнегасники, які є найбільш універсальними в області застосування та за робочим діапазоном температур. В приміщенні є два

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						87
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання [19].

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведені в таблиці 9.4.

Таблиця 9.4 – Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин

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

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

Технологічний процес пом'якшення води, як і будь-який виробничий процес, супроводжується утворенням відходів. Метою даного розділу є визначити та класифікувати відходи, розрахувати їх кількість та навести можливі варіанти екологізації виробництва.

У даному проекті наведено схему очистки води для подальшого підживлення теплових мереж. Використання саме водопровідної води вимагає ретельної очистки для запобігання накипоутворення на внутрішній поверхні теплообмінного устаткування. Цим зумовлені вимоги щодо допустимої твердості підживлювальної води, які становлять: для водогрійних котлів – 50 мкмоль/дм³ [4]. Тому забезпечення підготовки теплоносія високої якості є досить важливим завданням. Використання мембранної очистки та йонного обміну дозволяє забезпечити глибоке очищення води до вказаних норм.

10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються у відділенні підготовки пом'якшеної води

Принцип іонного обміну використовують на багатьох сучасних ринках побутових систем очищення води. Обладнання завантажуються іонітами, які здійснюють пом'якшення. По мірі того як вода проходить через шар гранул (іонообмінну смолу), відбувається зменшення жорсткості і вона стає м'якою і придатною для підживлення тепломереж.

Натрій-катіонітний спосіб пом'якшення води базується на здатності деяких нерозчинних у воді речовин (сульфовуглець, синтетичні смоли) обмінювати рухомо розташований катіон Na^+ на Ca^{2+} та Mg^{2+} . При знесоленні води іонообмінним методом утворюється велика кількість регенераційних вод

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						89
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(близько 1500 м³), значний надлишок реагенту відносно стехіометрично необхідної кількості. В процесі регенерації іонітів, окрім солей, які містяться у вихідній воді, в дренаж викидаються: надлишок кухонної солі NaCl; продукти регенерації катіоніта CaCl₂ та MgCl₂, можлива присутність подрібненого катіоніта. В результаті очищення води на виробництві утворюються два типи відходів – тверді (відпрацьовані іонообмінні смоли) і рідкі (стічні води після промивання, розпушування та регенерації іонітової заправки).

Відпрацьовані регенераційні розчини іонітових установок в залежності від місцевих умов слід направляти в накопичувачі, побутову або виробничу каналізацію; слід також розглядати можливість обробки концентрованої частини вод для їх повторного використання. Відпрацьовані розчини перед скиданням у каналізацію після усереднення належить при необхідності нейтралізувати.

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

Необхідність нейтралізації цього надлишку реагентів призводить до підвищення вартості продуктів, а утилізацію відходів екологічно та економічно недоцільною.

Кількість речовин, які потрапляють у відходи, підраховується в цілому за одну регенерацію фільтру, так як практично неможливо встановити кількість речовини, яка видаляється при розпушуванні, пропусканні через регенераційний розчин або відмивці катіоніту від продуктів регенерації.

Склад продуктів регенерації залежить від якості вихідної води. Кількість затриманих натрій-катіонітом катіонів Ca²⁺ та Mg²⁺ можна прийняти в тому ж співвідношенні, що і вихідній воді (70 % і 30 % відповідно).

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						90
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Викиди продуктів регенерації від фільтрів другої ступені протягом доби незначні (такі фільтри зазвичай регенеруються раз в 10-15 діб), тому всі солі твердості вловлюються і враховуються на першій ступені.

Таким чином при знесоленні води методом іонного обміну є багато екологічних забрудників, які слід видаляти, щоб зменшити навантаження на навколишнє середовище, тому розробка ефективних і економічних заходів, щодо їх видалення є актуальною і важливою задачею.

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

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

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

Щодо забрудників, що знаходяться у рідкій фазі, тобто регенераційних та відмивочних вод, то одним із рішень екологізації є випарювання регенераційного розчину – переведення розчинника (води) з рідкого стану в газоподібний. Однак випарні установки досить енергозатратні, до того ж залишається невирішеною проблема утилізації твердого концентрату, у нашому випадку це сульфати та солі кремнієвої кислоти. Але якщо розглядати

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						91
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їх як вторинну сировину для інших виробництв, у цьому разі солі можна направляти на ці підприємства або, у кращому випадку, продавати. Тоді проблемою залишиться розділення цих солей.

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

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

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						92
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідно утилізувати, обмежує використання даного методу;

Скидання концентрату у водойми є найбільш економічно вигідним та простим у виконанні методом. Перед скиданням необхідно лише мінімальна очистка від хлоридів, наприклад, розведення до норм ГДК.

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

10.3 Екологічний моніторинг

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

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

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						93
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Найчастіше стічні води цеху аналізують на вміст хлоридів. Проби відбирають щодня зі зливів відпрацьованої води, після кожної промивки фільтру. Для хімічного аналізу застосовують аргентометричне титрування або метод Мора [14]. Суть полягає в осадженні йонів хлору йонами срібла в нейтральному середовищі, хромат калію використовують як індикатор. В результаті випадає білий пластівцеподібний осад AgCl . Після осадження йонів хлору, надлишок нітрату срібла реагує з індикатором і утворюється осад оранжево-червоного кольору Ag_2CrO_4 . Порядок виконання: відбирають аліквоту $5\text{--}10\text{ см}^3$ і титрують з бюретки $0,05\text{ моль/дм}^3$ розчином срібла азотнокислого у присутності $0,5\text{ см}^3$ 10%-го розчину калію хромовокислого до появи оранжевого забарвлення.

За наявності локальних очисних споруд підприємства повинні здійснювати кількісний та якісний контроль очищених стічних вод, що надходять, та враховувати об'єми видалених із стічних вод осадів. На вивіз та утилізацію осадів повинні бути оформлені відповідні документи (договір на вивіз осадів із зазначенням місця видалення, клас небезпеки та агрегатний стан осаду, характер транспортування, а також акти, накладні, рахунки).

Перелік визначених інгредієнтів, місця, періодичність відбору проб (графіки) погоджені підприємством з Водоканалом, а методики проведення

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						94
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналізів – з органами державного нагляду з охорони навколишнього природного середовища (державною екологічною інспекцією).

З метою контролю якості стічних вод підприємств Водоканал здійснює відбір разових проб. Разові проби характеризують склад та властивості стічних вод і відповідність фактичних концентрацій забруднюючих речовин допустимим.

10.4 Розрахунок екологічних платежів

У разі скидання до каналізації стічних вод, концентрація шкідливих речовин (у даному випадку хлоридів) у яких перевищує гранично-допустиму, за нормами технологічного контролю у якості екологічного платежу потрібно сплачувати штраф. При скиді промивних вод у водойми державою введені ставки податки за скиди забруднюючих речовин у водні об'єкти. На хлориди введена вставка податку 37,09 грн/тонну [14]. За скиди забруднюючих речовин у ставки та озера ця ставка збільшується у 1,5 рази.

Формула для розрахунку екологічних платежів за стоки має наступний вигляд:

$$P = C \cdot V \cdot C_T, \quad (10.1)$$

де C – концентрація хлоридів у стоках, $C = 25\,000$ мг/дм³, V – об'єм стоків, м³, C_T – ставка за одну умовну тонну, $C_T = 37,09$ грн/ум.т.

$$V = V^* \cdot T_{\text{еф}}, \quad (10.2)$$

де V^* – витрата відпрацьованої води, $V^* = 200$ м³/доб, $T_{\text{еф}}$ – ефективний час роботи підприємства, $T_{\text{еф}} = 365$ днів.

$$V = 200 \cdot 365 = 73000 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Таким чином річна сплата екологічного платежу становить:

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						95
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P = \frac{25\,000 \cdot 73\,000 \cdot 23}{1\,000\,000} = 67\,690 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Величина екологічного платежу за 1 м³ стоків становить:

$$P_{\text{м}^3} = \frac{P}{V} = \frac{67\,690}{73\,000} = 0,927 \frac{\text{грн}}{\text{м}^3}.$$

Розрахована сплата є мізерною, порівняно з отриманим прибутком, що підтверджує рішення утилізувати відходи саме таким способом.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						96
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

У бакалаврському проекті розроблено схему пом'якшення води для тепломереж та обґрунтовано вибір Na-катіонітового методу очищення. Приведено технологічну схему та її опис. Розраховано основне та допоміжне технологічне обладнання у відповідності з заданою продуктивністю. Головним апаратом є Na-катіонітовий фільтр. Передбачено п'ять фільтрів першого ступеня та чотири фільтри другого ступеня.

За вимогами, які ставляться до води у якості підживлюючої, залишковий вміст солей не повинен перевищувати 700 мкг-екв/кг. Запропонована схема дозволяє отримувати воду такої якості. Для розпушення Na-катіонітових фільтрів запропоновано використовувати водо-повітряну промивку, що дозволяє значно знизити витрату води на промивку, відповідно знизити потужність промивних насосів та об'єми споруд для запасу промивної води, зменшити розміри трубопроводів для її подачі і відведення, зменшити об'єми споруд по обробці стічних промивних вод.

Представлено схему автоматизації процесу водопідготовки, що передбачає контроль та регулювання таких параметрів як рівень води у баках, тиск у трубопроводах, витрата розчину солі, контроль рН у баках з розчином солі, концентрації іонів кальцію та магнію в трубопроводі, різниці тиску на Na-катіонітових фільтрах.

Проведено економіко-організаційні розрахунки за якими собівартість 1 м³ пом'якшеної води становить 2,78 грн, планова рентабельність роботи підрозділу – 95,87 %, період повернення капіталовкладень – 1, 58 роки.

В дипломному проекті наведено заходи з техніки безпеки процесу пом'якшення води. Всі проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки. На основі аналізу шкідливих та

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						97
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

небезпечних факторів розроблено заходи створення здорових та безпечних умов праці, пожежної безпеки на об'єкті, що проектується.

У розділі екологічної безпеки виробництва наведено аналіз джерел виникнення відходів, надано можливі варіанти очищення стічних вод, забруднених хлоридами, а також розраховано, що сума екологічного платежу за 1 м³ стоків становить 0,927 грн.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						98
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						99
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Бабіченко, А.К. Промислові засоби автоматизації. Ч. І. Вимірювальні пристрої [Текст]: навч. посібник / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов, М.О. Подустов, О.В. Пугановський: за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Харків: НТУ “ХП”, 2001 р. – 470 с.
10. 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.
11. Запольський, А.К. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства [Текст] / А.К. Запольський, В.В. Образов – К.: Техника, 1989. – 199 с.
12. Лемківський, С.С. Раціональне використання і охорона водних ресурсів [Текст]: Підручник / С.С. Лемківський, М.М. Падун – К.: Либідь, 2006. – 280 с.
13. Лихачев, Н.И. Канализация населенных мест и промышленных предприятий [Текст] / Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; Под ред В.Н. Самохина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 639 с.
14. Тараненкова, В.В. Использование отходов химических производств для получения цветных строительных растворов [Текст]: Збірка тез доповідей II Всеукраїнської науково – практичної конференції з хімії та хімічної технології студентів, аспірантів та молодих вчених (26 – 27 квітня 2007 р., м. Київ)/ Тараненкова В.В. Карабцова Ю.П. – К.:2007. – 178 с.
15. 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.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						100
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 16.Макаров, Г.В. Охорона праці в хімічній промисловості [Текст] / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Мариніна. - М.: Хімія, 1989. - 497 с.
- 17.Староверов, І. Г. Внутрішні санітарно-технічні пристрої [Текст]/ Під ред. І. Г. Староєрова: Ч. 2. Вентиляція і кондиціювання. - М.: Стройиздат, 1978.-509 с.
- 18.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
- 19.Ткачук, К.Н. Безпека праці в промисловості [Текст] / К.Н. Ткачук. - К.: Техніка, 1982 - 231с.
- 20.ДСН 33,6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
- 21.ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
- 22.Ласков, Ю.М. Примеры расчетов канализационных сооружений: Учеб. Пособие для вузов [Текст] / Ю. М. Ласков, Ю.В.Воронов, В. И. Калицун. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						101
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

					ДП ХН3111 1440 000 ПЗ	Арк.
						102
Вик..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		