

Зміст

Вступ.....	8
1 Обґрунтування та вибір способу виробництва.....	9
1.1 Очищення води коагуляцією	10
1.2 Очищення води методом фільтрування.....	11
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних.....	13
матеріалів	13
2.1 Характеристика реагентів і вихідної води.....	13
2.2 Характеристики сировини.....	17
2.3 Характеристика фільтруючого матеріалу	17
3 Фізико – хімічні основи вибраного методу виробництва.....	19
3.1 Фізико-хімічні основи та суть методу реагентного освітлення води	19
3.2 Теоретичні основи методу фільтрації.....	27
4 Технологічна схема процесу	34
5 Визначення витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних	
матеріалів	38
5.1 Матеріальний розрахунок освітлювача	38
5.2 Розрахунок витрати вапна	39
5.3 Розрахунок витрати коагулянту.....	40
5.4 Розрахунок витрати ПАА	41
6 Розрахунок і вибір основного і допоміжного технологічного обладнання	42
6.1 Основне обладнання	42
6.1.1 Принцип роботи механічного фільтра.....	44
6.1.2 Вибір матеріалу та товщини стінки	47
6.1.3 Розрахунок механічного фільтра.....	48
6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання	50
6.2.1 Освітлювач.....	50
6.2.2 Вапногасилка.....	52
6.2.3 Гідроциклон.....	52
6.2.4 Циркуляційна мішалка вапняного молока	52
6.2.5 Баки для розчину коагулянту	52
6.2.6 Гідравлічна мішалка коагулянту	53
6.2.7 Бак для розчину ПАА	53

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

6.2.8 Насоси-дозатори вапняного молока.....	53
6.2.9 Насоси-дозатори розчину коагулянту	54
6.2.10 Насоси-дозатори розчину ПАА	54
6.2.11 Бак освітленої води.....	54
7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва.....	51
8 Економіко – організаційні розрахунки відділення попереднього очищення води для тепломереж.....	55
8.1 Організаційна структура відділення попереднього очищення природної води.....	57
8.2 Технічний контроль на виробництві.....	61
8.3 Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва ...	66
8.3.1 Склад основних фондів	66
8.3.2 Склад оборотних засобів.....	67
8.4 Розрахунок техніко-економічних показників	70
9 Охорона праці.....	83
9.1 Виявлення та аналіз ШНВФ на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.....	83
9.1.1 Повітря робочої зони	83
9.1.2 Виробниче освітлення	85
9.1.3 Захист від виробничого шуму і вібрації	86
9.1.4 Електробезпека.....	87
9.2 Пожежна безпека	89
10 Екологічна безпека виробництва.....	92
10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються	92
10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва	93
10.3 Підбір обладнання за обраним рішенням.....	96
10.4 Розрахунок екологічних платежів.....	97
Висновки	98
Перелік посилань.....	100
Додаток А.....	102

ВСТУП

З води виникло все. Вода - універсальна сировина будь-якої культури і фундамент будь-якого людського і духовного розвитку. Вода - найцінніший природний ресурс. Величезне значення вода має в промисловому і сільсько-господарському виробництві.

Забруднення вод проявляється в зміні фізичних і органолептичних властивостей (порушення прозорості, забарвлення, запахів, смаку), збільшенні змісту сульфатів, хлоридів, нітратів, токсичних важких металів, скороченні розчиненого у воді кисню повітря, появі радіоактивних елементів, хвороботворних бактерій і інших забруднювачів. Попереднє очищення передбачає видалення домішок I-ої та II-ої груп класифікації. Для видалення грубодисперсних і колоїдних домішок води здійснюється обробка води коагулянтами з подальшим відстоюванням та фільтрацією води. Після стадії попереднього очищення вода має містити до 10 мг/дм³ завислих частинок.

Вода широко використовується в різних галузях промисловості як теплоносії, чому сприяє широке поширення водоочисних станцій. Наявна в розпорядженні людей вода не може бути без очищення (обробки) теплоносієм у теплоенергетичних установках, оскільки сучасні ТЕЦ в енергетичному циклі використовують воду високої якості з вмістом домішок у межах 0,1-1,0 мг/кг.

Для задоволення вимог до якості води, що споживається при виробленні теплової і електричної енергії, виникає необхідність спеціальної фізико-хімічної обробки природної води.

Метою дипломного проекту є розробка відділення попереднього очищення води для ТЕЦ для отримання води з покращеними показниками якості.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

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

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 у різні пори року, в результаті скиду стічних вод нових промислових підприємств чи порушення умов експлуатації водойми у зв'язку з розвитком водного транспорту, роботами по осушенню болот (розташованих вище по течії), розвитком торф'яних розробок тощо. Технологічні схеми передбачають компоновку очисних споруд, 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 домішків кожної з груп [1].

Основним джерелом питної і технологічної води для України є р. Дніпро. Води, які поступають на очищення, містять дрібнодисперсні часточки розміром 10^{-9} до 10^{-4} м, вони утворюють колоїдно-дисперсну систему. Зокрема, домішки, які зумовлюють каламутність і кольоровість води, різняться надзвичайно малими розмірами, внаслідок чого їх осадження відбувається достатньо повільно. Стійкість дисперсних систем залежить від їх властивостей дисперсійного середовища (води) та дисперсійної фази. Властивості дисперсійного середовища характеризуються вмістом розчинених солей, газів, органічних поверхнево-активних та інших речовин, а також кислотністю, лужністю, твердістю, густиною, в'язкістю, поверхневим натягом тощо.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Ще однією з особливостей води р. Дніпро є високий вміст гумінових речовин (ГР), оскільки гирло ріки розташоване в болотистій місцевості. Традиційні технології очищення води, що на сьогодні використовуються на 90 % промислових і комунальних підприємств України і включають окиснення, вапнування з наступними відстоюванням, фільтрацією та знесоленням.

Завершальним етапом відділення попереднього очищення води від домішок є фільтрування. Цей процес здійснюється пропусканням води через зернистий матеріал, наприклад, пісок або подрібнений антрацит. При фільтруванні води, частинки або речовини які забруднюють воду, залишаються на поверхні фільтруючого шару.

В даному дипломному проекті вирішено замінити однокамерні механічні фільтри на двокамерні з метою збільшення поверхні фільтрування, при цьому площа цеху під обладнання не збільшується.

1.1 Очищення води коагуляцією

Нині в процесах водопідготовки широко використовується коагуляція. Її використовують для зниження вмісту завислих і колоїдно-дисперсних домішок. Проте домішки, які обумовлюють каламутність і кольоровість природних вод, мають малі розміри і їх осадження відбувається надзвичайно повільно. Дрібнодисперсні колоїдні частинки ще більше ускладнюють процес осадження. Тому для прискорення процесів відокремлення вказаних домішок шляхом осадження, фільтрування або флотації здійснюють їх коагуляцію.

Коагуляцією домішок води називають процес агломерації найдрібніших колоїднодисперсних частинок, що відбувається внаслідок їх взаємного злипання. Коагуляція завершується утворенням крупних агрегатів-пластівців, які відокремлюються від води, що очищується.

Завислі домішки води в більшості випадків мають однакові заряди, що обумовлює виникнення міжмолекулярних сил відштовхування і їх агрегативну стійкість.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		10

У технології підготовки води прагнуть порушити агрегативну стійкість домішок і в результаті здійснити повне або часткове їх видалення. Це досягається додаванням до води коагулянтів: сульфатів алюмінію, феруму (II і III), хлориду алюмінію і феруму (III), алюмінату натрію, оксохлориду алюмінію, гідрокосульфату алюмінію, гідрокосульфату алюмінію або інших речовин, які сприяють порушенню агрегативної стійкості [1].

Воду, що очищується, підлугуюють, якщо лужний резерв недостатній для задовільного гідролізу коагулянтів. Для підлугування води і зв'язку утвореного під час гідролізу агресивного оксиду вуглецю (IV) застосовують гідроксид і карбонат натрію, карбонат кальцію і вапно, а також в невеликих кількостях аміак і аміачну воду. В процесі підлугування значення рН підтримують в межах 6,5 ... 7,5. Це сприяє зменшенню залишкового вмісту алюмінію і заліза в очищеній воді і зменшенню їх корозійних властивостей.

Одним з найбільш істотних параметрів технологічного процесу очищення води коагуляцією є доза коагулянта і порядок введення реагентів. Її оптимальна величина залежить від властивостей дисперсної системи (води, що очищується): температури, кількості завислих і колоїднодисперсних речовин, колірності, йонного складу дисперсного середовища, значенням рН та інших фізико-хімічних показників. В разі недостатнього дозування коагулянта або його неправильного введення у воду, що очищується, не досягають необхідного ефекту очищення, а в разі його надлишку – поряд з перевитратою – коштовного реагенту в деяких випадках може погіршитись коагуляція.

1.2 Очищення води методом фільтрування

Механічне очищення природних вод є найпростішим дешевим способом очищення, але необхідно поєднувати цю підготовку з іншими видами очищення для досягнення необхідної якості очистки. Механічне очищення природних вод, як метод, застосовний, якщо освітлені води після цього способу використовуються в технологічних процесах виробництва або допускаються

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		11

до спуску у водойми відповідно до екологічних норм.

Сутність методу механічного очищення природних вод зводиться до наступного: природні води перед знесоленням пропускають через спеціальні фільтри. В даному дипломному проекті було обрано двокамерний механічний фільтр ФОВ 2К 3,4-0,6. Оброблена в освітлювачі вода навіть при нормальній роботі апарата містить незначну (до 10мг/дм^3) кількість механічних домішок, які знаходяться у формі завислих частинок різної ступені дисперсності (від невидимих оку часточок до дрібних пластівців – залишків процесу коагуляції). У моменти порушень режимів роботи освітлювача кількість завислих частинок різко збільшується (мутність води – більше 10мг/дм^3) за рахунок шламу, що виноситься із апарата.

Для видалення цих домішок із обробленої води, яка поступає на установку підживлення мережі, служить механічний (освітлювальний) фільтр, який завантажений фільтруючим матеріалом – антрацитом. Процес освітлення води на механічному фільтрі відбувається в результаті прилипання великих або дрібних пластівців нерозчинених домішок води до зерен антрациту. Верхня плівка, що утворюється в шарі фільтруючого матеріалу сприяє покращенню процесу освітлення води.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		12

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОДУКЦІЇ, СИРОВИНИ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

2.1 Характеристика реагентів і вихідної води

Очищення води для потреб котельної установки методом коагуляції з вапнуванням здійснюється за допомогою наступних реагентів:

- коагулянт (сульфат заліза II);
- флокулянт (ПАА);
- вапно негашене (CaO).

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

Сульфат заліза (II) (залізний купорос) є складною неорганічною речовиною з хімічною формулою $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Окиснення $Fe(OH)_2$, що утворюється в результаті гідролізу залізного купоросу, при рН менше 8 перебігає повільно, що призводить до не повного його осадження і незадовільного ходу коагуляції. Тому перед застосуванням залізного купоросу в воду вводять вапно. Фізико-хімічні показники залізного купоросу технічного наведено в таблиці 2.1.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		13

Таблиця 2.1 – Фізико-хімічні показники купоросу залізного технічного відповідно до ДСТУ 2463-94 [5].

Найменування показника	Норма для сорту	
	I сорт	II сорт
Зовнішній вигляд	Кристали, зеленувато-голубі	
Масова частка FeSO ₄ , %, не менше	53	47
Масова частка вільної сульфатної кислоти, %, не більше	0,3	1
Масова частка нерозчинних у воді речовин, %, не більше	0,2	1

Технічний поліакриламід (ПАА) виробляють з нітрилу акрилової кислоти, який при гідролізі в присутності сульфатної кислоти перетворюється в акрил-амід і частково акрилову кислоту. Надлишок сульфатної кислоти нейтралізують аміаком і потім полімеризують. Отримують відповідно так званий «аміачний поліакриламід», що містить акрилат амонію. Кінцевий продукт поліакриламід-гель з хімічною формулою $(\text{CH} - \text{CH}(\text{CONH}_2))_n$ – прозора желеподібна в'язка маса або гранули від світло-жовтого до блакитного кольору. Фізико-хімічні показники поліакриламід-гелю наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Фізико-хімічні показники поліакриламід-гелю відповідно до ТУ 2216-042-07510508-2009 [5].

Найменування показника	Норма для сорту		
	Вищий	Перший	Другий
Масова частка основної речовини, %, не менше	6	6	5
Швидкість осадження по оксиду міді, мм/с, не менше	12	8	4
Масова частка залишкового акриламід-гелю на 1 % основної речовини, %, не більше	0,0025	0,0025	0,0025

Оксид кальцію (негашене вапно), що в промисловості отримують термічним розкладом карбонату кальцію, розчиняється в воді з виділенням енергії і утворенням гідроксиду кальцію (гашеного вапна). Фізико-хімічні показники вапна негашеного молотого порошкоподібного наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Фізико-хімічні показники вапна негашеного молотого порошкоподібного відповідно до ГОСТ 9179-77 [5]

Показник	I сорт	II сорт	III сорт
Вміст активних CaO + MgO, %	91	83,5	70
Вміст активного MgO, %	0,5	3,7	5
Час гасіння, хв, не більше	3	5	8
Температура гасіння, °C	90	85	85

Першою типовою проблемою природної води являються солі кальцію і магнію, що зумовлюють загальну твердість. В Україні, в залежності від регіону і типу джерела водопостачання, твердість вод, може приймати значення від 2 до 30 ммоль/дм³. Іншою типовою домішкою українських вод є розчиненні солі заліза, вміст яких в природних водах України знаходиться в інтервалі між 0,3 і 20 мг/дм³. Контроль якості води котлових систем здійснюється шляхом лабораторних аналізів чи експрес тестів [2].

Склад вхідної води, що подається у відділення попереднього очищення води для тепломереж, наведено в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Склад вхідної води

Показник якості води	Одиниця виміру	Значення
Завислі речовини	мг/дм ³	141
Іонний склад:		
Ca ²⁺	ммоль/дм ³	5,75
Mg ²⁺		1,01
Na ⁺		0,76
HCO ⁻		2,63
SiO ²⁻		0,059
Cl ⁻		1 58
SO ₄ ²⁻		3,29
NO ₃ ⁻		0
CO ₃ ²⁻		0
CO ₂		0,025
Розчинений кисень	мг/дм ³	6

2.2 Характеристики сировини

Вихідна вода потрапляє з р.Дніпро. Вона попередньо підігрівається до температури 30°C. Вихідною водою для отримання підживлювальної води являється освітлена вода, яка пройшла стадії коагуляції з під луженням, потім йде освітлення на механічних фільтрах.

Якість підживлювальної води для тепломережі повинна забезпечити безнакипний та безкорозійний режим роботи мережних підігрівачів та водогрійних котлів.

Показники якості підживлювальної води для тепломереж повинні відповідати нормам правил технічної експлуатації теплових енергоустановок і затвердженим нормам підприємства, а саме:

1. Вміст вільної вуглекислоти	відсутність
2. Значення рН	8,3-9,5
3. Вміст розчиненого кисню, не більше ніж	50 мкг /дм ³
4. Вміст нафтопродуктів, не більше ніж	1,0 мкг /дм ³
5. Кількість завислих речовин, не більше ніж	5 мг/дм ³
6. Карбонатний індекс*, не більше ніж	0,5 (мг-екв/дм ³) ²

*Карбонатний індекс - максимальне значення добутку загальної лужності і кальцієвої жорсткості води (в (мг-екв/дм³)²), вище від якого відбувається процес карбонатного накипоутворення з інтенсивністю понад 0,1 г/(м²·год).

2.3 Характеристика фільтруючого матеріалу

В якості фільтруючого матеріалу для завантаження механічних (освітлювальних) фільтрів використовується подрібнений антрацит, який виготовляється із антрациту класів АП, АК АС.

При виборі фільтруючого матеріалу керуються його характеристиками: густиною, хімічною стійкістю, механічною міцністю і гранулометричним скла-

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

дом. Густина антрациту визначається за ГОСТ 2160. Хімічна стійкість фільтруючого матеріалу перевіряється при дії на нього солей, кислот, лугів.

Механічна міцність завантаження характеризується подрібнюваністю і здатністю матеріалу до стирання. Задовільний з погляду механічної міцності фільтруючий матеріал повинен мати:

- подрібнюваність – до 5%;
- здатність до стирання – не більше 1%.

Аналіз гранулометричного складу фільтрувального матеріалу проводиться за допомогою набору сит. У механічний фільтр можна завантажувати антрацит розмірами фракції (зерен) від 0,8 до 1,6 мм з коефіцієнтом неоднорідності $K_n = 1,8 \div 2,0$.

Антрацит, що використовується в механічному фільтрі повинен мати гідравлічний тиск (перепад тисків, Δp) при висоті шару 1 м і швидкості фільтрування 2,8 мм/с (10 м/год):

- в чистому стані – 4,5 мм рр ст ($0,45 \text{ кгс/см}^2$);
- в забрудненому стані – 10 мм рр ст (1 кгс/см^2).

Насипна маса товарного продукту – $0,8 \div 0,9 \text{ т/м}^3$.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		18

3 ФІЗИКО – ХІМІЧНІ ОСНОВИ ВИБРАНОВОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

В даному дипломному проекті головними стадіями підготовки води є коагуляція та фільтрація, тому нижче детально розглянуті механізми і реакції протікання даних процесів.

3.1 Фізико-хімічні основи та суть методу реагентного освітлення води

Відстоювання води є природнім процесом, при якому завислі у воді грубо-дисперсні 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.

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.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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.

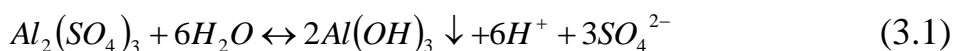
При коагуляції пластівці утворюються спочатку за рахунок зважених частинок і коагулянту або тільки коагулянту. Пластівці, що утворилися, сорбують речовини, що забруднюють стічні води і, осідаючи разом з ними, очищують воду.

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		21

Донедавна $Al_2(SO_4)_3$ був єдиним коагулянтном при підготовці питної води. Недоліки: коагулянт на основі Al погано працює при низьких температурах. Це пов'язано з сильною гідратацією. Осад – не дуже щільний (в 1,5 раз щільність менше, ніж у Fe-коагулянту).

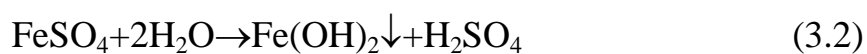
Коагулянти на основі солей феруму - $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ - отримують хлоруванням залізної стружки. Добуток розчинності $(Fe(OH)_3) = 3,8 \cdot 10^{-38}$, $pH = 4 \div 9$.

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

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

Сульфат заліза (II) $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ (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:



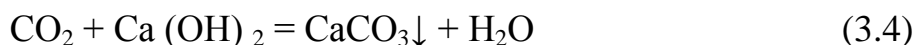
Сірчану кислоту, яка утворилася в процесі гідролізу, слід нейтралізувати вапном або іншими лугами. Нейтралізація кислот, які утворюються при гідролізі коагулянтів, може протікати за рахунок лужного резерву стічної рідини:



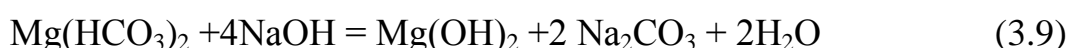
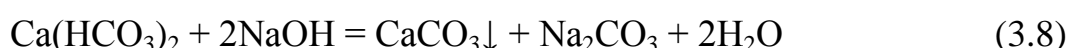
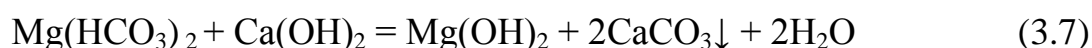
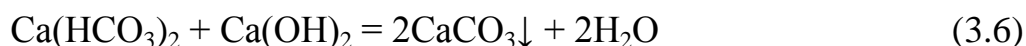
Вапнування з коагуляцією здійснюють для зниження лужності, твердості вихідної води, сухого залишку, а також для видалення зважених речовин, сполук кремнію, заліза, зменшення колірності. Формула вапняного молока – $Ca(OH)_2$.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

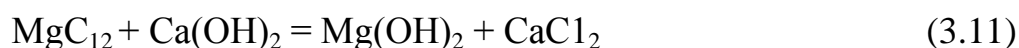
При вапнуванні і підлугуванні їдким натром видаляється вільна вуглекислота і утворюється важкорозчинні, що випадають в осад сполуки кальцій карбонату — CaCO_3



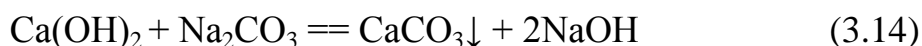
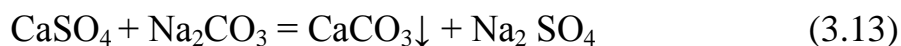
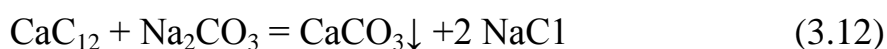
При введенні вапна та їдкого натру у воді підвищується вміст гідроксильних іонів (OH^-), що призводить до переходу бікарбонатів у карбонати:



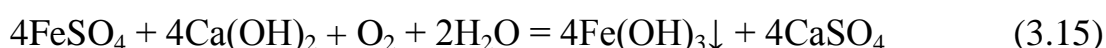
Утворені в процесі вапнування і підлугування води вуглекислий кальцій і гідрат окису магнію випадають у вигляді шламу, при цьому знижується жорсткість і лужність початкової води. Некарбонатні похідні магнію також взаємодіють з вапном і лугом, при цьому випадає в осад гідроокис магнію. Зниження жорсткості 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 його гідроліз і окислення розчиненим у воді киснем з утворенням гідроокису заліза:



					<i>ХН 3217 1440 000 ПЗ</i>	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Утворені частинки гідроксиду 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 Гідроліз коагулянту

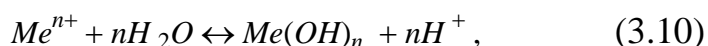
Коагулянти, що використовуються в технології очищення води, які зазвичай являються солями слабких основ і сильних кислот, при розчиненні у воді гідролізують. Взаємодіючи з сильними гідроксильними іонами, що містяться у воді, в результаті електролітичної дисоціації останньої, ці солі утворюють малорозчинні основи. В воді накопичуються іони водню і розчин набуває кислу реакцію.

Повнота гідролізу має важливе значення для самої коагуляції якості очищеної води, оскільки наявність іонів алюмінію в очищеній воді не допустима.

Гідроліз солі слабкої основи і сильної кислоти перебігає за рівнянням:



або в іонній формі:



де Me^{n+} – катіон, A^- – аніон солі.

Швидкість гідролізу можна описати рівнянням 3.3:

$$V = k \cdot [Me^{n+}] \cdot [H_2O], \quad (3.11)$$

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

де V – швидкість гідролізу; k – константа гідролізу; $[Me^{n+}]$ – концентрація катіонів в розчині коагулянту; $[H_2O]$ – концентрація води в розчині.

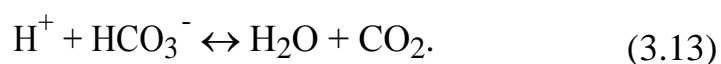
Із рівняння 3.11 випливає, що швидкість гідролізу пропорційна концентрації катіонів коагулянту. Оскільки застосовані концентрації розчинів коагулянту незначні, можна вважати, що швидкість гідролізу коагулянту прямо пропорційна його концентрації (чи його дозі), введеної в воду. З підвищенням температури на кожні 10 градусів швидкість гідролізу, як і більшості хімічних реакцій, зростає приблизно в $2 \div 4$ рази (правило Вант-Гоффа).

Константу гідролізу можна обчислити за рівнянням 3.12:

$$k = \frac{[Me(OH)_n] \cdot [H^+]^n}{[Me^{n+}]} = k \cdot [H_2O]^n \quad (3.12)$$

Необхідною умовою для більш повного протікання гідролізу є видалення зі сфери реакції $Al(OH)_3$ і $Fe(OH)_3$, а також зв'язування іонів H^+ в малодисоційовані молекули. Гідроліз посилюється з розведенням коагулянту.

Згідно рівняння 3.12, зі збільшенням степені гідролізу рН розчину повинне зменшуватись. Будь-яке підвищення рН розчину забезпечує повний гідроліз введеного в воду коагулянту. Для швидкого і повного гідролізу коагулянту необхідний деякий лужний резерв води, тобто наявність в ній певної кількості іонів HCO_3^- , які зв'язують іони водню, що виділяються при гідролізі:



Завдяки наявності в воді буферної системи $HCO_3^- - H_2CO_3$ з рН, близьким до 7, рН води при гідролізі коагулянту в більшості випадків незначно змінюється [1].

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		25

3.4 Оптимальні умови і інтенсифікація процесу коагуляції

Утворені в процесі гідролізу коагулянту гідроксиди алюмінію і заліза характеризуються дуже малою розчинністю. Оцінювати вплив іонів, що знаходяться в розчині, на процес їх осадження для малорозчинних речовин можна за величиною добутку розчинності ДР. При постійній температурі величина ДР не змінюється. Для $Al(OH)_3$ і $Fe(OH)_3$ добуток розчинності при 25 °С відповідно дорівнює [8]:

$$DP_{Al(OH)_3} = [Al^{3+}] \cdot [OH^-]^3 = 1,9 \cdot 10^{-33}; DP_{Fe(OH)_3} = [Fe^{3+}] \cdot [OH^-]^3 = 3,8 \cdot 10^{-38}.$$

Склад сульфату алюмінію в залежності від рН середовища значно змінюється. При рН 7,5 разом з $Al(OH)_3$ присутні і його основні солі, які також характеризуються малою розчинністю. Якщо вміст сполук алюмінію в воді після відстоювання і фільтрування перевищує розчинність його сполук, утворених при даних значеннях рН, вода перенасичена і в трубах можливе утворення відкладень.

Розчинність $Al(OH)_3$ зменшується при підвищенні температури і зниженні рН води. При рН < 4,5 гідроліз сульфату алюмінію не закінчується утворенням гідроксиду, оскільки утворюються розчинні основні солі. При рН > 8,5 амфотерний гідроксид алюмінію розчиняється внаслідок утворення алюмінатів.

Зі збільшенням дози солі, що гідролізує, швидкість утворення пластівців і осадження $Al(OH)_3$ і $Fe(OH)_3$ збільшується. Сприяє цьому процесу також підвищення температури і перемішування. При низьких температурах в зимовий період очищення води сульфатом алюмінію протікає не задовільно: процеси утворення пластівців і осадження сповільнюються, пластівці утворюються дуже дрібні, в очищеній воді з'являються помітні кількості залишкового алюмінію. Це пояснюється зміною в'язкості води.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		26

Згідно літературним даним, в'язкість води при 1 °С приблизно в 2 рази більша, ніж при 30 °С.

В стільки ж разів сповільнюється і швидкість осадження завислих в ній частинок, оскільки за законом Стокса вказані величини обернено пропорційні один одному.

Попереднє очищення води окисниками підвищує ефективність коагуляції. Це пояснюється тим, що окисники руйнують гідрофільні органічні сполуки, стабілізуючі дисперсні домішки води, і полегшують умови перебігу коагуляції. Особливо ефективно використовувати окисники для обробки кольорових вод. При цьому пришвидшується освітлення води і збільшується гідравлічна крупність пластівців зкоагульованої зависі.

Скорочення тривалості коагуляції при низькій температурі води і зниження оптимальної дози коагулянту можливо досягнути введенням замутнювачів. При штучному замутненні води значну роль виконує степінь дисперсності частинок, що вводяться. Особливо пришвидшується процес коагуляції, якщо розмір частинок не перевищує 3 мкм. В цьому випадку вдається збільшити швидкість процесу утворення пластівців на 30 ÷ 50 %.

Введення шламу дозволить економити 25 ÷ 30 % коагулянту. Ефективний вплив шламу пояснюється тим, що при низьких температурах він представляє собою уже готові крупні частинки такої ж будови, що і гідроксид, що виділяється. Таким чином, час, необхідний для формування міцелярних агрегатів, скорочується. При цьому пришвидшується процес утворення пластівців, збільшуються розміри пластівців, швидше проходить їх осадження, в відповідно, інтенсивніше освітлюється вода [1].

3.2 Теоретичні основи методу фільтрації

Метод видалення крупнодисперсних та дрібнодисперсних домішок із води фільтруванням широко застосовується в технології водоочищення та підготовки води для різноманітних потреб.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Необхідність використання процесів фільтрування зумовлена суворими вимогами до вмісту завислих речовин у воді різного призначення та технологічними обмеженнями по вмісту зависів, що існують для різних методів оброблення води.

При фільтруванні води тверді частинки затримуються на поверхні і в товщі фільтруючого матеріалу. У результаті фільтрування відбувається освітлення води. Якщо застосовується попередня коагуляція в освітлювачі, у якому затримується основна маса суспензії, і на фільтри надходить вода, що містить дрібні завислі частинки, фільтрування йде не на поверхні, а в товщі фільтруючого шару. При такому процесі повніше використовується шар зернистого завантаження фільтру і забезпечується високий ступінь освітлення. На основі результатів вивчення фізичної природи, механізму і закономірностей процесу освітлення води, при русі її через зернисті завантаження освітлювальних фільтрів встановлено, що процес фільтрування має фізико-хімічну природу, а ефект освітлення води при фільтруванні пояснюється прилипанням завислих частинок до зерен фільтруючого шару і раніше прилиплим частинкам під дією молекулярних сил притягання. За своєю фізичною сутністю процес взаємодії і злипання різнорідних частинок, що значно розрізняються своїми розмірами, є коагуляційним, причому стійкість і прилипання дрібних частинок до великих значно вище, ніж інтенсивність взаємного злипання дрібних частинок, тому що імовірність попадання дрібної частинки у сферу притягання великої значно більше, ніж імовірність зіткнення дрібних частинок. Явище прилипання дрібних частинок, що містяться у воді, до поверхні зерен фільтруючого матеріалу одержало назву контактної коагуляції.

Разом з водою у фільтри надходять дрібні пластівці, що не встигли осісти в освітлювачах. При фільтруванні ці пластівці прилипають до зерен фільтруючого матеріалу й вода освітлюється. Основним фактором, що визначає ефект освітлення води фільтрами, є не співвідношення розмірів частинок, що надходять на фільтр, і пор у фільтруючому шарі, як це передбачалося раніше, а здатність частинок прилипати до поверхні зерен, завантажених у фільтри, що є результатом хімічної обробки води коагулянтами.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

З відомих теорій процесу очищення води фільтруванням найбільше визнання отримала теорія Д. М. Мінца, яка експериментально підтверджена і впроваджена. На основі цієї теорії розроблена методика технологічного аналізу процесу фільтрування, що дозволяє визначати параметри процесу і використовувати їх для оптимізації режиму роботи фільтрувальних споруд.

Відповідно до теорії Д. М. Мінца, при русі води, яка містить завислі частинки, через зернисте завантаження фільтрувальних апаратів останні затримуються завантаженням і вода освітлюється. Одночасно в товщі завантаження накопичуються забруднення, внаслідок чого зменшується вільний обсяг пір, збільшується гідравлічний опір завантаження. Зростання гідравлічного опору призводить до зростання втрат напору в завантаженні.

Вилучення домішок з води і їх закріплення на зернах фільтруючого завантаження відбувається під дією сил адгезії. Осад, що накопичується в завантаженні із затриманих домішок, має вельми нестійку структуру.

Під впливом гідродинамічних сил потоку ця структура руйнується і деяка частина раніше прилиплих частинок відривається від зерен завантаження у вигляді дрібних пластівців і переноситься в наступні шари завантаження (суфозія), де знову затримується в порових каналах. Отже, освітлення води в зернистому завантаженні слід розглядати як сумарний результат двох протилежних процесів: процесу адгезії і процесу суфозії. Освітлення води в кожному елементарному шарі завантаження відбувається до тих пір, поки інтенсивність прилипання частинок перевищує інтенсивність їх відриву. По мірі накопичення осаду інтенсивність відриву частинок збільшується. Кінетика прилипання і відриву часток визначає хід процесу освітлення води по товщині шару фільтруючого завантаження і в часі (рисунок. 3.2, де показані криві зміни концентрації суспензії у воді по висоті завантаження).

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

$$\Delta C = -(C_2 - C_1) = \frac{dC}{dx} \Delta x \quad (3.17)$$

Похідна $\frac{dC}{dx}$ є градієнт концентрації, тобто зміна її на одиницю товщини шару. Градієнт концентрації виражений частинною похідною, так як концентрація частинок в кожному перетині залежить від двох змінних: x - відстані від поверхні шару і t - тривалості фільтрування. Знак мінус в рівнянні (3.1) вказує на зменшення концентрації зі збільшенням відстані x від поверхні шару. Ефект освітлення води розглядаємо як результат двох протилежних явищ - вилучення частинок з води внаслідок їх прилипання до зерен завантаження і відриву раніше прилиплих частинок під впливом гідродинамічного впливу потоку. Тоді зниження концентрації частинок на ділянці ∂x може бути виражено рівністю

$$\Delta C = \Delta C_1 - \Delta C_2, \quad (3.18)$$

де ΔC_1 - зменшення концентрації частинок за рахунок їх прилипання; ΔC_2 - збільшення концентрації за рахунок відриву частинок.

Зниження концентрації частинок за рахунок їх прилипання може бути прийнято пропорційним середній концентрації частинок в об'ємі виділеного шару C і вона пропорційна товщині шару Δx :

$$\Delta C_1 = bC\Delta x, \quad (3.19)$$

де b - параметр фільтрування, який визначає інтенсивність прилипання частинок і залежить від умов фільтрування.

Зростання концентрації за рахунок відриву раніше прилиплих частинок може бути прийнятий пропорційно кількості накопиченого до даного моменту часу осаду $\rho \cdot \Delta x$. Крім того, обернено пропорційній кількості води, що проходить через шар за одиницю часу:

$$\Delta C_2 = \alpha \rho \Delta x / \vartheta, \quad (3.20)$$

де ρ - щільність насичення завантаження осадом, тобто масова кількість осаду, що накопичилася до даного моменту часу в одиниці об'єму елементарного шару завантаження; α - параметр фільтрування, який визначає інтенсив-

вність відриву частинок і залежить від умов фільтрування; ϑ - швидкість фільтрування.

Підставивши значення ΔC , ΔC_1 та ΔC_2 в рівняння (3.18), отримаємо

$$\frac{dC}{dx} = bC - \frac{\alpha\rho}{\vartheta}. \quad (3.21)$$

Рівняння (3.5) є основним рівнянням, що відображає специфіку процесу фільтрування суспензій через зернисте завантаження. У рівняння (3.5) входять дві залежні змінні величини C і ρ , тому одного цього рівняння недостатньо для опису процесу.

Другим, що доповнює його рівнянням є рівняння балансу речовини. Через поперечний переріз виділеного шару з одиничною площею за одиницю часу проходить об'єм води, рівний швидкості фільтрування. Отже, масова кількість речовини затримана шаром, дорівнює:

$$\Delta Q = \vartheta \Delta C = -\vartheta \frac{dC}{dx} \Delta x. \quad (3.22)$$

Вихідна вода підігривається в теплообміннику (поз. 1) до 30 °С. Відхилення температури від заданої більше ніж на 1°С за годину призводить до виникнення конвективних потоків в освітлювачі, що спричинює зниження ефективності очищення води. Підігріта вода надходить в верхню частину освітлювача (поз. 2), де відокремлюється від повітря і по опускній трубі через тангенціально направлений сопловий пристрій надходить до нижньої частини освітлювача – змішувач.

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

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

Після обробки в освітлювачі вода самопливом надходить в бак вапнової води (поз. 3). Бак вапнової води – це сталевий бак, на внутрішній

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		35

поверхні якої нанесено антикорозійне гумове покриття. Бак обладнано трубопроводами, що підводять та відводять воду, трубопроводами переливу та дренажу.

З баку вода насосом (поз. 4) подається на механічні фільтри (поз. 5). Насос вапнованої води призначено для перекачування пом'якшеної води через механічні фільтри та подачі пом'якшеної води на власні потреби хімічного водоочищення. Механічні фільтри призначені для видалення з води грубо- та дрібнодисперсних домішок шляхом пропускання її через інертні, зернисті фільтруючі матеріали (антрацит). Тиск на вході до механічного фільтру 0,6 МПа, перепад тиску в механічному фільтрі 0,06 МПа.

Після механічних фільтрів вода надходить на подальшу обробку. Частина води направляється в бак освітленої води (поз. 6), звідки насосом (поз. 7) відбирається частково на власні потреби установки очищення води, а частина її насосом розпушуючої промивки (поз. 8) подається по необхідності на розпушуючу промивку механічних фільтрів.

Промивна вода після промивки освітлювальних фільтрів направляється в бак регенеративних вод від розпушуючої промивки механічних фільтрів (поз.9). Цей бак призначено для збирання промивних вод освітлювачів, механічних фільтрів, а також відстоювання шламу. Шлам видаляється на шламовідвал або на подальшу переробку. Вода, що відстоялася, насосом регенеративних вод (поз. 10) перекачується в освітлювач.

Попередньо приготовлений робочий концентрований розчин коагулянту подається в освітлювач насосом-дозатором розчину коагулянту (поз. 12). Витратний бак розчину коагулянту (поз. 11) призначено для корегування концентрації (розбавлення водою) та створення запасу робочого розчину коагулянту. Бак розчину коагулянту являє собою стальну посудину, внутрішня поверхня якої захищена антикорозійним гумовим покриттям.

Вапняне молоко (з концентрацією 5 %) подається в освітлювач насосом-дозатором вапняного молока (поз. 17). Вапняне молоко надходить з циркуляційної мішалки вапняного молока (поз. 16), що являє собою циліндричну

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		36

сталю ємність. Мішалка вапняного молока призначена для приготування розчину вапняного молока робочої концентрації, створення за-пасу вапняного молока, а також перемішування вапняного молока, що перешкоджає осадженню суспензії. Температура розчину в мішалці вапняного молока така ж, як і температура розчину коагулянту – 30 °С, рН середовища – 10÷11, тоді як в баку розчину коагулянту рН становить 2÷3. Після мішалки вапняного молока встановлено насос вапняного молока (поз. 15) для забезпечення циркуляції вапняного молока та запобігання осадження суспензії.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		37

5 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ З СИРОВИНИ, НАПІВПРОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ

Враховуючи те, що основним апаратом обрано механічний фільтр, то в даному розділі розраховуються апарати, які встановлено у відділення попереднього очищення води. А також розраховуються витрати сировини, реагентів.

5.1 Матеріальний розрахунок освітлювача

Склад вихідної води, мг-екв/дм³:

Прийнято дозу коагулянту $D_K = 0,7 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$, дозу ПАА $D_{\text{ПАА}} = 1 \frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$,

залишкову лужність не менше $L_{\text{Зал.}} = 0,7 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$.

Дозу вапна визначають за рівнянням[5.2]:

$$D_v = [CO_2]_{\text{в.в.}} + [HCO_3^-]_{\text{в.в.}} - [HCO_3^-]_{\text{зал.}} + D_K, \quad (5.2)$$

де $[CO_2]_{\text{в.в.}} = \frac{CO_{2\text{в.в.}}}{E_{CO_2}}$, де $[CO_2]_{\text{в.в.}}$ – вміст вільної вуглекислоти у вихідній воді, мг/дм³; E_{CO_2} – еквівалентна маса CO_2 , $\frac{\text{мг}}{\text{ммоль}}$, D_K – доза коагулянту, $\frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$.

$$D_v = 0,95 + 2,63 - 0,7 + 0,7 = 3,58 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

Вапном осаджується HCO_3^- у кількості:

$$[HCO_3^-]_{\text{осадж.}} = [HCO_3^-]_{\text{в.в.}} - [HCO_3^-]_{\text{зал.}}, \quad (5.3)$$

$$[HCO_3^-]_{\text{осадж.}} = 2,63 - 0,7 = 1,93 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

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:

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

$$[Ca^{2+}]_{\text{вап.в.}} = 5,75 + 3,58 = 9,33 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$$

Кальцій осаджується у вигляді $CaCO_3$, зв'язуючись з іонами HCO_3^- у кількості $1,93 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}$.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		38

Залишковий вміст кальцію у вапнованій воді :

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

$$[\text{Ca}^{2+}]_{\text{зал.}} = 9,33 - 1,93 = 7,40 \frac{\text{ммоль}}{\text{дм}^3}.$$

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

Вміст сульфатів збільшується за рахунок дозування коагулянту FeSO_4 :

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

$$[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{вап.в.}} = 3,29 + 0,7 = 3,99 \text{ мг-екв/дм}^3.$$

Вміст хлоридів у воді не змінюється.

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

$$Q_{\text{ш.}} = C_{\text{вап.в.}} + 50 \cdot (\text{ЖСа}^{\text{с.}} + \text{Дв.}) + 56 \cdot \alpha_{\text{д.}} \cdot \text{Дв.} + 78 \cdot \text{Дк.} , \quad (5.7)$$

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

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

$$Q_{\text{ш.}} = 141 + 50 \cdot (5,75 + 3,58) + 56 \cdot 0,5 \cdot 3,58 + 78 \cdot 0,7 = 863,11 \text{ г/м}^3.$$

Величина продувки освітлювача визначається за формулою:

$$p = (Q_{\text{ш.}} - C_{\text{зв.р.}}^{\text{зал.}}) \cdot 100 / 1000 / \delta_{\text{ср.}} , \quad (5.8)$$

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

$$p = (863,11 - 10) \cdot 100 / 1000 / 27 = 3,16 \text{ \%}.$$

Отже, із продувкою видаляється наступна кількість води:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{ПРОД}} = Q \cdot 1,1 \cdot p / 100 = 450 \cdot 1,1 \cdot 3,16 / 100 = 15,64 \text{ м}^3 / \text{год.} \quad (5.9)$$

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

$$Q_{\text{в.}}^{\text{ДОБ.}} = \frac{24 \cdot 28,04 \cdot Q \cdot 1,1 \cdot \text{Дв.}}{1000} ;$$

$$Q_{\text{в.}}^{\text{ДОБ.}} = \frac{24 \cdot 28,04 \cdot 450 \cdot 1,1 \cdot 3,16}{1000} = 1052,5 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}.$$

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		39

Витрата вапняного молока на добу визначається:

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

де $C_{B.M.}$ – масова концентрація $\text{Ca}(\text{OH})_2$, % ; $\rho_{B.M.}$ – густина вапняного молока, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

$$V_{B.}^{\text{ДОБ.}} = \frac{1052,5 \cdot 100}{1000 \cdot 5 \cdot 1040} = 20,2 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}.$$

Кількість води для приготування вапняного молока:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{B.M.}} = \frac{(V_{B.}^{\text{ДОБ.}} \cdot \rho_{B.M.} - Q_{B.}^{\text{ДОБ.}})}{24};$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{B.M.}} = \frac{(20,2 \cdot 1040 - 1052,5)}{24} = 833,25 \frac{\text{кг}}{\text{год}} = 0,83 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

Витрата 5%-вого вапняного молока на один освітлювач:

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

де N – кількість освітлювачів, шт;

$$Q_{B.}^1 = \frac{20,2}{24 \cdot 2} = 0,42 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

5.3 Розрахунок витрати коагулянту

Витрата коагулянту визначається за формулою:

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

де E_K – молярна маса безводного коагулянту FeSO_4 , q_K – максимально необхідна доза коагулянта, $\frac{\text{мг}}{\text{дм}^3}$.

$$Q_{K.}^{\text{ДОБ.}} = \frac{24 \cdot 450 \cdot 1,1 \cdot 78 \cdot 0,7}{1000} = 648,65 \frac{\text{кг}}{\text{добу}}.$$

Витрата 5-% розчину коагулянту визначається за формулою:

$$V_{K.}^{\text{ДОБ.}} = \frac{Q_{K.}^{\text{ДОБ.}} \cdot 100}{C_K \cdot \rho_K};$$

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		40

де C_K – концентрація безводного коагулянту, %; ρ_K – густина 5%-вого розчину коагулянту, $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

$$V_{K.}^{\text{доб.}} = \frac{648,65 \cdot 100}{5 \cdot 1048} = 12,38 \frac{\text{м}^3}{\text{добу}}.$$

Кількість води для приготування розчину коагулянту:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^K = (V_{K.}^{\text{доб.}} \cdot \rho_K - Q_{K.}^{\text{доб.}}) / 24 ; \quad (5.15)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^K = (12,38 \cdot 1048 - 648,65) / 24 = 513,51 \text{ кг/год} = 0,51 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Витрата 5%-вого розчину коагулянту на один освітлювач:

$$V_K^1 = \frac{V_{K.}^{\text{доб.}}}{24 \cdot N} , \quad (5.16)$$

$$V_K^1 = \frac{12,38}{24 \cdot 2} = 0,26 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

5.4 Витрата ПАА на добу:

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

де $D_{\text{ПАА}}$ – доза ПАА, мг/дм³.

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

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

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

$$V_{\text{ПАА}}^{\text{доб.}} = 11,88 \cdot 100 / 0,1 / 1200 = 9,90 \text{ м}^3 / \text{добу.}$$

Кількість води для приготування розчину ПАА:

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{ПАА}} = (V_{\text{ПАА}}^{\text{доб.}} \cdot \rho_{\text{ПАА}} - Q_{\text{ПАА}}^{\text{доб.}}) / 24 ; \quad (5.19)$$

$$V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{ПАА}} = (9,90 \cdot 1200 - 11,88) / 24 = 494,51 \text{ кг/год} = 0,49 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Сумарна витрата води на власні нестатки освітлювача:

$$V_{\text{в.н.}}^{\text{осв.}} = V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{прод.}} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{в.м.}} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{к.}} + V_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{ПАА}} \quad (5.20)$$

$$V_{\text{в.н.}}^{\text{осв.}} = 15,64 + 0,83 + 0,51 + 0,49 = 17,48 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		41

6 РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО І ДОПОМІЖНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Основне обладнання

Оброблена в освітлювачі вода, навіть при нормальній роботі освітлювача, містить певну 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 чи антрацит 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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		42

шарах фільтра з'являється так звана біологічна плівка, що утворюється шляхом затримки води різних 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 установках 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 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.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		43

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

Для промивки фільтра використовують освітлену воду, яка заздалегідь накопичують у спеціальному баку і подають на фільтр насоси.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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

Для підвищення якості промивки в фільтр через нижній дренажно-розподільний пристрій подають стиснене повітря з витратою 20 л / (м²·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 верхній 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 л / (м²·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 дрібниць. 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.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		46

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].

6.1.2 Вибір матеріалу та товщини стінки

Для заданої продуктивності, 450 м³/год, обрано механічний фільтр, виготовлений з легованої сталі 12Х18Н10Т. Вибір дорогої легованої сталі обумовлений високим корозійним середовищем (кисень, розчин солі Са, Mg).

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

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

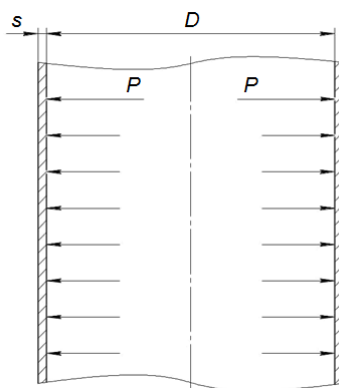


Рис. 1.2 - Схема до розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки

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

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

де, σ_{δ} – припустиме напруження у стінці апарата для заданого матеріалу, МПа;

p – розрахунковий тиск в апараті, МПа;

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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

тому номінальну розрахункову товщину стінки обичайки розраховуємо так:

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

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

Поправка на корозію: $c_k = 1$ мм.

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:

$$\frac{s - c_k}{D_e} = \frac{10 - 1}{3000} = 0,003 < 0,1; \quad (6.4)$$

Допустимий тиск в обичайці:

$$P_\sigma = \frac{2\sigma_\sigma \varphi_{ш} (s - c_k)}{D_e + (s - c_k)} = \frac{2 \cdot 139 \cdot 0,9 \cdot (10 - 1)}{3000 + (10 - 1)} = 0,74 \text{ МПа} > P_1 = 0,6 \text{ МПа}. \quad (6.5)$$

6.1.3 Розрахунок механічного фільтра

Вихідні дані:

Продуктивність: $Q = 450 \text{ м}^3/\text{год}$;

Діаметр: $D = 3400 \text{ мм}$ [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:

$$F = \frac{Q}{v} = \frac{450}{10} = 45 \text{ м}^2; \quad (6.6)$$

Необхідна площа фільтрування одного фільтра приймається за формулою:

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		48

$$f = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3.4^2}{4} = 9,07 \text{ м}^2; \quad (6.7)$$

Кількість стандартних однокамерних фільтрів:

- Робочих: $n = \frac{F}{f} = \frac{45}{9,07} = 4.96 \approx 5$ шт.

- Регенеруючих: $n=1$ шт.

- Резерв: $n=1$ шт.

- Загальна кількість: $n=7$ шт.

Дійсна швидкість фільтрування при роботі усіх фільтрів дорівнює:

$$w = \frac{Q}{f \cdot n} = \frac{450}{9,07 \cdot 5} = 9.92 \text{ м/год}; \quad (6.8)$$

а під час вимикання одного з фільтрів на промивання:

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

$$\omega_{n-1} = 450 / (5 - 1) \cdot 9,07 = 12,40 \text{ м / год.}$$

Період фільтроцикла:

$$T = \frac{h \cdot f \cdot \Gamma \cdot n}{Q \cdot c} = \frac{1 \cdot 9,07 \cdot 2 \cdot 5}{450 \cdot 0,001} = 20,15 \text{ год}; \quad (6.10)$$

Добове число реєнерації всіх фільтрів:

$$m = \frac{n}{T} = \frac{5}{20,15} = 5.95 \text{ 1/добу}; \quad (6.11)$$

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:

$$V_{\text{вз}} = \frac{f \cdot i \cdot \tau}{1000} = \frac{9,07 \cdot 12 \cdot 15 \cdot 60}{1000} = 97,96 \text{ м}^3; \quad (6.12)$$

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

Витрата води на промивку:

$$V_{\text{пр}} = f \cdot h \cdot a = 9,07 \cdot 1 \cdot 1 = 9,07 \text{ м}^3; \quad (6.13)$$

Сумарна витрата води на промивку:

$$V = V_{\text{вз}} + V_{\text{пр}} = 97,96 + 9,07 = 107,03 \text{ м}^3; \quad (6.14)$$

Часова витрата води на власні потреби:

$$q = V \cdot m = 107,03 \cdot \frac{5.95}{24} = 26,53 \text{ м}^3/\text{год}; \quad (6.15)$$

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		49

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

Час промивки:

$$\tau_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{пр}}}{f \cdot \omega} = \frac{9,07}{9,07 \cdot 8} = 7.5 \text{ хв}; \quad (6.16)$$

Сумарний час регенерації фільтра:

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

Для забезпечення заданої продуктивності приймаємо до установки 3 робочих двокамерних механічних фільтри ФОВ-2К-3,4-0,6, один резервний механічний фільтр ФОВ-2К-3,4-0,6, що забезпечує продуктивність 450 м³/год.

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 шламового фільтра, формується з раніше утворених і частинок шламу, які знову утворилися, які знаходяться в підвішеному стані за рахунок дії висхідного потоку води. Пройшовши через шламовий 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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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 Ca(OH)₂: $V = 0,93 \cdot 1,3 \cdot 12 = 14,66 \text{ м}^3$.

Встановлюємо одну циркуляційну мішалку вапняного молока об'ємом 20 м³.

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 %-вого розчину коагулянту, кг/ м³;

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

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 м³ і один резервний бак об'ємом 8 м³, що може бути використаний,

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		52

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/ м³;

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

Встановлюємо одну гідравлічну мішалку коагулянту об'ємом 10 м³.

6.2.7 Бак для розчину ПАА

Прийнято дві установки для приготування розчину ПАА типу УРП-2М 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 Насоси-дозатори вапняного молока

На кожен із двох освітлювачів необхідно подавати по 0,469 м³/год розчину вапняного молока. Прийнято до установки два насоси-дозатори вапняного молока типу НД1000/10, продуктивністю 1,0 м³/год, напір нагнітання 100 м. вод. ст. з електродвигуном ВЛЮ-31-4, потужністю 2,2 кВт, кількість насосів один, а також один резервний [13].

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		53

6.2.9 Насоси-дозатори розчину коагулянту

На кожен із двох освітлювачів необхідно подавати по 0,13 м³/год розчину коагулянту. Прийнято до установки два насоси-дозатори розчину коагулянту типу НД100/10, продуктивністю 0,1 м³/год, напір нагнітання 100 м. вод. ст. з електродвигуном ВЛО-21-4, потужністю 2,2 кВт, кількість насосів один, а також один резервний [13].

6.2.10 Насоси-дозатори розчину ПАА

На кожен із двох освітлювачів необхідно подавати по 0,44 м³/год розчину ПАА. Прийнято до установки два насоси-дозатори розчину ПАА типу НД630/10, продуктивністю 0,63 м³/год, напір нагнітання 100 м. вод. ст. з електродвигуном ВАО-21-4, потужністю 2,2 кВт, кількість насосів один, а також один резервний [13].

6.2.11 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, м²;

i – інтенсивність розпушуючої промивки, дм³/(с·м²); $t_{\text{розп}}$ – 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 м³ і один резервний.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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 .

Автоматичні контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини, реагентів та енергії, подовження термінів міжремонтного періоду роботи устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу [10].

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

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу попереднього очищення води, його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму(детальніше технологічна схема наведена у розділі 4) необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль та сигналізацію температури води у трубопроводі 1вх (30 °С);
- контроль і регулювання витрати у трубопроводі 1вх (250 м3/год) і трубопроводі 1о (250 м3/год);
- контроль та сигналізацію рівня в освітлювачі 1 (10...12 м), баках вап-нованої і освітленої вод 2 і 6 (8,4 м), баку регенераційної води 10 (8,4 м), механічному фільтрі 4 (3 м), витратному баку розчину ПАА 13 (2,8 м), циркуляційній мішалці вапняного молока 16 (2,8 м) і витратному баку розчину коагулянту 18 (4,2 м);
- контроль та сигналізацію зміну тиску в механічному фільтрі 4 (0,006 МПа);
- контроль значення мутності води в механічному фільтрі 4 (10 мг/дм3).

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Параметри контролю та регулювання наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Параметри контролю та регулювання виробництвом

№ п/п	Назва стадії процесу (технологічний об'єкт), місце заміру параметра	Назва контролюваного або регульованого параметра	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Трубопровід 1о	Температура	≥ 30 °С	контроль, сигналізація
2	Трубопровід 1о	Витрата	250 м3/год	контроль, регулювання
3	Трубопровід 1вх	Витрата	250 м3/год	контроль, регулювання
4	Освітлювач	Рівень	10...12 м	контроль, сигналізація
5	Бак вапнової води 2	Рівень	8,4 м	контроль, сигналізація
6	Бак освітленої води 6	Рівень	8,4 м	контроль, сигналізація
7	Бак регенеративних вод	Рівень	8,4 м	контроль, сигналізація
8	Витратний бак розчину ПАА	Рівень	2,8 м	контроль, сигналізація
9	Циркуляційна мішалка вапняного молока	Рівень	2,8 м	контроль, сигналізація
10	Витратний бак розчину коагулянту	Рівень	4,2 м	контроль, сигналізація
11	Механічний фільтр	Рівень	3 м	контроль, сигналізація
12	Механічний фільтр	Зміна тиску	0,006 МПа	контроль, сигналізація
13	Механічний фільтр	Мутність	10 мг/дм3	контроль

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації

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

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

Контроль та регулювання витрати води у трубопроводі 1вх забезпечує контур 2, у трубопроводі 1о – контур 5, які мають у своєму складі первинний перетворювач витрати (поз. 2-2, 5-2), проміжний перетворювач (поз. 2-3, 5-3), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (поз. 2-3, 5-3), регулювальний блок (поз. 2-4, 5-4), пускач магнітний безконтактний реверсивний (МП1, МП2), кнопка запобіжного вимикання (SA1, SA2) і виконавчий механізм (поз. 2-5, 5-5).

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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

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

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

Висновки щодо поставлених задач автоматизації:

У цьому розділі пояснювальної записки розроблено схему автоматизації процесу попереднього очищення води для потреб тепломереж .

Представлена схема автоматизації технологічного процесу дає можливість контролювати витрату води, що подається в освітлювачі і механічні фільтри; температуру вихідної води, що подається в освітлювачі; рівень води в баках освітленої і регенеративної вод, витратних баках розчинів коагулянту і ПАА, циркуляційній мішалці вапняного молока; зміну тиску в механічному фільтрі і мутність води на виході з фільтра.

Специфікація на використанні технічні засоби автоматизації наведена в додатку А.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		58

8 ЕКОНОМІКО – ОРГАНІЗАЦІНІ РОЗРАХУНКИ ВІДДІЛЕННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ДЛЯ ТЕПЛОМЕРЕЖ

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 природньої води	10
2	Приготування робочого розчину коагулянту	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 – 450 м³/год. При безперервному виробництві для заданої продуктивності використовується змішаний ВРПП, який забезпечує необхідну продуктивність без введення додаткової виробничої лінії.

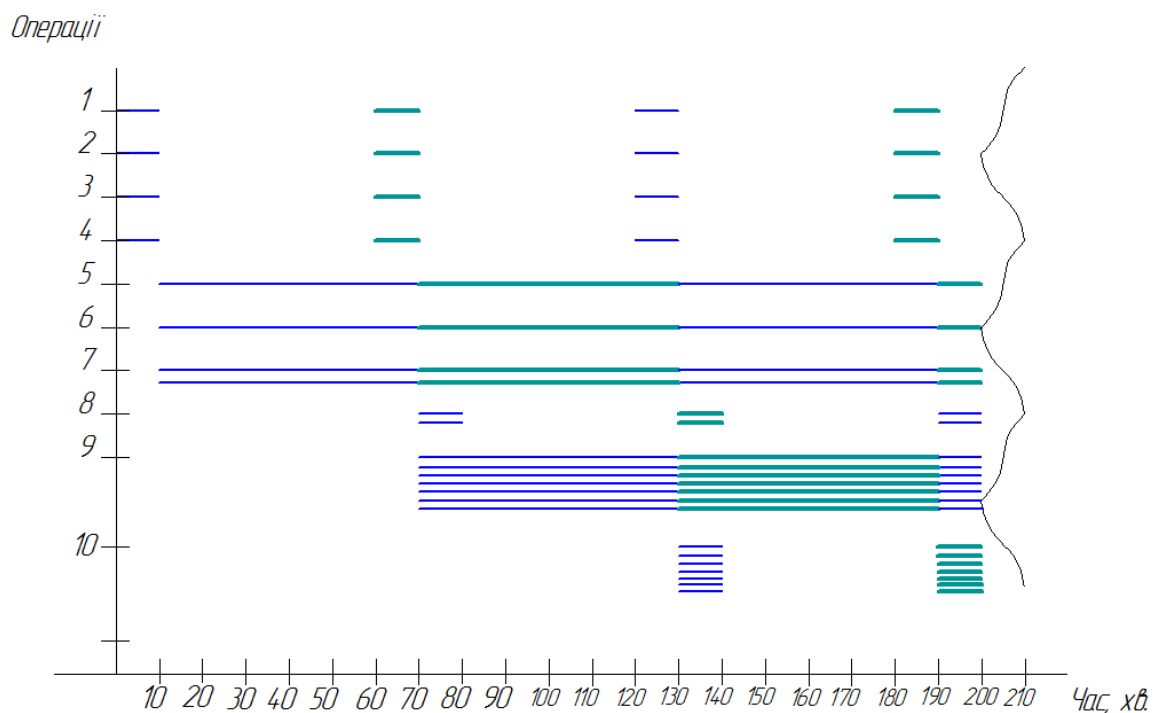


Рисунок 8.1 – ВРПП відділення попереднього підготовки води

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:

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

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

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; $T_{вц}^{\phi}$ – фактична тривалість роботи.

Продуктивність відділення попереднього очищення складає 450 м³/год.
 Отже, річний випуск продукції становить:

$$V = 365 \cdot 24 \cdot 450 = 3\,942\,000 \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (8.2)$$

Кількість одиниць обладнання на один виробничий цикл:
 теплообмінник 1, освітлювач 2, механічний фільтр 7, бак для готування
 розчину ПАА 1, бак розчину коагулянту 2, циркуляційна мішалка 1, бак освіт-
 леної води 2, бак вапнованої води 2, 1 бак регенеративних вод і 11 насосів.

8.1 Організаційна структура відділення попереднього очищення природної води

Посади та схема підпорядкування цеху відображена на рисунку 8.2

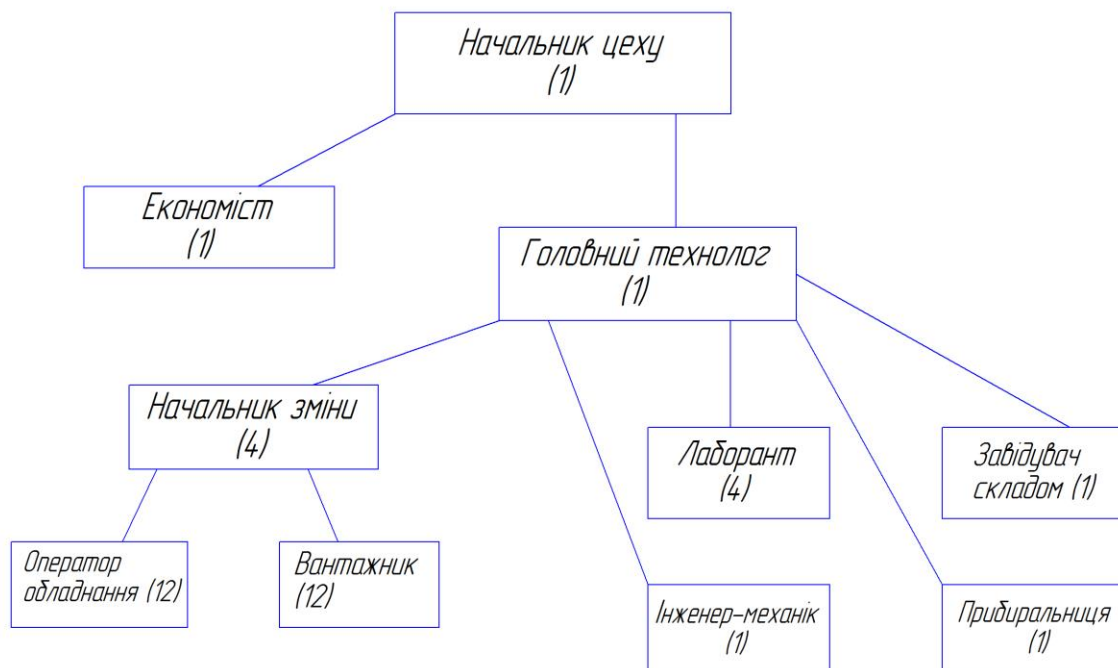


Рисунок 8.2 – Організаційна структура відділення попереднього
 очищення природної води

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, завідуючого 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 начальник зміни, 3 оператора обладнання, 3 вантажника.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		62

Система охорони – автоматична.

Отже, сумарна явочна кількість персоналу складає $Ч_{\text{яв}}=14$ осіб.

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

$$T_{\text{підпр}}^{\text{рік}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{св}}^* - 1). \quad (8.3)$$

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

$$N_{\text{бриг}} = \frac{T_{\text{підпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}}. \quad (8.4)$$

$$N_{\text{бриг}} = \frac{8760}{2013} = 4,3 \approx 4.$$

Чисельність працівників за списком:

$$Ч_{\text{сп.}} = Ч_{\text{яв}} * K_{\text{перерах.}}; \quad (8.5)$$

де

$$K_{\text{перерах.}} = \frac{T_{\text{відділу}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2013} = 4,3 = 4. \quad (8.6)$$

$$Ч_{\text{яв}} = 8 + 6 = 14 \text{ осіб.}$$

$$Ч_{\text{сп.}} = 8 \cdot 4 + 6 = 38 \text{ осіб.}$$

де 8 – кількість працівників, що працюють позмінно;

6 – кількість працівників, що виходять в одну зміну.

Отже, відділу необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Виробництво працює 7 днів на тиждень в 3 зміни (з 8:00-16:00; з 16:00-24:00 та з 00:00-08:00). Графіки змінності зображено в таблиці 7.2. та 7.3

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		63

Перепрацювання кожного зпрацівників, 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. 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.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		65

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 [13].

До основних фондів належать:

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

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 кори- сного викори- стання, роки	Сума аморти- заційних від- рахувань, грн/рік
1	2	3	4	5
Освітлювач	3	1 500 000	5	300 000
Механічний фільтр	7	612 500	5	122 500
Бак готування роз- чину ПАА	2	90 000	5	18 000
Бак вапнової води	3	90 000	5	18 000
Циркуляційна мішалка	1	35 000	5	7 000
Бак розчину коагу- лянту	2	90 000	5	18 000

Продовження таблиці 8.4

1	2	3	4	5
Бак освітленої води	5	250 000	5	50 000
Бак регенеративних вод	2	90 000	5	18 000
Насос	11	110 000	5	22 000
Труби	-	25 000	5	5 000
Виробничий та господарський інвентар	-	6 000	4	1 500
Вартість будівель, виробничого приміщення	-	1 500 000	20	75 000
Нематеріальні активи (ліцензії, сертифікати)	-	120 000	12	10 000
Електронно-обчислювальні машини	-	100 000	2	50 000
Всього	-	5 087 506	-	714 500

Амортизаційні відрахування (з таблиці 8.4):

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

$$A = 714\,500 \text{ грн/рік.}$$

Вартість основних фондів (з таблиці 8.4):

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

$$\text{ОФ} = 5\,087\,506 \text{ грн.}$$

8.3.2 Склад оборотних засобів

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		67

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

До оборотних засобів даного виробництва належать:

1. Розрахунки (гроші у будь-якому вигляді)
2. Оборотні фонди, до яких належать:
 - сировина і матеріали;
 - електроенергія;
 - паливо;
 - запасні частини та матеріали.

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 (флокулянт), а також використовується вода, яка йде на реагентне господарство. Оцінку вартості допоміжних процесів при реагентному очищенні наведено в таблиці 8.5.

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 негашене ГОСТ 9179-70	427,988	4 500	1 925 946
Поліакриламід (ПАА)	3,083	35 000	107 905
Чиста вода на реагентне господарство	4120,85	1,16	4 780
Невраховані витрати (5 %)			144 021
Всього			3 024 444

Фонд оплати праці відділення попереднього очищення природної води:

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

$$\text{ФОП} = 212\,300 \cdot 13 \cdot 1,22 = 3\,367\,078 \text{ грн/рік.}$$

Введена 13 зарплата у зв'язку з тим що є перепрацювання.

Вартість оборотних засобів відділення:

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

$$\begin{aligned} \text{ОбЗ} &= 7\,606\,164 + 17\,011\,920 + 3\,367\,078 = \\ &= 27\,985\,162 \text{ грн/рік.} \end{aligned}$$

8.4 Розрахунок техніко-економічних показників

Капіталовкладення:

$$K = \text{ОФ} + \text{ОбЗ} = 5\,087\,506 + 27\,985\,162 = 33\,072\,668 \text{ грн.} \quad (8.14)$$

Собівартість:

$$C_{\text{річн. вип.}} = A + \text{ОбЗ} = 714\,500 + 27\,985\,162 = 28\,699\,662 \text{ грн/рік} \quad (8.15)$$

Собівартість 1м³ води очищеної:

$$C = C_{\text{річн. вип.}} / V_{\text{річн}} = 28\,699\,662 / 3\,942\,000 = 7,28 \text{ грн/м}^3. \quad (8.16)$$

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	33 072 668 грн
Собівартість	7,28 грн/м ³ .
Чисельність явочна	14 осіб
Чисельність за списком	38 осіб
Прибуток	0
Рентабельність	0

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		70

Висновок: У даному розділі була розрахована собівартість освітленої води, вона склала 7,28 грн/м³ при капіталовкладенні 33 072 668 грн.

Індивідуальне завдання: розрахувати вплив на собівартість та капіталовкладення оновлення обладнання.

Замість 7 однокамерних механічних фільтрів ми можемо взяти 4 двокамерних механічних фільтри.

Задана продуктивність для даного виробництва – 450 м³/год. При безпервному виробництві для заданої продуктивності використовується змішаний ВРПП, який забезпечує необхідну продуктивність без введення додаткової виробничої лінії.

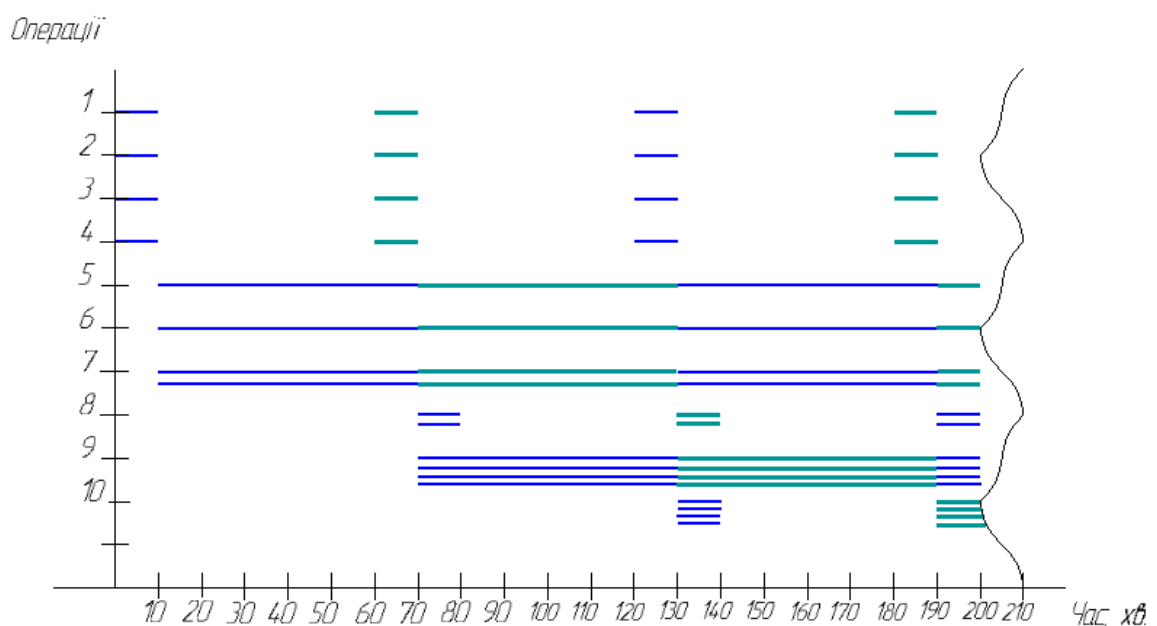


Рисунок 8.3 – ВРПП відділення попереднього підготовки води

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:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср.р.}} = \frac{D_K \cdot 24}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{\text{вц}}^{\phi}, \quad (8.17)$$

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

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Продуктивність відділення попереднього очищення складає 450 м³/год.

Отже, річий випуск продукції становить:

$$V = 365 \cdot 24 \cdot 450 = 3\,942\,000 \text{ м}^3/\text{рік}. \quad (8.18)$$

Кількість одиниць обладнання на один виробничий цикл:

теплообмінник 1, освітлювач 2, механічний фільтр 4, бак для готування розчину ПАА 1, бак розчину коагулянту 2, циркуляційна мішалка 1, бак освітленої води 2, бак вапнованої води 2, 1 бак регенеративних вод і 11 насосів.

Організаційна структура відділення попереднього очищення природної води

Посади та схема підпорядкування цеху відображена на рисунку 8.4

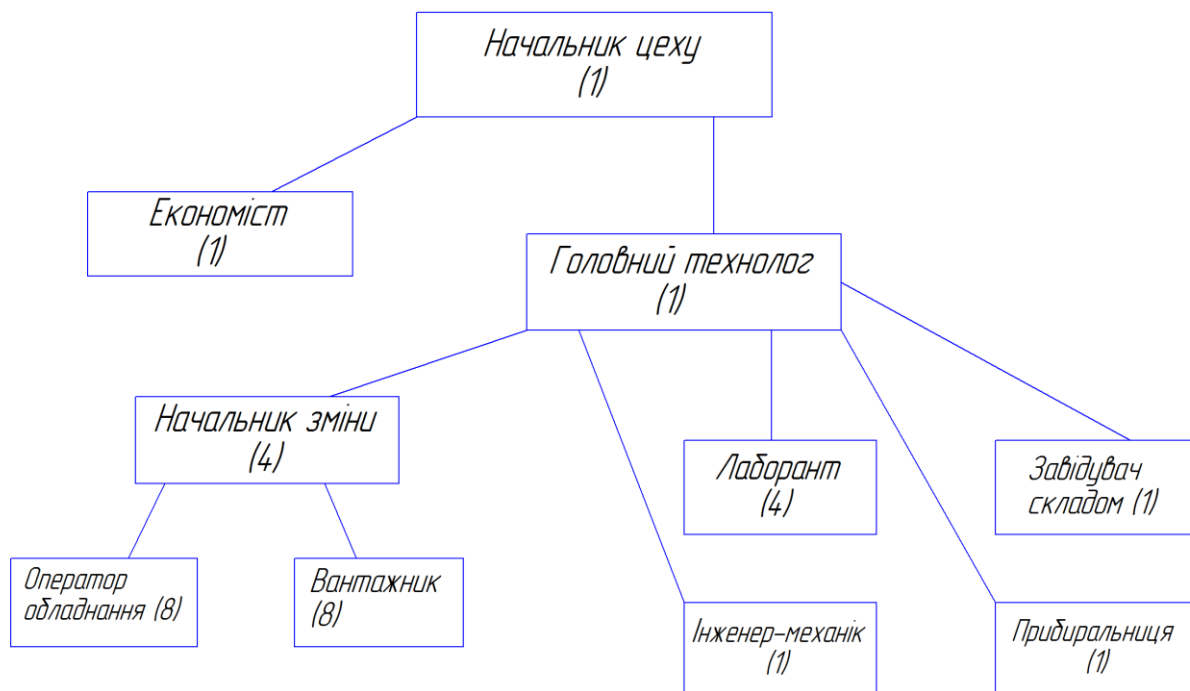


Рисунок 8.4 – Організаційна структура відділення попереднього очищення природної води

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, завідуючого 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, 2 оператора обладнання, 2 вантажника.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Система охорони – автоматична.

Отже, сумарна явочна кількість персоналу складає $Ч_{\text{яв}}=12$ осіб.

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

$$T_{\text{підпр}}^{\text{рік}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{св}}^* - 1). \quad (8.19)$$

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

$$N_{\text{бриг}} = \frac{T_{\text{підпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}}. \quad (8.20)$$

$$N_{\text{бриг}} = \frac{8760}{2016} = 4,3 \approx 4.$$

Чисельність працівників за списком:

$$Ч_{\text{сп.}} = Ч_{\text{яв}} \cdot K_{\text{перерах.}}; \quad (8.21)$$

де

$$K_{\text{перерах.}} = \frac{T_{\text{відділу}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2016} = 4,3 = 4. \quad (8.22)$$

$$Ч_{\text{яв}} = 6 + 6 = 12 \text{ осіб.}$$

$$Ч_{\text{сп.}} = 6 \cdot 4 + 6 = 30 \text{ осіб.}$$

де 6 – кількість працівників, що працюють позмінно;

6 – кількість працівників, що виходять в одну зміну.

Отже, відділу необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Виробництво працює 7 днів на тиждень в 3 зміни (з 8:00-16:00; з 16:00-24:00 та з 00:00-08:00). Графіки змінності зображено в таблиці 7.2. та 7.3

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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. 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.

Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва

Склад основних фондів

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		76

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

До основних фондів належать:

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

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

Таблиця 8.10 – Вартість основних фондів

Основні фонди	Кількість Одиниць	Вартість, грн.	Мінімально допустимі строки кори- сного викори- стання, роки	Сума аморти- заційних від- рахувань, грн/рік
1	2	3	4	5
Освітлювач	3	1 500 000	5	300 000
Механічний фільтр	4	350 000	5	70 000
Бак готування роз- чину ПАА	2	90 000	5	18 000
Бак вапнової води	3	90 000	5	18 000
Циркуляційна мішалка	1	35 000	5	7 000
Бак розчину коагу- лянту	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	11	110 000	5	22 000
Труби	-	25 000	5	5 000

- 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 (флокулянт), а також використовується вода, яка йде на реагентне господарство. Оцінку вартості допоміжних процесів при реагентному очищенні наведено в таблиці 8.5.

Таблиця 8.10 – 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 негашене ГОСТ 9179-70	427,988	4 500	1 925 946
Поліакриламід (ПАА)	3,083	35 000	107 905
Чиста вода на реагентне господарство	4120,85	1,16	4 780
Невраховані витрати (5 %)			144 021
Всього			3 024 444

Витрата вихідної води становить 3 942 000 м³/рік. Вартість забору води зі скважини складає 1,16 грн/м³. Отже, вартість сировини становить 4 572 720 грн/рік. Реагенти для контролю якості води – 15 000 грн. (поновлюються 6 разів на рік).

Всього на річний випуск партій продукції затрачається сировини вартістю:

$$C_{\text{сиров}} = 3\,024\,444 + 4\,572\,720 + (15\,000 \cdot 6) = 7\,606\,164 \text{ грн./рік.}$$

2. Розрахуємо витрати електроенергії [15].

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		79

$$\begin{aligned} \text{ОбЗ} &= 7\,606\,164 + 15\,310\,728 + 2\,574\,078 = \\ &= 25\,490\,970 \text{ грн/рік.} \end{aligned}$$

Розрахунок техніко-економічних показників

Капіталовкладення:

$$K = \text{ОФ} + \text{ОбЗ} = 4\,825\,006 + 25\,490\,970 = 30\,315\,976 \text{ грн.} \quad (8.30)$$

Собівартість:

$$C_{\text{річн. вип.}} = A + \text{ОбЗ} = 662\,500 + 25\,490\,970 = 26\,153\,470 \text{ грн/рік} \quad (8.31)$$

Собівартість 1 м^3 води очищеної:

$$C = C_{\text{річн. вип.}} / V_{\text{річн}} = 26\,153\,470 / 3\,942\,000 = 6,63 \text{ грн/м}^3. \quad (8.32)$$

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

Таблиця 8.12 – Техніко-економічні показники.

Показник	Значення
Капіталовкладення	30 315 976 грн
Собівартість	6,63 грн/м ³ .
Чисельність явочна	12 осіб
Чисельність за списком	30 осіб
Прибуток	0
Рентабельність	0

Висновок: У даному розділі була розрахована собівартість освітленої води, вона склала 6,63 грн/м³ при капіталовкладенні 30 315 976грн.

Отже, при оновленні обладнання змінюється кількість робітників, отже витрати на зарплату йдуть менші. Потужність електроенергії також зменшується, а отже, при оновленні обладнання було зменшено собівартість освітленої води з 7, 28 грн/м³ до 6,63 грн/м³ та зменшено капіталовкладення.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		83

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 $t_{opt} = (23 \div 25) \text{ °С}$

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптималь.температ.}} + 2 \text{ °С} = 25 + 2 = 27 \text{ °С}, \quad (9.1)$$

Для холодного періоду року $t_{opt} = (22 \div 24) \text{ °С}$

$$t_{\text{зовнішньої поверхні обл}} = t_{\text{оптималь.температ.}} + 2 \text{ °С} = 24 + 2 = 26 \text{ °С}, \quad (9.2)$$

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 автоматизація 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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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), необхідно-го для забезпечення заданої освітленості, обирають тип лампи ЛД потужністю 65 Вт і визначають електричну потужність всієї освітлювальної системи:

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

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 електро-

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

приводи 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 малошумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторів.

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

9.1.4 Електробезпека

Ураження людини електричним струмом може відбутися в наступних випадках:

- при однофазному (одноразовому) дотику ізольованого від землі людини до неізольованих струмоведучих частин електроустановок, що знаходяться під напругою;
- при одночасному дотику людини до двох неізольованих частин електроустановок, що знаходяться під напругою;
- при наближенні людини, неізольованої від землі, на небезпечну відстань 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 через замикання на корпусі;
- при звільненні іншої людини, що знаходиться під напругою.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

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 значення напруги дотику та струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі роботи електрообладнання:

$$U_{\text{дот}} = 36 \text{ В}, I_{\text{л}} = 6 \text{ мА}, \text{ при контакті більше } 1 \text{ с}; \quad (9.5)$$

при нормальному режимі роботи:

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

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.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		88

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.

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		89

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;
- створено сприятливу для роботи систему освітлення, а також проведено розрахунок системи загального електричного освітлення цеху методом коефіцієнта використання світлового потоку;
- передбачено застосування засобів захисту від виробничого шуму та вібрацій;
- наведено перелік електрозахисних засобів колективного та індивідуального захисту;
- вжито всіх можливих заходів щодо безпеки технологічних процесів та обслуговування обладнання;
- з метою дотримання правил пожежної безпеки проведено ряд заходів відповідного захисту.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		90

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

1	Приміщення цеху		4	Показники пожежо- і вибухонебезпечності, °С			8	9	10	11	12	13	14	15				
	2	3		5	6	7												
Назва дільниці, приміщень, зовнішніх установок	Речовини, що мають обіг у виробн. ГОСТ		Агрегатний стан речовин в норм, умовах	Горючість. Займистість			Межа заpalення		Вибухонебезпечні суміші з повітрям		Вогнегасні засоби		Категорія приміщення за ОНП 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	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				
Дерево, гума	Машинне масло	Рідке	Горючий	200	160-191	380	0,8	0,851	Пб	Т-2	Пінний вогнегасник	В	2	II-B				
Твердий матеріал	Гетінакс	Твердий матеріал	Важко горючий	-	285	480	-	-	-	-	Вода, вогнегасники вуглекислотні ВВ-5	В	2	III-A				
Горючий				210-270	210-270	260	-	-	-	-	ВП-10	В	2					

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

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

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

10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються

Для здійснення процесу коагуляції застосовуються наступні реагенти: коагулянт FeSO_4 , вапняне молоко $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і флокулянт поліакриламід(ПАА). Утворені пластівці коагулянту адсорбують на своїй поверхні колоїдні речовини і виділяються при цьому у вигляді аморфного осаду (шламу). Цей осад представляє собою пластівці неправильної форми з рихлою сітчастою структурою і розмірами від декількох мікрометрів до декількох міліметрів. Вологість осаду складає 96 – 99,99%.

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

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

Шламові води освітлювачів відводяться більш-менш постійно, щодоби в кількості 1-3% від обсягу обробленої води. Вони містять 0,5 – 2,0% (по масі) сухого шламу і направляються в спеціальні ущільнювачі для збільшення концентрації сухої речовини в шламі до 5% і більше (відстоювання протягом 1-2 діб).

Освітлена вода може направлятися до освітлювача або на механічні фільтри, а ущільнений шлам – на вакуумні, рамні або інші фільтри або на фільтр-прес. Фільтрат після спеціальних фільтрів для зневоднення шламу повинен повертатися на механічні зернисті фільтри ВПУ. Утилізація продувних вод попереднього очищення повинна бути повна.

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

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

$$Q_{ш.} = C_{вап.в.} + 50 \cdot (ЖCa^{6.} + Дв.) + 56 \cdot \alpha_{д.} \cdot Дв. + 78 \cdot Дк. ,$$

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

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

$$Q_{ш.} = 141 + 50 \cdot (5,75 + 3,58) + 56 \cdot 0,5 \cdot 3,58 + 78 \cdot 0,7 = 863,11 \text{ г/м}^3 .$$

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

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		93

- 1) видалення в навколишнє середовище (скидання в водойми);
- 2) збереження (складування на шламосховищах);
- 3) захоронення:
 - захоронення на обладнаних полігонах;
 - складування після термічної обробки в герметичних сховищах-реакторах;
 - підземне захоронення в глибоких горизонтах на платформі;
- 4) знешкодження, ліквідація:
 - термічний піроліз;
 - спалювання.

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

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

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

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

Високотемпературні процеси знешкодження, спалювання шламів сприяють механічному й тепловому забрудненню атмосферного повітря за допомо-

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

гою виробничих викидів. Більш раціональними в практичному застосуванні з позицій ресурсо- та енергозбереження є технології повторного використання ресурсоцінних компонентів шламів в різних виробничих циклах. Однак цей метод обмежений у застосуванні умовою використання твердого палива та ускладнює подальшу очистку стоків від грубодисперсних речовин, що призводить до перевитрати реагентів і збільшення обсягів сольових скидів.

Також нераціональним є використання шламової пульпи для нейтралізації кислих стоків, а також видалення зі стічних вод іонів важких металів шляхом утворення нерозчинних сполук, що передбачає накопичення додаткової кількості осадів.

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

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

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		

стання вапняного шламу водоочищення для виготовлення цегли силі-катної та цегли напівсухого пресування. Шламові відходи можливо використувати в якості мінерального компонента замість доломітового борошна для виготовлення дорожнього асфальтобетону.

Таким чином, існують широкі можливості використання шламів водоочищення в будівельній індустрії. Однак, в основі більшості розглянутих технологій лежить процес високотемпературної обробки шламу, що супроводжується виділенням великої кількості CO₂ і інших газів. Викиди загострюють проблему глобального потепління, призводять до підвищення кислотності озер, ґрунтових вод, ґрунтів, пошкодження та загибелі рослинності, сприяють забрудненню навколишнього середовища радоном-222 (²²²Rn) і продуктами його розпаду.

10.3 Підбір обладнання за обраним рішенням

Запропонований метод утилізації шламу передбачає його зневоднення до 5-10 % вологості для забезпечення транспортування, дотримання вимог дозування сировини при виготовленні продукції та попередження вторинного забруднення навколишнього середовища.

Шлами, зневоднені механічним способом, більш транспортабельні і більш безпечні в санітарно-гігієнічному відношенні, ніж шлами зневоднені природним методом (на мулових майданчиках).

В даний час найбільш популярними методами зневоднення шламів на міських очисних спорудах є центрифуги і стрічкові фільтр-преси, що пов'язане з їх надійністю в роботі та економічною ефективністю. Відомі стрічкові прес-фільтри, що містять несучу раму і змонтовану на ній систему приводних провідних і проміжних ведених валів, між якими пропущені два нескінченних стрічкових сита верхнього та нижнього розташування з можливістю розміщення між ними зневоднюючого матеріалу і подальшого їх спільного обтиску (пресування) в обертових валах.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		96

Недоліком розглянутих прес-фільтрів є висока вартість автоматизованих процесорних систем.

10.4 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 ($P_{рв}$), 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:

$$P_{рв} = \sum_{i=1}^n (H_{Pi} \cdot M_{Li} \cdot K_T \cdot K_0),$$

де H_{Pi} – ставки податку в поточному році за тонну і-того виду відходів, грн; M_{Li} – обсяг відходів і-того виду, т; K_T – коригуючий коефіцієнт, який враховує розташування місця розміщення відходів згідно ПКУ статті 246 п.246.5; 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;

$$P_{рв} = \sum_{i=1}^n (3,17 \cdot 0,86311 \cdot 450 \cdot 24 \cdot 365 \cdot 1) = 10\,785\,543 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		97

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розроблено відділення попереднього очищення води для тепломереж методом коагуляції з вапнуванням в освітлювачах з наступним фільтруванням на механічних фільтрах. Продуктивність установки очищення води без врахування води на власні потреби становить $450 \text{ м}^3/\text{год}$.

Для забезпечення заданої продуктивності відділення встановлено наступне технологічне обладнання:

- два освітлювача ВТІ-250і та один резервний продуктивністю по $250 \text{ м}^3/\text{год}$, діаметром 9000 мм та висотою 13524 мм;
- три механічних фільтри та один резервний площею фільтрування $9,1 \text{ м}^2$, діаметром 3400 мм та висотою шару 1000 мм;
- один розчинний та один видатковий баки для 10%-го та 5%-вого розчину коагулянту об'ємом 8 і 16 м^3 відповідно та один резервний бак об'ємом 16 м^3 , який може бути використаний, як розчинний, так і видатковий;
- установку для приготування розчину ПАА типу УРП-2М продуктивністю 12 кг/год і один бак-мішалку об'ємом 10 м^3 ;
- по два баки вапнованої і освітленої води місткістю по 320 м^3 ;
- по два насоси-дозатори розчинів коагулянту, флокулянту і вапняного молока продуктивністю 0,4; 0,63 і $0,4 \text{ м}^3/\text{год}$ відповідно, і по одному резервному;
- по одному насосу для вапнованої і освітленої вод продуктивністю $450 \text{ м}^3/\text{год}$, один насос для регенеративних вод продуктивністю $25 \text{ м}^3/\text{год}$, і для кожного один резервний.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		98

Розроблено схему автоматизації і контролю відділення, що дає можливість контролювати витрату води, що подається в освітлювачі і механічні фільтри; температуру вихідної води, що подається в освітлювачі; рівень води в баках вапнованої, освітленої і регенеративної вод, витратних баках розчинів коагулянту і ПАА, циркуляційній мішалці вапняного молока; зміну тиску в механічному фільтрі і мутність води на виході з фільтра.

Реалізовано економіко-організаційні розрахунки відділення. Собівартість одиниці продукції даного відділення становить 6,63 грн./м³ очищеної води, вартість капіталовкладень у відділення – 30 315 976 грн..

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

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		99

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кульский Л.А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды [Текст] / Л.А. Кульский – К.: Наук. думка, 1981. - Т.1.– 490 с.,Т.2.– 510 с.
2. Малецкий З. Правильная вода для котлов. Всё о современной ХВО / Мудрик Р. // Вода и Водоочистные технологии. – 2011. - №2 (56).
3. Лифшиц О.В. Справочник по водоподготовке котельных установок [Текст] / О.В. Лифшиц – М.: Энергия, 1976. – 286 с.
4. Громогласов А.А. Водоподготовка: процессы и аппараты [Текст] / А.А. Громогласов, А.С. Копылов, А.Ц. Пильщиков. – М.: Энергоатомиздат, 1990. - 272 с.
5. Компанія «Хімпостачання»: Обладнання – Матеріали – Сировина [Електронний ресурс].– Режим доступу <http://www.himsnab.com.ua/ua/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
6. Режимна карта експлуатації освітлювача ВТІ-250і ст.№ 1,2 ВПУ СТ «Позняки».
7. Антрацит и антрацитовая крошка [Електронний ресурс]. – Режим дос-тупу <http://htaqua.ru/catalog/54/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
8. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химим. – М.: Химия, 1971.– 456 с.
9. Концевой А.Л. Алгоритмізація і програмування розрахунків процесу водопідготовки. Навчальний посібник: На правах рукопису / А.Л. Концевой, Н.М. Толстопалова. – К.: 2003. – 44 с.

					ХН 3217 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Да-		100

10. Лукінюк М.В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Бібліогр.: с. 230-231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.
11. 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.
12. 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.
13. Макаров Г.В. Охрана труда в химической промышленности. [Текст] / Г.В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Маринина и др. – М.: Химия, 1989. – 496с.: ил. – ISBN 5-7245-0246-1.
14. Платежі за забруднення, їх види та критерії нарахування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://buklib.net/books/25530/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.