

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						1
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						2
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	12
1 Обґрунтування та вибір способу виробництва	15
2 Характеристика продукції, сировини та допоміжних матеріалів	Ошибка! Закладка не определена.
3 Фізико-хімічні основи вибраного методу виробництва.....	28
Основні фактори, які впливають на ефективність процесу коагуляції [2]:	29
4 Опис технологічної схеми виробництва	Ошибка! Закладка не определена.
5 Розрахунок і вибір основного і допоміжного технологічного обладнання	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Основне обладнання	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.1 Опис роботи освітлювача типу ВТИ-400	Ошибка! Закладка не определена.
5.1.2 Матеріальний розрахунок освітлювача	Ошибка! Закладка не определена.
5.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання ..	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.1 Розрахунок механічних фільтрів	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.2 Розрахунок рівноважних концентрацій іонів у вапнованій воді .	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.3 Вапногасилка	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.4 Гідроциклон	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.5 Циркуляційна мішалка вапняного молока	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.6 Циркуляційна мішалка вапняного молока	Ошибка! Закладка не определена.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2.7 Баки для розчину коагулянту.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.8 Бак вапнованої води.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.9 Насоси-дозатори вапняного молока.	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.10 Насоси-дозатори розчину коагулянту.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.11 Насоси-дозатори розчину ПАА	Ошибка! Закладка не определена.
5.2.12 Бак освітленої води	Ошибка! Закладка не определена.
6 Автоматичне регулювання та контроль виробництва.....	45
6.1 Опис технологічної схеми відділення попереднього очищення природної води.....	45
6.2 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації	45
6.3 Опис розробленої схеми автоматизації попереднього очищення води для потреб ТЕЦ	Ошибка! Закладка не определена.
7 Техніко-економічні розрахунки відділення попереднього очищення природної води	Ошибка! Закладка не определена.
7.1 Оптимізація видів руху предметів праці	Ошибка! Закладка не определена.
7.2 Організаційна структура відділення попереднього очищення природної води.	Ошибка! Закладка не определена.
7.3 Технічний контроль на виробництві...	Ошибка! Закладка не определена.
7.4 Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва	Ошибка! Закладка не определена.
7.4.1 Склад основних фондів	56
7.4.2 Склад оборотних засобів	Ошибка! Закладка не определена.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.5 Розрахунок техніко-економічних показників**Ошибка! Закладка не определена.**

8 Екологічна безпека виробництва..... **Ошибка! Закладка не определена.**

8.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються
Ошибка! Закладка не определена.

8.2 Можливі варіанти екологізації виробництва**Ошибка! Закладка не определена.**

9 Техніка безпеки проведення виробничого процесу**Ошибка! Закладка не определена.**

9.1 Виявлення та аналіз ШНВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.....**Ошибка! Закладка не определена.**

9.1.1Повітря робочої зони **Ошибка! Закладка не определена.**

9.1.2Виробниче освітлення 64

9.1.3Захист від виробничого шуму і вібрації 66

9.1.4Електробезпека..... 67

9.1.5Безпека технологічного процесу і обслуговування обладнання..... 69

9.2 Пожежна безпека..... 70

Висновки **Ошибка! Закладка не определена.**

Перелік посилань..... **Ошибка! Закладка не определена.**

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

ВПУ – водопідготовча установка;

ПАА – поліакриламід;

ТЕЦ – теплоелектроцентрально;

ТЕС – теплоелектростанція;

ДСТУ – державний стандарт України;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ПАР – поверхнево-активні речовини;

БНС – берегова насосна станція.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

В сучасному світі проблема якості води і її підготовки стоїть дуже гостро. Чомусь довгий час вважалося, що у воду можна викидати все, що завгодно, і від цього нічого не постраждає, але сьогодні ми маємо багато проблем, пов'язаних з якістю води. Завдяки проведеним дослідженням можна виділити основні проблеми води:

- Підвищена каламутність, що викликана завислими і колоїдними частинками, що розсіюють світло. Це можуть бути як органічні, так і неорганічні сполуки; механічні відриви продуктів корозії трубопроводів і біоплівки; в артезіанській воді причиною каламутності є глинисті утворення; в колодязну воду потрапляють важкорозчинні органічні речовини з ґрунтів.
- Високий вміст Феррума, причиною якого є корозія трубопроводів. При концентрації Феррума більше 0,2 мг/л в побутових приладах і нагрівному обладнанні спостерігається утворення залізних відкладів.
- Домішки Мангану (розчинення металовмісних мінералів).
- Твердість водопровідної, артезіанської і колодязної води, що створює побутові проблеми у вигляді утворення осадів на поверхнях трубопроводів і робочих елементах побутової техніки. Остання проблема актуальна для водогрійних котлів.

Якщо зазирнути всередину чайника, в якому кип'ятять воду, на стінках можна побачити жовто-коричневий шершавий наліт – накип.

Отже, у природній воді містяться механічні домішки, розчинені солі й гази, які, потрапляючи у теплову мережу, утворюють накип і шлам, а розчинені корозійно-активні гази (кисень і оксид Карбону (IV)) викликають корозію стінок обладнання. Це і силікатна кислота, і сульфати, і гідрокарбонати Кальцію та Магнію. Сумарна концентрація у воді катіонів Кальцію і Магнію визначає її загальну твердість.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Накип відкладається у вигляді міцного шару на стінках поверхонь нагріву, а шлам – у вигляді дрібних завислих у воді частинок. Із солей твердості неприємні щодо накипоутворювання: CaSiO_3 і CaSO_4 , що дають твердий і щільний накип.

Сучасні 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.

Особливо високі вимоги ставлять до якості живильної води для теплових мереж. З підвищенням температури стає все важче одержати чисту воду, бо при переході до високих температур у воді починає утворюватись карбонат Кальцію. Наявні у воді домішки утворюють відкладення в арматурі трубопроводів. Це призводить до нещільності арматури, зниження економічності і потужності всієї підживлювальної мережі. 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.

Метою даного дипломного проекту є схема пом'якшення води із підвищеним рівнем забруднення та зменшення навантаження на іонітні фільтри та зворотній осмос, що використовуються в подальшій очистці. Це досягається за рахунок видалення більшої частини солей жорсткості за допомогою вапняно-содового метода із використанням флокулянтів.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ОЧИЩЕННЯ

Необхідність очищення води від забруднень виникає у тому випадку, якщо якість води природних джерел не задовольняє відповідним вимогам. Невідповідність якості води джерела вимогам споживачів визначає вибір методу очищення. Пом'якшування води здійснюють з метою зниження її твердості, що зумовлюється вмістом у воді іонів Кальцію і Магнію. Для питної води твердість не повинна перевищувати 7 мг-екв/дм³, а окремі види виробництв до технологічної воді пред'являють вимоги глибокого пом'якшення, тобто до 0,05-0,01 мг-екв/ дм³[1].

Пом'якшення води здійснюють методами: термічним, заснованим на нагріванні води, її дистиляції чи виморожування; реагентними, при яких знаходяться у воді іони Ca (II) і Mg (II) пов'язують різними реагентами в практично нерозчинні сполуки; іонного обміну, заснованого на фільтруванні через спеціальні матеріали, що обмінюють іони Na(I) або H(I) на іони Ca (II) і Mg(II); діаліз; комбінованим, що представляє собою різні поєднання перерахованих методів.

1.1 Термічний метод

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



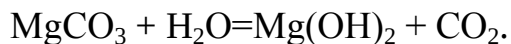
Рівновага зміщується за рахунок пониження розчинності оксиду Карбону(IV), що викликається підвищенням температури і тиску. Кип'ятінням можна повністю видалити оксид Карбону (IV) і тим самим значно знизити карбонатну твердість. Однак, повністю усунути зазначену твердість не вдається, оскільки карбонат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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При наявності у воді гідрокарбонату Магнію процес його осадження відбувається наступним чином: спочатку утворюється порівняно добре розчинний (110 мг/дм³ при температурі 18°C) карбонат Магнію [3]:



який при тривалому кип'ятінні гідролізується, в результаті чого випадає осад малорозчинного (8,4 мг/дм³) гідроксиду Магнію:

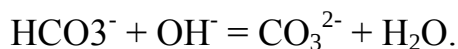
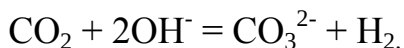


Отже, при кип'ятінні води твердість, що обумовлюється гідрокарбонатами Кальцію і Магнію, знижується. При кип'ятінні води знижується також твердість, обумовлена сульфатом Кальцію, розчинність якого падає до 0,65г/дм³.

1.2 Реагентний метод

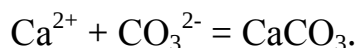
Пом'якшення води реагентними методами засновано на обробці її реагентами, що утворюють з Кальцієм і Магнієм малорозчинні сполуки: $\text{Mg}(\text{OH})_2$, CaCO_3 , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$ і інші з наступним їх відділенням в освітлювачах, тонкошарових відстійниках і освітлювальних фільтрах. 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 твердості, а також у разі, коли не потрібно видаляти з води солі некарбонатної твердості. В якості реагенту використовують вапно, яке вводять у вигляді розчину або суспензії(молока) в попередньо підігріту оброблювану воду. Розчиняючись, вапно збагачує воду іонами OH^- і Ca^{2+} , що призводить до зв'язування розчиненого у воді вільного оксиду Карбону (IV) з утворенням карбонатних іонів і переходу гідрокарбонатних іонів в карбонатні [2]:

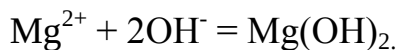


					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підвищення в оброблюваній воді концентрації іонів CO_3^{2-} і присутність в ній іонів Ca^{2+} з урахуванням введених з вапном приводить до перевищення добутку 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 Феруму (II). Залишкова твердість пом'якшеної води при декарбонізації може бути отримана на $0,4 \dots 0,8 \text{ мг-екв/дм}^3$ більше некарбонатної твердості, а лужність $0,8 \dots 1,2 \text{ мг-екв/дм}^3$. Доза вапна визначається співвідношенням концентрації у воді іонів Кальцію і карбонатної твердості.

При пом'якшенні вапняно-содовим методом залишкова твердість води може бути доведена до $0,5-1$, а лужність з 7 до $0,8-1,2 \text{ мг-екв/дм}^3$.

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 грубодисперсних шлам тривалий, особливо при низьких температурах і наявності у воді органічних домішок, які діють як захисні колоїди. При великій їх кількості твердість води при реагентному пом'якшенні води може знижуватися всього на $15-20\%$. У подібних випадках перед пом'якшуванням або в процесі з води видаляють 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 твердості, використовуючи солі Алюмінію або Феруму 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 Феруму, оскільки при високому значенні рН води, необхідному для видалення

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

магнієвої твердості, солі Алюмінію не утворюють сорбційно-активного гідроксиду.

Більш глибоке пом'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 низькою некарбонатною твердістю надлишок соди може залишатися в пом'якшеній воді. Тому цей метод застосовують лише з урахуванням співвідношення між карбонатною і некарбонатною твердостями.

Содово-натрієвий метод зазвичай застосовують для пом'якшення води, карбонатна твердість якої трохи більше некарбонатної. Якщо карбонатна твердість 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 кальцинованої соди збільшується по мірі підвищення некарбонатної твердості води.

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

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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Його недоліки:

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

1.3 Іонообмінний метод

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

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 слабкокислотні катіоніти (в H^+ - або Na^+ - формі), а також сильно- і слабкоосновні 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.

Перевагами методу є:

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Недоліки методу:

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

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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проникність і в підсумку вода не проходить крізь неї, що призводить до відмови 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.

1.5 Метод зворотнього осмосу

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

Від звичайної фільтрації такі процеси розрізняються відділенням частинок менших розмірів. Тиск, який необхідний для проведення процесу зворотного осмосу (6-10 МПа), значно більший, ніж для проведення процесу ультрафільтрації (0.1-0.5 МПа).

1.6 Електродіаліз

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

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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 кошовність мембран;
- складність експлуатації, потреба в герметичності устаткування;
- відсутність селективності;
- чутливість до зміни параметрів стічних вод [11].

1.7 Біохімічний метод

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

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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовується також сорбція сполук важких металів на біомасі активного мулу або інших сорбентах рослинного походження; метод очистки стічних вод від важких металів біофільтрами – личинками амфібій у ємності або ставках при щільності посадки личинок в стічних водах 500 – 1000 екз/м³ [4].

Переваги:

- висока ефективність;
- простота технологічного оформлення процесу.

Недоліки:

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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1 Характеристика реагентів і вихідної води

Очищення води вапняно-содовим методом з використанням флокулянтів здійснюється за допомогою наступних реагентів:

- флокулянт (ПАА);
- сода (Na_2CO_3);
- вапно ($\text{Ca}(\text{OH})_2$).

Повнота освітлення води залежить від приготованих розчинів реагентів з необхідною концентрацією, якістю цих реагентів та правильністю їх зберігання і транспортування.

Технічний поліакриламід (ПАА) виробляють з нітрилу акрилової кислоти, який при гідролізі в присутності сульфатної кислоти перетворюється в акриламід і частково акрилову кислоту. Надлишок сульфатної кислоти нейтралізують аміаком і потім полімеризують. Отримують відповідно так званий «аміачний поліакриламід», що містить акрилат амонію. Кінцевий продукт поліакриламід-гель з хімічною формулою $(\text{CH} - \text{CH}(\text{CONH}_2))_n$ – прозора желеподібна в'язка маса або гранули від світло-жовтого до блакитного кольору. Фізико-хімічні показники поліакриламід-гелю наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні показники поліакриламід-гелю відповідно до ТУ 2216-042-07510508-2009 [5]

Найменування показника	Норма для сорту		
	Вищий	Перший	Другий
Масова частка основної речовини, %, не менше	6	6	5
Масова частка основної речовини, %, не менше	12	8	4
Масова частка залишкового акриламідру на 1 % основної речовини, %, не більше	0,0025	0,0025	0,0025

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Гідроксид Кальцію (гашене вапно) отримують шляхом взаємодії оксиду кальцію (негашеного вапна) з водою, процес отримав назву «гасіння вапна». При гасінні вапна виділяється значна кількість теплоти, що становить 65 кДж на 1 моль, або 1160 кДж на 1 кг оксиду Кальцію. При цьому температура вапна, що гаситься, може досягати таких значень, при яких можливо не тільки кипіння води, а й загоряння дерева. Фізико-хімічні показники гашеного вапна наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Фізико-хімічні показники гашеного вапна ГОСТ 9179-77 [5]

Найменування показника	Норма для вапна, %, за масою	
	1 сорт	2 сорт
Активні $\text{CaO}+\text{MgO}$, не менше: без добавок з добавками	67	50
	60	40
Активний MgO , не більше	3/4	3/4
CO_2 , не більше: без добавок з добавками	3	2
	5	4
Зерна, що не погасилися, не більше	3/4	3/4

Примітка:

1. CO_2 у вапні з добавками визначають газооб'ємним методом.
2. Вологість гідратного вапна не повинна бути більше 5%.

У природі кальцинована сода зустрічається в солі деяких морських водоростей, а також у вигляді наступних мінералів: нахколіт, трона, натріт (сода), термонатріт.

В даний час промисловим способом отримання кальцинованої соди є так званий спосіб Сольве. В насичений розчин хлориду натрію пропускають еквімолярні кількості газоподібних аміаку і оксиду Карбона(IV). Залишок малорозчинного гідрокарбонату Натрію, що випав, фільтрують і кальцинують (зневоднюють) нагріванням до $140-160^\circ \text{C}$, при цьому він переходить в карбонат Натрію. Утворений оксид Карбону(IV) та аміак,

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виділений з маточного розчину на першій стадії процесу по реакції повертають у виробничий цикл.

Залежно від призначення технічна кальцинована сода виготовляється двох марок: А (гранульована) і Б (порошкоподібна).

Таблиця 2.3 – Фізико-хімічні показники кальцинованої соди ГОСТ 5100-85[5]

Найменування показника	Норма для марки та сорту					
	А			Б		
	Вищий	Пер-ший	Дру-гий	Ви-щий	Пер-ший	Дру-гий
1.Зовнішній вигляд	Гранули білого кольору			Порошок білого кольору		
2.Масова частка карбонату Натрію, %, не менше	99,4	99,0	98,5	99,4	99,0	99,0
3.Масова частка карбонату Натрію в перерахунку на непрожарений продукт, %, не менше	98,7	98,2	97,0	98,9	98,2	97,5
4.Масова частка втрати при прожарюванні при 270-300° С, %, не більше	0,7	0,8	1,5	0,5	0,8	1,5
5.Масова частка хлоридів у перерахунку на NaCl, %, не більше	0,2	0,5	0,8	0,4	0,5	0,8
6.Масова частка Феруму в перерахунку на Fe ₂ O ₃ , %, не більше	0,003	0,005	0,008	0,003	0,003	0,008
7.Масова частка не розчинних у воді речовин, %, не більше	0,04	0,04	0,08	0,03	0,04	0,08
8.Масова частка сульфатів у перерахунку на Na ₂ SO ₄ , %, не більше	0,04	0,05	-	0,04	0,05	-
9.Насипна щільність, г/см ³ , не менше	1,1	0,9	0,9	-	-	-
10.Магнітні включення розміром більше 0,25 мм	Відсутні	-	-	-	-	-

Типовою проблемою природної води є солі Кальцію і Магнію, що зумовлюють загальну твердість води. В Україні, в залежності від регіону,

типу джерела водопостачання, пори року, зміна кількості опадів по рокам і т.д., твердість вод може приймати різні значення.

Склад вхідної води, що подається у відділення реагентного очищення для потреб районної котельні, наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Склад вхідної води

Показник якості води	Одиниця виміру	Значення
Завислі частинки	г/м ³	400
Іонний склад:		
Ca ²⁺		119,4
Mg ²⁺		12,2
Na ⁺		2,8
HCO ⁻	мг/дм ³	314
SiO ₃ ²⁻		8,0
Cl ⁻		3,4
SO ₄ ²⁻		11,1
Розчинений кисень	мг/дм ³	6

2.2 Характеристика продукції

Продукцією відділення пом'якшення є оброблена вода після використання вапняно-содового методу з флокулянтм в освітлювачі та фільтрації на механічних фільтрах. Освітлена вода подається на подальше очищення до відділення глибокого знесолення.

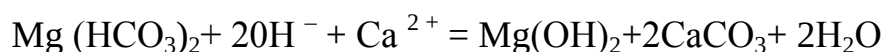
Виконання вимог експлуатації і обслуговування освітлювачів дозволяє очистити воду до показників, що наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Показники якості освітленої води [6]

Показник	Одиниця виміру	Значення
Завислі частинки	мг/дм ³	0
Іонний склад:		
Ca ²⁺		4,589
Mg ²⁺		0,165
Na ⁺		0,4
HCO ⁻	мг-екв/дм ³	0,7
SiO ₃ ²⁻		0,054
Cl ⁻		1,44
SO ₄ ²⁻		2,91
Розчинений кисень	мг/дм ³	6

3 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ВИБРАНОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

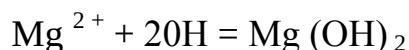
Пом'якшення води вапнуванням застосовують за її високої карбонатної і низької некарбонатної твердості, а також у разі, коли не потрібно видаляти з води солі некарбонатної твердості. В якості реагенту використовують вапно, яке вводять у вигляді розчину або суспензії (молока) в попередньо підігріту оброблювану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



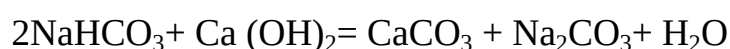
Підвищення в оброблюваній воді концентрації іонів CO_3^{2-} і присутність у ній іонів Ca^{2+} з урахуванням введених з вапном призводить до досягнення добутку розчинності і осадження малорозчинного карбонату Кальцію:



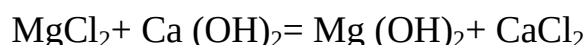
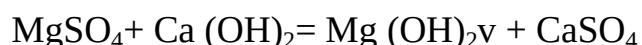
При надлишку вапна в осад випадає і гідроксид Магнію



У разі наявності в воді бікарбонату Натрію при обробці води вапном відбувається утворення осаду CaCO_3 і одночасно утворюється карбонат Натрію.



Також при обробці води вапном відбувається перехід магнієвих солей некарбонатних твердості в малорозчинний гідроксид Mg з утворенням еквівалентної кількості кальцієвих солей сильних кислот.



Для інтенсифікації осадження утворених при обробці води вапном осадів карбонату Кальцію і гідроксиду Магнію, в воду вводять коагулянт

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та/або флокулянт. Т. к. процес пом'якшення відбувається при значеннях рН більше 9.

Основні фактори, які впливають на ефективність процесу [2]:

1. рН середовища (лужний резерв води). Для швидкого і повного протікання процесу коагуляції необхідний деякий лужний резерв води, тобто наявність в воді певної кількості гідрокарбонатних іонів, які зв'язують в воді іони H^+ .

2. Температура процесу на всіх стадіях утворення осаду повинна підтримуватися $T=35\pm 1^\circ C$. Підвищення температури буде сприяти розчиненню твердої фази, оскільки збільшується швидкість теплового Броунівського руху молекули, що призводить до підвищення каламутності води.

3. Ефективність перемішування: інтенсивне перемішування води і реагентів повинне бути лише на стадії змішування ($t=2$ хв.), а сам процес коагуляції повинен протікати в спокійній обстановці.

4. Доза реагентів визначається в лабораторних умовах шляхом пробної коагуляції при одночасному вапнуванні і уточнюється далі за результатами обробки води в освітлювачі.

5. Використання утворюваного осаду в якості контактного середовища.

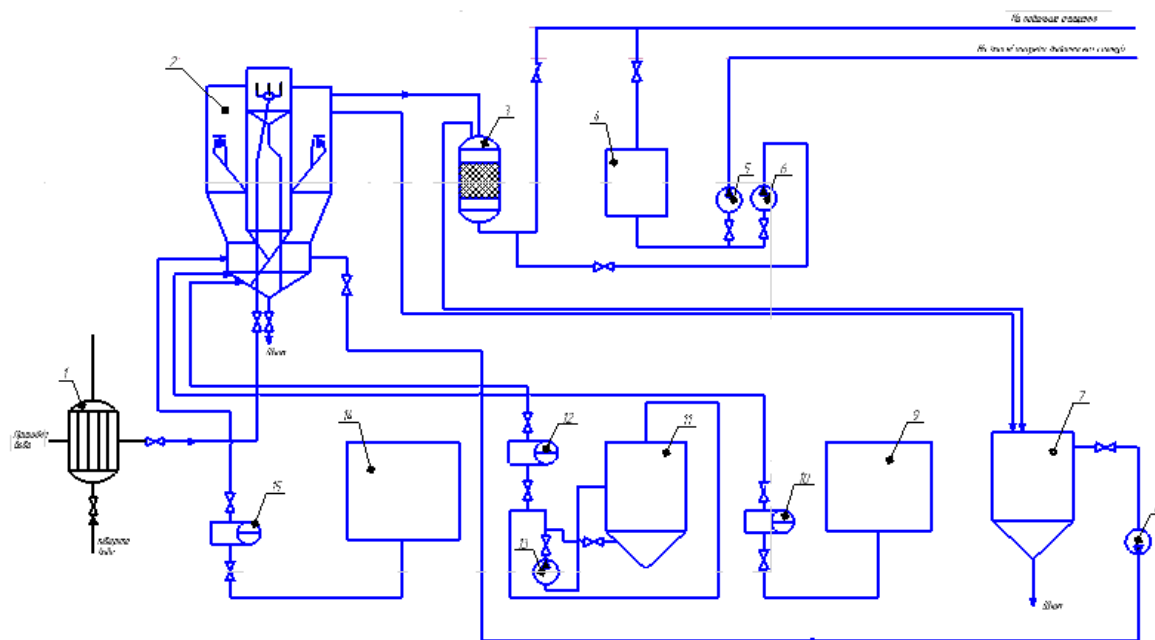
Вода, що рухається знизу вгору, підтримує частинки шламу у завислому стані і контактує з їх поверхнею. Важкорозчинні речовини, що утворюються при обробці води, виділяються, в основному, не в об'ємі води, а переважно відкладаються на поверхні частинок контактного середовища (шламового фільтру). Використання контактного середовища, утвореного завислим шламом, скорочує тривалість обробки, збільшує допустимі швидкості руху води в освітлювачі, знижує залишкову лужність, вміст у ній органічних і завислих речовин.

Сорбційні процеси протікають на протязі всього періоду контакту рідини із завислим осадом (шламом).

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

Технологічна схема відділення очищення води для потреб районної котельні методом коагуляції з вапнуванням і подальшим фільтруванням на механічних фільтрах наведена на рисунку 4.1.



1 – теплообмінник для підігріву води до 30 °С; 2 – освітлювач; 3 – механічний фільтр; 4 – бак освітленої води; 5 – насос освітленої води для власних потреб водоочисної установки; 6 – насос освітленої води для розпушуючого промивання фільтрів; 7 – бак регенеративних вод від розпушуючого промивання механічних фільтрів; 8 – насос освітленої води для розпушуючого промивання фільтрів; 9 – витратний бак розчину соди; 10 – насос-дозатор розчину соди; 11 – гідравлічна циркуляційна мішалка вапняного молока; 12 – насос-дозатор розчину ПАА; 13 – насос вапняного молока; 14 – витратний бак розчину ПАА; 15 – насос-дозатор розчину ПАА

Рисунок 4.1 – Технологічна схема відділення пом'якшення води вапняно-содовим методом з використанням флокулянтів.

Вихідна вода підігрівається в теплообміннику (поз. 1) до 30 °С. Відхилення температури від заданої більше ніж на 1°С за годину призводить до

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виникнення конвективних потоків в освітлювачі, що спричинює зниження ефективності очищення води.

Підігріта вода надходить в верхню частину освітлювача (поз. 2), де відокремлюється від повітря і по опускній трубі через тангенціально направлений сопловий пристрій надходить до нижньої частини освітлювача – змішувач.

Введення реагентів у змішувач виконується в наступній послідовності: вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ вводиться вище входу води, а розчин соди – вище вапняного молока. Така послідовність вводу реагентів зумовлена технологічними умовами взаємодії води та реагентів. В процесі перемішування в змішувачі освітлювача реагенти взаємодіють з домішками, що вносяться водою, в результаті чого утворюється тверда фаза – шлам. Потім потік води підіймається вгору, проходить через систему для зменшення обертового руху та надходить до циліндричної частини освітлювача. На певній висоті цієї зони формується завислий шар пластівців коагулянту для відведення якого передбачено виносні шламоприймальні вікна, через які шлам надходить в шламоущільнювач. Ущільнений шар пластівців виводиться з освітлювача, а прояснена вода направляється в розподільний пристрій. Основний потік проясненої води проходить через завислий шар пластівців, збирається кільцевим жолобом і потім направляється до розподільного пристрою, після якого надходить до фільтра.

Внаслідок збільшення поперечного перетину конічної частини апарату швидкість потоку води, що підіймається, поступово зменшується; вона мінімальна на виході з зони, через яку проходить більша частина води, поданої до освітлювача.

Після обробки в освітлювачі вода самопливом надходить на механічні фільтри (поз. 3). Механічні фільтри призначені для видалення з води грубо- та дрібнодисперсних домішок шляхом пропускання її через інертні, зернисті фільтруючі матеріали (антрацит). Тиск на вході до механічного фільтру 0,6 МПа, перепад тиску в механічному фільтрі 0,06 МПа.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після механічних фільтрів вода надходить на подальшу обробку. Частина води направляється в бак освітленої води (поз. 4), звідки насосом (поз. 5) відбирається частково на власні потреби установки очищення води, а частина її насосом розпушуючої промивки (поз. 6) подається по необхідності на розпушуючу промивку механічних фільтрів.

Промивна вода після промивки освітлювальних фільтрів направляється в бак регенеративних вод від розпушуючої промивки механічних фільтрів (поз.7). Цей бак призначено для збирання промивних вод освітлювачів, механічних фільтрів, а також відстоювання шлам. Шлам видаляється на шламовідвал або на подальшу переробку. Вода, що відстоялася, насосом регенеративних вод (поз. 8) перекачується в освітлювач.

Попередньо приготовлений робочий концентрований розчин соди подається в освітлювач насосом-дозатором розчину соди (поз. 10). Витратний бак розчину соди (поз. 9) призначено для коректування концентрації (розбавлення водою) та створення запасу робочого розчину соди. Бак розчину соди являє собою стальну посудину, внутрішня поверхня якої захищена антикорозійним гумовим покриттям.

Вапняне молоко (з концентрацією 5 %) подається в освітлювач насосом-дозатором вапняного молока (поз. 12). Вапняне молоко надходить з циркуляційної мішалки вапняного молока (поз. 11), що являє собою циліндричну стальну ємність. Мішалка вапняного молока призначена для приготування розчину вапняного молока робочої концентрації, створення запасу вапняного молока, а також перемішування вапняного молока, що перешкоджає осадженню суспензії. Температура розчину в мішалці вапняного молока така ж як і температура розчину соди – 30 °С, рН середовища – 10÷11, тоді як в баку розчину коагулянту рН становить 2÷3. Після мішалки вапняного молока встановлено насос вапняного молока (поз. 13) для забезпечення циркуляції вапняного молока та запобігання осадження суспензії.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

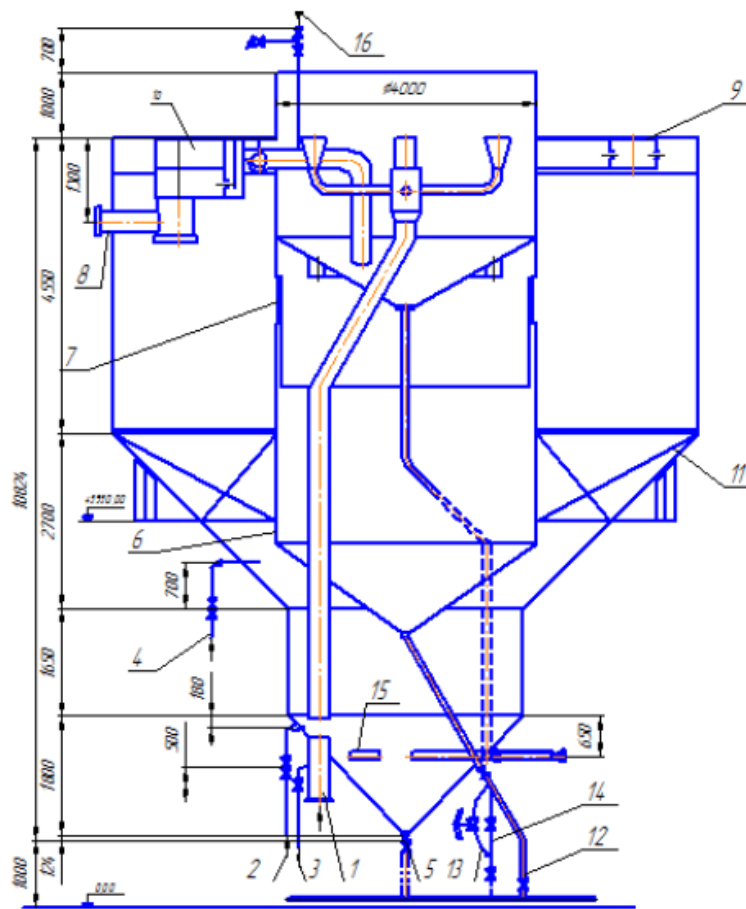
5 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО АПАРАТУ

5.1 Розрахунок та вибір освітлювача

Продуктивність установки без урахування витрати води на власні потреби освітлювача і механічних фільтрів складає: $Q = 450 \text{ м}^3/\text{год}$

Для забезпечення заданої продуктивності слід встановити два освітлювача ВТІ-250і, продуктивністю по $250 \text{ м}^3/\text{год}$, і один резервний.

Схема освітлювача ВТІ-250і наведена на рисунку 5.1.



1 – подача вхідної води; 2 – підведення вапняного молока; 3 – підведення розчину соди; 4 – підведення розчину флокулянту; 5 – дренаж освітлювача; 6 - шламоущільнювач; 7 – шламоприймальні вікна; 8 – вихід освітленої води; 9 – збірний жолоб над решіткою; 10 – збірний карман; 11 – вертикальні перегородки; 12 – дренаж шламоущільнювача; 13 – продувка

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(ручне управління); 14 – продувка (автоматичне управління); 15 – повернення регенераційних вод; 16 – підведення води для промивання

Рисунок 5.1 – Схема освітлювача ВТІ-250і.

Параметри обраного типу освітлювача наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Параметри освітлювача марки ВТІ-250і [8]

Параметр	Одиниця виміру	Значення
Продуктивність	м ³ /год	250
Максимальна пропускна здатність	м ³ /год	310
Геометричний об'єм	м ³	413
Діаметр	мм	9000
Висота (установчий габарит)	мм	13524
Маса конструкції	т	32,6
Маса завантаження	т	480

Принцип роботи освітлювача наступний. В освітлювач (рисунок 5.1) подається вхідна вода через трубопровід (поз. 1), яка далі проходить відділювач повітря, по розподільчим трубам поступає в нижню частину освітлювача через тангенційно розташовані сопла.

Розчини вапняного молока, соди і флокулянту через радіально розташовані трубопроводи (поз. 2, 3 і 4) дозуються в нижню частину освітлювача – камеру змішувач. При цьому розчин вапняного молока і соди вводиться вище, ніж вхідна вода, а розчин флокулянту ще вище.

Завдяки різному напрямку руху при вході в змішувач (тангенційний для води і радіальний для розчинів реагентів) реагенти добре змішуються з водою, тут же відбувається хімічна взаємодія реагентів з розчиненими в воді домішками. При виході води з змішувача починається виділення продуктів взаємодії у вигляді пластівців. Обертальний рух води гаситься вертикальною перегородкою (поз. 11). Процес укрупнення і затримання пластівців відбувається протягом всього шляху висхідного руху води через товщу

контактного середовища, яке утворює виділений шлам, що підтримується висхідним потоком води в завислому стані.

Верхня границя завислого шару, що утворює в освітлювачі контактне середовище, повинна знаходитись на рівні верхньої кромки шламоприймальних вікон (поз. 7) шламоущільнювача (поз. 6). Надлишок шламу безперервно повинен видалятися, для цього приблизно 20 % загальної витрати води відводиться із контактної зони в шламоущільнювач.

Після контактного середовища основний потік води проходить зону освітлення, верхню розподільчу решітку (на схемі не вказані) і зливається через отвори і щілини в збірний жолоб (поз. 9). Із жолоба вода поступає в збірний карман (поз. 10), де змішується з потоком освітленої води із шламоущільнювача і по трубопроводу (поз. 8) відводиться в бак вапнованої води.

Шлам осідає в нижній частині освітлювача і по трубопроводам (поз. 13 і 14) видаляється при продувці (періодичній і безперервній). Для випорожнення шламоущільнювача передбачено трубопровід (поз. 12).

Далі проведено розрахунки складу вихідної води і кількості утвореного шламу. Оскільки в даному відділенні коагулянт не використовується приймаємо його за нуль $D_k = 0$ ммоль/дм³, дозу ПАА $D_{\text{паа}} = 1$ мг/дм³, залишкову лужність не менше 0,7 мг-екв/дм³. Продуктивність $Q = 450$ м³/год = 10800 м³/доб, у вихідній воді міститься 119,4 мг/дм³ йонів Ca^{2+} і 12,2 мг/дм³ йонів Mg^{2+} . Каламутність вихідної води – 141 мг/дм³, кольоровість 24°.

Вода після пом'якшення повинна мати залишкову загальну твердість $T_z = 1,5$ ммоль/дм³, допустима каламутність – 10 мг/дм³, колірність – 20°

Дозу вапна визначаємо за рівнянням [4]:

$$D_{\text{в.}} = 28 \left(\frac{\text{CO}_2}{22,01} + \frac{\text{HCO}_3^-}{61,02} + \frac{\text{Mg}^{2+}}{12,16} \pm \frac{D_k}{e} + 0,5 \right) \text{ мг/дм}^3,$$

де D_k – доза коагулянту; e – еквівалентна маса активної речовини коагулянту; 0,5 – надлишок вапна, який вводять для повноти реакції, мг/дм³.

$$D_{\text{в.}} = 28(21/22,01 + 314/61,02 + 12,2/12,16 + 0 + 0,5) = 212,89 \text{ мг/дм}^3.$$

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість зависі (мг/дм³), яка утворюється у вапняно-содовому процесі пом'якшення води

$$C = K_{\text{вих}} + 50 \left(T_z + T_k + \frac{CO_2}{22,01} + 0,5 \right) + 29 \frac{Mg^{2+}}{12,16} + D_v \frac{100 - m}{100}$$

де $m = 70\%$ (вміст CaO в технічному вапні)

Загальна твердість води

$$T_z = \frac{119,4}{20,04} + \frac{12,2}{12,16} = 6,961 \text{ ммоль/дм}^3$$

Карбонатна твердість води за вмісту в ній 314 мг/дм³ йонів HCO₃⁻

$$T_k = \frac{HCO_3^-}{61,02} = \frac{314}{61,02} = 5,146 \text{ ммоль/дм}^3$$

Отже, некарбонатна (постійна) твердість

$$T_n = T_z - T_k = 6,961 - 5,146 = 1,815 \text{ ммоль/дм}^3$$

Вміст у вихідній воді вільного вуглекислого газу за рН = 8, лужності Лз=Тк=5,146 ммоль/дм³ становить 95,5 мг/ дм³.

Тоді

$$C = 400 + 50 \left(6,961 + 5,146 + \frac{95,5}{22,01} + 0,5 \right) + 29 \frac{12,2}{12,16} + 203,91 \frac{100 - 70}{100} = 1337,6 \text{ мг/дм}^3$$

Розрахункова доза соди:

$$D_c = 53 \left(T_n + \frac{D_k}{e} + 1 \right) = 53(1,815 + 0 + 1) = 149,2 \text{ мг/дм}^3.$$

Масова кількість реагентів вапна G_в, соди G_с, які потрібні для зм'якшення і прояснення води:

$$G_v = Q D_v * \frac{100}{K_v * 1000} = \frac{10800 * 212,89 * 100}{70 * 1000} \approx 3285 \text{ кг, або } 3,3 \text{ т;}$$

$$G_c = Q D_c * \frac{100}{K_c * 1000} = \frac{10800 * 149,2 * 100}{95 * 1000} \approx 1696 \text{ кг, або } 1,7 \text{ т.}$$

У першу чергу з катіонів осаджується Ca²⁺. При прийнятому дозуванні вапна кількість кальцію в оброблюваній воді дорівнює кількості кальцію у вихідній воді плюс внесене з вапном:

$$[Ca^{2+}]_{\text{вап.в.}} = [Ca^{2+}]_{\text{в.в.}} + D_v;$$

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{вап.в}} = 119,4 + 212,89 = 332,29 \text{ мг/дм}^3.$$

Кальцій осаджується у вигляді CaCO_3 , зв'язуючись з іонами HCO_3^- у кількості $1,815 \text{ ммоль/дм}^3$.

Залишковий вміст кальцію у вапнованій воді :

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{зал.}} = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{вап.в.}} - [\text{HCO}_3^-]_{\text{осадж.}}$$

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{зал.}} = 8,3 - 1,815 = 5,98 \text{ ммоль/дм}^3.$$

Вміст Mg^{2+} залишається незмінним.

Вміст Na^+ збільшується за рахунок додавання соди Na_2CO_3 :

$$[\text{Na}^+]_{\text{вап.в.}} = [\text{Na}^+]_{\text{в.в.}} + \text{Дс} = 0,122 + 1,41 = 1,532 \text{ ммоль/дм}^3.$$

Вміст сульфатів і хлоридів у воді залишається незмінним.

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

$$Q_{\text{ш.}} = C_{\text{зв.р.}} + 50 \cdot (\text{ЖСа}^{\text{с.}} + \text{Дв.}) + 56 \cdot \alpha_{\text{д.}} \cdot \text{Дв.} + 53 \cdot \text{Дс.},$$

де $C_{\text{зв.р.}}$ – кількість зважених речовин у вихідній воді, г/м^3 ;

$\alpha_{\text{д.}}$ – кількість домішок у вапняному молоці, що дозується (20-50%), частки од. [9].

$$Q_{\text{ш.}} = 141 + 50 \cdot (119,4/20,04 + 212,89/56) + 56 \cdot 0,5 \cdot 3,8 + 53 \cdot 1,41 = 845,3 \text{ г/м}^3.$$

Величина продувки освітлювача визначається за формулою:

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

де $C_{\text{зв.р.}}^{\text{зал.}}$ – залишковий вміст зважених речовин у воді після освітлювача, г/м^3 ; $\delta_{\text{ср.}}$ – середня концентрація зважених речовин в шламоущільнювачі, г/дм^3 .

$$p = (845,3 - 8) \cdot 100 / (1000 \cdot 27) = 3,1 \text{ \%}.$$

Отже, із продувкою видаляється наступна кількість води:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{прод.}} = Q \cdot 1,1 \cdot p / 100 = 450 \cdot 1,1 \cdot 3,1 / 100 = 15,345 \text{ м}^3/\text{год.}$$

5.2 Розрахунок витрати вапна у вигляді $\text{Ca}(\text{OH})_2$

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

$$Q_{\text{в.}}^{\text{доб}} = \frac{24 \cdot 28,04 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \text{Дв.}}{1000} = \frac{24 \cdot 28,04 \cdot 450 \cdot 1,1 \cdot 3,8}{1000} = 1265,84 \text{ кг/добу.}$$

Витрата вапняного молока на добу визначається:

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$\rho_{\text{в.м.}}$ – густина вапняного молока, кг/м^3 ;

$$V_{\text{в. доб}} = \frac{1265,84 \cdot 100}{5 \cdot 1040} = 24,34 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Кількість води для приготування вапняного молока:

$$V_{\text{H}_2\text{O в.м.}} = \frac{(V_{\text{в. доб}} \cdot \rho_{\text{в.м.}} - Q_{\text{в. доб}})}{24}$$

$$V_{\text{H}_2\text{O в.м.}} = (24,34 \cdot 1040 - 1265,84)/24 = 1002 \text{ кг/год} = 1,002 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Витрата 5%-го вапняного молока на один освітлювач:

$$Q_{\text{в.}^1} = V_{\text{в. доб}} / 24 / N,$$

де N – кількість освітлювачів, шт.

$$Q_{\text{в.}^1} = 24,34/24/2 = 0,507 \text{ м}^3/\text{год}.$$

5.3 Розрахунок витрати соди

Витрата соди визначається за формулою:

$$Q_{\text{с. доб}} = \frac{24 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot E_{\text{с}} \cdot D_{\text{с}}}{1000},$$

де $E_{\text{с}}$ – молярна маса соди Na_2CO_3 , мг/ммоль ;

$$Q_{\text{с. доб}} = 24 \cdot 450 \cdot 1,1 \cdot 53 \cdot 1,41/1000 = 887,8 \text{ кг/добу}.$$

Витрата 5%-го розчину соди визначається за формулою:

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

де $C_{\text{с.}}$ – концентрація соди, %;

$\rho_{\text{с.}}$ – густина 5%-го розчину соди, кг/м^3 ;

$$V_{\text{с. доб}} = 887,8 \cdot 100/5/1050 = 16,91 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Кількість води для приготування розчину соди:

$$V_{\text{H}_2\text{O с}} = (V_{\text{с. доб}} \cdot \rho_{\text{с.}} - Q_{\text{с. доб}})/24$$

$$V_{\text{H}_2\text{O с}} = (16,91 \cdot 1050 - 887,8)/24 = 702,82 \text{ кг/год} = 0,7028 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Витрата 5%-го розчину соди на один освітлювач:

$$V_{\text{с.1}} = V_{\text{с. доб}} / 24 / N,$$

$$V_{\text{с.1}} = 16,91/24/2 = 0,352 \text{ м}^3/\text{год}.$$

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.4 Розрахунок витрати флокулянту

Витрата ПАА на добу:

$$Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = 24 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \text{ДПАА} / 1000 ,$$

де ДПАА – доза ПАА, мг/дм³.

$$Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = 24 \cdot 450 \cdot 1,1 \cdot 1 / 1000 = 11,88 \text{ кг/доб.}$$

Добова витрата 0,1 % -вого розчину ПАА, що дозується:

$$V_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} \cdot 100 / 0,1 \cdot \rho_{\text{ПАА}}$$

$$V_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = 11,88 \cdot 100 / 0,1 / 1200 = 9,9 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Кількість води для приготування розчину ПАА:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{паа}} = (V_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} \cdot \rho_{\text{ПАА}} - Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}}) / 24$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{паа}} = (9,9 \cdot 1200 - 11,88) / 24 = 494,51 \text{ кг/год} = 0,49 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Сумарна витрата води на власні нестатки освітлювача:

$$V_{\text{в.н.}}^{\text{осв.}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{прод.}} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{в.м.}} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{ос}} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{паа}}$$

$$V_{\text{в.н.}}^{\text{осв.}} = 15,345 + 1,002 + 0,7028 + 0,49 = 17,5398 \text{ м}^3/\text{год.}$$

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Розрахунок механічних фільтрів

Необхідна площа фільтрування визначається за формулою [10]:

$$F' = \frac{Q_0}{\omega},$$

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

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

$$F' = \frac{(450 + 17,48) \cdot 1,1}{10} = 51,42 \text{ м}^2.$$

Виходячи з потреб експлуатаційної надійності, число одночасно працюючих фільтрів однакового діаметра приймається не менше трьох. Необхідна площа фільтрування кожного фільтра приймається за формулою [10]:

$$f' = \frac{F'}{n}$$
$$f' = \frac{51,42}{6} = 8,57 \text{ м}^2$$

Підбираємо площу фільтрів, що випускаються серійно заводами, з округленням отриманого значення у бік збільшення ($f > f'$) [12].

Необхідно встановити шість стандартних однокамерних фільтрів та один резервний площею фільтрування $f = 9,1 \text{ м}^2$, діаметром $D = 3400 \text{ мм}$, висотою шару 1000 мм .

Витрата води на розпушення кожного фільтра визначається за формулою:

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

де f – площа фільтрування кожного фільтра, м²;

i – інтенсивність розпушення фільтра, дм³/(с·м²);

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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$Q_{\text{відм}} = f \cdot \omega \cdot t_{\text{відм}} / 60 ,$$

де ω – швидкість фільтрування, м/год;

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

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

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

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

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

$$q_{\text{Г}} = (27,3 + 6,07) \cdot 2 \cdot 6 / 24 = 16,685 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

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

$$Q_{\text{в.н.}} = Q_0 + q_{\text{Г}},$$

$$Q_{\text{в.н.}} = 467,48 + 16,685 = 484,16 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Дійсна швидкість фільтрування при роботі усіх фільтрів дорівнює:

$$\omega_{\text{н}} = Q_{\text{в.н.}} / n / f ,$$

$$\omega_{\text{н}} = 484,16 / 6 / 9,1 = 8,87 \text{ м} / \text{год},$$

а під час вимикання одного з фільтрів на промивання:

$$\omega_{\text{н-1}} = Q_{\text{в.н.}} / (n - 1) \cdot f ,$$

$$\omega_{\text{н-1}} = 484,16 / (6 - 1) / 9,1 = 10,64 \text{ м} / \text{год}.$$

6.2 Розрахунок баків для приготування розчину соди

Розчин соди заготовлюють на 24 год. Об'єм 10%-го розчину соди:

$$V_{\text{с}}^{\text{доб}} = \frac{Q_{\text{с}}^{\text{доб}} \cdot 100}{1000 \cdot 10 \cdot \rho_{\text{с}}};$$

де $\rho_{\text{с}}$ – густина 10% розчину соди, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_c^{\text{доб}} = \frac{648,65 * 100}{10 * 1050} = 6,17 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}$$

Об'єм баку для 10%-го розчину соди визначають за формулою:

$$V_B = V_c^{\text{доб}} * 1,3;$$

$$V_B = V_c^{\text{доб}} * 1,3 = 6,17 * 1,3 = 8,02 \text{м}^3.$$

Встановлюють один бак для 10%-го розчину соди об'ємом 8 м³.

Об'єм баку для 5%-го розчину соди визначають за формулою:

$$V_B = 16,91 * 1,3 = 22 \text{м}^3;$$

Де $V_c^{\text{доб}}$ – витрата 5% розчину соди на добу.

Встановлено один видатковий бак для 5%-го розчину соди об'ємом 22 м³ і один резервний бак об'ємом 22 м³, який може бути використаний, як розчинний, так і видатковий.

6.3 Розрахунок установки для приготування розчину Ca(OH)₂

Для приготування розчину вапняного молока необхідно встановити вапногасилку, гідроциклон і циркуляційну мішалку.

Вибір вапногасилки здійснюється за кількістю сухого CaO, що необхідний для підлужування. Тому встановлено одну механічну лопатеву вапногасилку С-322, продуктивністю 1 т/год, з електродвигуном потужністю 4,5 кВт.

Вибір гідроциклону виконано по годинній витраті вапняного молока:

$$V_B^{\text{год}} = \frac{V_B^{\text{доб}}}{24};$$

$$V_B^{\text{год}} = \frac{24,34}{24} = 1,01 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

Прийнято до установки один гідроциклон, продуктивністю 8 м³/год.

Для вибору циркуляційної мішалки розрахуємо об'єм розчину Ca(OH)₂:

$$V_{\text{Ca(OH)}_2} = Q_B * 12 * 1,3 = 0,507 * 12 * 1,3 = 7,9 \text{м}^3$$

Встановлюємо одну циркуляційну мішалку об'ємом 8 м³.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6.4 Розрахунок установки для приготування розчину флокулянту

За результатами попередніх розрахунків приймаємо установку для приготування розчину ПАА типу УРП-2М продуктивністю 12 кг/год. Встановлюємо один бак-мішалку для 1%-ного розчину ПАА, об'ємом 10 м³.

Встановлюємо електродвигун до мішалки типу АО2-46-2, потужністю 4 кВт, n = 960 об/хв.

6.5 Розрахунок баку освітленої води

Бак освітленої води повинен забезпечити продуктивність установки в об'ємі:

$$V_{\text{Б}} = 484,16 * 1,3 = 629,4 \text{ м}^3$$

Слід встановити два баки освітленої води об'ємом по 320 м³.

6.6 Вибір насосного обладнання

Технологічні характеристики обраного насосного обладнання для даної технологічної схеми наведено в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Технологічні характеристики насосного обладнання [3]

Найменування	Кількість	Функціональне призначення	Тип насоса	Електродвигун
Насос-дозатор розчину соди	2 + 1р.	Дозування робочого розчину соди в освітлювач	НД400/16 Q = 0,4 м3/год H = 160 м.в.ст.	ВАО-21-4 N = 1,1 кВт n = 1500
Насос-дозатор розчину вапняного молока	2 + 1р.	Дозування робочого розчину вапняного молока в освітлювач	НД630/10 Q = 0,63 м3/год H = 100 м.в.ст.	ВАО-21-4 N = 1,1 кВт n = 1500
Насос-дозатор розчину флокулянту	2 + 1р.	Дозування робочого розчину флокулянту в освітлювач	НД1000/10 Q = 1,0 м3/год H = 100 м.в.ст.	ВЛО-31-4 N = 2,2 кВт n = 1500
Насос вапняного молока	1 + 1р.	Для перемішування і подачі з мішалок на всмоктування	СМ 100-65-250/4 Q=10÷60 м3/год	4АМ 132S4 N=7,5 кВт n=1450об/хв

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		насосів-дозаторів	H= 24÷18 м.в.ст.	
Насос освітленої води	1 + 1р.	Для перекачування води з баків на подальше очищення	IR4P Q = 450 м3/год H = 43 м	IES 6034-1 N = 7,5 кВт n = 1450 об/хв
Насос регене- ративних вод	1 + 1р.	Для подачі води з баку регенеративних вод в освітлювач	K65-50-160 Q=25м3/го д H=32 м.в.ст.	4AM 100L2 N=5,5 кВт n=3000 об/хв

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

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 так далі.

Комплексна автоматизація хімічних процесів забезпечує високу якість продукції, скорочення браку та відходів, зменшення витрат сировини та енергії, зменшення кількості основних працівників, зменшення капітальних витрат. Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря промисловими викидами [14].

7.1 Опис технологічної схеми відділення попереднього очищення природної води

Опис технологічної схеми відділення попереднього очищення природної води здійснено у розділі 4.

Запропонована технологічна схема відділення попереднього очищення природної води включає сучасні рішення щодо автоматизації технологічного процесу. Висока ефективність роботи запропонованої технологічної схеми та обладнання для очищення води досягається за рахунок використання технічних рішень і розробок, які відповідають міжнародному рівню.

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

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попереднього очищення природної води, його апаратного оформлення та норм технологічного режиму необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва [14], [15]:

- контроль та регулювання витрати води на вході до системи;
- контроль перепаду тиску на механічному фільтрі;
- контроль рівня в витратному баку розчину ПАА;
- контроль рівня в витратному баку розчину соди;
- контроль рівня в циркуляційній мішалці приготування вапняного молока;
- контроль рівня в баку освітленої води;
- контроль рівня в баку регенеративних вод;
- контроль рН в баку освітленої води.

Основні параметри контролю та регулюванням наведено в таблиці 7.1 [15].

Таблиця 7.1 - Параметри контролю та керування виробництвом

№ п/п	Найменування стадії процесу, місце заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норма технологічного режиму та допустимих відхилень	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Трубопровід подачі води на очищення	Витрата	10 м ³ /год	Контроль, регулювання

2	Механічний фільтр	Перепад тиску	-	Контроль
3	Бак освітленої води	Рівень	-	Контроль
4	Бак регенеративних вод	Рівень	-	Контроль
5	Витратний бак розчину ПАА	Рівень	-	Контроль
6	Циркуляційна мішалка розчину вапна	Рівень	-	Контроль
7	Витратний бак розчину соди	Рівень	-	Контроль
8	Бак освітленої води	pH	-	Вимірювання

7.3 Опис розробленої схеми автоматизації

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, що призначена вирішувати всі ці завдання. Схема автоматизації включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Для контролю і сигналізації температури води у трубопроводі 1о розроблено контур 1, що складається з первинного вимірювального перетворювача температури (поз. 1-1), вторинного показувального і реєструвального приладу з пристроєм сигналізації (поз. 1-2).

Контроль та регулювання витрати води у трубопроводі 1вх забезпечує контур 2, у трубопроводі 1о – контур 5, які мають у своєму складі первинний перетворювач витрати (поз. 2-2, 5-2), проміжний перетворювач (поз. 2-3, 5-3), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (поз. 2-3, 5-3), регулювальний блок (поз. 2-4, 5-4), пускач магнітний безконтактний реверсивний

(МП1, МП2), кнопка запобіжного вимикання (SA1, SA2) і виконавчий механізм (поз. 2-5, 5-5).

Контроль та сигналізацію рівня води у освітлювачі здійснює контур 4, у механічному фільтрі 4 – контур 9, у баку регенераційної води – контур 17, у витратному баку розчину ПАА 13 – контур 18, у циркуляційній мішалці вапняного молока 16 – контур 19, у витратному баку розчину коагулянту 18 – контур 20, які мають у своєму складі первинний вимірювальний перетворювач акустичного рівнеміра (поз. 4-1, 9-1, 17-1, 18-1, 19-1, 20-1), проміжний вимірювальний перетворювач акустичного рівнеміра (поз. 4-2, 9-2, 17-2, 18-2, 19-2, 20-2), вторинний показувальний і реєструвальний прилад вузькопрофільний з пристроєм сигналізації (4-3, 9-3, 17-3, 18-3, 19-3, 20-3).

Контроль та сигналізацію рівня води у баках вапнованої і освітленої вод 2 і 6 забезпечують контури 7 і 13, що містять у своєму складі пневматичний передавальний перетворювач (поз. 7-1, 13-1), пневмоелектричний перетворювач (поз. 7-2, 13-2), вторинний показувальний і реєструвальний прилад з пристроєм сигналізації (поз. 4-2, 13-1, 17-1).

Для контролю та сигналізації зміну тиску на механічному фільтрі розроблено контур 10, що складається з вимірювального перетворювача (поз. 10-1), вторинного показувального і реєструвального приладу з пристроєм сигналізації (10-2).

Контур 11 застосовують для контролю значення мутності води на виході механічного фільтра. Він містить первинний аналізатор каламутності води (поз. 11-1), блок вимірювальний аналізатора (поз. 11-2), вторинний показувальний і реєструвальний приладу (поз. 11-3).

Висновки щодо поставлених задач автоматизації:

У цьому розділі пояснювальної записки розроблено схему автоматизації процесу очищення води для потреб районної котельні.

Представлена схема автоматизації технологічного процесу дає можливість контролювати витрату води, що подається в освітлювачі і механічні фільтри; температуру вихідної води, що подається в освітлювачі; рівень води в

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

баках освітленої і регенеративної вод, витратних баках розчинів коагулянту і ПАА, циркуляційній мішалці вапняного молока; зміну тиску в механічному фільтрі і мутність води на виході з фільтра.

Специфікація на використані технічні засоби автоматизації наведена в додатку А.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 ЕКОНОМІКО-ОРГАНІЗАЦІЙНІ РОЗРАХУНКИ

Надійна і економічна робота обладнання можлива при забезпеченні відсутності внутрішніх відкладень на поверхнях нагрівання, зниженні до можливого мінімуму корозії конструкційних матеріалів.

Ці завдання вирішуються організацією раціонального водного режиму, що включає в себе належну обробку води в поєднанні з певними конструктивними заходами і відповідне очищення живильної води від наявних в них газоподібних і твердих домішок. Останні, можуть перебувати як в розчиненому, так і завислому стані.

Метою створення даного відділення є часткове пом'якшення води, зниження вмісту в ній Феруму, Силіцію і органічних речовин; зниження лужності і солевмісту вихідної води і видалення розчинної вуглекислоти. Це забезпечить якісну роботу і довгий термін експлуатації котельної установки.

8.1 Класифікаційні ознаки і організаційна структура відділення очищення води

Відділення очищення води для потреб районної котельні є приватним і за видом економічної діяльності як ціле підприємство належить до секції Е – Водопостачання; каналізація, поводження з відходами. Код КВЕД 2010-2016: Розділ 36 – Забір, очищення та постачання води.

Класифікаційні ознаки відділення у складі приватного підприємства:

- а) за формою власності – приватне;
- б) за спеціалізацією – вузькоспеціалізоване;
- с) за ресурсами – матеріаломістке;
- д) за масштабом виробництва – масове;
- е) за потужністю – середнє;
- ф) за чисельністю персоналу – мале;
- г) за вартістю випущеної продукції – середнє.

Організаційна структура підприємства складається з наступних посад:

- Головний технолог (1);
- Інженер (1);

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Технолог (1);
- Завідуючий складом (1);
- Апаратник (4);
- Лаборант (4);
- Прибиральниця (2).

Організаційна структура відділення зображена на рисунку 8.1.

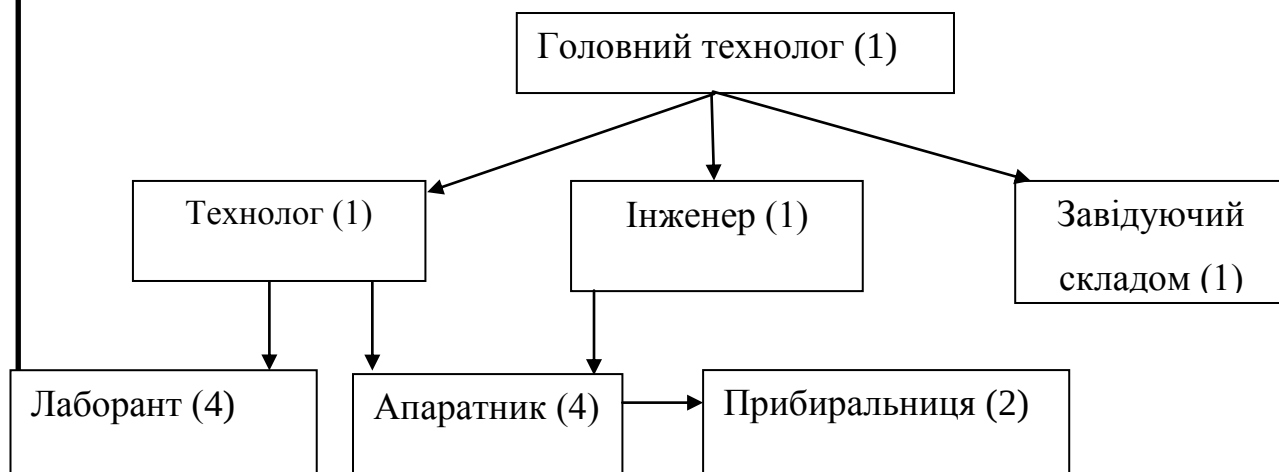


Рисунок 8.1 – Організаційна структура відділення

8.2 Технологічна підготовка виробництва

8.2.1 Класифікація виробничих процесів

Виробничі процеси відділення поділяються на:

А) Основні:

- Закупівля і транспортування реагентів;
- Підготування та налаштування обладнання; організація роботи;
- Приготування і дозування розчинів вапняного молока, соди і ПАА;
- вхідний контроль концентрації реагентів;
- Освітлення води;
- Проміжний контроль якості води після освітлювачів;
- Фільтрування води в механічних фільтрах;
- Вихідний контроль якості води;
- Промивання і регенерація механічних фільтрів.

Б) Допоміжні:

- Зберігання реагентів на складі.

В) Бічні:

– Утилізація і переробка шламу.

8.2.2 Вид руху предметів праці

Тривалість основних технологічних стадій наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.1 – Тривалість основних технологічних стадій відділення

№	Стадія	Час, хв
1	Приготування розчинів реагентів	30
2	Освітлення води	60
3	Фільтрування на механічних фільтрах	60
4	Промивання і регенерація фільтрів	30

Відділення працює 7 днів на тиждень, режим роботи – безперервний, тривалість зміни – 8 год/день. Для даного відділення обрано синхронізований ВРПП з постійним ритмом процесу.

Графік синхронізованого ВРПП для відділення наведено на рисунку 8.2.

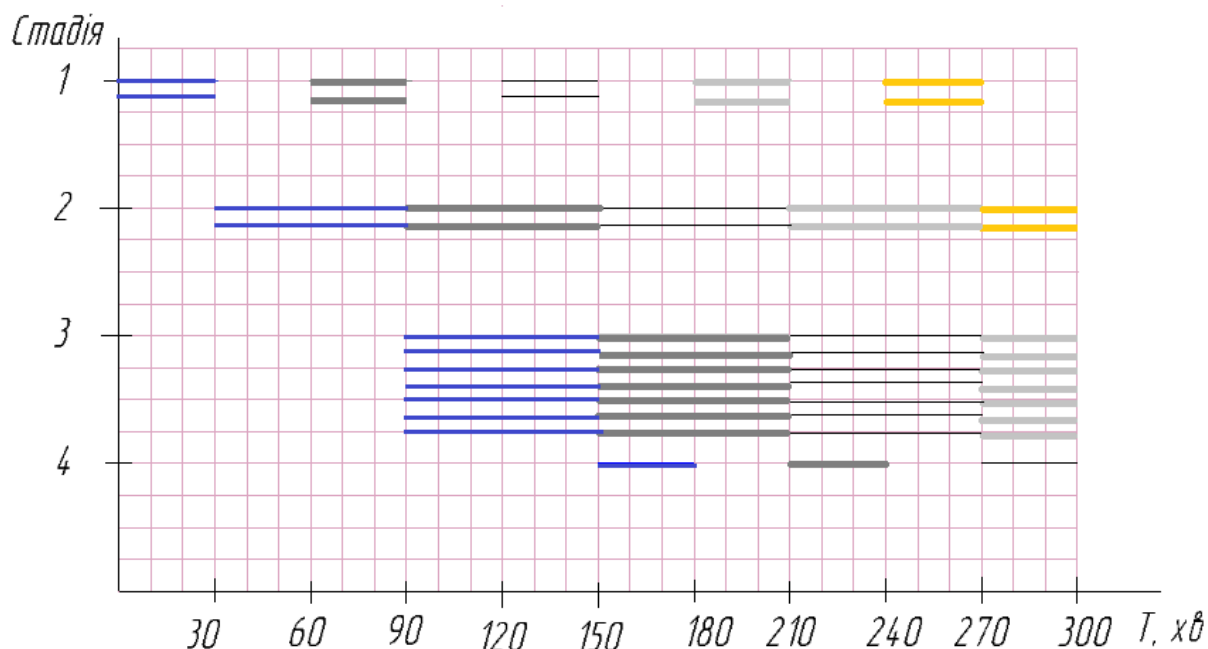


Рисунок 8.2 – Графік синхронізованого ВРПП

За один виробничий цикл очищається 450 м³ води (без врахування води на власні потреби виробництва). Для синхронізованого ВРПП річний випуск розраховують за формулою синхронізованого:

$$24 \cdot 365 = (30 + 60 + 60 + 30_{\text{хв}}) + 60 \cdot (B - 1)$$

$$8760 - 3 = 1(B - 1)$$

$$B = 8758 \text{ завантажень}$$

$$B = 8758 \cdot 450 \text{ м}^3 = 3\,941\,100 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Ритм виробничого циклу для даного ВРПП становить:

$$R = \frac{T_p}{B_{\text{річн}}} = \frac{365 \cdot 24}{3941100} = 0,002 \frac{\text{год}}{\text{м}^3};$$

де T_p – тривалість роботи відділення протягом року.

Тривалість виробничого циклу для синхронізованого ВРПП відділення:

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{синх}} = \sum t_i + R \cdot (B - 1) = 3 + 0,002 \cdot (2942000 - 1) = 7887 \text{ год};$$

де $\sum t_i$ – тривалість стадій відділення, год.

8.2.3 Розрахунок кількості одиниць обладнання, чисельності персоналу.

Графік роботи і графік змінності персоналу

Відділення очищення води працює безперервно, 365 днів по 24 год/день. Графік роботи працівників – по 8 год/день, всі працівники, окрім апаратників і лаборантів, працюють в 1 зміну, вихідні – субота і неділя.

Для забезпечення безперервної технологічної схеми апаратники і лаборанти працюють в 3 зміни по 8 год/день. Для побудови графіку змінності для апаратників і лаборантів відділення необхідно розрахувати кількість бригад.

Тривалість роботи відділення за рік:

$$T_{\text{відд}}^{\text{рік}} = T_p \cdot D_p \approx 24 \cdot 365 = 8760 \text{ год};$$

де T_p – тривалість роботи відділення, год/день; D_p – кількість днів роботи відділення за рік.

Тривалість роботи працівника відділення:

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

де $T_{\text{св}}$ – тривалість свят у році (11 днів); $T_{\text{св}}^*$ – кількість свят, що не співпадають з вихідними днями (8 днів); 1 – кількість спарених свят.

Кількість бригад:

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

Графік змінності відділення для апаратників і лаборантів наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2 – Графік змінності відділення для апаратників і лаборантів

День	П	В	С	Ч	П	С	Н	П	В	С	Ч	П	С	Н	П	В
Бригада	Н	Т	Р	Т	Т	Б	Д	Н	Т	Р	Т	Т	Б	Д	Н	Т
I	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В
II	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	1	1	1	1	В
III	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2
IV	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3

Фактична тривалість роботи апаратників і лаборантів відділення:

$$T_{\text{прац}}^{\Phi} = \frac{365}{T_{\text{зм/об}}} * \left(T_{\text{зм/об}}^{\text{зм}} - T_{\text{вих}} \right) * t_{\text{зм}} = \frac{365}{16} * (16 - 4) * 8 = 2190 \text{ год};$$

де $T_{\text{зм/об}}$ – тривалість змінообороту, що визначено за таблицею 8.2.

Тривалість перепрацювання одиничним працівником:

$$T_{\text{перепр}}^{\text{од.прац}} = T_{\text{прац}}^{\Phi} - T_{\text{прац}}^{\text{н}} = 2190 - 2016 = 174 \text{ год.}$$

Чисельність працівників за списком – 14 осіб.

Чисельність працівників явочна:

$$Ч_{\text{яв}} = \frac{Ч_{\text{сп}}}{K_{\text{пер}}} \cdot \frac{8}{4} * 3 + \frac{6}{1} = 12 \text{ осіб};$$

де $K_{\text{пер}}$ – коефіцієнт перерахунку, для апаратників і лаборантів – 4, а для інших працівників – 1.

Таблиця 8.3 – Графік змінності відділення працівників, окрім апаратників і лаборантів

День	пн	вт	ср	чт	пт	сб	нд	пн	вт	ср	чт	пт	сб	нд	пн	вт
Бригада																
Гол.техн	1	1	1	1	1	В	В	1	1	1	1	1	В	В	1	1
Инженер	1	1	1	1	1	В	В	1	1	1	1	1	В	В	1	1
Технол.	1	1	1	1	1	В	В	1	1	1	1	1	В	В	1	1
Завід. склад.	1	1	1	1	1	В	В	1	1	1	1	1	В	В	1	1
Приби- ральн.	1	1	1	1	1	В	В	1	1	1	1	1	В	В	1	1

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 проводять вхідний, проміжний та вихідний контролю. Контроль усіх видів проводять лаборанти. Для аналізу застосовують хімічні методи, а саме лаборант виконує якісний та кількісний аналіз домішок в сировині. Воду перевіряють на рН, твердість, вміст завислих речовин. В таблиці 8.4 наведено дані про технічний контроль якості. Об'єкт для вхідного контролю – це вода з баку, яку щойно отримали. Сировина піддається контролю одразу після доставки. Отримані дані записують до відповідного журналу і оформлюють звіт для головного технолога. Об'єкт для проміжного контролю якості – це розчин флокулянту який. Результати записуються в базу даних ПК та у журнал поточного контролю. Об'єкт заключного контролю якості - це пом'якшена вода після освітлення.

Проводиться аналіз на рН, вміст завислих речовин, солей Ca^{2+} і Mg^{2+} .

Характеристика контролю якості:

- за технічним рівнем усі стадії контролю – ручні;
- за параметрами, що визначаються, - якісний та кількісний аналіз;
- за ступенем охоплення об'єктів – поопераційний.

Таблиця 8.4 – Технічний контроль якості сировини та продукції

Вид контролю	Об'єкт контролю	Суб'єкт	Параметри	Реактиви
Вхідний	Вода з джерела	Лаборанти	Твердість, надлишок лугу, прозорість, рН	НСІ, Трилон Б, індикатор (м/о і ф/ф), ацетатний буфер, персульфат амонію.
Проміжний	Розчин флокулянту	Лаборанти	Концентрація	Концентрацію флокулянта визначають за градувальним графіком, який будують на підставі вимірів фільтрованості розчинів, що містять відомі кількості поліакриламіда
Заключний	Вода після освітлення	Лаборанти	рН, солевміст, кількість завислих часток, твердість	Трилон Б, індикатори

8.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

8.3.1 Склад основних фондів

Основні фонди – засоби праці, які використовуються багаторазово, не змінюють свою натуральну форму тривалий час, а їх вартість враховується у вартості готової продукції частинами [13].

До основних фондів належать:

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- будівлі і споруди;
- машини та обладнання;
- виробничий і господарський інвентар;
- нематеріальні активи.

Вартість основних фондів відділення наведено в таблиці 8.5.

Таблиця 8.5 – Вартість основних фондів відділення

Вартість основних фондів	Ціна, грн		
Обладнання	Кількість	Ціна/один.	Всього
Освітлювач	3	750000	2250000
Механічний фільтр	7	500000	3500000
Витратний бак розчинів реагентів	3	30000	90000
Бак освітленої води	1	45000	45000
Бак регенеративних вод	1	45000	45000
Насос	17	45000	765000
Реактор	1	50000	50000
Теплообмінник	1	35000	35000
Сушильна шафа	1	12000	12000
Витяжна шафа	1	20000	20000
Ваги	1	10000	10000
pH-метр	1	5000	5000
ФЕК	1	50000	50000
Засоби автоматизації	700000		
Трубопроводи	200000		
Транспорт для перевезень	1000000		
Лабораторний інвентар	1000000		
Виробничий і господарчий інвентар	300000		
Приміщення	400000		
Нематеріальні активи	50000		
Всього	10527000		

Амортизаційні відрахування розраховуються за формулою:

$$A = \frac{З_{\text{облад/маш}}}{T_{\text{експ}}} + \frac{З_{\text{інвен}}}{T_{\text{експ}}} + \frac{З_{\text{нем/акт}}}{T_{\text{експ}}} + \frac{З_{\text{спор/буд}}}{T_{\text{експ}}};$$

де $З_{\text{облад/маш}}$, $З_{\text{інвен}}$, $З_{\text{нем/акт}}$, $З_{\text{спор/буд}}$ – вартість обладнання і машин, інвентарю, нематеріальних активів, споруд і будівель відповідно;
 $T_{\text{експ}}$ – термін експлуатації основних фондів.

$$A = \frac{6877000 + 700000 + 200000 + 1000000}{10} + \frac{300000 + 1000000}{5} + \frac{50000}{5} + \frac{400000}{20} = 1167700 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Вартість основних фондів:

$$\begin{aligned} \text{ОФ} &= 6877000 + 700000 + 200000 + 1000000 + 300000 + 1000000 + \\ &50000 + \\ &+ 40000 = 10167000 \text{ грн.} \end{aligned}$$

8.3.2 Вартість оборотних засобів відділення .

Оборотні засоби – це матеріальні цінності, грошові засоби, які знаходяться у розпорядженні підприємства, використовуються у процесі виготовлення продукції повертаються підприємству у ході її продажу [13].

До оборотних засобів даного виробництва належать:

1. Розрахунки (гроші у будь-якому вигляді)
2. Оборотні фонди, до яких належать:

- сировина і матеріали;
- електроенергія;
- паливо;
- запасні частини та матеріали.

Розрахунок витрати сировини за рік:

Вихідною сировиною є вода з природнього джерела (річки). У якості реагентів у процесі реагентного очищення природної води використовуються сода, вапно, поліакриламід (флокулянт), а також використовується вода, яка

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

йде на реагентне господарство. Оцінку вартості допоміжних процесів при реагентному очищенні наведено в таблиці 8.6.

Таблиця 8.6 – Витрата та вартість реагентів та сировини у реагентному господарстві попереднього очищення

Реагент	Витрата, т	Ціна на ринку, грн./т	Вартість, грн./рік
Кальцинована сода ГОСТ 5100-85	90,192	3400	306652,8
Вапно гашене ГОСТ 9179-77	543,485	1200	652182
Поліакриламід (ПАА)	3,8016	25000	95 040
Чиста вода на реагентне господарство	91542	1,16	106 188,72
Антрацит	350	2000	700000
Всього			1860063,52

Оплата електроенергії здійснюється за подвійними тарифами. Денна оплата здійснюється з 7:00 до 23:00 год, нічна – з 23:00 до 7:00 год. Вартість електроенергії відповідно становить 1,50 кВт/год і 0,60 кВт/год. За одну го- дину у відділені споживається 150 кВт/год електроенергії.

Вартість спожитої електроенергії у відділенні:

$$C_{\text{елек/ен}}^{\text{ден.час}} = P_{\text{відд}} * \frac{C_{\text{елек}}^{\text{ден.час}}}{\text{ен}} * T_{\text{р}}^{\text{ден.час}} * D_{\text{р}} = 150 * 1,5 * 16 * 365$$

$$= 1314000 \text{ грн/рік}$$

$$C_{\text{елек}}^{\text{ніч.час}} = P_{\text{відд}} * \frac{C_{\text{елек}}^{\text{ніч.час}}}{\text{ен}} * T_{\text{р}}^{\text{ніч.час}} * D_{\text{р}} = 150 * 0,6 * 8 * 365 = 262800 \text{ грн/рік}$$

$$C_{\text{елек/ен}} = C_{\text{елек/ен}}^{\text{ден.час}} + C_{\text{елек}}^{\text{ніч.час}} = 1314000 + 262800 = 1576800 \text{ грн/рік}$$

Витрати на теплову енергію:

Середня норма теплотрат становить 0,12 Гкал на 1 м² в рік протягом опалювального періоду. Площа приміщення становить 2500 м²

На обігрів приміщення споживається тепла – 2500*0,12= 300 Гкал/рік

Тарифна ставка на теплову енергію з травня 2017 року – 1618,76 грн/Гкал

$$V_{\text{теп}} = 300 \cdot 1618,76 = 485628 \text{ грн/рік.}$$

Вартість заробітної праці працівників відділення наведено в таблиці 8.7.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 8.7 – Заробітна плата (ЗП) працівників відділення

Посада	Кількість	ЗП за місяць	ЗП за рік
Головний технолог	1	10000	120000
Інженер	1	9000	108000
Технолог	1	8500	102000
Завідувач складу	1	6500	78000
Апаратник	4	6000	312000
Лаборант	4	4500	234000
Прибиральниця	2	3200	76800

Фонд оплати праці становить:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування} = 1030800 \cdot 1,22 = 1257576 \text{ грн/рік}$$

Вартість оборотних засобів підприємства:

$$\text{ОбЗ} = \text{В}_{\text{сиров}} + \text{Ц}_{\text{сел}} + \text{ФОП} = 3941100 + 1576800 + 1200480 = 6718380 \text{ грн/рік.}$$

Розрахунок техніко-економічних показників

За рік фактично випускається $3941100 \text{ м}^3/\text{рік}$.

Собівартість:

$$\text{С} = \text{А} + \text{ОбЗ} = 1167700 + 6718380 = 7\,886\,080 \text{ грн/рік.}$$

Собівартість 1 м³ очищеної води:

$$\text{С}_{\text{куб.м}} = \frac{\text{С}}{\text{В}} = \frac{7\,886\,080}{3941100} = 2,0 \text{ грн/м}^3$$

Капіталовкладення:

$$\text{К} = \text{ОбЗ} + \text{ОФ} = 7\,886\,080 + 10167000 = 18053080 \text{ грн}$$

Ринкова ціна на на воду після відділення попереднього очищення – $2,55 \text{ грн/м}^3$.

$$\text{Ц} = 2,85 \cdot 3941100 = 10049805 \text{ грн/рік.}$$

Прибуток:

$$\text{П} = \text{Ц} - \text{С} = 10049805 - 7\,886\,080 = 2163725 \text{ грн.}$$

Рентабельність продукту:

$$\text{Р} = \frac{\text{П}}{\text{С}} = \frac{2163725}{7\,886\,080} 100\% = 27,4 \%$$

Період повернення капіталовкладень:

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = \frac{K}{\Pi} = \frac{18053080}{2163725} = 8,34 \text{ років}$$

Ефективність підприємства:

$$E = \frac{\Pi}{K} = \frac{2163725}{18053080} = 0,12 \text{ або } 12 \%$$

Фондовіддача:

$$\Phi B = \frac{B}{OF} = \frac{3941100}{10167000} = 0,3876 \text{ грн/грн.}$$

Фондоємність:

$$\Phi \epsilon = \frac{1}{\Phi B} = \frac{1}{0,3876} = 2,58 \text{ грн/грн}$$

Висновки щодо поставлених задач економічних розрахунків:

В даному розділі пояснювальної записки проведено економічно-організаційні розрахунки методу вапняно-содової попередньої очистки води з використанням флокулянту .

В результаті для даного відділення обрано синхронізований ВРПП; проведено розрахунок кількості одиниць обладнання і чисельності персоналу; наведено графік роботи і графік змінності персоналу, порядок технічного контролю якості відділення; розраховано основні техніко-економічні показники відділення.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

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

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

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

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

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

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.3.042-99 роботи, що виконуються у проектному відділенні, за витратами фізичної енергії відносяться до категорії середньої важкості II б. В таблиці 9.1 наведено санітарні норми мікроклімату виробничого приміщення для даної категорії робіт й двох періодів року [15].

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

Для нормалізації мікроклімату слід застосувати механічну загальнообмінну припливну вентиляцію. Механічна місцева витяжна вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація – передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

У таблиці 9.1 наведені прийняті проектом значення параметрів мікроклімату для двох періодів року [16].

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коротка санітарна характеристика відділення, що проектується, наведено в таблиці 9.2.

Таблиця 9.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

Період року	Температура, °С		Вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальні	допустимі	оптимальна	допустима	оптимальні	Допустимі
Теплий	21-23	17-27	40-60	>65	0,3	0,2-0,4
Холодний	18-20	15-23	40-60	75	0,2	>0,3

Таблиця 9.2 – Коротка санітарна характеристика відділення

Назва дільниці	Відділення освітлення	
Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	Негашене вапно, пошкодження пакування	
Група шкідливої речовини, характеристика шкідливої дії	Подразнюючі. Може викликати подразнення шкіри і слизової оболонки ока	Подразнюючі. Пил поступає в організм через органи дихання і викликає подразнення дихальних шляхів
ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	1	0,5
Клас небезпечності шкідливої речовини	II	III
Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Гумові рукавиці, захисний халат, респіратор РПГ-67, захисні окуляри ОП-1	Гумові рукавиці, захисний халат, респіратор ШБ-1, захисні окуляри ОП-1
Засоби до лікарської допомоги	Видалити частини вапна, ушкоджене місце обробити і закрити рану марлевою пов'язкою. Категорично забороняється промивати рану водою.	Уражену ділянку промити водою.

Для підтримання оптимальних умов, згідно ДСН 3.6.042-99, у відділенні освітлення передбачено центральну систему водяного опалення.

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони (стіни, підлога, стеля), технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування конструкцій не повинна перевищувати оптимальних величин температури повітря на робочих місцях більше, аніж на 2 °С:

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

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптимал.температ.}} + 2 ^\circ\text{C} = 25 + 2 = 27 ^\circ\text{C},$$

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

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптимал.температ.}} + 2 ^\circ\text{C} = 24 + 2 = 26 ^\circ\text{C},$$

Для забезпечення нормальних метеорологічних умов і підтримання теплової рівноваги між теплом людини і оточуючим середовищем в цеху застосовується ряд засобів, основні з яких наступні [17]:

- механізація та автомеханізація важких і працемістких робіт, виконання яких супроводжується надмірним теплоутворенням в організмі;
- раціональне розміщення і теплоізоляція обладнання, апаратів, комунікацій та інших джерел, випромінюючих на робочому місці тепло;
- для попередження переохолодження і простудних захворювань, працівників при вході до цеху, тумби або повітряні теплові завіси.

Нормальні санітарно-гігієнічні умови забезпечуються загальнообмінною природною вентиляцією у відповідності до СНиП 2.04.05-84 та підтриманням нормальної температури, вологості та чистоти приміщення [18]. Застосовується схема вентиляції згори – донизу. Для підтримання нормальної температури та вологості будуть використовуватись кондиціонери. Передбачена система повітряного опалення, теплові завіси у дверях і на воротах, для підтримання оптимальних умов.

9.1.2 Виробниче освітлення

У приміщенні цеху передбачено використання природного, штучного та суміщеного освітлення. Передбачено комбіноване штучне освітлення.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 роботи в цеху за зоровими умовами відносять до IVa розряду – середньої точності.

В таблиці 9.2 наведені значення параметрів освітленості робочих місць, зазначених проектом [17].

Таблиця 9.2 – Нормативні значення освітлення

Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Штучне освітлення, лк		Природне освітлення, КПО, %
		комбіноване	загальне	Бокове
Середньої точності	IVa	750 ÷ 300	300 ÷ 150	1,5

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

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m,$$

де F – світловий потік однієї лампи, лм;

E – нормована освітлюваність, E = 500 лк;

S – площа приміщення, S = 55 м²;

z – поправочний коефіцієнт світильника, z = 1,25;

k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при експлуатації, k = 1,1;

n – кількість світильників, n = 8;

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

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

Тож необхідний світловий потік однієї лампи:

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m = 500 \cdot 55 \cdot 1,25 \cdot 1,1 / 8 \cdot 0,6 \cdot 2 = 3939 \text{ лм.}$$

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

$$W = P \cdot n \cdot m, \text{ де}$$

W – потужність освітлювальної системи, Вт;

P – потужність (65 Вт) однієї лампи;

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

Для дотримання норм освітленості, меншої втомлюваності працівників, підвищення рівномірності розподілення яскравості, стелю та стіни фарбують в білий колір, виробниче обладнання – в світло-зелений тон, частини, що рухаються – в світло-жовтий, а закриті механізми – в яскраво-червоний колір. При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

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

9.1.3 Захист від виробничого шуму і вібрації

У відділі попереднього очищення води цеху водопідготовки основними джерелами шуму є мішалки, освітлювачі та насоси. Джерелом шуму є електроприводи обладнання. Згідно ДСН 3.3.6.037 – 99, допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях не повинен перевищувати 80 дБА [18]. Фактичний рівень складає 70 дБА, що задовольняє вимогам.

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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

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

9.1.4 Електробезпека

Ураження людини електричним струмом може відбутися в наступних випадках:

—при однофазному (одноразовому) дотику ізольованого від землі людини до неізовльованих струмоведучих частин електроустановок, що знаходяться під напругою;

—при одночасному дотику людини до двох неізовльованих частин електроустановок, що знаходяться під напругою;

—при наближенні людини, неізовльованої від землі, на небезпечну відстань до струмоведучих, не захищених ізоляцією частин електроустановок, що знаходяться під напругою;

—при дотику людини, не ізовльованої від землі, до не струмоведучих металевих частин (корпусів) електроустановок, які опинилися під напругою через замикання на корпусі;

—при звільненні іншої людини, що знаходиться під напругою.

Живлення електроустаткування здійснюється від 4-х провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти із глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В [17].

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно ГОСТ 12.1.038-82 для змінного струму гранично припустимі значення напруги дотику та струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі роботи електрообладнання:

$$U_{\text{дот}} = 36 \text{ В}, I_{\text{л}} = 6 \text{ мА}, \text{ при контакті більше } 1 \text{ с};$$

при нормальному режимі роботи:

$$U_{\text{дот}} = 2 \text{ В}, I_{\text{л}} = 0,3 \text{ мА}, \text{ при часі дії до } 10 \text{ хв/добу}.$$

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

Струм, що проходить через тіло людини в цьому випадку, складе:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\text{ф}} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_0}, \text{ мА},$$

де $R_{\text{л}} = 2..4 \text{ кОм}$ – опір тіла людини;

$R_0 = 4 \text{ Ом}$ – опір нейтралі заземлення;

$U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$ – фазова напруга.

$$I_{\text{л}} = \frac{200 \cdot 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ А}.$$

Розрахуємо допустиму напругу дотику ($U_{\text{д}}$):

$$U_{\text{д}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} \cdot 10^3, \text{ В}.$$

$$U_{\text{д}} = 0,05 \cdot 4 \cdot 10^3 = 220 \text{ В}.$$

Отже, як бачимо, розраховані значення $I_{\text{л}}$ і $U_{\text{д}}$ значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що припорушенні вимог правил будови електрообладнання у приміщенні лабораторії можливі електротравми з тяжкими наслідками.

З метою дотримання правил електробезпеки у проекті передбачено наступні технічні засоби колективного та індивідуального захисту [16]:

- занулення;
- ізоляція електропроводки;
- електрозахисні засоби (взуття персоналу на гумовій підшві, діелектричні рукавички, інструмент з ізолюючими ручками);

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- блокування;
- попереджувальна сигналізація;
- знаки безпеки;
- попереджувальні плакати.

Електробезпека забезпечується недосяжністю електричних ланцюгів, застосуванням механічних загороджень та подвійної ізоляції.

9.1.5 Безпека технологічного процесу і обслуговування обладнання

При очищенні стічних вод методом коагуляції найбільш небезпечними є процеси фільтрування під тиском, а також процес гасіння вапна [17].

Основними причинами створення аварійних ситуацій можуть бути:

- зміна співвідношення реагентів;
- потрапляння до апарату сторонніх речовин;
- зміна співвідношення вихідних речовин;
- порушення режиму подання стічної води;
- механічне пошкодження реакційної апаратури, через недбале її використання, може призвести до вибуху всієї системи;
- відмова сигналізації на вакуумному клапані, може призвести до потрапляння вогне-, вибухонебезпечних та інших отруйних речовин до вакуумної системи;
- пошкодження насосів (в результаті кавітації, гідравлічного удару);
- відмова засобів автоматизації може привести до зміни співвідношення компонентів, або швидкості додавання одного з компонентів, що веде до зростання температури.
- відмова технологічного обладнання може призвести до зупинки перемішування мішалки;

Для забезпечення безпеки процесу передбачені наступні заходи:

- комплексна механізація і автоматизація виробництва;

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- застосування засобів колективного захисту працівників (апарати обслуговуються робочими, які працюють в респіраторах типу РПГ-67-А, вогнетривких халатах та рукавицях із термозахисного матеріалу);
- термоізоляція обладнання (реактори передбачено застосовувати з рубашками);
- герметизація обладнання;
- своєчасне видалення відходів виробництва, які є можуть бути джерелом потенційно небезпечних виробничих факторів;

Безпека виробничого обладнання забезпечується:

- заміною шкідливих та пожежонебезпечних речовин на більш безпечні;
- використанням засобів механізації, автоматизації та дистанційного керування;
- включенням вимог безпеки у технічну документацію з монтажу, експлуатації, ремонту і зберігання обладнання.

9.2. Пожежна безпека

Причинами пожежі в цеху можуть бути:

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

Протипожежними заходами є:

- встановлення плавких запобіжників;
- використання стрижньових блискавковідводів.

Будівля корпусу хімічного цеху, де знаходиться відділення попереднього очищення води, 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

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 стрижньовим блискавковідводам. В цеху для пригнічення пожежі передбачено сухий пісок, азбестові ковдри, порошкові вогнегасники, які є найбільш універсальними по області застосування й по робочому діапазоні температур. В приміщенні є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

Засоби пожежогасіння, протипожежний інвентар повинні знаходитися в справному стані і бути пофарбовані в червоний колір.

Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів наведено у таблиці 9.3 [18, 19].

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

- наведено оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення;

- створено сприятливу для роботи систему освітлення, а також проведено розрахунок системи загального електричного освітлення цеху методом коефіцієнта використання світлового потоку;

- передбачено застосування засобів захисту від виробничого шуму та вібрацій;

- наведено перелік електрозахисних засобів колективного та індивідуального захисту;

- вжито всіх можливих заходів щодо безпеки технологічних процесів та обслуговування обладнання;

- з метою дотримання правил пожежної безпеки проведено ряд заходів відповідного захисту.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.3 – Показники пожежо- та вибухонебезпечності речовин та матеріалів.

Приміщення цеху			1	Назва дільниць, приміщень, зовнішніх установок
Дерево, гума	Машинне масло	Гетінакс	2	Речовини, що мають обіг у виробн. ГОСТ
Твердий матеріал	Рідке	Твердий матеріал	3	Агрегатний стан речовин в норм, умовах
Горючий	Горючий	Важко горючий	4	Горючість. Займистість
210-270	200	-	5	Показники пожежо- і вибухо-небезпечності, °С
210-270	160-191	285	6	
260	380	480	7	
-	0,8	-	8	Межа запалення
-	0,85 ₁	-	9	
-	П6	-	10	Вибухо-небезпечні суміші з повітрям
-	T-2	-	11	
ВП-10	Пінний вогнегасник	Вода, вогнегасники вуглекислотні ВВ-5	12	Вогнегасні засоби
В	В	В	13	Категорія приміщення за ОНТП 24-86
2	2	2	14	Клас приміщення /зона/ і зовнішніх установок згідно з ПУЕ
II-B	III-A		15	Категорія об'єкта і тип зони захисту щодо влаштуванню блискавкозахисту згідно з СН 305-77

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

Відділення є маловідходним, основний забруднювач – шлам, що утворюється в процесі освітлення, відноситься до IV класу небезпеки відходів, рівень небезпечності – малонебезпечний.

Метою даного розділу є аналіз джерел шкідливих відходів, які утворюються під час роботи підприємства і знайти рішення, які забезпечать їх екологічну утилізацію або доведення значень до рівня ГДК.

10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються

Для здійснення процесу пом'якшення застосовуються наступні реагенти: сода Na_2CO_3 , вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і флокулянт поліакриламід (ПАА). Утворені пластівці адсорбують на своїй поверхні колоїдні речовини і виділяються при цьому у вигляді аморфного осаду (шламу). Цей осад представляє собою пластівці неправильної форми з рихлою сітчастою структурою і розмірами від декількох мікрометрів до декількох міліметрів. Вологість осаду складає 96 – 99,99%.

Оскільки компонентами такого осаду є продукти гідролізу хімічних реагентів в поєднанні з забруднюючими домішками і він містить значну кількість води, що знаходиться в різних зв'язаних формах з компонентами осаду, то виникає необхідність його утилізації.

Таким чином, основними відходами виробництва є вода після промивки освітлювальних фільтрів та шламіві води, які утворюється при промиванні освітлювачів. Небезпеку для навколишнього середовища становлять великі накопичення шламу і необхідність його складування у поверхневих шламосховищах.

Шламіві води освітлювачів відводяться більш-менш постійно, щодоби в кількості 1-3% від обсягу обробленої води. Вони містять 0,5 – 2,0% (по масі) сухого шламу і направляються в спеціальні ущільнювачі для збільшення концентрації сухої речовини в шламі до 5% і більше (відстоювання протягом 1-2 діб). Освітлена вода може направлятися до освітлювача або на механічні фільтри, а ущільнений шлам – на вакуумні,

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рамні або інші фільтри або на фільтрпрес. Фільтрат після спеціальних фільтрів для зневоднення шламу повинен повертатися на механічні зернисті фільтри ВПУ. Утилізація продувних вод попереднього очищення повинна бути повна.

Кількість шламу, що утворюється в освітлювачах при пом'якшенні води, визначається залежно від якості вихідної води і схеми її обробки.

Кількість шламу, що утвориться при вапнуванні з коагуляцією, визначається за рівнянням [3]:

$$Q_{\text{ш.}} = C_{\text{зв.р.}} + 50 \cdot (ЖCa^{6+} + Дв.) + 56 \cdot \alpha_{\text{д.}} \cdot Дв. + 53 \cdot Дс. ,$$

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

$\alpha_{\text{д.}}$ – кількість домішок у вапняному молоці, що дозується (20-50%), частки од. [9].

$$Q_{\text{ш.}} = 141 + 50 \cdot (119,4/20,04 + 212,89/56) + 56 \cdot 0,5 \cdot 3,8 + 53 \cdot 1,41 = 845,3 \text{ г/м}^3.$$

Вміст шламу після освітлювача при нормальних умовах експлуатації не повинний перевищувати 10 – 12 мг/дм³. Після освітлювачів, як правило, оброблювана вода поступає на освітлювальні фільтри для повного видалення завислих речовин.

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

Аналіз літературних даних дозволив визначити перелік існуючих технологічних схем поводження (переробка, використання, утилізація) зі шламовими відходами водоочищення після пом'якшення. Для збереження і ліквідації шламу пропонується:

1) видалення в навколишнє середовище (скидання в водойми);

2) збереження (складування на шламосховищах);

3) захоронення:

– захоронення на обладнаних полігонах;

- складування після термічної обробки в герметичних сховищах-реакторах;

– підземне захоронення в глибоких горизонтах на платформі;

4) знешкодження, ліквідація:

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- термічний піроліз;
- спалювання.

Реалізація перерахованих схем поводження з відходами створює проблеми екологічного характеру. Безпосереднє скидання шламу установок водоочищення в водойми може призвести до порушення екологічної рівноваги в водних екосистемах. При цьому при коливаннях рН шламової пульпи в межах $< 6,5$ або $> 8,5$ обов'язковим є нейтралізація шламових вод.

В даний час в Україні шламові відходи переважно зберігають в шламонакопичувачах. Однак на більшості підприємств енергетики склалася критична ситуація зі складуванням шламів у зв'язку з вичерпаним ресурсом шламонакопичувачів.

Окремими фахівцями пропонується застосування термічної обробки шламів з наступним їх складуванням в сховищах-реакторах. Однак, цей метод потребує значних капітальних витрат.

Також пропонується на родовищах корисних копалин використовувати метод підземного захоронення шламів. Даний спосіб поховання відходів потребує докладних дослідженнях структурних особливостей геологічної будови і тектонічних характеристик територій.

Високотемпературні процеси знешкодження, спалювання шламів сприяють механічному й тепловому забрудненню атмосферного повітря за допомогою виробничих викидів. Більш раціональними в практичному застосуванні з позицій ресурсо- та енергозбереження є технології повторного використання ресурсоцінних компонентів шламів в різних виробничих циклах. Однак цей метод обмежений у застосуванні умовою використання твердого палива та ускладнює подальшу очистку стоків від грубодисперсних речовин, що призводить до перевитрати реагентів і збільшення обсягів сольових скидів. Також нераціональним є використання шламової пульпи для нейтралізації кислих стоків, а також видалення зі стічних вод іонів важких металів шляхом утворення нерозчинних сполук, що передбачає накопичення додаткової кількості осадів.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі перераховані способи повторного використання шламових відходів обумовлюють утворення осадів – кінцевих відходів виробничих процесів і не вирішують проблему накопичення шламів.

З точки зору екологічної безпеки найбільш прийнятними для впровадження на виробничих об'єктах є технології утилізації шламових відходів з максимальним використанням їх ресурсоцінних складових.

Серед значної кількості робіт, присвячених утилізації вапняних шламів, чимало розробок щодо застосування шламів як сировини в будівельній індустрії. Знаходять застосування шлами водоочищення як пластифікатори будівельних розчинів. Запропоновано використовувати шлам водоочистки в якості вихідної сировини для отримання повітряного в'язучого матеріалу. Відомо виготовлення пластичної мастики, яка містить шлам водоочищення в кількості 3-5%. Також шлам застосовують при виробництві шпаклівки для обробки поверхні будівельних матеріалів перед фарбуванням. Відомо виготовлення керамзитобетону на активованому карбонатним компонентом керамзитовому ґравії, де в якості карбонатного компонента використовують високодисперсний позитивно заряджений карбонатний шлам. Застосування шламу при виробництві пористих бетонів з портландцементу з використанням активації кварцового піску карбонатним шламом дозволяє підвищити міцність бетону. Розроблено технологію отримання змішаного в'язучого для сухих штукатурних сумішей з наповнювачем зі шламу водоочищення. Існує досвід використання вапняного шламу водоочищення для виготовлення цегли силікатної та цегли напівсухого пресування. Шламові відходи можливо використовувати в якості мінерального компонента замість доломітового борошна для виготовлення дорожнього асфальтобетону.

Таким чином, існують широкі можливості використання шламів водоочищення в будівельній індустрії. Однак, в основі більшості розглянутих технологій лежить процес високотемпературної обробки шламу, що супроводжується виділенням великої кількості CO₂ і інших газів. Викиди

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загострюють проблему глобального потепління, призводять до підвищення кислотності озер, ґрунтових вод, ґрунтів, пошкодження та загибелі рослинності, сприяють забрудненню навколишнього середовища Радоном-222 (^{222}Rn) і продуктами його розпаду.

Досвід роботи вітчизняних і закордонних підприємств показав екологічну та економічну доцільність використання відходів і побічних продуктів виробництв в якості замінників природних мінеральних добавок при виробництві бетонних сумішей.

Шлам водоочищення після коагуляції – карбонатний матеріал, не містить вільних оксидів кальцію, оксидів лужних металів, відрізняється стабільністю хімічного складу. Як замінник природних вапняків шлам запропоновано використовувати для виготовлення бетонних сумішей в технології виробництва елементів мощення тротуарів.

Застосування в якості добавки-наповнювача для виготовлення бетонної суміші вискодисперсного (тонкого помелу) висушеного шламу розглядається як альтернатива традиційним технологіям виготовлення бетонної суміші, яка дозволить знизити витрати цементу в бетоні при виробництві тротуарної плитки. При цьому в складі бетонної суміші цемент і наповнювач розглядають як єдине в'язуче. Такий напрям застосування відходів передбачає зневоднення шламу до 5-10% вологості для забезпечення транспортування, дотримання вимог дозування сировини для виготовлення продукції та попередження вторинного забруднення навколишнього середовища.

Впровадження даної схеми утилізації шламових відходів водоочищення дозволить знизити собівартість приготування бетонної суміші з мінеральної сировини і цементу за рахунок скорочення витрат на пошук родовищ, видобуток, транспортування і помел природних карбонатних порід, а також вирішити екологічну проблему накопичення відходів водоочищення котельних установок, раціонально використовувати природні ресурси, виключити утворення відходу-залишку [14].

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розроблено відділення пом'якшення води вапняно-содовим методом з використанням флокулянтів. Продуктивність установки очищення води без врахування води на власні потреби становить $450 \text{ м}^3/\text{год}$.

Для забезпечення заданої продуктивності відділення встановлено наступне технологічне обладнання:

- два освітлювача ВТІ-250і та один резервний продуктивністю по $250 \text{ м}^3/\text{год}$, діаметром 9000 мм та висотою 13524 мм;

- шість механічних фільтрів та один резервний площею фільтрування $9,1 \text{ м}^2$, діаметром 3400 мм та висотою шару 1000 мм;

- один розчинний та один видатковий баки для 5%-го розчину соди об'ємом 22 м^3 відповідно та один резервний бак об'ємом 22 м^3 , який може бути використаний, як розчинний, так і видатковий;

- одну механічну вапногасилку продуктивністю 1 т/год , один гідроциклон продуктивністю $8 \text{ м}^3/\text{год}$, одну циркуляційну мішалку для приготування розчину вапняного молока;

- установку для приготування розчину ПАА типу УРП-2М продуктивністю 12 кг/год і один бак-мішалку об'ємом 10 м^3 ;

- два баки освітленої води місткістю по 320 м^3 ;

- по два насоси-дозатори розчинів соди, флокулянту і вапняного молока продуктивністю $0,4$; $0,63$ і $1,0 \text{ м}^3/\text{год}$ відповідно, і по одному резервному;

- по одному насосу для вапненої і освітленої вод продуктивністю $450 \text{ м}^3/\text{год}$, один насос для регенеративних вод продуктивністю $25 \text{ м}^3/\text{год}$, і для кожного один резервний.

Розроблено схему автоматизації і контролю відділення, що дає можливість контролювати витрату води, що подається в освітлювачі і механічні фільтри; температуру вихідної води, що подається в освітлювачі;

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рівень води в баках вапнованої, освітленої і регенеративної вод, витратних баках розчинів коагулянту і ПАА, циркуляційній мішалці вапняного молока; зміну тиску в механічному фільтрі і мутність води на виході з фільтра.

Реалізованого економіко-організаційні розрахунки відділення. Собівартість одиниці продукції даного відділення становить 2,55 грн/м3 очищеної води, вартість капіталовкладень у відділення – 18053080грн, фондівіддача і фондоемність – 0,387 і 2,58 відповідно.

Здійснено аналіз джерел шкідливих відходів, які утворюються під час роботи відділення і запропоновано рішення, які забезпечать їх екологічну утилізацію.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хоружий П.Д., Хомутецька Т.П., Хоружий В.П. Ресурсозберігаючі технології водопостачання. – К.: Антарна наука, 2008. – 534 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. Компанія «Хімпостачання»: Обладнання – Матеріали – Сировина [Електронний ресурс]. – Режим доступу <http://www.himsnab.com.ua/ua/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
6. Режимна карта експлуатації освітлювача ВТІ-250і ст.№ 1,2 ВПУ СТ «Позняки».
7. Кульський, Л.А. Технология очистки природных вод: изд. 2-е, перераб. и доп./ Л.А. Кульський, П.П. Строкач; -К.: Полиграфкнига, 1985. – 336 .
8. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок. – М.: Энергия, 1976. – 286 с.
9. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1971. – 456 с.
10. Концевой, А.Л. Алгоритмізація і програмування розрахунків процесу водопідготовки. Навчальний посібник: На правах рукопису / А.Л. Концевой, Н.М. Толстопалова. – К.: 2003. – 44 с.
11. Запольський, А.К. Комплексная переработка сточных вод гальванического производства [Текст] / А.К. Запольський, В.В. Образов – К.: Техника, 1989. – 199 с.

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Фрог Б. Н Водоподготовка: Учебн. пособие для вузов/ Б. Н. Фрог, А. П. Левченко - Москва: Издательство МГУ, 1996. - 680 с, 178 ил.

13. Підлісна, О.А. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студ. хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2002 – 28 с. – Бібліогр. с. 25-27. - 300 пр.

14. 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. – Бібліогр.: с. 230-231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.

15. Лукінюк, М. В. Технологічні вимірювання та прилади [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427-428. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-247-6.

16. ДСН 33,6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст].

17. Макаров, Г.В. Охрана труда в химической промышленности. / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Маринина и др. – М.: Химия, 1989. – 496 с.: ил. – ISBN 5-7245-0246-1.

18. СНиП 2.04.05.-84. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха [Текст].

19. СНиП 2.0904-87. Будівельні норми і правила [Текст].

					ХН 3218 1440 000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		