

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	10
Вступ.....	11
1 Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва.....	12
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв	21
2.1 Характеристика продукції.....	21
2.2 Характеристики сировини.....	21
2.3 Характеристика допоміжних матеріалів	22
3 Фізико-хімічні основи вибраного методу виробництва	24
3.1 Фізико-хімічні основи та суть методу реагентного освітлення води.....	24
3.2 Фізико-хімічні основи та суть методу очищення води фільтруванням ..	29
4 Опис технологічної схеми виробництва.....	32
5 Визначення витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів	34
6 розрахунок і вибір основного і допоміжного технологічного обладнання ..	38
6.1 Основне обладнання	38
6.1.1 Принцип роботи механічного фільтра	40
6.1.2 Вибір матеріалу та товщини стінки	43
6.1.3 Розрахунок механічного фільтра.....	44
6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання	46
6.2.1 Освітлювач.....	46
6.2.2 Вапногасилка.....	47
6.2.3 Гідроциклон.....	47
6.2.4 Циркуляційна мішалка вапняного молока	48
6.2.5 Баки для розчину коагулянту	48
6.2.6 Гідравлічна мішалка коагулянту	48
6.2.7 Бак для розчину ПАА	49
6.2.8 Вибір насосного обладнання	49
6.2.9 Бак освітленої води	50
7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва.....	51

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

7.1	Опис технологічної схеми відділення попереднього очищення природньої води.....	51
7.2	Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації	51
7.3	Опис розробленої схеми автоматизації попередньої підготовки води для ТЕЦ	53
8	Економіко – організаційні розрахунки відділення попередньої підготовки води для ТЕЦ	56
8.1	Організаційна структура відділення попереднього очищення природньої води.....	58
8.2	Технічний контроль на виробництві	61
8.3	Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва	62
8.3.1	Склад основних фондів	62
8.3.2	Склад оборотних засобів	64
8.4	Розрахунок техніко-економічних показників	66
8.5	Вплив показників якості вихідного контролю на собівартість.... Ошибка! Закладка не определена.	
8.5.1	Організаційна структура відділення попереднього очищення природньої води	Ошибка! Закладка не определена.
8.5.2	Склад основних фондів	Ошибка! Закладка не определена.
8.5.3	Склад оборотних засобів.....	Ошибка! Закладка не определена.
8.5.4	Розрахунок техніко-економічних показників.....	Ошибка! Закладка не определена.
9	Охорона праці	68
9.1	Виявлення та аналіз ШНВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.....	68
9.1.1	Повітря робочої зони	68
9.1.2	Виробниче освітлення	69
9.1.3	Захист від виробничого шуму і вібрації	71
9.1.4	Електробезпека.....	72
9.2	Пожежна безпека	74
10	Екологічна безпека виробництва.....	77
10.1	Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються	77
10.2	Можливі варіанти екологізації виробництва	79
10.3	Розрахунок екологічних платежів.....	83

								Арк.
								8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				

ХН 3214 1440 000 ПЗ

Висновок	85
Перелік посилань.....	86
Додаток А	98

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВСТУП

Водопостачання являє собою комплекс заходів по забезпеченню водою різних її споживачів. Це забезпечення людей чистою та доброякісною водою, витрата якої з кожним роком все збільшується. Промислові процеси на підприємствах багатьох галузей також супроводжуються витратами води. Для задоволення потреб сучасних великих міст у воді необхідні значні її кількості, що вимірюються у мільйонах кубічних метрів за добу.

Проблема розумного відношення до використання ресурсів природи набуває гостроти серед важливих проблем науки і техніки. В теперішній час багато які річки з населених та промислово розвинутих регіонів вже в значній мірі забруднені промисловими стоками.

Необхідність очищення(обробки) води виникає тоді, коли якість води природного джерела водопостачання не відповідає нормативним вимогам того чи іншого водокористувача (за органолептичними показниками, мінералізацією, вмістом інших хімічних та органічних речовин, за санітарно-гігієнічними показниками). Вимоги до якості води, а відповідно і методи очищення природної води залежать від того, для яких цілей вона використовується.

Норми якості підживлювальної води для ТЕЦ залежать від типу сучасних котлів та тиску. У цій воді повинні бути відсутніми завислі речовини, солі, що створюють твердість води, розчинений кисень, так як наявність цих речовин сприяє утворенню накипу, спінюванню котельної води, виносу солей з паром та корозію.

Попередня підготовка поверхневої води, а саме: видалення завислих і органічних речовин, феруму та вільної вуглекислоти. Яка проводиться в освітлювачах – стадія вапнування і коагуляції з подальшим фільтруванням на механічних фільтрах, дозволяє максимально підготувати воду для її подальшого очищення.

Метою даного дипломного проекту є розробка схеми попередньої підготовки води для ТЕЦ.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ І ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

Склад природних вод різноманітний, він обумовлений кліматом, геоморфологічним та антропогенними факторами (рельєф, форма і розмір басейну, флора, фауна), стан ґрунту та породи, агро- та гідротехнічними заходами. Очищення природної води відбувається в тому випадку коли її показники не відповідають заданим. Існує багато методів очистки води, які застосовують в залежно від характеристики води та ступеня її забруднення.

Усі домішки, що забруднюють водойми поділяються на чотири групи (за класифікацією Л.А. Кульського), що дозволяє систематизувати існуючі методи очищення води [1].

Домішки I-ої групи утворюють з водою суспензії, емульсії, піни, а також планктон і патогенні бактерії - кінетично нестійкі, утримуються в підвішеному стані динамічними силами водного потоку. Потрапляють такі речовини у водоймища в результаті розмиву порід, змивання ґрунтів, зі стічними водами. Найчастіше ці домішки представлені частинками глин, піску, ґрунту, мулу, а також емульсіями мінеральних масел, нафтопродуктами і т.д. На поверхні частинок можуть збиратися патогенні бактерії, віруси, радіоактивні речовини. Домішки I-ої групи ефективно видаляються з води під дією гравітаційних сил, сил прилипання (адгезії), сполученого осадження тобто безреагентними методами.

II група домішок води - колоїдні (мінеральні та органо-мінеральні) частинки ґрунту; гумінові фульвокислоти, які вимиваються з лісових, торф'яних і болотистих ґрунтів і надають воді бурого забарвлення; високомолекулярні сполуки природного походження, а також потрапляють у водойми зі стічними водами; віруси та інші мікроорганізми колоїдної ступеня дисперсності. Домішки цієї групи утворюють з водою кінетично і агрегатно стійкі системи (домішки практично не осідають, час їх седиментації вимірюється роками). Ці домішки видаляються з води, головним чином, коагуляцією, сорбцією, впливом окиснювачів.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		12

Для III групи - це розчинені у воді гази , органічні сполуки біологічного про-виходи , а також вносяться з ПСВ і БСВ , органічні речовини - феноли і його похідні , ароматичні аміни, нітросполуки та ін. Процеси очищення: аерація (для видалення газоподібних речовин); сорбція , екстракція (для видалення органічних речовин); біохімічна очистка .

Домішки IV групи, утворюються у воді в результаті дисоціації солей , кислот і підстав . Домішки цієї групи видаляються з води шляхом утворення мало розчинних або малодисоційованих сполук. Крім того , вилучення їх здійснюється іонообмінною сорбцією, електродіалізом, зворотним осмосом, а також шляхом зміни агрегатного стану води .

Всі домішки, що забруднюють водойми, повністю охоплюються класифікацією наведеною вище. Використовуючи особливості, що характеризують кожну групу домішок, можна знаходити ефективні методи видалення всього комплексу домішок, що знаходяться в воді, невеликою кількістю відповідних чином скомпонованих елементів очисних споруд.

В технології очищення природних вод використовуються різноманітні технологічні прийоми та методи покращення якості води. Вибір раціональної схеми обробки води представляє значні труднощі. Це пояснюється не тільки недостатньо продуманою технологічною схемою, але й зміною складу поверхневої води за час, в результаті скиду стічних вод нових промислових підприємств чи порушення умов експлуатації водойми у зв'язку з розвитком водного транспорту, роботами по осушенню боліт (розташованих вище по течії), розвитком торф'яних розробок тощо. Технологічні схеми передбачають компоновку очисних будівель, охоплюючи процеси видалення речовин, що відносяться за звичай до декількох груп класифікації Кульського. Тому при складанні схеми водопідготовки необхідно обирати методи та режими, найбільш ефективні для видалення домішок кожної з груп [1].

При попередній підготовці води для ТЕЦ, проаналізуємо такі методи очищення як:

- інообмінні;

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- мембранні;
- флотація;
- реагентні;
- фільтрація.

Кожен з вище наведених методів широко застосовується в водопідготовці та має ряд переваг та недоліків.

Принцип іонного обміну використовується в багатьох системах очищення води від жорстких мінералів із загальним солевмістом 0,2-3,0 г/л. Та вмістом органічних речовин <10. Устаткування працює за принципом іонного обміну, оборотний процес обміну іонами між двома контактуючими фазами. Зазвичай одна з фаз — розчин електроліту (вихідна вода), друга — іоніт. Найчастіше іоніт перебуває в апаратах в нерухомому стані, а воду пропускають через шар іоніту (фільтрують). Іоніти – це тверді (іноді рідкі), нерозчинні у воді речовини природнього або штучного походження. У процесах водопідготовки найчастіше використовують синтетичні іоніти – високомолекулярні смоли. Залежно від знака іона, що бере участь в обміні, розрізняють катіоніти та аніоніти. Так як це процес є оборотній стає можливим регенерувати іоніт.

Іонний обмін ефективно пом'якшує воду, але вони не може видалити з води велику частину органічних речовин або мікроорганізмів. Мікроорганізми можуть приєднуватися до смол, забезпечуючи себе живильним середовищем для швидкого зростання і виробництва наступного покоління.

Іоніт обмін використовується не лише для пом'якшення природних, а й для очищення стічних вод.

Переваги і недоліки цієї технології представлені нижче.

Переваги методу: можливість очищення до вимог ГДК; можливість регенерації іоніта; можливість утилізації важких металів; видаляє розчинені неорганічні речовини; можливість очищення у присутності ефективних лігандів.

Недоліки методу: необхідність попереднього очищення стічних вод від масел, ПАВ, розчинників, органіки, зважених речовин; велика витрата реагентів

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

для регенерації іонітів та обробки смол; не видаляє усі зважені речовини і бактерії; громіздкість обладнання, висока вартість смол; утворення вторинних відходів - елюатів, що вимагають додаткової переробки.

Мембранний метод очищення стічних вод засноване на властивості пористих тіл краще пропускати одні речовини, ніж інші. Способи мембранного розділення, що використовуються в технології очищення води, умовно діляться на діаліз, електродіаліз, мікрофільтрацію, ультрафільтрацію, зворотний осмос.

У технології очищення природніх вод від розчинених і тонкодиспергованих домішок найчастіше використовують процеси зворотного осмосу, ультрафільтрації та електродіалізу. Зворотний осмос використовується для знесолення води в системах водопідготовки, в системах локальної обробки стічних вод при невеликих витратах для концентрування та виділення цінних компонентів і для очищення природних і стічних вод.

У основі цих методів лежить явище осмосу - мимовільного переходу розчинника (води) в розчин через напівпроникну мембрану.

Ефективність процесів зворотного осмосу і ультрафільтрації залежить від властивостей мембран. В кожному методі застосовують відповідні мембрани. Фільтраційні (напівпроникні) мембрани здатні розділяти речовини в рівноважних умовах, розмір пір їх можна порівняти з розмірами проникаючих частинок або молекул. Фільтраційні мембрани поділяють на макро-, перехідно- і мікропористі (подібно адсорбентам). Мікропористі мембрани можуть бути нейтральними або іонітовими.

Мембрани готують з полімерних плівок, пористого скла, кераміки, металеві фольги, іонообмінних матеріалів. Найбільше застосування отримали мембрани на основі різних полімерів: ацетату целюлози, полівінілхлориду, полістиролу, поліамідів та ін. [2]

Переваги методів зворотного осмосу та ультрафільтрації: можливість очищення до вимог ГДК; повернення очищеної води до 60% в оборотний цикл; можливість утилізації важких металів; ефективно видаляє більшість частинок, мікроорганізмів і колоїдів; вимагає мінімального обслуговування.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Недоліки методу: не видаляє розчинені неорганічні речовини; необхідність попереднього очищення стічних вод від масел, ПАР, розчинників, органіки, зв'язаних речовин; дефіцит і дороговизна мембран; складність експлуатації, високі вимоги до герметичності установок; великі площі, високі капітальні затрати; відсутність селективності; чутливість мембран до зміни параметрів води, яка підлягає очистці.

Електродіаліз – це процес перенесення йонів електроліту крізь селективні іонообмінні мембрани під дією постійного електричного струму. Зазвичай використовують пакети з аніоно- і катіонообмінних мембран, які чергуються. Іонообмінні мембрани проникні тільки для іонів, що мають заряд того ж знака, що і у рухливих іонів [1].

Перевагою електродіалізу перед іншими методами є відсутність фазового перетворення води, яке простежується під час дистиляції, виморожування чи застосування газогідратного методу. Споживання енергії пропорційне вмісту солей у знесоленій воді; обробляють стічні води за невисоких температур і тиску, що дає змогу використовувати широкий асортимент корозійно стійких матеріалів і автоматизувати процес.

Однак цей метод не позбавлений і недоліків, до яких належать: утворення осадів карбонату кальцію, гідроксиду магнію та гіпсу в разі роботи в умовах поляризації; “отруєння” каталізатора іонообмінних мембран залізом, марганцем, а аніонообмінних – органічними речовинами, які містяться в оброблювальній воді; у разі роботи установки на струмі граничної густини, нижчої від оптимальних значень, значно зростає вартість процесу; внаслідок відсутності апаратів великої одиничної потужності збільшуються питомі капітальні та експлуатаційні затрати.

Флотація – процес молекулярного прилипання частинок флотує матеріалу до поверхні розділу газу і рідини, обумовлений надлишком вільної енергії поверхневих прикордонних шарів, а також поверхневими явищами змочування.

Флотацію застосовують для видалення зі стічних вод нерозчинних колоїдно-дисперсних домішок, які мимовільно погано відстоюються (метод пінної

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

флотації), а також для видалення розчинених речовин (метод пінної сепарації). Її використовують також для виділення активного мулу після біохімічної очистки.

Процес очищення стічних вод методом флотації полягає в утворенні комплексів "частинки – бульбашки", спливанні цих комплексів і видаленні утворився пінного шару з поверхні оброблюваної рідини.

Прилипання до поверхні частинки газового пухирця можливо тільки тоді, коли спостерігається не змочування або погане змочування частинки рідиною. На величину змочуваності поверхні зважених часток впливають адсорбційні явища і присутність у воді домішок ПАР, електролітів та ін. [2]

Від ступеня насичення рідини бульбашками повітря певної крупності розрізняють такі способи флотаційної обробки стічних вод:

- флотація з виділенням повітря з розчину (вакуумні, напірні і ерліфтові флотаційні установки);
- флотація з механічним диспергуванням повітря (імпелерні, безнапірні та пневматичні флотаційні установки); флотація з подачею повітря через пористі матеріали; електрофлотація;
- біологічна і хімічна флотація.

Перевагами флотації є неперервність процесу, широкий діапазон застосування, невисокі капітальні та експлуатаційні витрати, проста апаратура, селективність виділення домішок, велика швидкість процесу в порівнянні з відстоюванням, можливість отримання шламу більш низької вологості, висока ступінь очищення (95...98%), можливість рекуперації речовин, що видаляються. Флотація супроводжується також аерацією стічних вод, зниженням концентрації ПАР, бактерій і мікроорганізмів.

Недоліки флотаційної очистки: вона видаляє далеко не всі забруднювачі, оскільки її ефективність залежить від гідрофобності речовини; часто доводиться нести додаткові витрати на внесення реагентів, які покращують якість піни і підсилюють гідрофобність забруднювачів; до кожного виду забруднювача потрібен свій підхід, а, значить, немає універсального методу для видалення всіх суспензій.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Реагентний метод. Суть методу реагентної очистки полягає в дозуванні в воду речовин, які вступають у хімічну, або фізико-хімічну взаємодію з домішками, в результаті чого продукти цієї взаємодії перетворюються в нерозчинний осад або піну. В якості реагентів застосовують коагулянти, флокулянти або інгібітори. Вибір або комбінація реагентів залежить від характеру забруднюючих речовин. [1].

В якості реагентів використовують гідроксиди кальцію і натрію, сульфід натрію, феррохромовий шлак, сульфат заліза (II), пірит. Найбільш широко для осадження металів використовується гідроксид кальцію, який осаджує іони металу у вигляді гідроксидів:



Найбільш ефективним для вилучення кольорових металів є сульфід натрію, оскільки розчинність сульфідів важких металів значно нижча, ніж розчинність інших важкорозчинних сполук – гідроксидів і карбонатів.

Процес вилучення металів сульфідом натрію виглядає так:



Сульфідні важких металів утворюють стійкі колоїдні системи, і тому для прискорення процесу їх осадження вводять коагулянти і флокулянти. Оскільки колоїдні частки сульфідів мають негативний заряд, то в якості коагулянтів використовують електроліти з багатозарядними катіонами – зазвичай сульфати алюмінію або тривалентного заліза, також їх суміші. Солі заліза мають ряд переваг перед солями алюмінію:

- а) краще діють при низьких температурах;
- б) більш широка область оптимальних значень рН середовища;
- в) велика міцність і гідравлічна крупність пластівців;
- г) можливість використовувати для вод з більш широким діапазоном сольового складу.

При використанні сумішей $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ і FeCl_3 у співвідношеннях від 1: 1 до 1: 2 досягається кращий результат коагуляції, ніж при роздільному застосуванні

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

реагентів. Крім вищеназваних коагулянтів, можуть бути використані різні глини алюмініймісних відходів виробництва, травильні розчини, пасти, суміші і шлаки, що містять діоксид кремнію.

Для прискорення процесу коагуляції використовують флокулянти, в основному поліакриламід. Додаток його в кількості 0.01% від маси сухої речовини збільшує швидкість випадання осадів гідроксидів металів в 2-3 рази. Метод реалізований на більшості підприємств у вигляді станцій нейтралізації.

Переваги методу: пом'якшення та декарбонізація води на стадії попереднього очищення, зменшення іонного навантаження на Na- кат іонітові фільтри; широкий інтервал початкових концентрацій ІТМ; універсальність; простота експлуатації; відсутня необхідність у поділі промивних вод і концентратів; високі властивості вологовіддачі шламу, що дозволяють при застосуванні фільтрпресів практично виключити утворення рідких відходів на стадії попереднього очищення.

Недоліками реагентного способу очищення води є сезонна нестабільність вміст домішок у воді, а значить доводиться постійно розраховувати і коректувати обсяг дозування реагентів; громіздкість обладнання; значна витрата реагентів; утрудненість вилучення з шламу важких металів для утилізації; потреба в значних площах для шламовідвалів.

Фільтрація є кінцевим етапом очистки води від зважених частинок. Цей процес здійснюється пропусканням води через зернисті або інші матеріали.

При фільтруванні води, що містить зважені частинки, через шар фільтруючого матеріалу вони можуть відкладатися на поверхні фільтруючого шару (плівкове фільтрування); в порах фільтруючого шару; одночасно на поверхні і в порах загрузки. В більшості випадків на швидких фільтрах плівка не утворюється і зважені частинки разом з водою проникають в товщу фільтруючого шару.

В залежності від фільтруючого шару розрізняють наступні види фільтрів: зернисті, сітчасті, тканинні, наливні. У техніці водопостачання найбільш широко застосовують фільтри з зернистим завантаженням. Якщо загрузка фільтруючого шару однорідна по густині і відрізняється тільки величиною зерен, то такі фільтри

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

називаються одношарові. Фільтри завантажені неоднорідною загрузкою по густині і розміру зерен – багат шарові. Зерна фільтруючої загрузки характеризуються: ефективною величиною зерен; коефіцієнтом неоднорідності; еквівалентним діаметром зерна; стираємість; подрібненістю; хімічною стійкістю.

При пропусканні через фільтр води фільтруючий ар поступово забруднюється в наслідок чого зменшується швидкість фільтрування. Відновлюють фільтруючу здатність фільтра за допомогою промивки. Для цього подачу вихідної води зупиняють і через дренажну систему подають воду (або воду та повітря) з великою інтенсивністю [1].

Перевагами даного методу є його універсальність; простота експлуатації; невисокі капітальні та експлуатаційні витрати; проста апаратура; можливість регенерації фільтранту; широкий вибір фільтруючого матеріалу; ефективно видаляє зважені частинки.

Недоліками є потреба в зупинці обладнання на регенерацію; не видаляє розчинені неорганічні речовини; громіздкість обладнання; великі витрати води на регенерацію.

Проаналізувавши методи очищення води, ознайомившись з їхніми перевагами та недоліками, для даної теми обрано реагентний метод (коагуляцію), з подальшим очищенням на механічному фільтрі що є найефективнішим для попередньої підготовки води для ТЕЦ, так, як задовольняє всі задані вимоги.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ

2.1 Характеристика продукції

Продукцією цеху попередньої підготовки води є вода після певних стадій освітлення. Характеристики продукту на виході з цеху представленні у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Норми якості освітленої води

Показники якості води	Освітлена вода
Зважені частки, мг/л	До 8,0
Солевміст, мг/л	80 ÷ 120
Твердість, мг-екв/л	1,5 ÷ 2,0
Лужність, мг-екв/л	0,8 ÷ 1,0
Хлориди, мг/л	8 ÷ 18
Сульфати, мг/л	40 ÷ 50
Кремнієва к-та, мг/л	4 ÷ 10
Окиснюваність, мг/л	До 7,0
pH	10,1 ÷ 10,2
Залізо, мкг/кг	300

2.2 Характеристики сировини

Вихідна вода потрапляє на ТЕЦ з берегової насосної станції, розташованої на березі Русанівського каналу. Вона подається в турбінний цех, де попередньо підігрівається до температури 40°C (±1) в конденсаторі турбіни. Підігріта вода

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

під тиском насосів сирієї води або водоструйних ежекторів поступає трьома магістралями на освітлювачі в хімічний цех станції. Склад води є не постійним. Він залежить від сезону, опадів, водного транспорту та стічних вод заводів розташованих вище за течії. У таблиці 2.2 показано приблизну характеристику вихідної води.

Таблиця 2.2 – Норми якості вихідної води

Показники якості води	Вихідна вода
Зважені частки, мг/л	1÷10
Солевміст, мг/л	120 ÷200
Твердість, мг-екв/л	3,0 ÷ 4,5
Лужність, мг-екв/л	2,5 ÷4,0
Хлориди, мг/л	8 ÷18
Сульфати, мг/л	15 ÷30
Кремнієва к-та, мг/л	8÷18
Окиснюваність, мг/л	5÷13
рН	-
Залізо, мкг/кг	350÷900

Контроль за якістю вихідної та освітленої води виконується персоналом з періодичністю 3 рази на місяць.

2.3 Характеристика допоміжних матеріалів

Для найбільш ефективного очищення води від механічних домішок використовують процес коагуляції з вапнуванням, а також фільтрування на механіч-

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

них фільтрах. У процесі коагуляційного очищення води використовуються вапняне молоко та коагулянт. Для їх приготування передбачено вапняне господарство та установки для приготування розчину коагулянту. Реагенти, що використовуються при коагуляції, і їх характеристику наведено у таблиці 2.3 [3].

Таблиця 2.3 – Реагенти, що застосовуються у відділенні попереднього очищення

№ п/п	Реагент, стандарт	Основна речовина, формула, сорт і % вміст
1	Купорос залізний технічний ГОСТ 6981-54*	Коагулянт, FeSO ₄ Марка А не менш ніж 53%
2	Вапно будівельне повітряне негашене ГОСТ 9179-70*	Вапно, CaO Гідратна, 3-й сорт не менш ніж 50%
3	Поліакриламід (ПАА)	Флокулянт, 8%

*Переглянуто та подовжено до 2020 р.

Механічні фільтри згружені антрацитом – фільтруючий матеріал, з розміром зерен – 0,8 ÷ 1,5мм, зольність матеріала повинна бути не більше 10%, вміст сірки не більше 2%, стиранність до 1%, подрібненість до 5%. Використання такого матеріалу економічно вигідне, а також механічно та хімічно стійке.

3 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ВИБРАНОВОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

Найбільш поширеним методом попереднього очищення природної води на даний час являється освітлення води за допомогою коагуляції та її подальше очищення на механічному фільтрі. Застосування саме даного методу дозволяє отримати освітлену воду необхідної якості для подачі на знесолення.

Обробка води таким методом широко використовується в енергетиці завдяки ряду переваг: очищення їх від грубодисперсних та колоїдних домішок, які можуть виявитися причиною утворення вторинного накипу на поверхнях нагрівання, погіршення якості пари та забруднення іонітових матеріалів.

3.1 Фізико-хімічні основи та суть методу реагентного освітлення води

Відстоювання води є природним процесом, при якому завислі у воді грубодисперсні частинки з густиною, що перевищує густину води, осаджуються під дією сили тяжіння. Освітлення води шляхом відстоювання здійснюється в освітлювачах. Освітлення води без введення в неї реагентів застосовується в тих випадках, коли вона забруднена тільки грубодисперсними речовинами. Звичайно ж поверхневі води містять значну кількість колоїднодисперсних речовин з діаметром частинок менше 100 мкм, що не осаджуються в освітлювачах і не затримуються освітлювальними фільтрами.

Для повного освітлення води, що містить колоїднодисперсні речовини, необхідне укрупнення їхніх частинок, що досягається методом коагуляції.

Сутність коагуляції полягає в тому, що у воду вносять спеціальні реагенти, які називають коагулянтами, ці речовини здатні утворювати у воді колоїдні системи. Вони утворюють тверду фазу з дуже розвиненою поверхнею. На цій поверхні за рахунок сил адгезії, сорбції, взаємного співоосадження закріплюються колоїдні домішки води, утворюють агрегати під дією гравітаційних сил осідають і далі видаляються з води. Метод застосуємо для видалення з води зважених речовин II групи з Кульському ($10^{-5} \div 10^{-6}$ см). Злипання однорідних частинок називається гомокоагуляцією, а різнорідних - гетерокоагуляцією.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Основним процесом коагуляційного очищення стічних вод є гетерокоагуляція – взаємодія колоїдних і дрібнодисперсних частинок стічних вод з агрегатами, що утворюються при введенні в стічну воду коагулянтів.

Для колоїдних частинок характерне утворення на поверхні частинок подвійного електричного шару. Одна частина подвійного шару зафіксована на поверхні розділу фаз, а інша створює хмара іонів, тобто одна частина подвійного шару є нерухомою (адсорбційний шар), а інша рухомою (дифузійний шар).

Частинка разом з дифузійним шаром називається міцелою. Зміну напруженості електричного поля міцели показано на рисунку 3.1 [4].

Різниця потенціалів, що виникає між нерухомою і рухомою частинами шару (в об'ємі рідини), називається ξ -потенціал або електрокінетичним потенціалом, відмінним від термодинамічного потенціалу E , який являє собою різницю потенціалів між поверхнею частинок і рідиною.

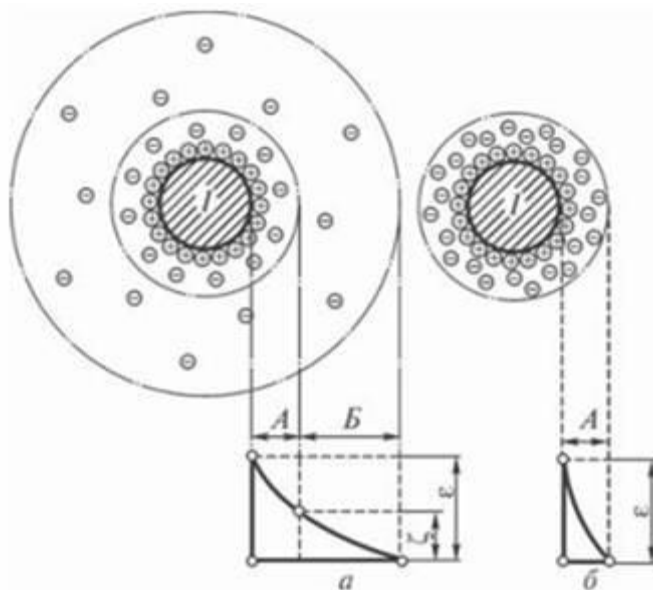


Рисунок 3.1 – Будова міцели: а - $\xi > 0,03$; б - $\xi \sim 0$; А - адсорбційний шар; Б - дифузійний шар; І – ядро

Дзета-потенціал залежить як від термодинамічного потенціалу, так і від товщини подвійного шару. Його значення визначає величину електростатичних сил відштовхування частинок, які запобігають злипанню частинок один з одним. Малий розмір колоїдних частинок і негативний заряд, розподілений на їх поверхні, обумовлює високу стабільність колоїдної системи.

При зниженні електричного заряду частинок, тобто при зменшенні ξ -потенціалу, сили відштовхування зменшуються і стає можливим злипання частинок – процес коагуляції колоїду. Щоб викликати коагуляцію колоїдних частинок, необхідно знизити величину їх ξ -потенціалу до критичного значення, додаванням іонів, які мають позитивний заряд. Таким чином, при коагуляції відбувається дестабілізація колоїдних частинок внаслідок нейтралізації їх електричного заряду. Сили взаємного притягання між колоїдними частинками починають переважати над електричними силами відштовхування при ξ -потенціал системи менше 0,03 В. При потенціалі, рівному нулю, коагуляція проходить максимально інтенсивно.

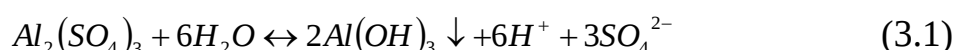
При коагуляції пластівці утворюються спочатку за рахунок зважених частинок і коагулянту або тільки коагулянту. Пластівці, що утворилися, сорбують речовини, що забруднюють стічні води і, осідаючи разом з ними, очищують воду.

Одним з методів зниження ξ -потенціалу колоїдної системи є збільшення концентрації у воді електролітів. Здатність електроліту викликати коагуляцію колоїдної системи зростає із збільшенням валентності коагуляційного іона, що володіє зарядом, який протилежний заряду колоїдних частинок.

Для початку коагуляції частинки повинні наблизитися одна до одної на відстань, при якій між ними діють сили тяжіння і хімічної спорідненості. Зближення частинок відбувається в результаті броунівського руху, а також при ламінарному або турбулентному русі потоку води.

Основними промисловими коагулянтами є сполуки алюмінію та заліза - FeCl_3 , $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, AlCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (донедавна це був самий використовуваний коагулянт). $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ - отримують з бокситів (глинозем Al_2O_3), або з Al-вмісних відходів.

При гідролізі протікає реакція:



Добуток розчинності $\text{Al}(\text{OH})_3$: $\text{ДР}_{\text{Al}(\text{OH})_3} = 1,9 \cdot 10^{-33}$, відмінна риса - добре працює при наявності природної кольоровості, межа $\text{pH} = 7,5 \div 7,7$, сам же

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

$\text{Al}(\text{OH})_3$ випадає в осад в інтервалі $\text{pH } 4,5 \div 12$. Представлений механізм не зовсім точний, тому що можливе утворення різних продуктів гідролізу, наприклад, $\text{Al}_2(\text{OH})_2^{4+}$, $\text{Al}_4(\text{OH})_8^{4+}$, $\text{Al}_2(\text{OH})_5^{5+}$, $\text{Al}_{13}(\text{OH})_{34}^{5+}$ та ін. Донедавна $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ був єдиним коагулянтном при підготовці питної води.

Недоліки: коагулянт на основі Al погано працює при низьких температурах. Це пов'язано з сильною гідратуванням. Осад – не дуже щільний (в 1,5 раз щільність менше, ніж у Fe -коагулянту).

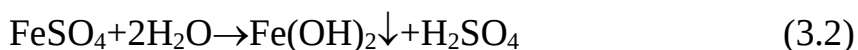
Коагулянти на основі солей феруму - $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - отримують хлоруванням залізної стружки. Добуток розчинності $(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 3,8 \cdot 10^{-38}$, $\text{pH} = 4 \div 9$.

Переваги: утворює швидко осідає щільний осад, що являється безперечною перевагою. pH середовища мало впливає на осадження $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Недолік солей заліза (III) як коагулянтів - необхідність їх ретельного дозування, оскільки його порушення призводить до проскакування заліза в очищену воду. Лапаті частинки $\text{Fe}(\text{OH})_3$ осідають нерівномірно, у зв'язку з чим у воді залишається велика кількість дрібних лапятих часточок, що надходять на фільтри.

Сульфат заліза (II) $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (залізний купорос), являє собою прозорі зеленувато-блакитні кристали, що швидко буріють на повітрі, насичуючись вологою.

При використанні в якості коагулянту солі заліза FeSO_4 в результаті реакції гідролізу утворюються малорозчинні у воді гідроксиди заліза, які сорбують на розвиненій пластівчастій поверхні зважені, дрібнодисперсні і колоїдні частинки і при сприятливих гідродинамічних умовах осідають на дно відстійника, утворюючи осад:



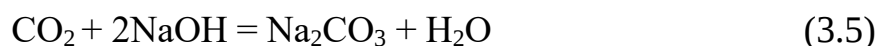
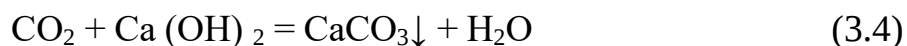
Сірчану кислоту, яка утворилася в процесі гідролізу, слід нейтралізувати вапном або іншими лугами. Нейтралізація кислот, які утворюються при гідролізі коагулянтів, може протікати за рахунок лужного резерву стічної рідини:



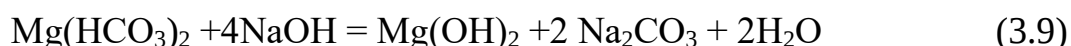
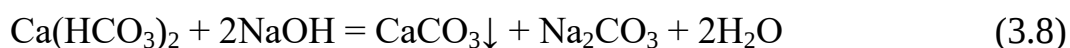
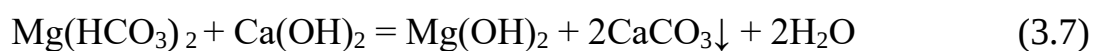
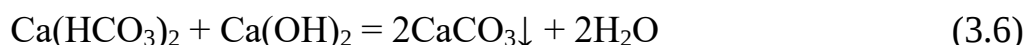
					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вапнування з коагуляцією здійснюють для зниження лужності, твердості вихідної води, сухого залишку, а також для видалення зважених речовин, сполук кремнію, заліза, зменшення колірності. Формула вапняного молока – $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

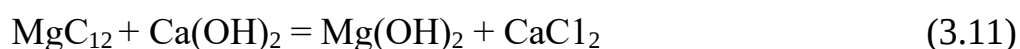
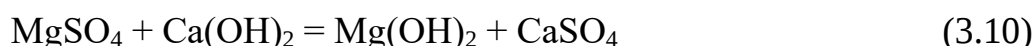
При вапнуванні і підлугуванні їдким натром видаляється вільна вуглекислота і утворюється важкорозчинні, що випадають в осад сполуки кальцій карбонату — CaCO_3



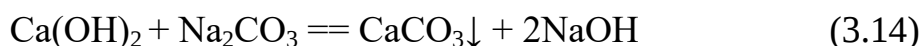
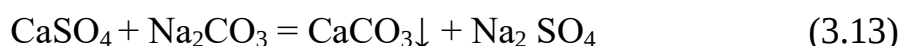
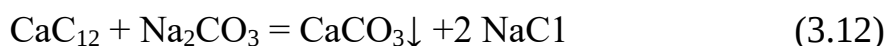
При введенні вапна та їдкого натру у воді підвищується вміст гідроксильних іонів (OH^-), що призводить до переходу бікарбонатів у карбонати:



Утворені в процесі вапнування і підлугування води вуглекислий кальцій і гідрат окису магнію випадають у вигляді шламу, при цьому знижується жорсткість і лужність початкової води. Некарбонатні похідні магнію також взаємодіють з вапном і лугом, при цьому випадає в осад гідроокис магнію. Зниження жорсткості в цьому випадку не відбувається, так як магнієва жорсткість переходить в кальцієву.



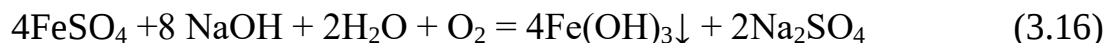
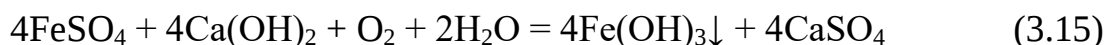
При дозуванні реагентів в одну зону буде протікати взаємодія сполук кальцію з карбонатом натрію, що викличе зниження кальцієвої жорсткості:



В якості коагулянту використовується залізний купорос. При введенні у вихідну воду поряд з вапном, лугом розчину залізного купоросу відбувається

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

його гідроліз і окислення розчиненим у воді киснем з утворенням гідроокису заліза:



Утворені частинки гідроокису заліза заряджені позитивно. Взаємодія позитивно заряджених частинок гідроксиду заліза (що знаходяться в колоїдному стані) з негативно зарядженими частинками колоїдних домішок води призводить до утворення укрупнених агрегатів коагулянту. Ці агрегати осідають і можуть бути легко відфільтровані.

Якщо у воді є зважені грубодисперсні частинки глини, мулу, піску, то утворені пластівці обволікають їх і разом з ними випадають в осад.

Осади, що формуються в освітлювачі в процесі вапнування, підлугування та коагуляції, утворюють шлам. Цей шлам, підтримуваний у зваженому стані висхідним потоком води в освітлювачі, утворює шар, що фільтрує, який сприяє освітленню води.

3.2 Фізико-хімічні основи та суть методу очищення води фільтруванням

Оброблена в освітлювачі вода, навіть при нормальній роботі освітлювача, містить якусь кількість механічних домішок, що знаходяться в формі зважених часток від невидимих оком до дрібних пластівців, залишків процесу коагуляції та вапнування.

У момент порушення режимів роботи освітлювача, кількість домішок різко зростає за рахунок виноситься шламу. Принцип роботи механічних фільтрів заснований на механічному уловлювання нерозчинних домішок фільтрованої води шаром фільтрату.

На швидких фільтрах при фільтрації води зверху вниз найчастіше відбуваються одночасно два процеси - затримання частини зважених частинок в плівці на поверхні фільтруючого шару і проникання їх в товщу фільтру [1].

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Процес освітлення води - результат двох протилежних за своєю дією процесів: адгезії затриманих частинок до макроповерхні і відриву раніше прилиплих частинок і перенесення їх гідродинамічними силами потоку. У кожному елементарному шарі загрузки вода освітлюється до тих пір, поки сили відриву частинок не починають переважати над силами адгезії або аутогезії (взаємодії між частинками в прилиплому шарі).

Накопичення осаду в зернистому шарі призводить до збільшення сил відриву частинок. При очищенні води процес фільтрування важливий в тій стадії, коли прилипання частинок перевищує над їх відривом. Величина сили адгезії в водному середовищі визначається в основному міжмолекулярною взаємодією дотичних тіл; вона на кілька порядків нижче, ніж сила адгезії в повітрі. Крім того, в водному середовищі виникають сили відштовхування, обумовлені властивостями води .

Сили адгезії залежать від властивостей води і дотичних поверхонь. Якщо останні суттєво різняться по змочуваності, то адгезія мінімальна. У водному середовищі адгезія досягає максимального значення при однаковій гідрофільності або гідрофобності поверхонь. Однак злипання гідрофобних поверхонь більше, ніж гідрофільних.

Сили відштовхування, що з'являються у водному середовищі, обумовлені розклинюючими властивостями дією тонкого шару рідини, що знаходиться між поверхнями дотичних тіл. Розклинююча дія таких шарів пояснюється відмінністю їх термодинамічної та хімічного потенціалів від потенціалів об'ємної фази.

Відрив частинки під дією водного потоку відбувається в разі, якщо сила $F_{\text{від}}$ перевищує силу адгезії і масу частинки m , тобто:

$$F_{\text{від}} \geq \mu^*(F_{\text{ад}} + m) \quad (3.17)$$

де μ - сила тертя.

Якщо $F_{\text{ад}} \geq m$, то $F_{\text{від}} \geq \mu F_{\text{ад}}$.

Сила впливу потоку на частинку залежить від щільності і в'язкості середовища, діаметра частинок, швидкості потоку і умов обтікання прилиплих частинок потоком.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Оскільки підбір завантаження фільтра і вибір швидкості фільтрування проводиться зазвичай для якогось певного (середнього або характерного для даних місцевих умов) випадку, то зміна фізико-хімічних властивостей води або технологічного режиму водоочисної станції (наприклад, зміна дози коагулянту) призводить до зміни властивостей фільтрованої суспензії і тим самим властивостей утворюваного в порах завантаження осаду. Его в свою чергу викликає відхилення від оптимального режиму фільтрування.

Ефективним методом ведення фільтрування в оптимальний режимі являється вплив на адгезійні властивості фільтрованої води.

Здатність флокулянтів збільшувати щільність і міцність пластівців гідроксидів дозволяє використовувати їх для спрямованого регулювання вказаних властивостей і, отже, оптимізувати режиму фільтрування. Практично це досягається введенням певної дози флокулянта безпосередньо перед фільтруючим завантаженням.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА

Вода подається до цеху ХВО через підігрівачі 6, які підігрівають воду до робочої температури (40 °C), далі йде в освітлювач 1. В освітлювачі поступово також дозуються реагенти, а саме: коагулянт FeSO_4 (з витратного баку коагулянту 12), вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (з циркуляційної мішалки $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 9) і флокулянт поліакриламід (ПАА) (з витратного баку ПАА 13). Дозовані розчини реагентів роздільно вводяться в нижню частину освітлювача – камеру змішування за допомогою тангенціально розташованих сопел. Обертальний рух води сповільнюється за допомогою перфорованих вертикальних перегородок, а вирівнювання швидкості підйому води здійснюється горизонтальними решітками. Тверда фаза, що виділяється, підтримується водою у зваженому стані, причому максимальний рівень осаду підтримується на 1,5 м нижче верхнього збірного пристрою, у результаті чого утворюється захисний шар освітленої води. Основна частина води, піднімаючись, проходить шар зваженої фази і захисну зону, звільняючись при цьому від суспензії, збирається в кільцевому жолобі і виводиться з освітлювача. Менша частина води (10 – 15%) з верхньої частини зваженого шару разом із твердою фазою надходить через шламоприймальні вікна в шламоуловлювач, у якому через відсутність висхідного руху шлам відстоюється, частково зневоднюється і видаляється по лінії постійної чи періодичної продувки.

Після попереднього гасіння вапна у вапногасилці 7, де змішують вапно і воду, одержуючи вапняне молоко з нерозчинними домішками і непрореагованими зернами вапна. Його направляють в гідроциклон 8 де очищають від нерозчинених домішок. Після цього вапняне молоко подається на циркуляційну мішалку 9 для отримання потрібної концентрації. Далі насосом 19 та насосом-дозатором 20 поступово перекачується до освітлювача 1.

Коагулянт подається на спеціально захищену від корозії механічну мішалку 10 разом з водою для змішування до концентрованого розчину. Після змішування насосом 18 подається через тканинний фільтр 11 у видатковий бак 12, звідки подається до освітлювача 1 за допомогою насоса-дозатора 17.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Розчин ПАА готують в установці типу УРП-2М для розчинення ПАА, де передбачається диспергування 8 - 10%-вого гелю ПАА з доведенням його концентрації до 0,1 – 1,0% ПАА. Готування розчину ПАА здійснюється в баці 14. За допомогою насоса 15 розчин перекачується у видатковий бак 13, звідки за допомогою насоса-дозатора 16 розчин ПАА дозується в освітлювач.

Після освітлювача вода збирається в баці вапняної води 2, звідки насосом 21 подається на ряд механічних фільтрів 3, де очищується від дрібнодисперсних домішок, які не осіли в освітлювачі. Води після регенерації фільтрів збирають у баці 5, звідки вони направляються назад в освітлювач. Фільтрат, що використовують для власних потреб установки збирають у баці освітленої води 4, решту фільтрату подають на катіонітовий фільтр першої ступені.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

5 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ З СИРОВИНИ, НАПІВП- РОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Враховуючи те, що основними апаратами обрано механічний фільтр, то в даному розділі розраховуються апарати, що беруть участь в очищенні води до її подання на фільтр, тобто освітлювач. А також розраховуються витратні коефіцієнти на даному етапі водопідготовки.

Матеріальний розрахунок освітлювача

Склад вихідної води, мг-екв/дм³:

$$[\text{Ca}^{2+}] = 3,4; \quad [\text{HCO}_3^-] = 2,95;$$

$$[\text{Na}^+] = 0,4; \quad [\text{NO}_3^-] = 0;$$

$$[\text{Mg}^{2+}] = 1; \quad [\text{SO}_4^{2-}] = 8,2.$$

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

$$Q = 320 \text{ м}^3/\text{год}.$$

При використанні в якості коагулянту сульфату заліза, його максимальну дозу, мг/дм³, в розрахунку на безводний продукт (FeSO_4) для видалення кольоровості визначаємо за формулою:

$$D_k = 4 \cdot \sqrt{C}, \quad (5.1)$$

де C - кольоровість вихідної води. $C=24$

$$D_k = 4 \cdot \sqrt{24} = 19,55 \text{ мг}/\text{дм}^3 = 0,3 \text{ мг} \cdot \text{екв}/\text{дм}^3$$

Приймаємо дозу ПАА – 1 мг/дм³, залишкову лужність не менш 0,7 мг-екв/дм³ [5].

Дозу вапна визначаємо за рівнянням:

$$D_{\text{в.}} = [\text{CO}_2]_{\text{в.в.}} + [\text{HCO}_3^-]_{\text{в.в.}} - [\text{Mg}^{2+}]_{\text{вх.}} + D_k + \text{Нг.}, \quad (5.2)$$

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

де $\text{CO}_2 \text{ в.в.}$ – вміст вільної вуглекислоти у вихідній воді, мг/дм³;

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

D_k – доза коагулянту, мг-екв/дм³;

Нг – надлишок гідроксильних іонів (гідратна лужність).

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$\text{Дв.} = 21/22 + 2,95 + 1 + 0,3 + 0,3 = 4,95 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Вапном осаджується HCO_3^- у кількості:

$$[\text{HCO}_3^-]_{\text{осадж.}} = [\text{HCO}_3^-]_{\text{в.в.}} - [\text{HCO}_3^-]_{\text{зал.}}, \quad (5.3)$$

$$[\text{HCO}_3^-]_{\text{осадж.}} = 2,39 - 0,3 = 2,65 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

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

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{вап.в.}} = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{в.в.}} + \text{Дв.}^3 \quad (5.4)$$

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{вап.в.}} = 3,4 + 4,95 = 8,35 \text{ мг-екв/дм}$$

Кальцій осаджується у вигляді CaCO_3 , зв'язуючись з іонами HCO_3^- у кількості $2,65 \text{ мг-екв/дм}^3$.

Залишковий вміст кальцію у вапнованій воді :

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{зал.}} = [\text{Ca}^{2+}]_{\text{вап.в.}} - [\text{HCO}_3^-]_{\text{осадж.}} \quad (5.5)$$

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{зал.}} = 8,35 - 2,65 = 5,7 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

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

Вміст сульфатів збільшується за рахунок дозування коагулянту FeSO_4 :

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{вап.в.}} = [\text{SO}_4^{2-}]_{\text{в.в.}} + \text{Дк.}, \quad (5.6)$$

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{вап.в.}} = 8,2 + 0,3 = 8,5 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Вміст хлоридів у воді не змінюється.

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

$$\text{Qш.} = \text{Свап.в.} + 50 \cdot (\text{ЖСа}^{6.} + \text{Дв.}) + 56 \cdot \alpha_{\text{д.}} \cdot \text{Дв.} + 78 \cdot \text{Дк.}, \quad (5.7)$$

де Сзв.р. – кількість зважених речовин у вихідній воді, г/м^3 ;

$\alpha_{\text{д.}}$ – кількість домішок у вапняному молоці, що дозується (20-50%), частки од. [5].

$$\text{Qш.} = 141 + 50 \cdot (3,4 + 5,7) + 56 \cdot 0,5 \cdot 4,95 + 78 \cdot 0,3 = 758 \text{ г/м}^3.$$

Величина продувки освітлювача визначається за формулою:

$$p = (\text{Qш.} - \text{Сзв.р.}^{\text{зал.}}) \cdot 100 / 1000 / \delta_{\text{ср.}}, \quad (5.8)$$

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		35

де $C_{зв.р. зал.}$ – залишковий вміст зважених речовин у воді після освітлювача, $г/м^3$;

$\bar{c}$ – середня концентрація зважених речовин в шламоущільнювачі, $г/дм^3$

$$p = (758 - 10) \cdot 100 / 1000 / 27 = 2,77 \%$$

Отже, із продувкою видаляється наступна кількість води:

$$V_{H_2O}^{прод.} = Q \cdot 1,1 \cdot p / 100 = 320 \cdot 1,1 \cdot 2,77 / 100 = 9,75 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (5.9)$$

Витрата вапна у вигляді $Ca(OH)_2$ визначається за формулою:

$$Q_{в. доб} = 24 \cdot 28,04 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \bar{c} / 1000 = 24 \cdot 28,04 \cdot 320 \cdot 1,1 \cdot 4,95 / 1000 = 1172,57 \text{ кг/добу}$$

Витрата вапняного молока на добу визначається:

$$V_{в. доб} = Q_{в. доб} \cdot 100 / 1000 / C_{в.м.} / \rho_{в.м.}, \quad (5.10)$$

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

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

$$V_{в. доб} = 1172,57 \cdot 100 / 5 / 1040 = 22,55 \text{ м}^3/\text{добу.}$$

Кількість води для приготування вапняного молока:

$$V_{H_2O}^{в.м.} = (V_{в. доб} \cdot \rho_{в.м.} - Q_{в. доб}) / 24 \quad (5.11)$$

$$V_{H_2O}^{в.м.} = (22,55 \cdot 1040 - 1172,57) / 24 = 928,28 \text{ кг/год} = 0,928 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата 5%-го вапняного молока на один освітлювач:

$$Q_{в.}^1 = V_{в. доб} / 24 / N, \quad (5.12)$$

де N – кількість освітлювачів, шт.

$$Q_{в.}^1 = 22,55 / 24 / 2 = 0,469 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Витрата коагулянту визначається за формулою:

$$Q_{к. доб} = 24 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot E_{к.} \cdot q_{к.} / 1000, \quad (5.13)$$

де $E_{к.}$ – еквівалентна маса безводного коагулянту $FeSO_4$, г-екв/моль;

$q_{к.}$ – максимально необхідна доза коагулянту, мг-екв/дм³;

$$Q_{к. доб} = 24 \cdot 320 \cdot 1,1 \cdot 78 \cdot 0,5 / 1000 = 329,47 \text{ кг/добу.}$$

Витрата 5%-го розчину коагулянту визначається за формулою:

$$V_{к. доб} = Q_{к. доб} \cdot 100 / 1000 / C_{к.} / \rho_{к.}, \quad (5.14)$$

де $C_{к.}$ – концентрація безводного коагулянту, %;

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

р_к. – густина 5%-го розчину коагулянту, кг/м³;

$$V_{K \text{ доб}} = 329,47 \cdot 100/5/1048 = 6,29 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Кількість води для приготування розчину коагулянту:

$$V_{H_2O^k} = (V_{K \text{ доб}} \cdot \rho_{k.} - Q_{K \text{ доб}})/24 \quad (5.15)$$

$$V_{H_2O^k} = (6,29 \cdot 1048 - 328,47)/24 = 260,87 \text{ кг/год} = 0,26 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Витрата 5%-го розчину коагулянту на один освітлювач:

$$V_{K.1} = V_{K. \text{ доб}} / 24/ N, \quad (5.16)$$

$$V_{K.1} = 6,29/24/2 = 0,13 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Витрата ПАА на добу:

$$Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = 24 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \text{ДПАА} / 1000, \quad (5.17)$$

де ДПАА – доза ПАА, мг/дм³.

$$Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = 24 \cdot 320 \cdot 1,1 \cdot 1 / 1000 = 8,448 \text{ кг/доб}.$$

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

$$V_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} \cdot 100/0,1/\rho_{\text{ПАА}} \quad (5.18)$$

$$V_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} = 8,448 \cdot 100/0,1/1200 = 7,04 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Кількість води для приготування розчину ПАА:

$$V_{H_2O^{\text{паа}}} = (V_{\text{ПАА}}^{\text{доб}} \cdot \rho_{\text{ПАА}} - Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб}})/24 \quad (5.19)$$

$$V_{H_2O^{\text{паа}}} = (7,04 \cdot 1200 - 8,448)/24 = 350,45 \text{ кг/год} = 0,35 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Сумарна витрата води на власні нестатки освітлювача:

$$V_{B.H.}^{\text{осв.}} = V_{H_2O}^{\text{прод.}} + V_{H_2O}^{\text{в.м.}} + V_{H_2O}^k + V_{H_2O}^{\text{паа}} \quad (5.20)$$

$$V_{B.H.}^{\text{осв.}} = 9,75 + 0,928 + 0,26 + 0,35 = 11,29 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Отже, в даному розділі наведені розрахунки сумарної витрати води на власні нестатки освітлювача, кількість води яка витрачається на реагентне господарство, а також витрати коагулянта, флокулянта та вапна.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Основне обладнання

Оброблена в освітлювачі вода, навіть при нормальній роботі освітлювача, містить якусь кількість механічних домішок, що знаходяться в формі зважених часток невидимих людським оком до дрібних пластівців, залишків процесу коагуляції та вапнування. У момент порушення режимів роботи освітлювача, кількість домішок різко зростає за рахунок виносу шламу. Принцип роботи механічних фільтрів заснований на механічному уловлювання нерозчинних домішок фільтрованої води шаром фільтруючого матеріалу.

Фільтрація води – процес більш повного звільнення її від зважених частинок. Вона полягає в тому, що воду пропускають через фільтрувальний дрібнопористий матеріал, найчастіше через пісок з певним розміром частинок. Фільтруючись, вода залишає на поверхні і в глибині фільтруючого матеріалу зважені частинки. На водопровідних станціях фільтрація застосовується після відстоювання і коагуляції. В санітарній практиці використовуються повільні і швидкі фільтри.

Повільний фільтр являє собою резервуар, виготовлений з бетону або цегли, завантажений пошарово щебенем, галькою, гравієм, піском з поступово зменшується вгору розміром частинок. Загальний шар піску дорівнює 1 – 0,8 м. В дні фільтра влаштовується дренаж із залізобетонних плит або дренажних трубок з отворами. Вода пропускається через фільтр повільно зі швидкістю 0,1 – 0,3 м/год. При такій невеликій швидкості фільтрації досягається майже повна освітлення води і значне звільнення її від мікроорганізмів (99%). Фільтрація води на повільних фільтрах відбувається повільно, спокійно, фільтри забруднюються рідко, тому мають великий період роботи між чистками. Хід фільтрації близький до природної фільтрації води в природі і являє собою складний біологічний процес. У процесі фільтрування води на поверхні й у верхніх шарах фільтра з'являється так звана біологічна плівка, що утворюється шляхом затримки води різних

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

органічних залишків, мінеральних речовин, колоїдних частинок і більшого числа мікроорганізмів. На утворення плівки потрібно декілька днів, цей період має назву «дозрівання» фільтра. Утворилася в результаті дозрівання фільтра біологічна плівка сприяє мінералізації органічних речовин і знищення мікрофлори.

У цілому основними факторами, що сприяють очищенню води в повільному фільтрі, є: механічна затримка зважених речовин, адсорбція, окислення (хімічна дія кисню, розчиненого у воді), ферментативна діяльність мікроорганізмів, що біологічні процеси, пов'язані з життєдіяльністю найпростіших, які живуть у фільтрі. Незважаючи на високу ефективність очищення, повільні фільтри в даний час застосовуються на малих водопроводах, в сільських населених пунктах в силу їх невеликої продуктивності.

На великих водопровідних станціях використовуються швидкі фільтри, що пропускають через одиницю своєї площі в годину шар води у 50 разів більше, ніж повільні, що значно скорочує обсяг і вартість споруди. У результаті великого навантаження на фільтр він досить швидко забруднюється. Це вимагає періодичного промивання фільтра зворотним струмом води знизу вгору [6].

Фільтри освітлювальні вертикальні (ФОВ) широко використовуються на водопідготовчих установка ТЕЦ, промислових та комунальних котельнях, при очистці стоків.

В якості фільтруючого матеріалу використовують: кварцовий пісок, подроблений гідроантрацит, горілі породи, антрацит, керамзит та інші.

Робочий цикл ФОВ закінчується при умові перевищення одного з нормованих показників якості фільтрата та/або перевищення перепаду тиску між входом та виходом на більш як 0,3 МПа.

Номенклатура та технічні характеристики фільтрів освітлювальних вертикальних (ФОВ) та (ФОВ-2К) наведена в таблиці 6.1 [7].

Таблиця 6.1 – Характеристика освітлювальних вертикальних фільтрів

Тип фільтра	Діаметр, мм	Продуктивність, м ³ /год	Тиск робочий, МПа	Висота, мм	Маса, кг
1	2	3	4	5	6
ФОВ-1,0-0,6	1000	8	0,6	2700	1200

					ХН 3214 1440 000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			39

1	2	3	4	5	6
ФОВ-1,4-0,6	1400	16	0,6	3100	1800
ФОВ-1,5-0,6	1500	18	0,6	3150	1970
ФОВ-2,0-0,6	2000	34	0,6	3500	3400
ФОВ-2,6-0,6	2600	58	0,6	3920	5400
ФОВ-3,0-0,6	3000	75	0,6	4230	6800
ФОВ-3,4-0,6	3400	90	0,6	5690	8800
ФОВ-2К-2,0-0,6	2000	70	0,6	5450	5000
ФОВ-2К-2,6-0,6	2600	120	0,6	6670	6000
ФОВ-2К-3,4-0,6	3400	180	0,6	5800	10700

Для забезпечення заданої продуктивності 320 м³/год обираємо механічний фільтр ФОВ-3,0-0,6.

6.1.1 Принцип роботи механічного фільтра

Схема освітлювального фільтра наведена на рисунку 6.1 [8].

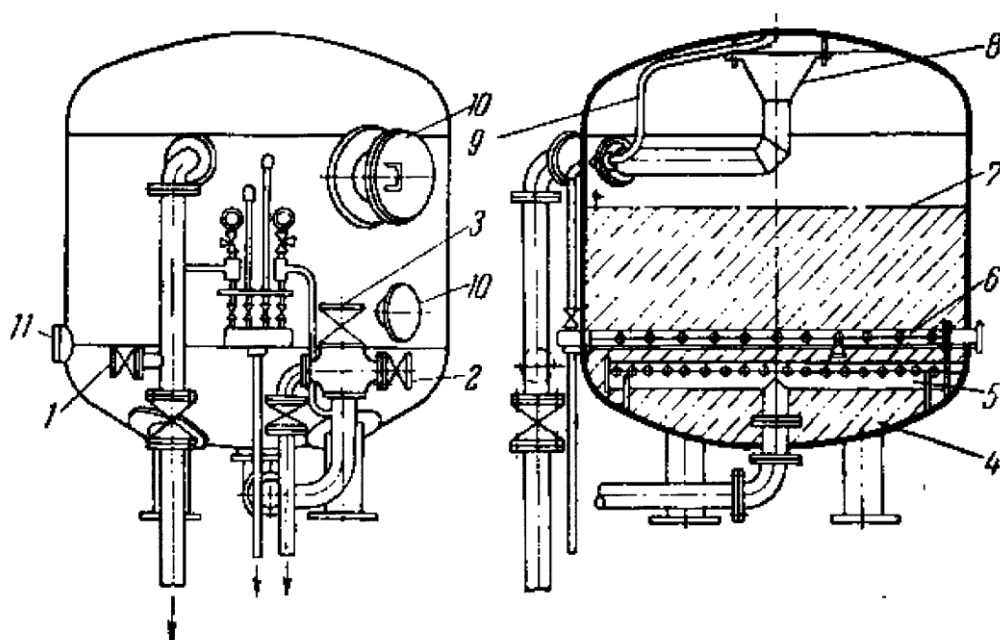


Рисунок 6.1 – Принципова схема освітлювального фільтра

На рис. 6.1 показана конструкція вертикального освітлювального фільтра, завантаженого фільтруючим матеріалом 7. Корпус такого фільтра являє собою сталевий циліндр зі привареними сферичними днищами, розрахований на тиск

0,6 МПа. У верхню частину фільтра введені труба 1 з лійкою 8 для підведення і розподілу по площі фільтра фільтрованої води і трубка 9 для відводу повітря. У циліндричній частині корпусу є люки 10 і 11 для огляду і ремонту фільтра і для вивантаження фільтруючого матеріалу. Нижн днище заповнене бетоном 4 для створення горизонтальної площини, на якій розташовується дренажний пристрій 5, призначене для рівномірного розподілу води по площі фільтра, відведення 2 освітленої води з-під фільтруючого шару і запобігання виносу з фільтра разом з освітленою водою зерен фільтруючого матеріалу. Над дренажним пристроєм встановлено аналогічне розподільний пристрій 6 для стисненого повітря.

Фільтр завантажується фільтруючим матеріалом: кварцовим піском з розміром зерен 0,5-1,0 мм або антрацитом з розміром зерен 0,8-1,5 мм, висота фільтруючого шару 1000 мм і заливається водою.

Освітлення води при пропуску її через освітлювальний фільтр відбувається в результаті прилипання до зерен фільтруючого матеріалу грубодисперсних домішок води, які затримуються на поверхні і в порах фільтруючого матеріалу.

Робота фільтра полягає в періодичному здійсненні двох операцій:

- Освітлення;
- Відмивання.

Перед включенням в роботу фільтра, що знаходиться в резерві, обов'язково зробіть його відмивання.

Для гарної відмивання необхідно, щоб зерна фільтруючого матеріалу знаходилися в підвішеному стані. Промивання фільтруючого матеріалу здійснюють висхідним потоком води, яку подають в фільтр через нижню дренажно-розподільний пристрій 5.

Для промивки фільтра використовують освітлений воду, яку заздалегідь накопичують у спеціальному баку і подають на фільтр насоси. Напір, створений насосами, повинен бути розрахований таким чином, щоб подолати опір, створений трубопроводами, шаром фільтруючого завантаження і шаром води в фільтрі.

Для економії освітленої води рекомендується повторно використовувати промивну воду. Для цього промивальну воду, що виходить з фільтра, збирають

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

в бак, з якого за допомогою насоса рівномірно подають (разом з осадам) протягом доби в трубопровід вихідної води перед освітлювачем.

Для підвищення якості промивки в фільтр через нижню дренажно- розподільний пристрій подають стиснене повітря з витратою $20 \text{ л / (м}^2 \cdot \text{с)}$. Фільтруючий шар обробляється стисненим повітрям протягом 3-5 хв до подачі в фільтр промивної води.

Відлипаючи з поверхні фільтруючих зерен частинки забруднень і дрібні частки фільтруючого матеріалу разом з висхідним потоком відводяться з фільтра через верхнє дренажний розподільний пристрій.

Напір води необхідний для промивки фільтра, 0,1 МПа. Інтенсивність промивання залежить від роду матеріалу, що фільтрує, діаметра його зерен і температури промивної води. Так, для кварцового піску інтенсивність промивки становить 15-18, для дробленого антрациту $10-12 \text{ л / (м}^2 \cdot \text{с)}$. Нормальна розрахункова тривалість промивки водою 6-10 хвилин і контролюється по освітлених промивних води.

Контролюють витікаючу при відмиванні воду щодо розміру зерен фільтруючого матеріалу.

Присутність в пробах каламуті, дрібних, повільно осідаючих на дні посудини зерен свідчить про вимивання з фільтра шкідливих дрібниці. Тільки при появі в пробі води швидко осідають робочих зерен фільтруючого матеріалу, інтенсивність розпушування повинна бути негайно знижена, потім через 2 хвилини знову підвищена до появи дрібних частинок в промивній воді.

По закінченню промивки, перший мутний фільтрат скидають або в дренаж, або в бак повторного використання промивних вод.

Швидкість фільтрування води через фільтруючий матеріал може змінюватися без погіршення якості води. Напір води не більше 0,6 МПа.

Періодично під час роботи фільтра відбирають пробу води, для контролю якості її освітлення.

В процесі роботи фільтра періодично перевіряють тиск води по манометрах на вході в фільтр і виході з нього [9].

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6.1.2 Вибір матеріалу та товщини стінки

Для заданої продуктивності, 320 м³/год, обрано механічний фільтр, виготовлений з легованої сталі 12Х18Н10Т. Вибір дорогої легованої сталі обумовлений високим корозійним середовищем (кисень).

Верхній розподільний пристрій - з нержавіючої сталі або з пластика. Нижня дренажно-розподільний пристрій - з нержавіючої сталі.

В якості вихідних даних до розрахунку товщини стінки корпусу виступають розрахована допустима напруга, певний діаметр обичайки і тиск.

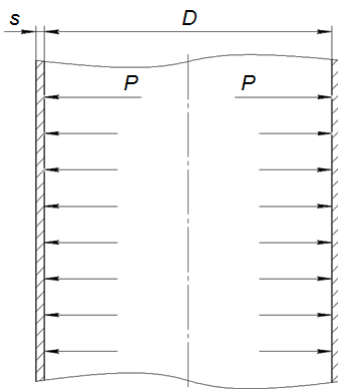


Рисунок 1.2 - Схема до розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки

Визначаємо відношення визначаючих параметрів із врахуванням коефіцієнта міцності шва $\varphi_{ш}$ [9]:

$$\frac{\sigma_o}{p} \varphi_{ш} = \frac{139}{0,6} 0,9 = 208,5 > 25; \quad (6.1)$$

де, σ_o – припустиме напруження у стінці апарата для заданого матеріалу, МПа;

p – розрахунковий тиск в апараті, МПа;

$\varphi_{ш}$ – коефіцієнт міцності зварюваного шва.

тому номінальну розрахункову товщину стінки обичайки розраховуємо так:

$$s' = \frac{D_o \cdot p}{2\sigma_o \cdot \varphi_{ш}} = \frac{3000 \cdot 0,6}{2 \cdot 139 \cdot 0,9} = 7,2 \text{ мм}; \quad (6.2)$$

Поправка на округлення товщини листа сталі по сортаменту: $c_0 = 1,01$ мм.

Поправка на корозію: $c_k = 1$ мм.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		43

Товщина стінки із врахуванням поправок :

$$s = s' + c_k + c_0 = 7.2 + 1 + 1.01 = 9.21 \text{ мм}; \quad (6.3)$$

Приймаємо товщину стінки стандартну 10 мм.

Перевіримо умову виправданості використання попередніх формул:

$$\frac{s - c_k}{D_g} = \frac{10 - 1}{3000} = 0.003 < 0.1; \quad (6.4)$$

Допустимий тиск в обичайці:

$$P_o = \frac{2\sigma_o \varphi_{tu} (s - c_k)}{D_g + (s - c_k)} = \frac{2 \cdot 139 \cdot 0.9 \cdot (10 - 1)}{3000 + (10 - 1)} = 0.74 \text{ МПа} > P_1 = 0.6 \text{ МПа}. \quad (6.5)$$

6.1.3 Розрахунок механічного фільтра

Вихідні дані:

продуктивність: $Q = 320 \text{ м}^3/\text{год}$;

діаметр: $D = 3000 \text{ мм}$ [5];

швидкість фільтрування: $V = 10 \text{ м/год}$ [5];

Гряземісткість: $\Gamma = 2 \text{ кг/м}^3$ [5];

Висота шару : $h = 1 \text{ м}$ [5];

Концентрація зважених частинок: $c = 10 \text{ мг/дм}^3$ [10];

Необхідна площа фільтрування визначається за формулою:

$$F = \frac{Q}{V} = \frac{320}{10} = 32 \text{ м}^2; \quad (6.6)$$

Необхідна площа фільтрування одного фільтра приймається за формулою:

$$f = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3^2}{4} = 7.065 \text{ м}^2; \quad (6.7)$$

Кількість стандартних однокамерних фільтрів:

- Робочих: $n = \frac{F}{f} = \frac{32}{7.065} = 4.5 \approx 5 \text{ шт.}$
- Регенеруючих: $n = 1 \text{ шт.}$
- Резерв: $n = 1 \text{ шт.}$
- Загальна кількість: $n = 7 \text{ шт.}$

Дійсна швидкість фільтрування при роботі усіх фільтрів дорівнює:

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$w = \frac{Q}{f \cdot n} = \frac{320}{7.065 \cdot 5} = 9.059 \text{ м/год}; \quad (6.8)$$

а під час вимикання одного з фільтрів на промивання:

$$\omega_{n-1} = Q_{\text{в.н.}} / (n - 1) \cdot f, \quad (6.9)$$

$$\omega_{n-1} = 320 / (5 - 1) / 7.065 = 11.32 \text{ м / год.}$$

Період фільтроцикла:

$$T = \frac{h \cdot f \cdot \Gamma \cdot n}{Q \cdot c} = \frac{1 \cdot 7.065 \cdot 2 \cdot 5}{320 \cdot 0.001} = 22.08 \text{ год}; \quad (6.10)$$

Добове число реєнєрації всіх фільтрів:

$$m = \frac{n}{T} = \frac{5}{22.08} = 5.4 \text{ 1/добу}; \quad (6.11)$$

Питома витрата води на взрихлення фільтра: $i=12 \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$ [10];

Час взрихлення: $\tau=15 \text{ хв}$ [10];

Витрата води на взрихлення:

$$V_{\text{вз}} = \frac{f \cdot i \cdot \tau}{1000} = \frac{7.065 \cdot 12 \cdot 15 \cdot 60}{1000} = 76.3 \text{ м}^3; \quad (6.12)$$

Питома витрата води на промивку: $a=1 \text{ м}^3/\text{м}^3$ [5];

Витрата води на промивку:

$$V_{\text{пр}} = f \cdot h \cdot a = 7.065 \cdot 1 \cdot 1 = 7.065 \text{ м}^3; \quad (6.13)$$

Сумарна витрата води на промивку:

$$V = V_{\text{вз}} + V_{\text{пр}} = 76.3 + 7.065 = 83.367 \text{ м}^3; \quad (6.14)$$

Часова витрата води на власні потреби:

$$q = V \cdot m = 83.367 \cdot \frac{5.4}{24} = 18.87 \text{ м}^3/\text{год}; \quad (6.15)$$

Швидкість промивки: $\omega = 8 \text{ м/год}$ [10];

Час промивки:

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}}}{f \cdot \omega} = \frac{7.065}{7.065 \cdot 8} = 7.5 \text{ хв}; \quad (6.16)$$

Сумарний час реєнєрації фільтра:

$$\tau_{\Sigma} = \tau + \tau_{\text{пр}} = 15 + 7.5 = 22.5 \text{ хв.} \quad (6.17)$$

Для забезпечення заданої продуктивності приймаємо до установки 5 робочих, 1 регенеруючий та один резервний механічний фільтр ФОВ-3,0-0,6, що забезпечує продуктивність $320 \text{ м}^3/\text{год.}$

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання

Очищення води методом осадження дозволяє видалити більшу частину речовин, що знаходяться в ній в грубодисперсному або колоїдному станах. Основним з найефективніших способів очищення води методом осадження є вапнування з коагуляцією в спеціальних апаратах – освітлювачах [4].

6.2.1 Освітлювач

Освітлювач є апаратом, в якому одночасно протікають хімічні реакції, пов'язані з введенням реагентів, а також фізичні процеси формування осадів (шламу) в об'ємі води освітлювача і фільтрування оброблюваної води через їх шар. Контактне середовище в освітлювачі, яке має назву шламowego фільтра, формується з раніше утворених і частинок шламу, які знову утворилися, які знаходяться в підвішеному стані за рахунок дії висхідного потоку води. Пройшовши через шламований фільтр вода очищується від грубодисперсних частинок, що містяться у вихідній воді та сформованих в результаті хімічних реакцій в освітлювачі. Тому їх залишкова концентрація зазвичай знаходиться в межах 5-10 мг/дм³, якщо не порушені хімічний і гідравлічний режими в освітлювачі [11].

В даний час на різних водопідготовчих установках використовуються освітлювачі двох типів: освітлювачі типу ЦНИИ, для реалізації в них процесів коагуляції та освітлювачі типу ВТИ в яких здійснюється вапнування з коагуляцією. У конструкціях освітлювачів цих двох типів відсутні принципові відмінності, але швидкості руху води в різних зонах освітлювача обрані різними. Це пов'язано з характеристиками шламу, який утворюється в освітлювачах: при коагуляції він легший, тому швидкості підйомного руху води повинні бути нижчими, ніж при вапнуванні, так як швидкість висхідного руху води в освітлювачі не повинна перевищувати швидкість осадження частинок щоб уникнути виносу їх потоком води з освітлювача. Тому при виборі основного апарату ми віддаємо перевагу освітлювачу типу ВТИ [12].

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

При використанні в схмах водопідготовки готових конструкцій освітлювачів типу ВТИ зі стандартними типорозмірами, моделі освітлювачів вибирають за таблицею 6.2 в залежності від витрати води (продуктивності станції водопідготовки) [12].

Таблиця 6.2 – Основні параметри освітлювачів для вапнування

Марка освітлювача	Продуктивність, м ³ /год	Діаметр, мм	Висота, м	Загальний об'єм, м ³	Маса конструкції, т	Нагрузочна маса, т
ВТИ-63 И	63	4250	8.0	76	8.0	84
ВТИ-100 И	100	5500	8.45	133	13.55	170
ВТИ-160 И	160	7000	9.65	236	19.35	280
ВТИ-250 И	250	9000	10.7	413	32.0	480
ВТИ-400 И	400	11000	11.9	650	55.0	705
ВТИ-630 И	630	14000	14.6	1240	88.0	1400
ВТИ-1000 И	1000	18000	16.5	2127	147.0	2350

Для забезпечення заданої продуктивності приймаємо до установки два освітлювача ВТИ-400и, продуктивністю по 400 м³/год, і один резервний.

6.2.2 Вапногасилка

У відділенні готування вапняного молока встановлюємо одну механічну лопатеву вапногасилку С-322, продуктивністю 1 т/год по вапну кипілки, з електродвигуном потужністю 4,5 кВт.

6.2.3 Гідроциклон

Вибір робимо по годинній витраті вапняного молока:

$$22,55 / 24 = 0,93 \text{ м}^3/\text{год.} \quad (6.18)$$

Приймаємо до установки один гідро циклон, продуктивністю 8 м³/год.

6.2.4 Циркуляційна мішалка вапняного молока

Об'єм розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$: $V = 0,93 \cdot 1,3 \cdot 12 = 14,66 \text{ м}^3$.

Встановлюємо одну циркуляційну мішалку вапняного молока об'ємом 20 м^3 .

6.2.5 Баки для розчину коагулянту

Розчин коагулянту заготовлюють на 24 год. Об'єм 5 % -вого розчину коагулянту:

$$V_{\text{к. доб.}} = Q_{\text{к. доб.}} \cdot 100/1000/5/\rho_{\text{к.}} \quad (6.19)$$

де 5 – концентрація безводного коагулянту, %;

$\rho_{\text{к.}}$ – густина 5 % розчину коагулянту, кг/ м^3 ;

$$V_{\text{к. доб.}} = 329,47 \cdot 100/5/1048 = 6,29 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Об'єм баку для 5 % розчину коагулянту визначаємо за формулою:

$$V_{\text{б.}} = V_{\text{к. доб.}} \cdot 1,3 = 6,29 \cdot 1,3 = 7,17 \text{ м}^3. \quad (6.20)$$

Встановлюють один видатковий бак для 5 % -вого розчину коагулянту об'ємом 8 м^3 і один резервний бак об'ємом 8 м^3 , що може бути використаний, як розчинний, так і видатковий.

6.2.6 Гідравлічна мішалка коагулянту

Об'єм 5 % -вого розчину коагулянту:

$$V_{\text{к. доб.}} = Q_{\text{к. доб.}} \cdot 100/1000/5/\rho_{\text{к.}} \quad (6.21)$$

де 5 – концентрація безводного коагулянту, %;

$\rho_{\text{к.}}$ – густина 5 % розчину коагулянту, кг/ м^3 ;

$$V_{\text{к. доб.}} = 329,47 \cdot 100/5/1048 = 6,29 \text{ м}^3/\text{добу}.$$

Встановлюємо одну гідравлічну мішалку коагулянту об'ємом 10 м^3 .

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6.2.7 Бак для розчину ПАА

Прийнято дві установки для приготування розчину ПАА типу УРП-2 М продуктивністю 0,6 м³/год. Встановлено два баки-мішалки для 1 % -вого розчину ПАА, об'ємом по 2 м³. Встановлено два циркуляційних перекачувальних насоси типу 2к-20/30а, продуктивністю 20 м³/год, Н = 25,2 м вод. ст. з електродвигунами, у яких n = 2900 об/хв і N = 4,5 кВт. Встановлено два електродвигуни типу АО2-46-2, N = 4 кВт, n = 960 об/хв [13].

6.2.8 Вибір насосного обладнання

Технологічні характеристики обраного насосного обладнання для даної технологічної схеми наведено в таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Технологічні характеристики насосного обладнання [13].

Найменування	Кількість	Функціональне призначення	Тип насоса	Електродвигун
1	2	3	4	5
Насос-дозатор розчину коагулянту	1 + 1р.	Дозування робочого розчину коагулянту в освітлювач	НД400/16 Q = 0,4м ³ /год H = 160 м.в.ст.	ВАО-21-4 N = 1,1 кВт n = 1500
Насос-дозатор розчину вапняного молока	1 + 1р.	Дозування робочого розчину вапняного молока в освітлювач	НД630/10 Q = 0,63м ³ /год H = 100 м.в.ст.	ВАО-21-4 N = 1,1 кВт n = 1500
Насос-дозатор розчину флокулянт	1 + 1р.	Дозування робочого розчину флокулянту в освітлювач	НД1000/10 Q = 1,0 м ³ /год H = 100 м.в.ст.	ВАО-31-4 N = 2,2 кВт n = 1500
Насос вапняного молока	1 + 1р.	Для перемішування і подачі із мішалок на всмоктування насосів-дозаторів	СМ100-65-250/4 Q=10-60 м ³ /год H=24-18 м.в.ст.	4АМ 132S4 N=7,5 кВт n=1450 об/хв
Насос вапняної води	1 + 1р.	Для перекачування води з баку на механічні фільтри	ІР4Р Q = 450 м ³ /год H = 43 м	ІЕС 6034-1 N = 7,5 кВт n = 1450 об/х

Продовження таблиці 6.3

1	2	3	4	5
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/х
Насос регенеративних вод	1 + 1р.	Для подачі води з баку регенеративних вод в освітлювач	K65-50-160 Q=25м³/год H=32 м.в.ст.	4AM 100L2 N=5,5 кВт n=3000 об/хв

6.2.9 Бак освітленої води

Об'єм баку освітленої води визначається за формулою :

$$V_{\text{осв.б.}} = m \cdot f \cdot i \cdot t_{\text{розп}} \cdot 60/1000, \quad (6.22)$$

де m – кількість відмивань кожного фільтра на добу, приймається рівним $1 \div 3$;

f – площа фільтрування одного механічного фільтра, м^2 ;

i – інтенсивність розпушуючої промивки, $\text{дм}^3/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$;

$t_{\text{розп}}$ – тривалість розпушуючої промивки, хв;

$$V_{\text{осв.б.}} = 2 \cdot 7,065 \cdot 12 \cdot 15 \cdot 60/1000 = 152,87 \text{ м}^3.$$

Прийнято до установки чотири баки для освітленої води ємністю 40 м^3 і один резервний.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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 попередньої підготовки води для ТЕЦ здійснено у розділі 4.

Запропонована технологічна схема відділення попередньої підготовки 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 попереднього очищення природної води, його апаратного оформлення та норм технологічного режиму необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

[14], [15]:

- контроль та регулювання витрати води на вході до системи;
- контроль та регулювання витрати води на вході до механічного фільтра;
- контроль та регулювання витрати води для приготування розчину ПАА;
- контроль та регулювання витрати води для приготування розчину коагулянту;
- контроль та регулювання витрати води для приготування вапняного молока;
- контроль та регулювання витрати (ПАА);
- контроль рівня в баку вапнованої води;
- контроль рівня в баку освітленої води;
- контроль рівня в баку регенеративних вод;
- контроль рівня в витратного баку розчину ПАА;
- контроль рівня в гідравлічній машині коагулянту;
- контроль рівня в витратному баку коагулянту;
- контроль рівня в вапногасилці.

Основні параметри контролю та регулюванням наведено в таблиці 7.1 [16].

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	Трубопровід подачі води на механічний фільтр	Витрата	5 м ³ /год	Контроль, регулювання
3	Механічний фільтр	Різниця тиску	0,6 МПа	Контроль, сигналізація
4	Трубопровід подачі води для приготування розчину ПАА	Витрата	-	Контроль, регулювання
5	Трубопровід подачі розчину ПАА	Витрата	0,29 м ³ /год	Контроль, регулювання

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 7.1

1	2	3	4	5
6	Трубопровід подачі води для приготування розчину коагулянту	Витрата	-	Контроль, регулювання
7	Бак вапнової води	Рівень	-	Контроль
8	Бак освітленої води	Рівень	-	Контроль
9	Бак регенеративних вод	Рівень	-	Контроль
10	Витратний бак розчину ПАА	Рівень	-	Контроль
11	Гідравлічна машина коагулянту	Рівень	-	Контроль
12	Витратний бак коагулянту	Рівень	-	Контроль
13	Вапногасилка	Рівень	-	Контроль
14	Трубопровід вхідної води	Температура	40 °C	Контроль
15	Бак розчину ПАА	Рівень	-	Контроль
16	Трубопровід освітленої води	Витрата	-	Контроль, регулювання
17	Трубопровід коагулянту	Витрата	-	Контроль, регулювання
18	Трубопровід подачі води для приготування вапняного молока	Витрата	-	Контроль, регулювання
19	Трубопровід освітленої води	pH	6-8	Контроль

7.3 Опис розробленої схеми автоматизації попередньої підготовки води для ТЕЦ

У розробленій схемі розглядається відділення попередньої підготовки води. Для нормальної роботи усього технологічного устаткування, мінімізації можливих помилок, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів розроблено схему автоматизації, яка покликана вирішувати всі ці задачі. Передбачені пристрої контролю, які служать для отримання поточних значень параметрів процесу. У процесі дослідження робочих процесів основними контрольованими параметрами є: рівень, витрата, різниця тисків та температура [17].

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

В баку вапнованої води, баку освітленої води, баку регенеративних вод, витратного баку розчину ПАА, гідравлічній машині коагулянту, витратному баку коагулянту, вапногасилці, витратному баку ПАА контролюється рівень рідини, адже процес не може проходити нормально, якщо в апаратах рівень не відповідає необхідному. Витрата вхідних речовин регулюється автоматично, оскільки залежно від витрати вхідної води та реагентів, що додаються, буде залежати чи якісно пройшов процес очистки [15].

Для контролю та регулювання витрат в трубопроводах схеми на різних стадіях очищення і подачі реагентів використовуються контури 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17. Вони включають такі засоби автоматизації: діафрагми камерні (9-1, 10-1, 11-1, 12-1, 13-1, 14-1, 15-1, 16-1, 17-1); вимірювальні тензоперетворювачі перепаду тиску (9-2, 10-2, 11-2, 12-2, 13-2, 14-2, 15-2, 16-2, 17-2); автоматичні показувальні та реєструвальні вторинні прилади (9-3, 10-3, 11-3, 12-3, 13-3, 14-3, 15-3, 16-3, 17-3); регулятор мікропроцесорний (9-4, 10-4, 11-4, 12-4, 13-4, 14-4, 15-4, 16-4, 17-4); магнітний пускач (МП1, МП2, МП3, МП4, МП5, МП6, МП7, МП8, МП9, МП10); механізм виконавчий електричний (9-5, 10-5, 11-5, 12-5, 13-5, 14-5, 15-5, 16-5, 17-5).

Для контролю за рівнем у баках використовують контури 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 а в них застосовуються такі ТЗА: рівнемір буйковий з пневматичним передавальним перетворювачем (1-1, 2-1, 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 8-1); перетворювач пневмoeлектричний (1-2, 2-2, 3-2, 4-2, 5- 2, 6-2, 7-2, 8-2); автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад (1-3, 2-3, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3, 7-3, 8-3).

Для контролю температури вхідної води у трубопроводі забезпечує контур 18, який включає первинний вимірювальний перетворювач температури (18-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (18-2).

Контроль перепаду тиску освітленої води у механічному фільтрі забезпечує контур 19, який включає первинний вимірювальний перетворювач перепаду тиску (19-1), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (19-2), регулятор (19-3).

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Контур 20 застосовують для контролю рН у трубопроводі 1а. Включає в себе первинний перетворювач рН (20-1), проміжний перетворювач (20-2), вторинний показувальний та реєструвальний прилад (20-3).

Результатом виконання даної роботи є схема автоматизації відділення попереднього очищення природної води. У процесі виконання схеми було проведено аналіз технологічних процесів з позицій автоматизації.

Представлена схема автоматичного контролю схеми дає можливість виключити людину з процесу виробництва. Потрібна тільки присутність оператора, щоб слідкувати за процесом по приладах, які вдало розміщені на пульті керування. Є перспектива модернізації і подальшого розвитку системи автоматизації даного технологічного процесу.

Використано принципи контролю, сигналізації та регулювання конкретних параметрів. Усі поставлені завдання автоматизації виконано.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

8 ЕКОНОМІКО – ОРГАНІЗАЦІНІ РОЗРАХУНКИ ВІДДІЛЕННЯ ПОПЕРЕДНЬОЇ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ТЕЦ

Економіко-організаційні розрахунки є важливою частиною роботи, яка дає змогу обґрунтувати доцільність існування даного відділу підприємства. В умовах ринкової економіки від інженерно-технічного, технологічного персоналу підприємства власники цих підприємств очікують вміння застосовувати сучасні форми організації діяльності виробництва, формування нових моделей, організаційно-економічного забезпечення ефективної праці.

Технологічний процес складається з десяти основних стадій. Для того щоб не порушувалась його неперервність, кожна з них повинна виконуватись певний визначений проміжок часу. Перелік основних операцій наведений в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Основні операції технологічного процесу

№	Операція	Час t_i , хв.
1	Підігрів природної води	10
2	Приготування робочого розчину коагулянта	10
3	Приготування робочого розчину флокулянта	10
4	Приготування вапняного молока	10
5	Введення підігрітої води в освітлювач	60
6	Дозування реагентів в освітлювач	60
7	Освітлення води	60
8	Видалення шламу з освітлювача	10
9	Очищення води на механічному освітлювальному фільтрі	60
10	Видалення шламу з механічного освітлювального фільтра	10

Допоміжні процеси (приготування регенераційних розчинів, приготування розчинів для розведення та знешкодження стоків, промивка фільтрів) та контроль якості не внесені до розрахунку виробничого циклу.

ВРПП відділення попереднього очищення природної води показано на рисунку 8.1.

Задана продуктивність для даного виробництва – 320 м³/год. При безперервному виробництві для заданої продуктивності використовується змішаний

ВРПП, який забезпечує необхідну продуктивність без введення додаткової виробничої лінії.

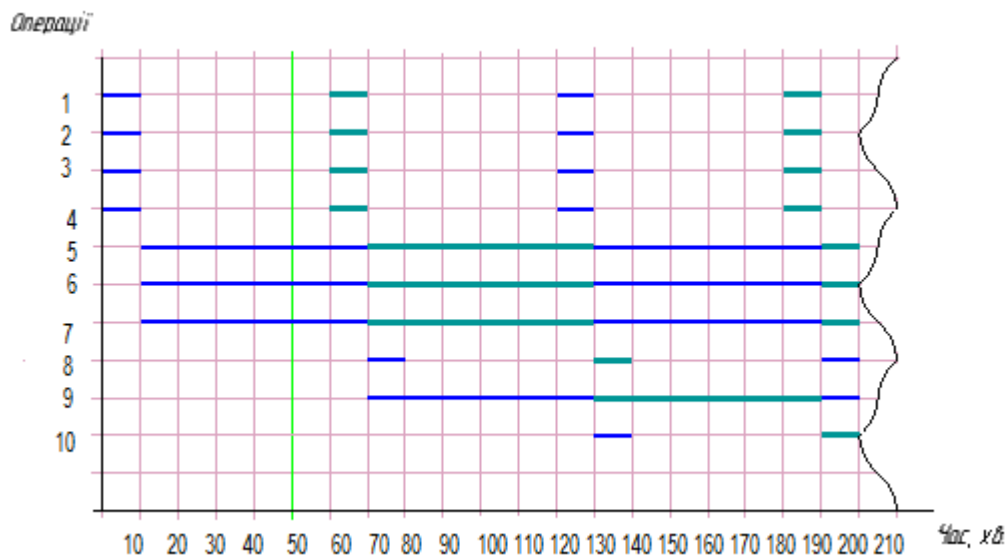


Рисунок 8.1 – ВРПП відділення попереднього підготовки води

Підприємство працює 7 днів на тиждень у три зміни, тривалість зміни 8 годин. Кількість днів у році 365. Підприємство працює протягом 365 днів.

Середньорічна тривалість роботи виробництва:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср.р.}} = \frac{D_K \cdot 24}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{\text{вц}}^{\text{ф}}, \quad (8.1)$$

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

де 24 – кількість годин на добу;

D_K – кількість календарних днів у році;

T_p, D_p – тривалість роботи цеху протягом доби і кількість робочих днів цеху протягом року;

$T_{\text{вц}}^{\text{ф}}$ – фактична тривалість роботи.

Продуктивність відділення попереднього очищення складає 320 м³/год. Отже, річий випуск продукції становить:

$$B = 365 \cdot 24 \cdot 320 = 2\,803\,200 \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (8.2)$$

Кількість одиниць обладнання на один виробничий цикл: 2 освітлювача, 6 механічних фільтрів, 2 бак для готування розчину ПАА, 2 витратний бак ПАА, 1

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		57

гідроциклон, 1 вапногасилка, 1 циркуляційна мішалка вапняного молока, 1 гідравлічна мішалка розчину коагулянту, 1 фільтр розчину коагулянта, 1 витратний бак коагулянта, 4 бак освітленої води, 1 бак вапнованої води, 1 бак регенеративних вод і 9 насосів.

8.1 Організаційна структура відділення попереднього очищення природної води

Посади та схема підпорядкування цеху відображена на рисунку 8.2

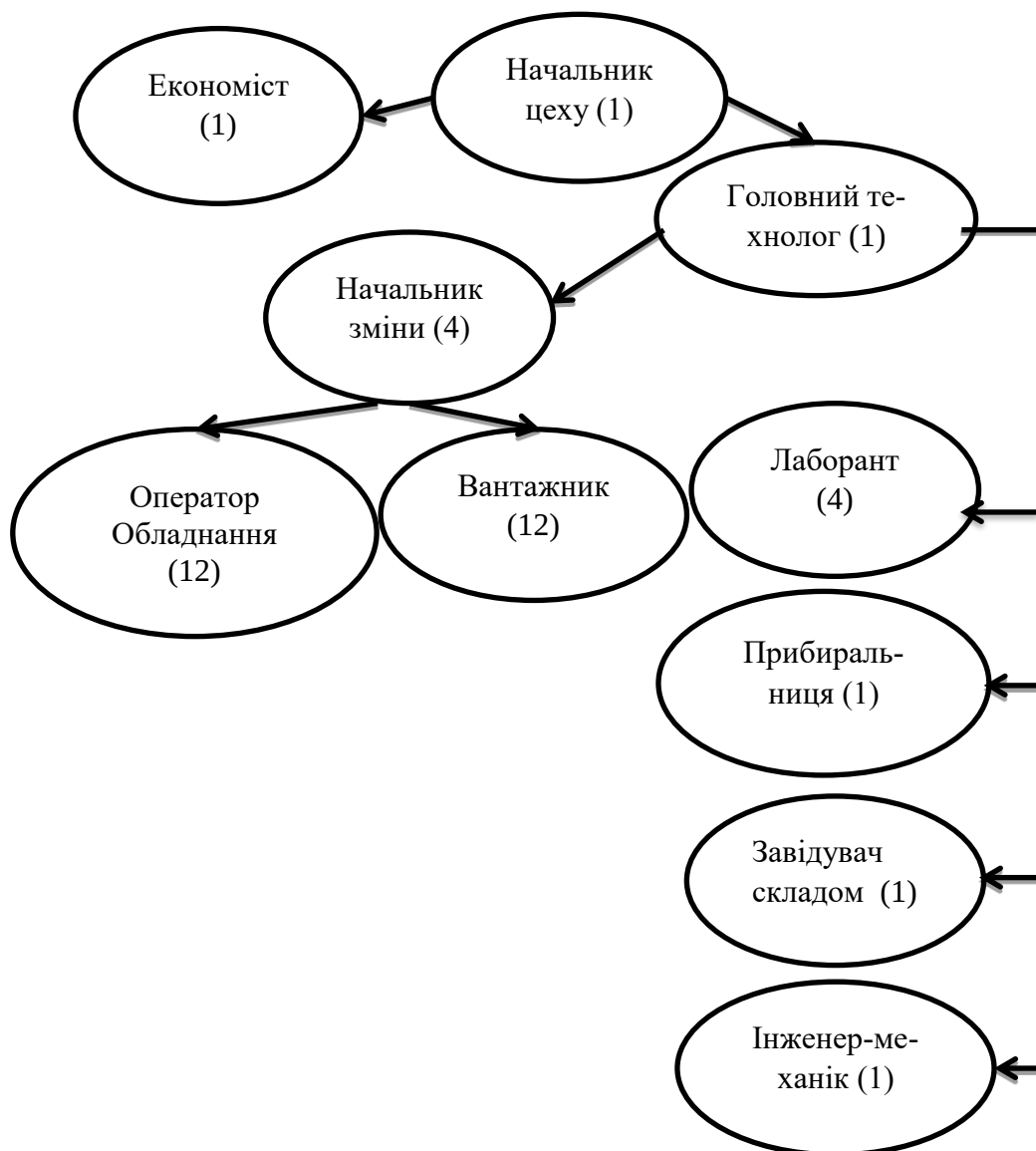


Рисунок 8.2 – Організаційна структура відділення попереднього очищення природної води

Начальник цеху - здійснює керівництво виробничо-господарською діяльністю цеху, проводить роботу з удосконалення організації виробництва, його технології, механізації та автоматизації виробничих процесів.

Головний технолог - забезпечує організацію виробництва, дотримання технології, координує дії трудового колективу, відповідає за якість продукції, що випускається, за працездатність устаткування, його своєчасне технічне обслуговування, ремонт сторонніми організаціями.

Економіст – відповідає за фінансові операції та веде облік підприємства.

Інженер (начальник зміни) – слідкує за процесом виробництва, дотриманням технології.

Лаборант – вхідний, вихідний та проміжний контролює якість води, а також перевірка реагентів на якість; розробляє методи підвищення якості освітленої води.

Оператор обладнання – стежить за роботою обладнання, проводить технічний огляд.

Вантажник – завантаження реагентів у витратні баки, завантаження та вивезення відходів.

Прибиральниця – прибирає приміщення.

Завідувач складом – стежить за наявністю реагентів, що потрібні на виробництві, відповідає за інвентар.

Інженер-механік – ремонт і обслуговування обладнання.

Оскільки процес повністю автоматизований, то безпосередньої участі у виробничому процесі працівники не беруть.

Режим роботи для начальника цеху, економіста, головного технолога, завідувачого складом, інженера механіка, прибиральниці, 5 днів на тиждень, тривалість зміни 8 годин (з 9:00 до 17:00). Для лаборанта, начальника зміни, оператора обладнання, вантажника, робочий тиждень має вигляд: режим роботи у 3 зміни, тривалість робочої зміни 8 годин. В одну зміну виходить 1 лаборант, 1 начальника зміни, 3 оператора обладнання, 3 вантажника. Система охорони – автоматична.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 7.3 – Графік змінності керуючого та обслуговуючого персоналу.

Дні	ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	НД	ПН	ВТ	СР	ЧТ	ПТ	СБ	НД
Бригада 1	1	1	1	1	1	В	В	1	1	1	1	1	В	В

Звідси, річну фактичну тривалість роботи лаборанта, начальника зміни, оператора обладнання, вантажника за нормальних умов праці складає:

$$T_{\text{рік факт}}^{\text{прац}} = \frac{365}{T_{\text{зм.обор}}} \cdot (T_{\text{зм.обор}} - T_{\text{вих}}) \cdot t_{\text{зм}}; \quad (8.7)$$

де $T_{\text{зм.обор}}$ - тривалість змінообороту, дні;

$T_{\text{вих}}$ - кількість днів відпочинку в змінообороті;

t_{3M} – тривалість робочої зміни, год.

$$T_{\text{рік факт}}^{\text{прац}} = \frac{365}{16} \cdot (16 - 4) \cdot 8 = 2190 \text{ год.}$$

$$T_{\text{перепрац}} = 2190 - 2016 = 174 \text{ год/рік.}$$

Розрахуємо річну фактичну тривалість роботи начальника цеху, економіста, головного технолога, завідуючого складом, інженера механіка, прибиральниці:

$$T_{\text{п-ва}}^{\text{прац.}} = \frac{365 - T_{\text{сб}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{сб}} - 1); \quad (8.8)$$

$$T_{\text{вир факт}}^{\text{н.у.}} = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) = 2016 \text{ год.}$$

$$T_{\text{перепрац}} = 2016 - 2016 = 0 \text{ год/рік}$$

Перепрацювання кожного з працівників, що працюють позмінно – 174 год/рік. , працівників, які працюють з 8:00 до 17:00 п'ять днів на тиждень – 0 днів, що враховано при нарахуванні заробітної плати.

8.2 Технічний контроль на виробництві

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

На виробництві виконуються вхідний, проміжний та вихідний контролю.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Всі види контролю якості проводять працівники лабораторії.

Вхідний контроль виконують лаборанти, аналізуючи проби води, які надходить на виробництво. Показники води мають відповідати нормативам, які наведені в розділі 2. Контроль проводиться два рази за зміну. За результати вхідного контролю ведеться журнал вхідного контролю.

Проміжний контроль здійснюється лаборантом. Проби води відбираються після кожного технологічного апарату лаборантом. Воду аналізують на загальний солевміст, мікробіологічну чистоту, вміст заліза, мангану, твердість загальну. За результатами поточного контролю формують журнал поточного контролю.

Вихідний проводиться автоматично два рази за зміну. Контролюється електропровідність води очищеної, мікробіологічна чистота та загальний органічний вуглець. За результатами оформлюється паспорт якості.

Суб'єкти контролю: лаборант і технолог.

Працівники проходять вхідний технічний контроль, який визначає їх кваліфікаційний рівень.

Технологічне обладнання перевіряється на стадії його закупки та кожної робочої зміни.

8.3 Матеріальна, документальна та організаційна 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 [18].

До основних фондів належать:

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

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Вартість основних фондів наведена у таблиці 8.4, до яких входять затрати на обладнання та приміщення, з суми яких вираховуємо амортизаційні відрахування.

Таблиця 8.4 – Вартість основних фондів

Основні фонди	Кількість Одиниць	Вартість, грн.	Мінімально допустимі строки ко- рисного ви- користання, роки	Сума аморти- заційних відра- хувань, грн/рік
1	2	3	4	5
Освітлювач	3	2 000 000	5	400 000
Механічний фільтр	7	350 000	5	70 000
Бак готування роз- чину ПАА	2	90 000	5	18 000
Витратний бак роз- чину ПАА	2	90 000	5	18 000
Гідравлічна мішалка розчину коагулянту	1	35 000	5	7 000
Мішалка вапняного молока	1	35 000	5	7 000
Вапногасилка	1	35 000	5	7 000
Гідроциклон	1	35 000	5	7 000
Фільтр розчину коа- гулянта	2	110 000	5	22 000
Витратний бак коагу- лянта	2	90 000	5	18 000
Бак освітленої води	5	250 000	5	50 000
Бак регенеративних вод	2	90 000	5	18 000
Насос	12	120 000	5	24 000
Труби	-	25 000	5	5 000
Виробничий та господарський інвен- тар	-	6 000	4	1 500
Нематеріальні ак- тиви (ліцензії, серти- фікати)	-	120 000	12	10 000

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Продовження таблиці 8.4

1	2	3	4	5
Електронно-обчислювальні машини	-	100 000	2	50 000
Всього	-	5 081 000	-	807 500

Амортизаційні відрахування (з таблиці 8.4):

$$A = A(\text{буд.}) + A(\text{обл.}) + A(\text{інвентар}) + A(\text{нем.акт.}) \quad (8.9)$$

$$A = 807\,500 \text{ грн/рік.}$$

Вартість основних фондів (з таблиці 8.4):

$$\text{ОФ} = \text{В(буд.)} + \text{В(обл.)} + \text{В(інвентар)} + \text{В(нем.акт)} \quad (8.10)$$

$$\text{ОФ} = 5\,081\,000 \text{ грн.}$$

8.3.2 Склад оборотних засобів

Оборотні засоби – це матеріальні цінності, грошові засоби, які знаходяться у розпорядженні підприємства, використовуються у процесі виготовлення продукції повертаються підприємству у ході її продажу [18].

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.

1. Розрахунок витрати сировини за рік:

Вихідною сировиною є вода з природнього джерела (річки). У якості реагентів у процесі реагентного очищення природної води використовуються купорос залізний технічний (коагулянт), вапно будівельне негашене, поліакриламід (флкулант), а також використовується вода, яка йде на реагентне господарство. Оцінку вартості допоміжних процесів при реагентному очищенні наведено в таблиці 8.5.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 8.5 – Витрата та вартість реагентів та сировини у реагентному господарстві попереднього очищення

Реагент	Витрата, т	Ціна на ринку, грн./т	Вартість, грн./рік
Купорос залізний технічний ГОСТ 6981-54	120,256	7 000	841 792
Вапно будівельне повітряне нега- шене ГОСТ 9179-70	427,988	4 500	1 925 946
Поліакриламід (ПАА)	3,083	35 000	107 905
Чиста вода на реагентне господарс- тво	4120,85	1,16	4 780
Невраховані витрати (5 %)			144 021
Всього			3 024 444

Витрата вихідної води становить 2 803 200 м³/рік. Вартість забору води зі скважини складає 1,16 грн/м³. Отже, вартість сировини становить 3 251 712 грн/рік. Реагенти для контролю якості води – 15 000 грн. (поновлюються 6 разів на рік).

Всього на річний випуск партій продукції затрачається сировини вартістю:

$$Ц_{\text{сиров}} = 3\,024\,444 + 3\,251\,712 + (15\,000 \cdot 6) = 6\,366\,156 \text{ грн./рік.}$$

2. Розрахуємо витрати електроенергії [15].

Період роботи підприємства за рік $\tau = 8760$ год.

$$Ц_{\text{ел}} = \sum (T_{\text{рег}} \cdot \tau) \cdot P_{\text{обл}}^{\text{річ}}, \quad (8.11)$$

де $T_{\text{рег}}$ – тарифна ставка за регульованим тарифом:

$$T_{\text{рег}} = 1,942 \text{ грн./}(кВт \cdot \text{год.})$$

$P_{\text{об}}^{\text{річ}}$ – річна потужність обладнання, 900 кВт/год (сумарна по всьому технологічному обладнанню та освітленню):

$$Ц_{\text{ел}} = (1,942 \cdot 8760) \cdot 900 = 15\,310\,728 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

3. Фонд оплати праці:

В таблиці 8.6 наведені заробітні плати працівників для розрахунку ФОП.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 8.6 – Заробітна плата працівників

Посада	Кількість	ЗП працівника, грн/міс	Всього
Начальник цеху	1	15 000	15 000
Головний технолог	1	10 000	10 000
Економіст	1	8 000	8 000
Начальник зміни (інженер)	4	7 000	28 000
Оператор обладнання	12	5 000	60 000
Вантажник	12	5 000	60 000
Лаборант	4	4 500	18 000
Інженер-механік	1	5 500	5 500
Завідувач складом	1	4 500	4 500
Прибиральниця	1	3 300	3 300
Всього:	38	-	212 300

Фонд оплати праці відділення попереднього очищення природної води:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування} \quad (8.12)$$

$$\text{ФОП} = 212\,300 \cdot 12 \cdot 1,22 = 3\,108\,072 \text{ грн/рік.}$$

Вартість оборотних засобів відділення:

$$\text{ОБЗ} = \text{Ц}_{\text{сиров}} + \text{Ц}_{\text{ел}} + \text{ФОП} \quad (8.13)$$

$$\begin{aligned} \text{ОБЗ} &= 6\,366\,156 + 15\,310\,728 + 3\,108\,072 = \\ &= 24\,784\,956 \text{ грн/рік.} \end{aligned}$$

8.4 Розрахунок техніко-економічних показників

Капіталовкладення:

$$K = \text{ОФ} + \text{ОБЗ} = 5\,081\,000 + 24\,784\,956 = 29\,865\,956 \text{ грн.} \quad (8.14)$$

Собівартість:

$$C_{\text{річн. вип.}} = A + \text{ОБЗ} = 807\,500 + 24\,784\,956 = 25\,592\,456 \text{ грн/рік} \quad (8.15)$$

Собівартість 1м³ води очищеної:

$$C = C_{\text{річн. вип.}} / V_{\text{річн}} = 25\,592\,456 / 2\,803\,200 = 9,13 \text{ грн/м}^3. \quad (8.16)$$

Прибуток і, як наслідок рентабельність, дорівнює 0, оскільки очищена вода використовується лише в рамках потреб одного підприємства і слугує сировиною для подальшої обробки.

Таблиця 8.7 – Техніко-економічні показники.

Показник	Значення
Капіталовкладення	29 865 956 грн
Собівартість	9,13 грн/м ³ .
Чисельність явочна	14 осіб
Чисельність за списком	38 осіб
Прибуток	0
Рентабельність	0

Висновок: У даному розділі була розрахована собівартість освітленої води, вона склала 9,13 грн/м³ при капіталовкладенні 29 865 956 грн.

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

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

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи, які виконуються в проектованому виробництві, в залежності від витрат фізичної енергії, відносяться до категорії середньої тяжкості (категорії Іа).

У таблиці 9.1 наведені прийняті проектом значення параметрів мікроклімату для двох періодів року [19].

Таблиця 9.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

Період року	Температура, °С		Вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	оптимальні	допустимі	оптимальні	допустимі	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

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 $t_{onm} = (23 \div 25) \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптимал.температ.}} + 2 \text{ }^{\circ}\text{C} = 25 + 2 = 27 \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad (9.1)$$

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

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптимал.температ.}} + 2 \text{ }^{\circ}\text{C} = 24 + 2 = 26 \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad (9.2)$$

Для забезпечення нормальних метеорологічних умов і підтримання теплової рівноваги між теплом людини і оточуючим середовищем в цеху застосовується ряд засобів, основні з яких наступні [20]:

- 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 [21]. 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. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 роботи в цеху за зоровими умовами відносять

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

до IVa розряду – середньої точності.

В таблиці 9.2 наведені значення параметрів освітленості робочих місць, зазначених проектом [20].

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):

$$F = E \cdot S \cdot z \cdot k / n \cdot u \cdot m, \quad (9.3)$$

де F – світловий потік однієї лампи, лм;

E – нормована освітлюваність, $E = 500$ лк;

S – площа приміщення, $S = 55 \text{ м}^2$;

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

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

n – кількість світильників, $n = 8$;

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:

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

Вибір стандартної лампи та визначення її потужності проводиться згідно ГОСТ 6825-74. Відповідно до розрахованого світлового потоку ($F=3939$ лм), для забезпечення заданої освітленості, обирають тип лампи ЛД потужністю 65 Вт і визначають електричну потужність всієї освітлювальної системи:

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$$W = P \cdot n \cdot m, \text{ де} \quad (9.4)$$

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 дорівнює 80 дБА [19].

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

Для боротьби із шумом передбачаються наступні заходи: відведені спеціальні звукоізолюючі кабінки; внутрішні поверхні облицьовані матеріалами які поглинають шум. Створюються мал шумні 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

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

також застосування захисного огородження. Для зменшення вібрації використо-
вується віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок,
спеціальних підкладок під устаткування.

9.1.4 Електробезпека

Ураження людини електричним струмом може відбутися в наступних ви-
падах:

- при однофазному (одноразовому) дотику ізольованого від землі лю-
дини до неізолюваних струмоведучих частин електроустановок, що знаходяться
під напругою;
- при одночасному дотику людини до двох неізолюваних частин еле-
ктроустановок, що знаходяться під напругою;
- при наближенні людини, неізолюваної від землі, на небезпечну від-
стань до струмоведучих, не захищених ізоляцією частин електроустановок, що
знаходяться під напругою;
- при дотику людини, не ізольованої від землі, до не струмоведучих
металевих частин (корпусів) електроустановок, які опинилися під напругою че-
рез замикання на корпусі;
- при звільненні іншої людини, що знаходиться під напругою.

Живлення електроустаткування здійснюється від 3-х фазної, 4-х провідної
електричної мережі змінного струму промислової частоти із глухозаземленою
нейтраллю напругою 380/220 В [20].

Згідно ГОСТ 12.1.038-82 для змінного струму гранично припустимі зна-
чення напруги дотику та струму, що проходить через тіло людини, при аварій-
ному 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:

$$U_{\text{дот}} = 2 \text{ В}, I_{\text{л}} = 0,3 \text{ мА}, \text{ при часі дії до } 10 \text{ хв/добу}. \quad (9.6)$$

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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:

$$I_{\text{л}} = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_{\text{л}} + R_{\text{о}}}, \text{ мА}, \quad (9.7)$$

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

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

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

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

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

$$U_{\text{д}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} \cdot 10^3, \text{ В}. \quad (9.8)$$

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

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 [22]:

- занулення;
- ізоляція електропроводки;
- електрозахисні засоби (взуття персоналу на гумовій підшві, діелектричні рукавички, інструмент з ізолюючими ручками);
- блокування;
- попереджувальна сигналізація;
- знаки безпеки;
- попереджувальні плакати.

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

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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 стержневих 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. 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 [21, 23].

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;

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- 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.

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

Назва дільниць, приміщень, зовнішніх установок	Речовини, що мають обіг у виробн. ГОСТ	Агрегатний стан речовин в норм, умовах	Горючість. Займистість	Показники пожежо- і вибухонебезпечності, °C			Межа запалення		Вибухонебезпечні суміші з повітрям		Вогнегасні засоби	Категорія приміщення за ОНТП 24-86	Клас приміщення /зона/ і зовнішніх установок згідно з ПУЕ	Категорія об'єкта і тип зони захисту щодо влаштуванню блискавкозахисту згідно з СН 305-77
				Температура спалаху	Температура займання	Температура самозаймання	об'ємних	Мг/м³	Категорія	Група				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Приміщення цеху	Гетінакс	Твердий матеріал	Важко горючий	-	285	480	-	-	-	-	Вода, вогнегасники вуглекислотні ВВ-5	В	2	III-A

Продовження таблиці 9.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Машинне ма- сло	Рідке	Горючий	200	160-191	380	0,8	0,851	П6	Т-2	Пінний вогнега- сник	В	2	
	Дерево, гума	Твердий ма- теріал	Горючий	210-270	210-270	260	-	-	-	-	ВП-10	В	2	П-В

Зробивши висновки щодо шкідливості та небезпечності виробництва, вжито відповідні заходи для створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці, пожежної профілактики.

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

Відходи є невід’ємною частиною будь-якого технологічного процесу. Це стосується і роботи ТЕЦ, а зокрема і процесу попередньої очистки води.

Теплоелектроцентрально (ТЕЦ) — електростанція, що використовує пару, котру отримують в парогенераторі для вироблення електроенергії і теплофікації споживачів.

Частина пари для споживачів відбирається після того, як частина енергії пари буде використано для приведення у рух парової турбіни і параметри її зменшаться. Інша частина пари використовується в турбіні і поступає в конденсатор. Відібрана гаряча вода та пара поступає до споживачів системою трубопроводів.

Робота ТЕЦ негативно впливає на всі компоненти біосфери: атмосферу, гідросферу та літосферу. Негативний вплив ТЕЦ на навколишнє природне середовище складний і включає як забруднення атмосферного повітря газовими й аерозольними викидами так і викиди теплової енергії в навколишнє середовище, забруднення ґрунтових вод тощо.

З точки зору екологічної безпеки виробництво можна класифікувати як рядове. Метою даного розділу є підрахунок всіх шкідливих відходів, які утворюються під час роботи даного відділення і знайти рішення, які забезпечать їх екологічну утилізацію або доведення недопустимих значень до рівня ГДК.

10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються

Технологічна схема починається з нагріву води у теплообміннику, звідси вода йде в освітлювач, де проходить стадію коагуляції й осаджує колоїдно-дисперсні частинки. Після стадії коагуляції ми маємо твердий залишок – шлам. Після освітлювача вода прямує на механічні фільтри, після якого відфільтровані грубо дисперсні домішки потрібно утилізувати [24].

В таблиці 10.1 наводиться характеристика сировини та продукції výro-

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

бництва, в таблиці 10.2 наводиться характеристика твердих та рідких відходів.

Таблиця 10.1 – Характеристика сировини та продукції виробництва

№	Найменування стадії виробництва; перелік сировини, напівпродуктів, продукції.	Властивості	Кількість сировини, напівпродуктів, кг (м ³) за рік
1	2	3	4
1	Стадія освітлення води з використанням коагулянта, флокулянта та вапна. Продукт – освітлена вода	Наявність в освітленій воді дисперсних частинок, які не осіли в освітлювачі	Витрата коагулянту – 90 192 кг, вапна – 543 485 кг, флокулянту – 3801,6 кг

Таблиця 10.2 – Характеристика твердих відходів.

№	Найменування стадії виробництва; склад відходів, викидів, стоків	Кількість відходів, викидів та стоків, кг (м ³)	Метод очищення	Ступінь очищення, %
1.	Шлам ХВО з наступним хімічним складом: CaCO ₃ , CaO, MgCO ₃ , MgO, Fe(OH) ₃ , SiO ₂ .	На 1 т освітленої води утворюється 0,738 кг шламу	Зневоднення шламів та утилізація	60

Фазовий склад шламу ХВО представлений на рисунку 10.1

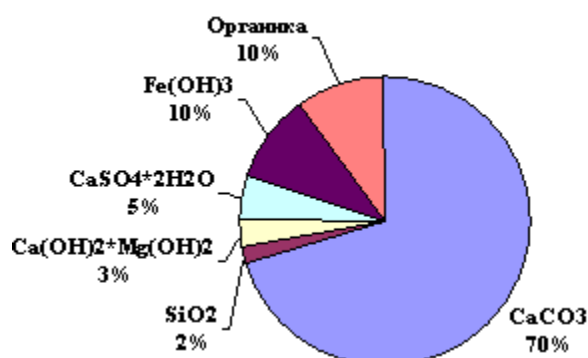


Рисунок 10.1 – фазовий склад шламу ХВО

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

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

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

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

З точки зору підвищення ефективності видалення води з матеріалу, зменшення габаритів площ, зайнятих під установку нейтралізації й утилізації шламу,

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

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

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

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		80

Таким чином, на теперішній час не існує універсального методу обробки і утилізації шламу перед очищення води на електростанціях за наявності технологічних, екологічних та економічних недоліків. Загалом вирішується проблема переробки й утилізації шламів ВПУ ТЕЦ лише частково внаслідок застосування, у переважній більшості технологічних процесів, шламових відходів як другорядних сировинних ресурсів при виробництві різних матеріалів із залученням при цьому незначних об'ємів шламів, що не виключає часткового їх накопичення і, таким чином, неповністю вирішує екологічну проблему [26].

Відсутність в Україні екологічно безпечної та економічно прийнятної схеми поводження з промисловими відходами IV класу небезпеки об'єктів теплоенергетики є базисом для розробки науково обґрунтованої схеми утилізації шламових відходів хімводопідготовки ТЕЦ з:

- 1) розробкою безвідходної технології утилізації шламу попереднього очищення води ТЕЦ;
- 2) використанням шламу передочищення як сировини у виробництві;
- 3) збереженням й максимальним використанням ресурсоцінних складових вказаних відходів, а саме органічної речовини;
- 4) економією природних енергоресурсів паливних матеріалів за рахунок використання вторинних низькопотенційних енергоресурсів підприємств енергетики, а саме – теплоти відпрацьованих димових газів.

За технологією, що запропонована у роботі [25], витрати на переробку шламу, що буде здійснюватися у межах технологічного процесу на ТЕЦ, стануть складовою частиною вартості продукції станції – кВт-години електроенергії, що виробляють ТЕЦ; не будуть застосовуватися високотемпературні процеси з використанням палива, що дозволить уникнути утворення додаткових викидів електростанцій; максимально будуть використані усі ресурсоцінні складові відходів; буде відсутній кінцевий продукт-залишок процесу переробки за рахунок збереження й використання повного складу відходів, що повністю ліквідує проблему накопичення шламових відходів водопідготовки.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Передбачається отримання на базі шламу передочищення води ВПУ ТЕУ матеріалів:

- для підвищення родючості ґрунтів, що сприятиме підвищенню продуктивності агроєкосистем, рішенням геоекологічних задач, а також проблеми пошуку нових альтернативних джерел сировини при виробництві добрив замість існуючих більш ресурсоенергоємних;
- для застосування в якості флюсу у сталеливарному виробництві;
- для застосування у будівельній індустрії тощо.

Важливою ланкою технологічного ланцюга утилізації шламу передочищення води ВПУ є процес сушки відходу. Головними показниками процесу сушки є продуктивність (швидкість видалення вологи), що залежить від типу сушарки, і витрата теплової енергії У запропонованій технологічній схемі обраний конвективний нагрів сушильного агенту (повітря) теплом відпрацьованих газів теплоелектростанції. Робота сушарки повинна відповідати наступним вимогам:

- кількість нагрітого повітря при температурі, що незначно перевищує критичну температуру, при якій ще можливо сушити частинки шламу, має бути достатньою;
- час знаходження частинок шламу в сушарці має бути мінімальним, але забезпечувати належне видалення вологи;
- гази, що відходять, повинні мати температуру достатньо високу, щоб попередити конденсацію до того, як вони покинуть сушарку;
- у сушарці має бути забезпечений тісний контакт гарячого повітря і висушуваного шламу;
- сушарка має бути нескладною за устроєм і легко регулюватися.

Для забезпечення зручності подальшої переробки (шлам з вмістом вологи >45 % набуває властивості щодо «текучості») й енергозаощадження у процесі сушки матеріалу, діапазон показників вмісту вологи у шламі, який буде поступати на технологічну лінію сушки після попереднього зневоднення, визначений у межах від 30 % до 45 %. Враховуючи температуру теплоносія, а також особливості кінетики процесу випаровування води при різних температурах визначений

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

діапазон оптимальних (з урахуванням технологічних вимог виробництва) температурних режимів проведення експериментальних досліджень з сушки шламу – 60-100 °С.

Є декілька шляхів подальшого використання цього шламу, а саме:

- для покращення когезійних властивостей ґрунтів;
- в керамічних виробництвах, в якості наповнювачів асфальтових сумішей і бетону;
- у виробництві цементу, цегли та інших будівельних матеріалів;
- матеріал для підсипки.

Також осади водоочищення можливо використовувати в процесах очищення промислових стоків: тим самим покращуються седиментаційні властивості осадів коагуляції, досягається більш повне вилучення цінних інгредієнтів зі стічних вод, підвищується зневоднення і скорочується витрата коагулянтів [27].

10.3 Розрахунок екологічних платежів

В даному розділі проведено розрахунок вартості податку у випадку зберігання шламу водоочищення на шламосховищах.

Згідно Податкового кодексу України (ПКУ) статті 246 п.246.2, ставка податку для відходів IV класу, рівня небезпечності – мало небезпечні складає 3,17 грн/т. Відповідно до ПКУ статті 246 п.246.5, коефіцієнт до ставки податку, для місць (зон) розміщення відходів які знаходяться на відстані 3 км і більше від адміністративних меж населеного пункту складає $K_t=1$. Згідно ПКУ статті 249 п.249.6, суми податку, який виплачується за розміщення відходів (Прв), обчислюються платниками самостійно щокварталу виходячи з фактичних обсягів розміщення відходів, ставок податку та коригуючих коефіцієнтів. Сума податку на рік за розміщення відходів розраховується за формулою [28]:

$$P_{pv} = \sum_{i=1}^n (H_{pi} \cdot M_{li} \cdot K_t \cdot K_0), \quad (10.1)$$

де H_{pi} – ставки податку в поточному році за тонну i -того виду відходів, грн;

M_{li} – обсяг відходів i -того виду, т;

K_t – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів згідно ПКУ статті 246 п.246.5;

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

K_0 – коригуючий коефіцієнт, що дорівнює 3 і застосовується у разі розміщення відходів на звалищах, які не забезпечують повного виключення забруднення атмосферного повітря або водних об'єктів;

$$P_{pv} = \sum_{i=1}^n (3,17 \cdot 0,738 \cdot 320 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 1) = 65579 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

В цілому екологічний стан виробництва відповідає нормі, адже тверді відходи, такі як відпрацьований шлам, не несуть ніякої шкоди, та йдуть на подальше використання.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

Під час виконання дипломного проекту наведено схему попередньої підготовки води. На основі аналізу методів обрано та обґрунтовано вибір реагентного методу. Наведено хімізм та теоретичні основи коагуляції і обґрунтовано норми технологічних режимів. Вибрано вихідну сировину та допоміжні матеріали, за рахунок яких, виконуються вимоги, які ставляться до води, яка подається на повне обезсолення.

Приведена технологічна схема та її опис. Розраховано основне та допоміжне обладнання у відповідності з заданою потужністю виробництва. Вибрано та охарактеризовано основне обладнання для виробництва. Для забезпечення заданої продуктивності прийняли до установки шість механічних фільтрів ФОВ-3,0-0,6, що забезпечують продуктивність 320 м³/год, і один резервний.

Представлено схему автоматизації технологічної схеми попереднього очищення води, основними контрольованими параметрами встановлені рівень, витрата, різниця тисків, рН та температура.

Розроблено організаційну структуру, визначено оптимальний вид руху предметів праці, розроблено графік змінності для персоналу, була розрахована собівартість освітленої води, вона склала 9,13 грн/м³ та капіталовкладення 29 865 956 грн.

Також розглянуто та проаналізовано вплив показників якості вихідного контролю на собівартість води. Запропонований варіант альтернативної схеми попередньої підготовки води, зроблено висновки, що при зміні якості води, тобто збільшенні нафтового забруднення, капіталовкладення збільшились на 41%, а собівартість на 21%.

Для безпечної роботи процесу даного виробництва створені відповідні умови техніки безпеки і охорони праці.

Розглянуто екологічні проблеми, що виникають в відділенні попереднього очищення природної води та обрано методи вирішення цих проблем.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. **Кульский, Л.А.** Технология очистки природных вод: изд. 2-е, перераб. и доп./ Л.А. Кульский, П.П. Строкач; -К.: Полиграфкнига, 1985. – 336 .
2. Короткий курс лекцій з дисципліни «Теоретичні основи захисту навколишнього середовища» [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://studme.com.ua/12521228/ekologiya/teoreticheskie_osnovy_zaschity_okruzhayuschey_sredy.
3. **Запольський, А.К.** Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк., 2005.- 671 с.
4. **Запольский А.К.** Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник/ Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., и др. - К.: Лібра, 2000 .- 552 с.
5. **Концевой, А.Л.** Алгоритмізація і програмування розрахунків процесу водопідготовки. Навчальний посібник: На правах рукопису / А.Л. Концевой, Н.М. Толстопалова. – К.: 2003. – 44 с.
6. Очищення води [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://medical-enc.com.ua/ochistka-vody.htm>.
7. Фильтры осветлительные вертикальные [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.teko-filter.ru/production/filtr-dly-ochistki/fov>
8. ОСНОВНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://ecolab.kuzstu.ru/Posobie/Glava_6/UntitledFrame-4.htm.
9. Осветлительные фильтры [Електронний ресурс] // Информационно - справочный каталог "Водоподготовительное оборудование" – Режим доступу: http://water.sarzem.ru/filtr_img/fov_to.pdf
10. ИНСТРУКЦИЯ по эксплуатации оборудования водоподготовительной установки (ВПУ) ЭИ- №1 - ХЦ / .. : ООО «ЕВРО - РЕКОНСТРУКЦИЯ»
11. **Громогласов, А.А** Водоподготовка: Процессы и аппараты: Учеб. пособие для ВУЗов /А. А. Громогласов, А. С. Копылов, А. П. Пильщиков и др.; Под ред. О. И. Мартыновой, - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с., ил.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		86

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

13. **Лифшиц, О.В.** Справочник по водоподготовке котельных установок. – М.: Энергия, 1976. – 286 с.

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. **Бабіченко, А. К.** Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. – 470 с. : іл. – Бібліогр.: с. 467. – 500 пр. – ISBN 966-593-232-2.

17. **Бабіченко, А. К.** Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – Ч. 2. Регулювальні і виконавчі пристрої. – 658 с. : іл. – Бібліогр.: с. 644–645. – 500 пр. – ISBN 966-593-292-6.

18. **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.

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

20. **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.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		87

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

22. **Орленко, А.Т.** Метод, вказівки до викон. розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біотехніки ф-тів / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 33 с.

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

24. **Білявський, Г.О.** Основи екології: теорія та практикум: навчальний посібник / Г.О.Білявський, Л.І.Бутченко, В.М.Навроцький. 2-е вид., перероб. та доп. - К: Лібра, 2004 – 35 с.- ISBN 966-7035-42-5.

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

26. **Пасенко А.В.** Обезвреживание шламовых отходов систем водоподготовки электростанций // Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету: (технічні науки) / А.В. Пасенко, А.Н. Коробочка – Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2008. – Випуск 1(9). – 243 с.

27. **Косогіна І.В.** Ресурсозберігаючі технології коагуляційного очищення стічних вод : [монографія] / І. В. Косогіна, І. М. Астрелін. – Одеса : Екологія, 2011. – 132 с.

28. Платежі за забруднення, їх види та критерії нарахування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://buklib.net/books/25530/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

					ХН 3214 1440 000 ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		