

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів..	11
Вступ	12
1 Обґрунтування та вибір способу виробництва	13
2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів.....	19
2.1 Характеристика продукції.....	19
2.2 Характеристики сировини.....	19
2.3 Характеристика допоміжних матеріалів	20
3 Фізико – хімічні основи вибраного методу виробництва.....	22
3.1 Теоретичні основи методу коагуляції.....	22
3.2 Теоретичні основи методу ультрафільтрації.....	25
4 Опис технологічної схеми.....	32
5 Витратні коефіцієнти з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та енергоносіїв	34
6 Розрахунок і вибір основного технологічного обладнання.....	37
6.1 Розрахунок та вибір основного обладнання.....	37
6.2 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....	40
7 Автоматичне регулювання та контроль виробництва	45
7.1 Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації	46
7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу	47
8 Техніко-економічні розрахунки відділення попереднього очищення води.....	51

					ХН 3110 1440 000 ПЗ		
		№ докум.	Підпис		Відділення попереднього очищення води методом інлайнкоагуляції		
Розроб.		Коротча М.С.					
Перевір.		Нижник Т.Ю.					
Реценз.							
Н. Контр.		Супрунчук В.І.					
Затверд.		Толстопалова Н.М.					
					Літ.	Аркуші	Акруш
					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ХТФ, гр.ХН-31		

8.1 Структурна схема відділення попереднього очищення води методом інлайнкоагуляції	52
8.2 Технологічна підготовка виробництва	52
8.3 Контроль виробництва.	61
8.4 Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва.....	63
8.5 Порівняння контролю якості на базовому підприємстві та на приведеному в даному дипломному проекті	69
9 Охорона праці.....	71
9.1 Виявлення та аналіз ШНВ факторів на проєктованому об'єкті. Заходи з охорони праці.....	71
9.1.1 Повітря робочої зони	71
9.1.2 Виробниче освітлення	76
9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій.....	77
9.1.4 Електробезпека.....	78
9.1.5 Безпека технологічного процесу і обслуговування обладнання.....	80
9.2 Пожежна безпека.....	80
10 Екологічна безпека виробництва.....	83
10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів	83
10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва	85
10.3 Екологічний моніторинг.....	88
10.4 Розрахунок екологічних платежів	89
Висновки	74
Список використаної літератури	93
Додатки	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

УФ – ультрафільтрація;

ВПУ – водопідготовча установка;

ГДК – гранично-допустима концентрація;

ГОСТ – державний стандарт;

СЕВ та СІР – хімічно посилена промивка.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ВСТУП

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

Устаткування сучасних ТЕЦ експлуатується при високих теплових навантаженнях, що вимагає жорсткого обмеження товщини відкладень на поверхнях теплоелементів. Такі відкладення утворюються з домішок, що надходять з водою у цикли електростанцій, тому забезпечення високої якості водяних теплоносіїв є надзвичайно важливим завданням.

В технології очищення природних вод використовуються різноманітні технологічні прийоми та методи покращення якості води. Вибір раціональної схеми обробки води представляє значні труднощі, так як вихідна вода має безліч різноманітних домішок та її склад часто змінюється в залежності від пори року.

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 обґрунтування застосування методу інлайнкоагуляції з ультрафільтрацією у відділенні попереднього очищення води для ТЕЦ, для отримання води з покращеними показниками якості.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ВИБІР СПОСОБУ ВИРОБНИЦТВА

Оброблення води з метою підготовки її для пиття, господарських і виробничих цілей являє собою комплекс фізичних, хімічних і біологічних методів зміни її первісного складу.

Метод оброблення води вибирають на основі попереднього вивчення складу й властивостей води джерела і їх зіставлення з вимогами споживача.

Найбільш характерними й загальними ознаками домішок води є форми їх вмісту в ній, тобто фазовий стан, що характеризується дисперсністю речовин. Фазово-дисперсний стан домішок води обумовлює їх поведінку в процесі оброблення води. Кожному фазово-дисперсному стану домішок відповідає сукупність методів впливу, що дозволяє досягти необхідних якісних показників води.

Основним джерелом питної і технологічної води в Україні є р. Дніпро. Води річок містять у собі дрібнодисперсні часточки розміром 10^{-9} до 10^{-4} м, які 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 кислотність, лужність, твердістю, густиною, в'язкістю, поверхневим натягом тощо.

Для очищення поверхневих вод, що являють собою колоїдно-дисперсну систему, треба провести розділення рідкої і твердої фаз з метою вилучення завислих частинок. При цьому внаслідок малого розміру часточок дисперсної фази, а також високої агрегативної і седиментаційної стійкості систем виникають певні ускладнення. Інтенсифікувати процес розділення, тобто

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

порушити агрегативну стійкість колоїдно-дисперсної системи, можна за рахунок укрупнення часточок в агрегати під дією коагулянтів.

У базовій схемі попереднього очищення води використовується процес коагуляції з подальшим механічним фільтруванням. В даному дипломному проекті вирішено змінити схему та подавати розчин коагулянту та вапна безпосередньо у трубопровід, фільтрування проводити на ультрафільтраційних мембранах, які на відміну від механічного фільтру можуть видаляти дрібнодисперсні часточки та органічні речовини, які порушують роботу подальшого обладнання. За допомогою цього можна вилучити повністю всі завислі дрібнодисперсні речовини та понизити кількість органічних сполук. Перед подачею води на ультрафільтраційну установку, подаємо її в теплообмінник для підігріву, щоб збільшити швидкість коагуляції.

Коагуляція – це процес ефективного видалення з водних систем твердих частинок і колоїдів. Це один з найпоширеніших методів очищення питної води. Він також широко використовується для очищення стічних вод.

Коагуляція нині широко використовується в процесах водо підготовки. Її використовуютьс для зниження вмісту завислих та колоїдно-дисперсних домішок під дією сил тяжіння. Проте домішки, які обумовлюють каламутність і колірність 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.

Хімічна коагуляція – найбільш ефективний і надійний метод видалення зважених частинок (діаметром >10 нм) із природних і стічних вод. Вона також видаляє розчинені фракції деяких компонентів, наприклад, знижується кольоровість вихідної води, вміст фосфатів у побутових і промислових стічних водах.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

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 [1].

Під час процесу у воду додають коагулянти, щоб порушити агрегативну стійкість домішок і в результаті здійснити повне або часткове їх видалення. Зазвичай в якості коагулянтів використовують сульфати алюмінію та феруму (II, III), хлориди алюмінію та феруму (III), алюмінати натрію, оксохлориди алюмінію, гідросульфат алюмінію, гідроксосудьфат алюмінію або інші речовини, які сприяють порушенню агрегативної стійкості [2].

Якщо лужний резерв води, що очищується, недостатній для задовільного гідролізу коагулянтів, її підлугуюють гідроксидом і карбонатом натрію, карбонатом кальцію та вапном. 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.

Також в технології коагуляції має місце так звана контактна коагуляція, під час якої всі реагенти додаються у потік очищуваної води, яка потім подається на механічний фільтр без використання освітлювача. При фільтруванні через шар зернистого завантаження гідроксиди металу осідають на поверхні зерен, утворюючи дуже активні поверхні, на яких адсорбуються різноманітні забруднення води. При цьому різко скорочується час процесу підготовки води, скорочується витрата коагулянту. У випадку контактної коагуляції інтервал між введенням коагулянту в оброблювальну воду та її надходженням у шар контактної маси повинен бути по можливості мінімальним, що сприяє збільшенню ефективності процесу.

В даному дипломному проекті запропоновано використання технології інлайнкоагуляції, що передбачає заміну механічного фільтра на

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

ультрафільтраційну установку, яка значно менше за освітлювачі та фільтри, а також більш автоматизована, що дозволяє скоротити чисельність персоналу.

Методи видалення крупнодисперсних і дрібнодисперсних домішок з води фільтруванням широко застосовуються у технології водоочищення й підготовки води для різних потреб. Необхідність використання фільтраційних методів у водопідготовці зумовлена наявністю великою кількості завислих речовин у вихідній воді та суровими вимогами щодо вмісту завислих речовин в очищеній воді різного призначення.

Усі ці методи можна умовно поділити на дві великі групи: фільтрування через шар зернистого завантаження або фільтрування через пористі перегородки. Фільтрування через пористі перегородки здійснюється в різних тканинних фільтрах і лежить в основі всіх мембранних процесів.

Існує поділ мембранних процесів на групи залежно від рушійної сили процесу. Мікрофільтрація, ультрафільтрація, нанофільтрація та зворотний осмос належать до основної групи мембранних процесів – так званих баромембранних процесів. Крім цього, існують також електромембранні процеси – електродіаліз і електродеіонізація.

Сфера застосування мембранних процесів надзвичайно широка:

- очищення води з поверхневих джерел – як передпідготовка для наступного доочищення, так й як самостійна технологія;
- різні технології очищення стічних вод;
- підготовка питної води з різних джерел;
- підготовка води для харчових виробництв, виробництва безалкогольних й алкогольних напоїв;
- одержання глибоко знесоленої води для потреб різних галузей промисловості – енергетики, мікроелектроніки, фармацевтичних виробництв;
- опріснення морської води для одержання питної води або води для технологічного використання.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

У даному проекті запропоновано використання методу ультрафільтрації. Обраний метод як технологія водопідготовки має низку переваг перед традиційною фільтрацією:

- ефективне видалення домішок колоїдних дисперсності;
- ефективне видалення мікробіологічних домішок;
- відсутність імовірності проскакування домішок, що видаляються, в очищену воду;
- значно менші займані площі;
- менші витрати води на власні потреби.

Формами мембран, що одержали найбільше поширення для ультрафільтрації, є трубки й порожні волокна. Для таких форм мембран можливі два основних способи фільтрування: зсередини назовні та ззовні усередину. Вони мають свої переваги і недоліки, що наведені в таблиці 1.1.

На сьогодні основним типом ультрафільтраційних систем у промисловості водопідготовки є багатомодульні ультрафільтраційні системи, що являють собою один і більше модулів ультрафільтрації, розміщених на рамі разом із запірними апаратурами, устаткуванням, контрольно-вимірювальними приладами та іншими необхідними компонентами.

Головні переваги промислової багатомодульної ультрафільтраційної системи:

- керування установкою повністю автоматизовано з введенням інформації на пульт оператора;
- розмір пор сучасних мембран забезпечує високу якість очищеної води, що зберігається навіть під час підвищень каламутності вихідної води;
- мембрани витримують високу концентрацію вільного хлору, що дозволяє мінімізувати утворення біовідкладень на мембрані й тим самим збільшити інтервал між хімічними очищеннями.

Важливою обставиною є простота експлуатації системи, що забезпечує зняження витрат, скорочення кількості персоналу [1].

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Отже, використання інлайнкоагуляції є досить доцільним методом очищення води від крупнодисперсних і дрібнодисперсних домішок. Він є більш економним, установка досить компактна у порівнянні з іншим фільтруючим обладнанням, якість очищеної води більша ніж після звичайної коагуляції та механічних фільтрів, зменшується витрата реагентів.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА НАПІВПРОДУКТІВ, МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

2.1 Характеристика продукції

Продукцією відділення попереднього очищення води є вода після проходження певних технологічних стадій: коагуляції з послідуочим фільтруванням з використанням ультрафільтраційних мембран.

2.2 Характеристика сировини

Вихідна вода подається у відділення з берегової насосної станції на річці Дніпро.

2.3 Характеристика допоміжних матеріалів

У процесі попереднього очищення води методом коагуляції використовується коагулянт сульфат заліза (II) – FeSO_4 . Для стабілізації рН середовища та окиснення заліза до трьохвалентного застосовується гашене вапно.

Для кращої роботи обладнання та уникнення збоїв у процесі необхідно проводити періодичні промивки ультрафільтраційних мембран. В цьому випадку використовуються такі реагенти: соляна кислота та гідроксид натрію.

Для приготування та утримання робочих розчинів передбачені спеціальні установки та баки.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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

Головними стадіями у відділені попереднього очищення води є коагуляція та ультрафільтрація.

3.1 Теоретичні основи коагуляції

Коагуляцією часто називають процес дестабілізації колоїдних систем, що веде до агрегації зважених частинок у воді. Проте, коагуляція в очищенні поверхневих вод визначається як процес видалення колоїдів і частинок за рахунок утворення більших агрегатів, здатних до осадження.

Більша частина природних вод – це негативно заряджені, стійкі колоїдні системи. Позитивно заряджені іони в розчині, або так звані контріони, сильно притягуються до поверхні колоїдної частинки й утворюються шар Штерна (його називають потенціалоутворюючим шаром). На додаток до цих контріонів інші позитивно заряджені іони також притягуються до цієї частинки, хоч і трохи слабше через дію сили відштовхування позитивно заряджених іонів у шарі Штерна, а також через сили конкуренції між позитивно зарядженими іонами. Це призводить до динамічної рівноваги формування дифузійного шару. Концентрація контріонів у дифузійному шарі поступово зменшується зі збільшенням відстані до частинки. Кількість негативно заряджених іонів у розчині, які також називаються коіонами, поступово збільшується у дифузійному шарі, утворюючи рівновагу. Потенціалоутворювальний і дифузійний шари утворюють так званий подвійний електричний шар (ПЕШ).

Агрегат молекули разом з потенціал визначальними іонами становить електрично заряджене ядро міцели. До зарядженого ядра з навколишнього розчину електростатичними силами притягаються іони протилежного знака,

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

що компенсують заряд потенціал визначальних іонів. У цілому електронейтральний комплекс називають міцелою.

Наявність у частинок зарядів і подвійного електричного шару попереджує агрегацію частинок, завдяки чому частинки залишаються у зваженому стані, поки їх заряд і ПЕШ значно не зменшаться.

Стійкість колоїдної системи описується теорією ДЛФО.

У колоїдних системах розрізняють стійкість кінетичну й агрегативну. Під кінетичною стійкістю розуміють властивість дисперсних частинок утримуватися у зваженому стані в повному об'ємі системи, на седиментуючи. Під агрегативною стійкістю розуміють властивість частинок дисперсної фази чинити опір їх злипанню й змінювати свій геометричний розмір.

Стійкість колоїдних систем залежить від дії трьох чинників: кінетичного, електричного й структурно-механічного. Кінетичний чинник стабілізації колоїдних систем визначається середньою вільною поверхневою енергією й середньою кінетичною енергією теплового руху частинок дисперсної фази. Зі збільшенням вільної поверхневої енергії частинок дисперсної фази знижується агрегативна стійкість. На кінетичний чинник впливає зміна температури. З підвищенням температури колоїдної системи збільшується кінетична енергія руху частинок і кінетична стійкість. При цьому знижується агрегативна стійкість, тому що частинки зближаються на відстані, при яких починають превалювати сили міжмолекулярного притягання, що приводить до їх укрупнення й седиментації.

Величину загальної потенціальної енергії (U_T), що забезпечує стабільність частинки в розчині, можна визначити з такої залежності:

$$U_T = U_A + U_R + U_S, \quad (3.1)$$

де U_A – сили тяжіння;

U_R – сили відштовхування, що діють між частинками;

U_S – потенційна енергія розчинника, що є незначною на практиці.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

На ефективність очищення поверхневих вод гетеро коагуляцією впливають багато чинників: кількість і склад розчинених у воді домішок, концентрація колоїдних міцел, температура, інтенсивність перемішування, магнітні та електричні поля тощо.

Кількість і склад домішок. Механізми впливу домішок стічних вод на кінетику гідролізу солей металів, що є коагулянтами, різноманітний. Він може бути обумовлений процесам комплексоутворення, сорбції, хімічної взаємодії та ін. Неорганічні домішки за характером свого впливу на коагуляцію можуть бути розділені на ті, що мають загальний іон з коагулянтном і не мають загального іона. У першому випадку домішки прискорюють процес гідролізу солі металу й утворення малорозчинних продуктів гідролізу. У другому випадку швидкість коагуляції зменшується. Органічні речовини, адсорбуючись на частинках малорозчинних продуктів гідролізу, утворюють плівки, що гальмують їх агрегування. Це приводить до підвищення дисперсності осаду. Значний вміст органічних речовин у водах може бути причиною, що утруднює застосування методу коагуляції.

Концентрація колоїдних міцел. Зі збільшенням концентрації колоїдних і дрібнодисперсних домішок у воді збільшується швидкість коагуляції. При низькому вмісті дрібнодисперсних і колоїдних домішок процес коагуляції часто перебігає незадовільно. Дрібні пластівці, що утворюються, виносяться разом з водою. Відбувається це внаслідок недостатньої кількості центрів зародкоутворення.

Температура. З підвищенням температури зростає швидкість процесу гідролізу солі металу, використовуваної як коагулянт й, отже, зародкоутворення продуктів гідролізу, що зменшує тривалість індукційного періоду утворення твердої фази. При низьких температурах утворюються дрібні, повільно осідаючі пластівці, збільшується доза коагулянтів і знижується ефективність очищення води.

Перемішування. Зі збільшенням інтенсивності перемішування зростає ймовірність зіткнення частинок, підвищується швидкість зростання частинок

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

малорозчинних продуктів гідролізу, зменшується тривалість індукційного періоду.

Інші чинники. На процеси коагуляційного очищення вод значний вплив можуть мати електричні й магнітні поля, ультразвукові коливання та ін.

Також на процес коагуляції впливає доза коагулянту. Кількість коагулянту, необхідна для здійснення процесу коагуляції, залежить від виду коагулянту, його складу, необхідного ступеня очищення води і визначається експериментально.

Доза коагулянту, необхідна для зниження агрегативної стійкості колоїдної системи, може бути приблизно розрахована за таким емпіричними формулами:

$$D_k = 3,5 \cdot \sqrt{M}, \quad (3.2)$$

а для кольорових

$$D_k = 4 \cdot \sqrt{M}, \quad (3.3)$$

де D_k – доза коагулянту розрахована на безводну сіль, мг/дм³;

M – вміст у воді зважених частинок (мутність), мг/дм³ [1].

3.2 Теоретичні основи ультрафільтрації

Ультрафільтрація – це процес мембранного поділу, при яких відбувається фільтрування рідини під дією різниці тисків до й після мембрани. Використовуванні мембрани в методі являють собою пористі перегородки з певним розміром пор. Механізм поділу заснований на «ситовому» ефекті – відбувається селективне видалення всіх частинок з розмірами, більше за розмір пор мембрани. Частинки, розмір яких перевищує максимальний розмір пор, затримуються мембраною. Більша частина води й частинки, розміри яких менші за максимальний розмір пор, проходять через мембрану, утворюючи пермеат.

Масоперенесення розчинника через мембрану в цьому випадку можна розглядати як течію рідини через отвори пор під дією різниці тисків. Для

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

пористих мембран залежність об'ємного потоку розчинника через мембрану від прикладеного тиску з певним допущенням можна описати рівнянням Хагена-Пуазейля:

$$J = \frac{N\pi r^4 \cdot \Delta P}{8\mu \delta}, \quad (3.4)$$

де J – об'ємний потік через мембрану;

N – кількість пор на одиницю площі мембрани;

r – радіус пори;

ΔP – різниця тисків по обидва боки мембрани;

μ – в'язкість розчинника;

δ – товщина мембрани.

Також у процесі ультрафільтрації застосовується тупиковий принцип фільтрації, при якому весь об'єм води, що очищається, під дією тиску проходить крізь мембрану, а домішки затримуються поверхнею мембрани й поступово накопичуються на ній у значних кількостях.

Під мембраною розуміють розділову перегородку між фазами, для якої властива напівпроникність – здатність пропусати одні речовини й залишатися непроникною для інших.

Що стосується будови мембранного полотна, то мембрани прийнято підрозділяти на три типи – ізотропні (симетричні), анізотропні (асиметричні) та композитні.

Ізотропні мембрани характеризуються постійним перетином пор по всій глибині, причому пори утворені частинками або волокнами матеріалу мембрани й можуть мати циліндричну або невизначену форму. Анізотропним мембранам властива поступова зміна діаметра пор – діаметр пор поступово зростає від тонкого (5...10% від загальної товщини) робочого шару до підтримувального шару мембранного полотна, і саме будова робочого шару визначає властивості мембрани, а підтримувальний шар виконує лише функцію опори для робочого шару. Композитна мембрана (тонко плівкова) як й анізотропна складається з кількох шарів, але принципово відрізняється

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

від останньої тим, що всі шари мембранного полотна виготовлені з різних матеріалів.

Спектр матеріалів, з яких виготовляють мембрани, надзвичайно широкий і включає як органічні (полімерні), так і неорганічні матеріали. Неорганічні мембрани виготовляють із металів, кераміки, скла та інших матеріалів.

Основними сучасними мембранами для водопідготовки є мембрани, виготовлені з органічних полімерних матеріалів. Це пояснюється наявністю широкого спектра сучасних полімерів, що дозволяє підібрати найбільш прийнятні зі властивостями матеріали для одержання мембранного полотна.

Основними типами мембран для ультрафільтрації є неорганічні мембрани з керамічних матеріалів або металів, а також пористі полімерні мембрани з поліетилену й поліпропілену, політетрафторетилену (ПТФЕ), полісульфону (ПС), поліефірсульфону (ПЕС) і полівініліденфториду (ПВДФ).

В ультрафільтрації зазвичай використовуються мембранні елементи типу тупикові, що не регенеруються – трубчасті та порожнистоволоконні. Трубчасті мембранні елементи являють собою тонкостінні трубки діаметром 5-20 мм із полімерів, пористої кераміки, металу та інших матеріалів зі спеціальним розділовим шаром або без нього. Фільтрація виконується або зсередини назовні, або ззовні всередину. Порожинстоволоконні являють собою корпус, у яких покладені пучки з багатьох порожніх волокон. Кінці волокон закріплені так, що відкриті торці виходять у кінцеві камери. Порожні волокна – пористі трубки малого діаметра з анізотропною структурою, що мають розділовий шар і порівняно низьку питому продуктивність, яка компенсується дуже великою загальною поверхнею фільтрації в об'ємі одиничного модуля. Фільтрація розчину здійснюється або ззовні всередину волокон, або назовні зсередини [1].

Ефективність баромембраного очищення води залежить від властивостей мембран, робочого тиску, температури, природи і концентрації

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

очищуваних домішок, концентраційної поляризації, гідродинамічних умов та конструктивного оформлення апарата.

Зі збільшенням тиску проникність мембрани збільшується. Проте під дією високого робочого тиску (5-10 МПа) відбуваються незворотні деформації (усадки) мембран, що призводить до безперервного зниження їх проникності впродовж усього періоду експлуатації.

Із підвищенням температури очищуваної води зменшується її в'язкість, отже, збільшується проникність мембрани. Проте за певних значень температури полімерні мембрани здатні розм'якшуватися, що призводить до зниження їх проникності майже до нуля. Це пояснюється підвищеною усадкою, течією матеріалу мембрани та повним руйнуванням її пористої структури.

На проникність мембран впливає також природа розчинених речовин. Неорганічні речовини затримуються краще, ніж органічні з однаковою молекулярною масою. Серед гомологів краще затримуються сполуки з більшою молекулярною масою. Речовини, що утворюють специфічні зв'язки з мембраною, наприклад водневі, затримуються більше у разі слабкої взаємодії.

Зі збільшенням концентрації розчинених домішок у воді підвищується осмотичний тиск, що призводить до зменшення рушійної сили процесу за однакового робочого тиску. Одночасно зростає в'язкість очищуваної води, що зумовлює зменшення проникності.

Основними факторами, що впливають на вибір матеріалу для виготовлення полімерної мембрани, є ступінь кристалічності та набухання. Крім того, значно впливають стійкість проти гідролізу, мікробне розкладання та сорбція розчиненої речовини [3].

Найбільш важливими характеристиками мембран є розміри пор, механічна міцність, хімічна стійкість і ступінь змочуваності (гідрофільність або гідрофобність). Важливим показником є також розподіл пор за розмірами

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

– найкращі ті мембрани, в яких абсолютна більшість пор лежить у вузькому діапазоні діаметрів.

Ультрафільтрація ґрунтується на використанні пористих мембран з діаметром пор 0,01...0,1 мкм. Діаметр пор мембран визначає домішки, що видаляються із допомогою цих технологій.

Механічна міцність, характеризувана як міцність на розрив або як еластичність мембранного полотна, або волокна, є важливим показником, що свідчить про те, наскільки легко матеріал мембрани здатний переносити вплив тиску води. Найміцнішими на цей момент є мембрани із ПВДФ.

Хімічна стійкість матеріалів мембран вказує на те, який спектр вод можна обробляти за допомогою такої мембрани, а також наскільки інтенсивно можна виконувати хімічні промивання мембран. Основними показниками хімічної стійкості є інтервал рН і стійкість до впливу активного хлору. Значення цих показників наводяться в специфікаціях мембранних елементів.

Показник гідрофобності або гідрофільності матеріалу мембрани вказує на те, як інтенсивно мембрана пропускає воду. Значно гідрофільні мембрани дуже легко змочуються й пропускають воду, але так само легко можуть бути забруднені відкладеннями домішок вихідної води. Гідрофобні мембрани стійкіші до забруднення, однак мають меншу питому продуктивність. Останнім часом для виробництва мембран використовують гідрофлізовані (шляхом додаткового оброблення) полімери, наприклад, гідрофілізований ПВДФ (Н-PVDF) [1].

Процес ультрафільтрації характеризується також іншими показниками, такими як коефіцієнт затримування (селективності) розчиненої речовини

$$R_c = 1 - \frac{C_\Phi}{C_0} \quad (3.5)$$

та продуктивністю (об'ємний потік) крізь мембрану

$$J_0 = \frac{\Delta q}{S \cdot \Delta \tau}, \quad (3.6)$$

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

де C_0 і C_f – відповідні концентрації розчиненої речовини в початковому розчині і в фільтраті;

Δq – об'єм фільтрату, що пройшов крізь мембрану площею S за проміжок часу Δt .

Оскільки селективність та продуктивність не є константами напівпроникних мембран і залежать від технологічних параметрів процесу (температури, тиску, концентрації, гідродинамічних умов тощо), то для характеристики їх функціональних властивостей використовують ще такі показники, як коефіцієнт фільтрування (l_ϕ) та коефіцієнт відбиття мембрани (σ):

$$l_\phi = \frac{j_0}{\Delta p} = \frac{\Delta q}{S \cdot \Delta t \cdot \Delta p}; \quad (3.7)$$

$$\sigma = \frac{\Delta p}{\Delta \pi}, \quad (3.8)$$

де $\Delta \pi$ – різниця осмотичних тисків розчину з обох боків мембрани.

Коефіцієнт σ дорівнює нулю для повністю проникної (для певної розчиненої речовини) мембрани та одиниці – для ідеальної напівпроникної мембрани. Цей коефіцієнт характеризує властивість мембрани без урахування умов здійснення процесу [3].

За способом організації процесу й забезпечення рушійної сили – різниці тисків – ультрафільтрація поділяється на заглибну (вакуумну) і напірну. Рушійна сила вакуумної фільтрації виникає на мембрані при створенні розрідження у лінії фільтрату. При напірному фільтруванні вода нагнітається насосом, і саме тиск води, що очищається, забезпечує перебіг процесу поділу [1].

Для боротьби зі зростанням осаду над поверхнею мембрани створюють додатковий потік з оброблюваної рідини, який розмиває накопичується осад. Рідина (концентрат), що містить віддалені з поверхні мембрани забруднення, виводиться з розділового апарату.

Для більш ефективного видалення забруднень з поверхні і з пор мембрани використовують метод зворотних промивок, при якому очищену

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

воду (фільтрат) пропускають через мембрану в напрямку, протилежному напрямку фільтрування. Такі промивки проводяться частіше, ніж промивання звичайних фільтрів із зернистим завантаженням – для ультрафільтраційних мембран, призначених для очищення поверхневих вод, їх частота коливається від 1 до 4 разів на годину, але тривалість промивки становить всього 10-60 с, тому обсяг води, що скидається не перевищує 5% від обсягу фільтрату. Для боротьби зі зростанням осаду над поверхнею мембрани створюють додатковий потік з оброблюваної рідини, який розмиває накопичується осад. Рідина (концентрат), що містить віддалені з поверхні мембрани забруднення, виводиться з розділового апарату [4].

У випадку ультрафільтрації прийнято виділяти два типи хімічних промивань: СЕВ і СІР. Частота використання зворотних промивань, а також СЕВ та СІР визначається якістю вихідної води. При високій якості вихідної води немає необхідності застосування хімічного промивання [1].

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

4 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Вода з річки Дніпро потрапляє на станцію насосом першого підйому і направляється у теплообмінник 1, де підігрівається до температури 40°C (±1). Підігріта вода за допомогою насосів сирієї води або водоструминних ежекторів 2 надходить у трубу, яка виконана у вигляді спіралі. Така конструкція передбачає більший час контактування вихідної води з реагентами. На початку трубопроводу в нього дозуються розчин коагулянту FeSO₄ (з баку для приготування розчину коагулянту 4) та вапняне молоко Ca(OH)₂ (з баку для приготування розчину вапняного молока 5). Під час проходження води по спіральному трубопроводу розпочинається процес коагуляції, утворення центрів кристалізації.

Коагулянт подається у спеціальний бак з мішалкою 4 разом з водою для приготування концентрованого розчину коагулянту. Після змішування розчин подається у трубопровід за допомогою насоса-дозатора 3.

Вапняне молоко змішується з водою в спеціальному баку з мішалкою 5 для отримання розчину потрібної концентрації. Після очищення від домішок, що не розчинилися, розчин насосом-дозатором 6 подається у трубопровід.

Далі вода за допомогою відцентрового насоса 7 потрапляє на ультрафільтраційну установку 8, що забезпечує тонку фільтрацію води до 0,01 мкм, що дозволяє очистити воду від залишкових зважених частинок, високомолекулярних органічних речовин, мікроорганізмів. Установка складається з щита керування, насоса та ультрафільтраційних мембран, на яких також відбувається коагуляції, ущільнення шламу та відділення від нього. Після ультрафільтраційної установки, вода надходить у бак для пермеату 9, звідки деяку частину подають на приготування розчинів коагулянту, вапна, HCl та NaOH за допомогою насоса 10.

Також передбачено систему короткочасної періодичної промивки мембран – СЕВ промивка. Перемикання режимів роботи установки проводиться автоматично за заданою програмою. Крім того, для хімічної

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

промивки та хімічної регенерації модулів в складі установки є спеціальне устаткування для приготування реагентів: розчинів HCl (бак для приготування розчину HCl 12) та NaOH (бак для приготування розчину NaOH 14). Розчини подаються на установку за допомогою насосів 12 та 13 відповідно.

Вода після промивки, а також шлам, відводяться з ультрафільтраційної установки та направляються у відстійник 15, де відбувається осадження та ущільнення осаду. Очищена від шламу вода пускається знову в цикл перед теплообмінником насосом 16. Осад відводиться з відстійника, збирається на спеціальних площадках, висушується та відправляється на регенерацію, переробку або у відвали.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

5 ВИТРАТНІ КОЕФІЦІЄНТИ З СИРОВИНИ, НАПІПРОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕНЕРГОНОСІЇВ

Склад вихідної води, мг-екв/дм³:

Продуктивність установки без урахування витрати води на власні потреби складає:

$$Q=300 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Приймаємо дозу коагулянту 0,7 мг-екв/дм³, залишкову лужність не менше 0,7 мг-екв/дм³.

Дозу вапна визначаємо за рівнянням:

Вапном осаджується HCO_3^- у кількості:

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

Кальцій осаджується у вигляді CaCO_3 , зв'язуючись з іонами HCO_3^- у кількості 2,168 мг-екв/дм³.

Залишковий вміст кальцію у вапнованій воді:

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

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

Величина продувки установки визначається за формулою:

Отже, із продувкою видаляється наступна кількість води:

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

Витрата вапняного молока на добу визначається:

Кількість води для приготування вапняного молока:

Витрати 5%-го вапняного молока на одну установку:

Витрата коагулянту визначається за формулою:

Витрата 5%-го розчину коагулянту визначається за формулою:

Кількість води для приготування розчину коагулянту:

Витрати 5%-го розчину коагулянту на одну установку:

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Сумарна витрата води на власні нестатки установки:

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

6 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Метою даного розділу є розрахунок головного та допоміжного обладнання, визначення робочих об'ємів, габаритів та необхідної кількості основного і допоміжного устаткування за заданою потужністю відділення.

6.1 Розрахунок та вибір основного обладнання

Для розрахунку установки ультрафільтрації необхідно обрати мембранний елемент, який характеризується певними параметрами, та їх розрахувати необхідну кількість для забезпечення продуктивності по очищеній воді.

Середньодобова продуктивність по очищеній воді становить 300 м³/год. Кількість необхідних мембранних елементів розраховується за формулою:

$$n = \frac{Q_c \cdot 1000}{S \cdot q}, \quad (6.1)$$

де n – кількість мембранних елементів;

Q_c – продуктивність модулю, м³/год;

S – площа 1-го мембранного елемента, м²;

q – питома продуктивність елемента, дм³/(м²·год).

$$n = \frac{300 \cdot 1000}{77 \cdot 110} = 35.$$

Беремо 3 мембрани, як запасні, таким чином загальна кількість мембран 38.

Для видалення залишків осаду коагулянту та інших забруднень з поверхні необхідно розрахувати витрати води на зворотню промивку:

$$Q_{\pi} = \frac{n \cdot S \cdot q_{\pi} \cdot t_{\pi}}{1000 \cdot 3600}, \quad (6.2)$$

де Q_{π} – витрати води на зворотню промивку, м³;

q_{π} – питома витрата води на промивку для 1 елемента, дм³/(м²·год);

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_{π} – тривалість однієї промивки, с.

$$Q_{\pi} = \frac{35 \cdot 77 \cdot 110 \cdot 60}{1000 \cdot 3600} = 4,94 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість зворотних промивок, яка приходить на отримання 1000 м^3 УФ пермеату становить:

$$n_{\pi} = \frac{1000 \cdot 60}{Q_c \cdot t}, \quad (6.3)$$

де t – частота зворотних промивок.

$$n_{\pi} = \frac{1000 \cdot 60}{300 \cdot 60} = 3,33 = 4.$$

При роботі УФ модулю на поверхні мембран накопичуються частинки розміром більше $0,03 \text{ мкм}$. Для збільшення ефективності їх відмивки з поверхні мембран при зворотній промивці в воду дозуються окисники. В даній технології використовується гідроксид натрію та соляна кислота.

При зворотних промивках не відмиваються абсолютно всі частинки, що забили пори мембрани або відклалися на поверхні, тому необхідно періодично проводити СЕВ та СІР промивки. СЕВ промивка складається з тих же стадій, що й зворотна, але з додаванням більшої кількості реагентів. СІР промивка – хімічна реагентна очищення мембран. Проводиться приблизно раз на рік. Витрата води для приготування миючого розчину становить :

$$V_{CIP} = n \cdot V_p, \quad (6.4)$$

де V_{CIP} – об'єм води, необхідний на приготування миючого розчину м^3 .

$$V_{CIP} = \frac{24 \cdot 300}{1000} = 10,5 \text{ м}^3.$$

На отримання 1000 м^3 необхідно провести СІР промивок :

$$n_{CIP} = \frac{1000}{t_p \cdot f_{CIP} \cdot Q_c}, \quad (6.5)$$

де t_p – години роботи модуля за добу, год/добу;

f_{CIP} – кількість діб між СІР промивками, діб.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$n_{CIP} = \frac{1000}{24 \cdot 90 \cdot 300} = 0,00015.$$

Розрахуємо витрати реагентів, необхідних для приготування миючого розчину.

HCl у товарній формі (35%):

$$m_{HCl} = \frac{C_{HCl} \cdot V_{CIP} \cdot 100}{35}, \quad (6.6)$$

де m_{HCl} – маса товарної HCl, необхідна для приготування миючого розчину, кг;

C_{NaOCl} – доза HCl для CIP, г/дм³.

$$m_{HCl} = \frac{2 \cdot 7,2 \cdot 100}{35} = 60.$$

NaOH у товарній формі (100%):

$$m_{NaOH} = \frac{C_{NaOH} \cdot V_{CIP} \cdot 100}{100}, \quad (6.7)$$

де m_{NaOH} – маса товарного NaOH, необхідна для приготування миючого розчину, кг;

C_{NaOH} – доза NaOH для CIP, г/дм³.

$$m_{NaOH} = \frac{1 \cdot 7,2 \cdot 100}{100} = 10,5.$$

Кількість очищеної води, яка використовується на промивки в рік:

$$V_{\text{сум.}} = Q_{\text{п}} \cdot n_{\text{п(рік)}} + V_{CIP} \cdot n_{CIP(\text{рік})}, \quad (6.8)$$

$$V_{\text{сум.}} = 4,94 \cdot 9571 + 10,5 \cdot 4 = 47322,174 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Для оцінки роботи модулю використовують поняття проникності мембран P – відношення питомої витрати фільтрату до перепаду тиску на мембрані.

$$P = \frac{q}{TMR}, \quad (6.9)$$

де P – проникність мембрани, дм³/(м²/год/МПа);

TMR – падіння тиску на мембрані, МПа.

$$P = \frac{120}{0,8} = 150.$$

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Так як проникність залежить від температури, необхідно скорегувати значення проникності для робочої температури води, що становить 35 °С.

$$P^{35} = P \cdot T_k, \quad (6.10)$$

де P^{35} – проникність мембрани при робочій температурі;

T_k – температурний коефіцієнт [9].

$$P^{35} = 150 \cdot 1,48 = 222.$$

Гідравлічний ККД процесу ультрафільтрації визначається як відношення потоку фільтрату до сумарного потоку вихідної води, що подається на установку. Чим частіше для установки проводиться процедура зворотного промивання, тим нижчий гідравлічний ККД установки.

$$\text{ККД} = \frac{t_p \cdot Q_c - t_n \cdot Q_n}{t_p \cdot Q_c} \cdot 100, \quad (6.11)$$

$$\text{ККД} = \frac{86400 \cdot 300 - 60 \cdot 10,5}{86400 \cdot 300} \cdot 100 = 99,99 \, \%.$$

Отже ККД ультрафільтраційної установки має високе значення, що свідчить про доцільність її використання в якості попереднього очищення.

6.2 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання

Баки для розчину коагулянту

Розчин коагулянту заготовлюємо на 24 год. Об'єм 5%-го розчину коагулянту:

Отже, об'єм баку для розчину коагулянту розраховується за формулою:

Встановлюємо один видатковий бак для 5%-го розчину коагулянту об'ємом 10 м³ і один резервний бак об'ємом 10 м³, що може бути використаний, як розчинний, так і видатковий.

Бак вапнової води

Витрата вапняного молока на добу визначається:

Отже, об'єм баку для розчину коагулянту розраховується за формулою:

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Встановлюємо один видатковий бак для вапнової води об'ємом 25 м^3 і один резервний бак об'ємом 25 м^3 , що може бути використаний, як розчинний, так і видатковий.

Насос-дозатор вапняного молока

На установку необхідно подавати по $0,68 \text{ м}^3/\text{год}$ вапняного молока.

Обираємо насоси-дозатори вапняного молока типу НД 1/100, продуктивністю $1 \text{ м}^3/\text{год}$, напір нагнітання 100 м вод. ст., потужністю 0,25 кВт., кількість насосів один, а також один резервний.

Насос-дозатор розчину коагулянту

На установку необхідно подавати по $0,34 \text{ м}^3/\text{год}$ розчину коагулянту.

Обираємо насоси-дозатори розчину коагулянту типу НД 0,4/100, продуктивністю $0,4 \text{ м}^3/\text{год}$, напір нагнітання 100 м вод. ст., потужністю 0,25 кВт., кількість насосів один, а також один резервний.

Бак пермеату

Бак повинен забезпечувати продуктивність установки в об'ємі:

$$300 \cdot 1,3 = 390 \text{ м}^3.$$

Приймаємо до установки два баки пермеату об'ємом по 200 м^3 .

Насос вихідної води

Вибір насоса насос для подачі води на модулі УФ здійснюємо за продуктивністю та енергозатратами. Насос повинен забезпечити подачу $300 \text{ м}^3/\text{год}$ вихідної води до УФ установки. Опираючись на ці данні обираємо насоси марки ЦНС 300-40 (Україна), $Q=300 \text{ м}^3/\text{год}$, напір 40м, з потужністю електродвигуна 90 кВт. Матеріал основних частин – сталь марки 12Х18Н10Т.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Дозувальна станція соляної кислоти

Станція дозування соляної кислоти виробництва ООО "НПО "ЕКОСОФТ" (Україна) складається з:

- витратної ємності 1000 л з пристроєм для уловлювання випаровувань реагенту;
- двох насосів-дозаторів продуктивністю 1000 дм³/год;
- бочкового насоса продуктивністю 5000 дм³/год;
- запірної арматури, трубої обв'язки, приладів КВПіА та шафи управління, поєднаною із силовою шафою.

Усе обладнання змонтовано на рамі.

Станцію оздоблено всіма необхідними приладами контролю, що забезпечують постійний моніторинг роботи дозаторів та рівня робочого розчину у витратній ємності.

Щит управління станції підключається до автоматичної системи управління установкою.

Електрична потужність станції – 1 кВт.

Габаритні розміри станції – 1500х2500х1800 мм.

Вага станції в робочому стані – 1300 кг.

Дозувальна станція гідроксиду натрію

Станція дозування каустіку виробництва ООО "НПО "ЕКОСОФТ" складається з:

- витратної ємності 1000 дм³ з пристроєм для уловлювання випаровувань реагенту;
- двох насосів-дозаторів продуктивністю 500 л/год;
- запірної арматури, трубої обв'язки, приладів КВПіА та шафи управління, поєднаною із силовою шафою.

Усе обладнання змонтовано на рамі.

Станцію оздоблено всіма необхідними приладами контролю, що забезпечують постійний моніторинг роботи дозаторів та рівня робочого розчину у витратній ємності.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Щит управління станції підключається до автоматичної системи управління установкою.

Електрична потужність станції – 0,5 кВт.

Габаритні розміри станції – 1500х2500х1800мм.

Вага станції в робочому стані – 1500 кг.

Установка СІР-промивки мембран

Установка СІР-промивки мембран виробництва ООО "НПО "ЕКОСОФТ" (Україна) складається з:

- ємності 3 м³ з пристроєм для уловлювання випаровувань реагенту;
- насосу продуктивністю 60 м³/год;
- картриджного фільтру продуктивністю 60 м³/год;
- електронагрівача потужністю 18,5 кВт;
- запірної арматури, трубної обв'язки, приладів КВПіА та шафи управління, поєднаною із силовою шафою.

Усе обладнання змонтовано на рамі.

Установку оздоблено всіма необхідними приладами контролю.

Управління установкою здійснюється по місцю.

Електрична потужність установки – 25 кВт.

Габаритні розміри установки – 2000х4500х2000мм.

Вага установки в робочому стані – 4000 кг.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТА КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Автоматизація є одним із основних і найбільш прогресивних напрямків технологічного розвитку. Сьогодні основною частиною технологічних процесів є створення автоматизованих цехів і заводів, пришвидшене введення автоматизованих методів і засобів контролю якості і випробування продукції. Завдяки автоматизації знижується трудомісткість виробництва, створюються відповідні умови праці, виключаються шкідливі для людини технологічні операції.

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені, вибухо- та пожежонебезпечність і шкідливість умов роботи спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів. Автоматичні контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного періоду роботи устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу.

На даний момент автоматизація технологічних процесів використовує широке впровадження обчислювальної техніки в системи управління, які повинні вирішувати задачі автоматизації основного технологічного устаткування, аналізу, контролю і управління технологічними процесами на основі математичних методів і використання ЕОМ, автоматизація проектування автоматизованих процесів.

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

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу відділення води попереднього очищення шляхом інлайнкоагуляції, його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму (опис розділ 4) необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль і регулювання витрати води трубопроводі;
- контроль і реєстрація температури води після теплообмінника (30...40 °С);
- контроль та регулювання перепаду тиску на ультрафільтраційних мембранах;
- контроль і регулювання рН води перед ультрафільтраційною установкою;
- контроль і регулювання рівня води у відстійнику;
- контроль і регулювання рівня води у баку пермеату.

Параметри контролю та регулювання виробництва наведено у таблиці 7.1.

7.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу

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.

Автоматичний контроль температури води на виході з теплообмінника в трубопроводі 1р забезпечує контур 1, який включає первинний вимірювальний перетворювач температури (поз. 1-1) та вторинний показувальний і реєструвальний прилад (поз. 1-2).

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Для контролю витрати річкової води після теплообмінника в трубопроводі 1р розроблено контур 2, що складається з первинного перетворювача витрати (поз. 2-1), проміжного перетворювача (поз. 2-2), вторинного показувального та реєструвального приладу з ПІД-регулятором (поз. 2-3), електричного виконавчого механізму (поз. 2-4).

Контур 3 застосовують для контролю та регулювання рН води в трубопроводі 1р після додавання коагулянта перед ультра фільтраційною установкою. Контур містить чутливий елемент рН-метра (поз. 3-1), перетворювач високоомний (поз. 3-2), показувальний прилад (поз. 3-3).

Для контролю та регулювання перепаду тиску на ультрафільтраційних мембранах застосовуються контур 4, що складається з показувального місцевого приладу (поз. 4-1), вимірювального перетворювача різниці тисків (поз. 4-2), вторинного показувального та реєструвального приладу з вбудованим пристроєм сигналізації (поз. 4-3).

Контроль та регулювання рівня води у баку пермеату здійснює контур 5, а у відстійнику контур 6, які мають у своєму складі первинний вимірювальний перетворювач (поз. 5-1), (поз. 6-1), проміжний вимірювальний перетворювач (поз. 5-2), (поз. 6-2), вторинний показувальний та реєструвальний приладу з ПІД регулятором (поз. 5-3), (поз. 6-3), електричного виконавчого механізму (поз. 5-4), (поз. 6-4) відповідно.

Виконавчі механізми в дію приводяться за допомогою магнітних пучків МП2, МП3, МП5, МП9. Також на місці є кнопки запобіжного відключення SA2, SA3, SA5, SA9.

Насоси в дію приводяться за допомогою електродвигунів. Для дистанційного керування ними застосовуються магнітні пускачі МП1, МП4, МП6, МП7, МП8, МП10. Електродвигуни вмикаються за допомогою кнопок SB1, SB3, SB5, SB7, SB9, SB11. Лампи сигнальні HL1, HL3, HL5, HL7, HL9, HL11 (зеленого світла) сигналізують, що електродвигун увімкнено. Вимикаються електродвигуни за допомогою кнопок SB2, SB4, SB6, SB8, SB10, SB12, а лампи HL2, HL4, HL6, HL8, HL10, HL12 (червоного світла),

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

сигналізують про те, що електродвигуни вимкнені. Для забезпечення обслуговування використовуються кнопки запобіжного відключення SA1, SA4, SA6, SA7, SA8, SA10.

Специфікацію устаткування, приладів та електроапаратів, яка містить усі використані в схемі технічні засоби автоматизації, наведено в додатку А.

Висновки:

У цьому розділі пояснювальної записки на підставі аналізу технологічної схеми, норм технологічного режиму та апаратного оформлення технологічного процесу визначено необхідний рівень автоматизації виробництва, а також розроблена спрямована на його забезпечення схема автоматизації. Дана схема автоматизації дозволить здійснювати централізований оперативний контроль і оптимальне управління процесами, що проводяться в агрегатах та сприятиме стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, мінімізації можливих помилок технологічного персоналу, а також забезпечить: централізований контроль параметрів процесу на цифрових, самописних та аналогових приладах, попереджувальну і аварійну сигналізацію про відхилення параметрів технологічного процесу від допустимих значень, дистанційне управління регулюючою і запірною арматурою.

У даному розділі отримано практичні знання та навички з таких питань:

- аналіз технологічного процесу з позицій автоматизації;
- формулювання завдання на автоматизацію технологічного процесу;
- засвоєння принципів дії та особливостей застосування основних типів первинних вимірювачів (датчиків) технологічних параметрів і вторинних приладів, а також засобів сигналізації;
- ознайомлення з алгоритмами керування та функціональними можливостями автоматичних регуляторів (позиційних, аналогових, цифрових);

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- ознайомлення з особливостями конструкції та умовами експлуатації пристроїв безпосереднього впливу на технологічний процес (виконавчі механізми, регулювальні органи);
- розроблення схем дистанційного керування роботою технологічного електроустаткування;
- читання та розроблення схем автоматизації хіміко-технологічних процесів на основі чинних стандартів;
- практичне відпрацювання підходів до вибору технічних засобів автоматизації, зокрема мікропроцесорної техніки, для створення систем автоматичного керування хімічними виробництвами.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ВІДДІЛЕННЯ ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ШЛЯХОМ ІНЛАЙНКОАГУЛЯЦІЇ

8.1 Структурна схема відділення попереднього очищення води методом інлайнкоагуляції

Посади та схема підпорядкування підприємства відображена на
схемі:

8.2 Технологічна підготовка виробництва

Виробничі процеси залежно від відношення до кінцевої
продукції, поділяються на: основні; допоміжні; бічні; підсобні.

У даному виробництві можливо виділити такі стадії:

Ці процеси поділяються на основні, бічні, допоміжні та підсобні
наступним чином:

Виділимо найголовніші операції. Кожна з них триває певний час.

Проведемо аналіз всіх можливих видів руху предметів праці.

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

Тривалість зміни 24 годин. Кількість виробничих циклів за зміну:

$$(60 \cdot 24) / 80 = 18.$$

$$T_{\text{вц}} = m \cdot \sum_{i=1}^n t_i, \quad (8.1)$$

де m – кількість виробничих циклів, од.; $\sum_{i=1}^n t_i$ – тривалість всіх операцій,

ХВ.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$T_{ВЦ}^{посл} = 18 \cdot (15 + 5 + 60) = 1440 \text{ хв} = 24 \text{ год.}$$

При такому режимі роботи достатньо 2 людей обслуговуючого персоналу та 2 одиниці обладнання. Протягом доби при послідовному ВРПП цех може виготовити умовних одиниць води очищеної:

$$B = \frac{T_{ВЦ(добр)}^{посл}}{\sum t_i} = \frac{24 \cdot 60}{80} = 18 \text{ ум. од./добу.} \quad (8.2)$$

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

$$T_{ВЦ} = \sum_{i=1}^n t_i + (m-1) \cdot t_{\max} = 235 + (2-1) \cdot 60 = 295 \text{ хв} \quad (8.3)$$

де $t_{\max}$ – час найдовшої стадії, хв.

$$T_{ВЦ}^{пар} = 80 + (18-1) \cdot 40 = 760 \text{ хв} = 12,67 \text{ год.}$$

При такому режимі роботи достатньо 2 людей обслуговуючого персоналу та 2 одиниці. Протягом доби при паралельному ВРПП підприємство може виготовити умовних одиниць води очищеної:

$$B = \frac{t_{добр} - \sum t_i}{t_{\max}} + 1 = \frac{24 \cdot 60 - 80}{60} + 1 = 23 \text{ ум. од./добу.} \quad (8.4)$$

3. Синхронізований рух. В цьому випадку вироби передаються з однієї стадії на іншу за певним законом.

Задаємося ритмом 10 хв.

$$T_{ВЦ} = \sum_{i=1}^n t_i + (m-1) \cdot R \quad (8.5)$$

де R – ритм, хв.

$$T_{ВЦ}^{синхр} = 80 + (18-1) \cdot 10 = 250 \text{ хв} = 4,17 \text{ год.}$$

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

При такому режимі роботи достатньо 5 людини обслуговуючого персоналу та 5 одиниць обладнання. Протягом доби при синхронізованому ВРПП підприємство може виготовити умовних одиниць води очищеної:

$$B = \frac{t_{\text{доб}} - \sum t_i}{R} + 1 = \frac{24 \cdot 60 - 80}{10} + 1 = 137 \text{ ум. од./добу.} \quad (8.6)$$

Проаналізувавши всі види руху предметів праці (ВРПП) виявлено, що найбільш вигідним є паралельний ВРПП, оскільки із залученням основного персоналу і обладнання, а також за мінімальними затратами, дає змогу виготовити необхідну кількість готової продукції. Дані зведено у таблицю 8.2.3.

Визначимо середньорічну тривалість виробничого циклу для даного процесу, враховуючи, що цех працює 7 днів на тиждень у три зміни, тривалість зміни 8 годин, без вихідних. У році 52 тижні. Кількість днів у році 365.

Середньорічна тривалість виробничого циклу розраховується за формулою:

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{ср}} = \frac{24 \cdot D_{\text{к}} \cdot T_{\text{ВЦ}}^{\text{факт}}}{T_{\text{р}} \cdot D_{\text{р}}}, \quad (8.7)$$

24 – тривалість доби, год;

$D_{\text{к}}$ – кількість діб у календарному році;

$T_{\text{ВЦ}}$ – тривалість виробничого циклу фактична, хв;

$T_{\text{р}}$ – тривалість роботи підприємства протягом доби, хв;

$D_{\text{р}}$ – кількість робочих днів у календарному році.

Розрахуємо середньорічну тривалість виробничого циклу та річний випуск продукції, якщо:

- фактична тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{факт}} = T_{\text{ВЦ}} + T_{\text{до}} + T_{\text{перерв}}; \quad (8.8)$$

$$T_{\text{ВЦ}}^{\text{факт}} = 760 + 0 + 60 = 820 \text{ хв.} = 13,7 \text{ год.}$$

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

- річна тривалість роботи цеха:

$$T_p = 365 \cdot 13,7 = 5000,5 \text{ год.}$$

- середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср}} = \frac{24 \cdot 365}{24 \cdot 365} \cdot 13,7 = 13,7 \text{ год.}$$

За один цикл цех випускає 35 умовних партій води очищеної, кожна по 285 м³ (тобто 9975 м³ за виробничий цикл).

Таким чином, у рік цех планово випускає води очищеної:

$$B = n_{\text{доб}} \cdot D_p; \quad (8.9)$$

$$B = 9975 \cdot 365 = 3640875 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}.$$

Відповідно до обраного ВРПП визначимо необхідну кількість обладнання.

Використовуючи обраний ВРПП складемо таблицю персоналу, а також наведемо підрахунки щодо кількості робітників.

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання відповідного об'єму робіт та для повної комплектації робочих місць у кожному структурному підрозділі підприємства, протягом робочої зміни. Режим роботи трьохзмінний, тривалість зміни 8 годин для робочого персоналу та спеціалістів. Для керуючого персоналу робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи однозмінний, тривалість робочої зміни 8 годин.

Отже, явочна чисельність робочого персоналу на добу складає $\text{Ч}_{\text{яв.роб}} = 5$ людей, явочна чисельність керуючого персоналу на добу – $\text{Ч}_{\text{яв.кер}} = 1$ людина, явочна чисельність обслуговуючого персоналу на добу – $\text{Ч}_{\text{яв.обсл}} = 1$ людина.

Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах. Крім явочної чисельності включає додатково необхідну для заміщення тих, хто у

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин; також сюди включають сумісників.

$$N_{\text{бриг}} = \frac{T_{\text{підпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} = \frac{8760}{2016} = 4,3 \approx 4 \text{ бригади.} \quad (8.10)$$

Цеху необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Тривалість роботи робочих працівників, з розрахунком на 4,3 бригади:

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{365 - T_{\text{св}}}{7} \cdot 40 - (T_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1 = \frac{365 - 11}{7} \cdot 40 - (8 - 1) = 2016 \text{ год.} \quad (8.11)$$

Тривалість роботи робочих працівників, з розрахунком на 4 бригади:

$$T_{\text{прац.факт}}^{\text{рік}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об}}} \cdot (T_{\text{зм.об}} - T_{\text{вих}}) \cdot t_{\text{зм}} = \frac{365}{16} \cdot (16 - 4) \cdot 8 = 2190 \text{ год.} \quad (8.12)$$

Тривалість перепрацювань:

$$T_{\text{переп}} = 2190 - 2016 = 173 \text{ год} = 22 \text{ дні.} \quad (8.13)$$

Отже чисельність за списком:

$$Ч_{\text{сп}} = 5 \cdot \frac{8760}{2190} + 1 \cdot \frac{40 \cdot 52}{40 \cdot 52} + 2 \cdot \frac{40 \cdot 52}{40 \cdot 52} = 23. \quad (8.14)$$

Цех працює 7 днів на тиждень в 3 зміни.

Перша зміна працюватиме з 8.00 до 16.00.

Друга зміна – з 16.00 до 24.00.

Третя зміна – з 24.00 до 8.00.

Кількість людей, які працюють в одній зміні: начальник відділення, начальник зміни, технолог, механік, апаратники – 2, лаборант, прибиральниця. Отже чисельність працівників за зміну – 7 людей в будні та 6 людей в вихідні дні.

Графіки змінності наведено в таблицях 8.2.6, 8.2.7 та 8.2.8.

8.3 Контроль виробництва

Технічний контроль якості – сукупність методів, засобів і заходів, які забезпечують відповідність якості продукції вимогам стандартів і нормативів.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

8.4 Матеріальна, документальна та організаційна підготовка виробництва

Склад споживання оборотних засобів, що використовуються даним підприємством для випуску продукції.

До оборотних засобів даного виробництва належать:

1. Реагенти: коагулянт, вапняне молоко, гідроксид натрію, соляна кислота.
2. Електроенергія.
3. Заробітна плата.
4. Реагенти для аналізу робочих розчинів та якості вихідної та очищеної води.
5. Запасні частини і матеріали.

Сумарно на річний випуск продукції необхідно затратити на реагенти:

Розрахуємо витрати електроенергії.

Середня витрата потужності підприємства за годину = 100 кВт/год.

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

$$C_{\text{ел}} = \sum (T_{\text{рег}} \cdot \tau) \cdot P_{\text{обл}}^{\text{річ}}, \quad (8.15)$$

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

$T_{\text{рег}} = 1,8$ грн./(кВт год.) – денний період,

$T_{\text{рег}} = 0,35$ грн./(кВт год.) – в нічний період,

$P_{\text{обл}}^{\text{річ}}$ – річна потужність обладнання.

Кількість годин роботи підприємства за денним часом:

$$\tau_{7-23} = 5840 \text{ год}$$

Кількість годин роботи підприємства за нічним часом:

$$\tau_{23-7} = 2920 \text{ год}$$

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$Ц_{ел} = (1,8 \cdot 5840 + 0,35 \cdot 2940) \cdot 100 = 1154100 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Витрати на заробітну плату:

Фонд заробітної плати:

$$ЗП_{рік} = 157160,88 \cdot 13 = 2043091,44 \text{ грн/рік.} \quad (8.16)$$

Нарахування на з/п складають 22%.

$$ФОП = 2043091,44 \cdot 1,22 = 2492571,56 \text{ грн/рік} \quad (8.17)$$

Оборотні засоби підприємства:

Основні фонди підприємства:

- вартість приміщення – вартість будівель виробничого приміщення становить 400 000 грн.;
- вартість обладнання (наведено у таблиці 8.4.4)

Вартість основних фондів:

$$ОФ = В(\text{буд.}) + В(\text{обл.}) = 400\,000 + 8973411 = 9373411 \text{ грн.} \quad (8.18)$$

Амортизація ОФ:

- Амортизація будівель (20 років)
- Амортизація обладнання (5 років)

$$А(\text{буд.}) = В(\text{буд.}) / T_{\text{експ}} = 400000 / 20 = 20000 \text{ грн/рік.} \quad (8.19)$$

$$А(\text{обл.}) = В(\text{обл.}) / T_{\text{експ}} = 8973411 / 5 = 1794682,2 \text{ грн/рік.} \quad (8.20)$$

Амортизаційні відрахування:

$$А = А(\text{буд.}) + А(\text{обл.}) = 20000 + 1794682,2 = 1814682,2 \text{ грн/рік.} \quad (8.21)$$

Техніко-економічні показники

Річна собівартість продукції:

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$C = O\delta Z + A = 5232802,92 + 1814682,2 = 7047485,12 \text{ грн/рік.} \quad (8.22)$$

Капіталовкладення:

$$K = O\Phi + O\delta\Phi = 9373411 + 5232802,92 = 14606213,92 \text{ грн.} \quad (8.23)$$

Річний прибуток становить:

$$\Pi = \Pi - C = 0 \text{ грн/рік.} \quad (8.24)$$

Рентабельність:

$$P = (\Pi/C) \cdot 100\% = 0\% \quad (8.25)$$

Решта показників не розраховуються, а саме:

$$\text{Період повернення капіталовкладень: } T_{\text{пов.}} = K/\Pi \quad (8.26)$$

$$\text{Фондовіддача: } \Phi B = B/O\Phi \quad (8.27)$$

$$\text{Фондоємність: } \Phi C = 1/\Phi B \quad (8.28)$$

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. Внутрішньоцеховий транспорт представлений промисловими трубопроводами.

Всі проектні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

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

9.1 Виявлення та аналіз ШНВ факторів на проектуваному об'єкті. Заходи з охорони праці

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99 [14], робимо висновок, що роботи у відділенні здійснюються на постійних робочих місцях, і витрати фізичної енергії відносяться до категорії середньої важкості Пб. У таблиці 9.1 представлені прийняті проектом допустимі норми мікроклімату ділянки.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Таблиця 9.1.1 – Санітарні норми мікроклімату в робочій зоні виробничих приміщень згідно, ДСН 3.3.6.042-99

Період року	Категорія робіт	Температура, °С			Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична		Оптимальна	Допустима	Оптимальна	Допустима
			Нижня межа	Верхня межа				
З	Пб	17-19	13-15	21-23	40-60	75	0.2	< 0.4
Л	Пб	20-22	16-17	27-29	40-60	70	0.3	0.2-0.5

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

У відділенні попереднього очищення води передбачається використання агресивних та шкідливих речовин, тому в таблиці 9.1.2 представлено коротку санітарну характеристику відділення, згідно до ГОСТ 12.1.005-88.

Таблиця 9.1.2 – Коротка санітарна характеристика відділення

Найменування цеху	Цех водопідготовки	
Шкідливі речовини, що виділяються, причини їх виділення	NaOH, витік внаслідок пошкодження трубопроводу, під час приготування робочого розчину	HCl, витік внаслідок пошкодження трубопроводу
Група шкідливої речовини, характеристика шкідливої дії	Подразнюючої дії. Викликає запалення органів дихання та слизової оболонки, очей.	Подразнюючої дії. Викликає запалення органів дихання та слизової оболонки, очей. Отрута.

Продовження таблиці 9.1.2

ГДК шкідливих речовин у повітрі робочої зони, мг/м ³	0,5	5
Клас небезпечності шкідливої речовини	2	2
Засоби індивідуального захисту: тип, марка, ГОСТ	Промислові протигази марок «К» і «М» ГОСТ 12.4.122-83 Спецодяг Щ ГОСТ 27653-88	
Засоби долікарняної допомоги	Терміново викликати швидку	
Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони	Колориметричний	

Деякі речовин можуть бути у вигляді пилу. Шкідлива дія пилу може проявитися у вигляді механічних пошкоджень шкіри, слизової оболонки, дихальних шляхів, очей, легенів, а також у вигляді токсичної (отруйної) і хімічної дії.

Для захисту персоналу від пилу введені індивідуальне захисне оснащення: застосування протипилевого одягу, респіраторів, захисних окулярів, марлевих пов'язок, протигазів.

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

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація - передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання та укриття місць пиловидалення із пристроєм місцевих відсмоктувачів.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри.

Біля входу у відділення встановлені повітряно-теплові завіси для попередження простудних захворювань персоналу.

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

Розрахунок аерації відділення

Конструкція стулки віконного прорізу - одинарна підвісна. Висота й довжина стулки рівні, кут відкриття стулки $\alpha = 45^\circ$. Ліхтар П-подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані $l/h = 1,5$, з кутом відкриття $\alpha = 90^\circ$. Визначаємо температуру повітря, що видаляється з верхньої частини приміщення:

$$t_{\text{вид}} = t_{\text{зовн}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{рз}}}{m}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (9.1)$$

де $t_{\text{зовн}}$ - температура зовнішнього повітря, для Києва в теплий період $t=23,5^\circ$; $t_{\text{вн}}$ -температура внутрішнього повітря; $t_{\text{вн}}=22^\circ\text{C}$; $t_{\text{р.з.}}$ -температура повітря, що надходить до робочої зони. $t_{\text{р.з.}} = t_{\text{зовн}}$, $t_{\text{р.з.}} = 23,5^\circ\text{C}$;

m - коефіцієнт, приймаємо 0,53;

$$t_{\text{вид}} = 23,5 + \frac{22 - 23,5}{0,53} = 20,67, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Визначаємо питому вагу повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3; \quad (9.2)$$

$$\rho_{\text{зовн}} = \frac{353}{23,5 + 273} = 1,191, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{вид}} = \frac{353}{20,67 + 273} = 1,202, \text{ кг/м}^3.$$

Розподілений тиск визначаємо по формулі:

$$\Delta p_{1.2} = h * (\rho_{\text{зовн}} - \rho_{\text{вид}}), \text{ кг/м}^2, \quad (9.3)$$

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

де h - відстань між осями прорізів; $h=10$ метрів

$$\Delta\rho_{1,2} = 10 * (1,202 - 1,179) = 0,11, \text{ кг/м}^2.$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні прорізи можна визначити по формулі:

$$\Delta\rho_1 = \beta * \Delta\rho_{1,2}, \text{ кг/м}^2, \quad (9.4)$$

де β - різниця тисків, що використовується на прохід повітря через припливні прорізи, $\beta=0,4$,

$$\Delta\rho_1 = 0,4 * 0,11 = 0,044, \text{ кг/м}^2;$$

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_2 = \Delta\rho_{1,2} - \Delta\rho_1, \text{ кг/м}^2; \quad (9.5)$$

$$\Delta\rho_2 = 0,11 - 0,044 = 0,066, \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу прорізів у стіні $F_{\text{припл}}$ і площа прорізів ліхтаря $F_{\text{л}}$:

$$F_{\text{припл}} = \frac{G_{\text{припл}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * g * \rho_{\text{зовн}}}{\xi_1} * \Delta\rho_1}}, \text{ м}^2; \quad (9.6)$$

$$F_{\text{припл}} = \frac{42000}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,191}{3,7} * 0,044}} = 22,14 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{G_{\text{вид}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,202}{4,1} * \Delta\rho_2}}, \text{ м}^2; \quad (9.7)$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{30000}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,202}{4,1} * 0,066}} = 13,53 \text{ м}^2,$$

де $G_{\text{припл}}$ - кількість повітря, що повинна надходити в приміщення. $G_{\text{вид}}$ - кількість повітря, що видаляється.

9.1.2 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2006 [15] за зоровими умовами роботи в цеху відносяться до розряду VIIIб – середньої точності. У таблиці 9.1.3 наведено санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Таблиці 9.1.3 - Санітарні норми параметрів штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Штучне освітлення			Природне освітлення		Суміщене освітлення		
		Освітлення, лк			КПО, %				
		При системі комбінованого освітлення		При системі загального освітлення	При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні	При верхньому або комбінованому освітленні	При боковому освітленні	
		всього	у т.ч. від загального						
Група	VIIIб	-	-	100	1	0,3	0,7	0,2	

В проекті передбачено використання суміщеного освітлення – поєднання бічного двостороннього і штучного освітлення. Система штучного освітлення представлена загальним і комбінованим. За функціональністю воно поділяється на робоче, аварійне, евакуаційне і охоронне.

Згідно ДБН В.2.5-28-06, використовується напруга 220 В. Для аварійного освітлення використовують лампи розжарювання та люмінесцентні лампи.

Освітленість контролюється за допомогою люксметра Ю-116 1 раз на рік після ремонту освітлювальної установки.

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ			Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				59

9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

У відділенні попереднього очищення води основними джерелами шуму та вібрації є мішалки та насоси. Джерело шуму є електроприводи обладнання. Згідно ДСН 3.3.6.037-99 [16], допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях $L_n = 80$ дБА.

Для зниження вібрації і шуму машин, що виникає при їхній роботі використовують жорстке кріплення віброуючих деталей та вузлів, балансування (врівноваження) рухомих і особливо обертових деталей і механізмів; зміна числа оборотів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою; застосування динамічних віброгасників.

Зведений до мінімуму контакт працівників з віброоб'єктами шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, тому рівень шуму дії на організм людини знижується. Для зменшення вібрації використовується віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок, спеціальних підкладок під устаткування.

Також використовуються спеціальні кожухи, установлені на насосах і флотаційній камері, виконані із алюмінієвих листів; заповнюються резонуючі порожнини спеціальними матеріалами (гумою, азбестом). Як засоби індивідуального захисту використовуються противошумні шоломи або навушники.

Для контролю шуму використовують шумоміри, для контролю вібрації вібратор ВШВ-003.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9.1.4 Електробезпека

Проектом прийнято живлення електрообладнання від трьохфазної чотирьохпровідної мережі змінного струму промислової частоти з глухозаземленою нейтраллю напруги 380 / 220 В.

Основними причинами ураження електричним струмом є:

- дотик до відкритих струмоведучих частин під час роботи;
- поява напруги на металевих частинах електрообладнання у результаті пошкодження ізоляції струмоведучих частин;
- замикання між відключеними та струмоведучими частинами, що знаходяться під напругою;
- виникнення крокової напруги.

Відповідно ГОСТ 12.1.038 - 82 допустимі рівні напруги дотику (U_d) і струму, що проходить через тіло людини (I_l) дорівнює: при нормальному режимі роботи електроустаткування $U_d = 2\text{В}$, а $I_l = 0.3\text{мА}$; при аварійному - відповідно 36В і 6мА . Припустимі значення струму й напруги:

- у нормальному режимі роботи

$I_l = 0,3\text{ ма}$ і $U_{пр} = 2\text{ В}$, при часі дії до 10 хв/добу;

- в аварійному режимі роботи:

$I_l = 6\text{ ма}$ і $U_{пр} = 36\text{ В}$, при контакті більше 1 с.

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

Струм, що проходить через людину в цьому випадку, складе:

$$I_l = \frac{U_\phi \cdot 10^3}{R_l + R_0}, \text{ мА}, \quad (9.8)$$

де $U_\phi = 220\text{ В}$ – фазна напруга, В;

$R_l = 2000\text{ Ом}$ – опір тіла людини, Ом;

$R_0 = 30\text{ Ом}$ – опір нейтралі заземлення, Ом.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$$I_{\text{л}} = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 4} = 109,8 \text{ мА} ,$$

При цьому напруга дотику складе:

$$U_{\text{дот}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} = 0,1098 \cdot 2000 = 219,6 \text{ В.} \quad (9.9)$$

Порівнюючи розрахункове значення $I_{\text{л}}$ і $U_{\text{дот}}$ з нормативними, бачимо, що при порушенні вимог ПБЕ в цеху можуть бути електричні травми з важкими наслідками.

Для захисту працюючих на проектованому підприємстві передбачаються наступні міри:

- використання занулення, захисне відключення електроустановок, при виникненні небезпеки ураження електричним струмом, вирівнювання потенціалу;

- застосування з'єднувальних провідників зі справною ізоляцією;

- проектом передбачені огорожувальні пристрої, суцільні огорожі для електроустановок;

- допуск до роботи по видаленню несправностей лише людей, які пройшли спеціальну підготовку;

- проектом передбачена попереджувальна сигналізація та попереджувальні знаки встановлені в місцях наближених до місць, які знаходяться під напругою.

Для забезпечення електробезпеки використовуються окремо чи у поєднанні один з одним такі заходи: електроізоляція струмоведучих частин; електрозахисті засоби: діелектричні коври, діелектричні рукавиці, діелектричне взуття, ізолювальні підставки, плакати та знаки безпеки; захисне відключення електроустановок при виникненні в них небезпеки ураження струмом. Вимірювання опору заземлюючих пристроїв проводиться щорічно. Опір ізоляції перевіряється один раз в 3 роки [18].

Передбачений систематичний контроль ізоляції. До роботи з електрообладнанням допускаються особи, які мають на це дозвіл посадових

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

осіб. Ремонт і обслуговування електроустаткування здійснюють не менше 2 осіб. Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного, аварійного відключення устаткування, а також звукову та світлову сигналізацію.

9.1.5 Безпека технологічного процесу і обслуговування обладнання

З боку технологічних процесів, на підприємстві є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм:

- обертіві деталі;
- апарати під тиском (до 0,6 МПа).

Можливі падіння людей з висоти 6м, тому вони огорожені перилами висотою до 1 м.

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму неправильної експлуатації обладнання, поломки обладнання можуть призвести до аварій, вибухів, пожеж.

Головні причини аварійних ситуацій: порушення герметичності установок, прорив транспортних труб, припинення подачі технологічної води, захаращеність робочих місць, порушення технологічного режиму, відключення електроенергії, невиконання правил з техніки безпеки та інші.

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;

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- використання стрижневих блискавковідводів;
- плавкі запобіжники та автоматичні вимикачі, з ціллю захисту електрообладнання від перевантажень;
- для уникнення іскор удару чи тертя необхідні рухомі частини обладнання своєчасно змащуються;
- від прямого удару блискавки будівля захищення груповими стрижньовими блискавковідводами, а від заносу високих потенціалів блискавки заземленням електропровідних комунікації до стінки будівлі і в середині цеху;
- забезпечення будинків і приміщень необхідними і безпечними шляхами евакуації людей.

Будівля корпусу, у якому знаходиться відділення коагуляції та ультрафільтрації/фільтрації, збудована з негорючого матеріалу другого ступеню вогнестійкості.

В цеху для пригнічення пожежі є вогнегасники типу ВХП – 10, ВВ-2, сухий пісок, азбестові ковдри. Протипожежне забезпечення виконане у вигляді пожежного гідранта. В цеху є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі.

Для гасіння пожежі, на робочих місцях прийняті протипожежні щити з набором засобів пожежогасіння, вогнегасники ВВ-2, ВВ-5, ВВ-8, пінні вогнегасники, ящики з піском.

Встановлюється охоронно-пожежна сигналізація автоматичного типу ПТІМ на висоті 6-10 метрів від рівня підлоги.

У коридорах на шляхах евакуації персоналу передбачені протидимові та протипожежні перегородки.

Існуюча довжина евакуаційних шляхів та ширина дверей відповідає ДБН-В 2.5.28 2006 “Протипожежні норми”.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Таблиця 9.2.1 - Показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів

Приміщення цеху	Назва ділянки, установки			Показники пожежо- і вибухонебезпечності	Вибухонебезпечн і суміші з повітрям
	Речовини, що обертаються у виробництві	Агрег. стан реч. при нормальних умовах	Горючість, займистість, вибухонебезпечність		
Машинне масло	рідина	горючий	200	Температура спалаху, °С	Категорія Група
			160	Температура займання, °С	
			380	Температура самозаймання °С	
Вода, вогнегасники вуглекис-лотної ВВ-5 піни	Г		Шб	Категорія	Засоби пожежогасіння
	-		-	Група	
	Г			Категорія приміщення по ОНТП 24-86	Клас приміщення /зона/ і зовнішніх установок згідно з ПБЕ
	-				
	Ша			Категорія об'єкту і тип зони захисту від блискавки згідно з СН 305-77	

10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

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

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

В даному дипломному проекті розроблена схема підготовки та очищення води за допомогою установки ультрафільтрації та коагуляції. З точки зору екологічної безпеки виробництво можна класифікувати як рядове.

Метою даного підрозділу є підрахунок всіх шкідливих відходів, які утворюються під час роботи підприємства і знайти рішення, які забезпечать їх екологічну утилізацію або доведення недопустимих значень до рівня ГДК.

10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів

Технологічна схема відділення попереднього очищення води методом інлайнкоагуляції починається з нагріву води у теплообміннику, звідси вода йде по спіральному трубопроводу, куди пожаються реагенти – розчин коагулянту та вапняне молоко, де відбувається процес коагуляції.

Після коагуляції вода прямує на блоки модулів ультрафільтрації, де проходить більш тонке очищення, на мембрані затримуються зависі з розміром частинок більше 0,01 мкм, а також розчинену органіку, віруси і бактерії. Завдяки прямій і зворотній промивці утворюються води з підвищеним вмістом зависей, які направляються у відстійник, а очищена від осаду вода знову пускається у цикл перед теплообмінником.

Єдиною екологічною проблемою даного виробництва є утворення твердого залишку – шламу, після проходження коагуляції. Стічні води в

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

даному відділенні водопідготовки не утворюються, тому що система працює по принципу закритого циклу. Тобто, промивні води після мембранної установки, поступають у відстійник, а потім подаються на початок циклу. Для промивки використовуються концентровані розчини кислоти та лугу. Через мембрану пропускають розчини кислоти і потім нейтралізують розчином лугу, ці стоки взаємонейтралізуються та знову входять в цикл перед теплообмінником.

Шлам пройшовши шламоущільнювач у відстійнику має 98-99% вологи, отже спочатку ми його повинні зневоднити, це проводиться за допомогою прес-фільтрів, після чого шлам має вологи вже 75-80 %. Потім ми його відправляємо на регенерацію. Регенерація проводиться 20-40% сульфатною кислотою H_2SO_4 . Після чого отримуємо відпрацьований коагулянт $Fe_2(SO_4)_3$, який в 3-4 рази дорожчий за наш вихідний. Відпрацьований коагулянт направляється в цикл.

Накопичення шламових відходів на полігонах створює проблему екологічного характеру: відбувається забруднення гідросфери, атмосфери, ґрунтів, відчуження земельних ділянок та ін. На сьогоднішній день розроблені різні схеми поводження зі шламовими відходами водного господарства: підземне поховання в глибоких горизонтах на платформах, рекультивація відпрацьованих кар'єрів, повторне використання в якості нейтралізатора кислих стоків, регенерація з отриманням вапняного матеріалу, спалювання та ін. Широкого застосування вказані технології не отримали внаслідок економічних та екологічних недоліків – енерго- і ресурсовитратність технологій, високотемпературні процеси, що супроводжуються тепловим і хімічним забрудненням атмосферного повітря. Більш раціональним шляхом поводження з даними відходами з позицій ресурсо- й енергозбереження є практичне їх застосування в технологіях з виробництва матеріалів і продукції господарського призначення при використанні ресурсоцінних компонентів шламових відходів у різних

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

виробничих циклах, а саме застосування шламів як вторинної сировини у будівельній індустрії.

Шлам водоочищення містить CaCO_3 , CaSO_4 , $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Mg}(\text{OH})_2$, органічні речовини. У хімічному складі проб шламів є лише незначні відмінності, викликані технологією очищення, видом і концентрацією хімічних реагентів, якістю води, що використовується, зміною ступеня кристалізації при тривалому зберіганні. Це дозволяє говорити про достатньо стабільний хімічний склад шламових відходів водопідготовки. Шлам є аналогом природних вапняків (переважно дрібнокристалічних кальцитів – масова частка сполук кальцію й магнію у перерахунку на карбонати складає до 86%), але має переваги за рахунок умісту більш дрібних фракцій і більшої розчинності у ґрунті. Шлам економічно й екологічно доцільно застосовувати як карбонатвмісний матеріал у будівельному виробництві в умовах дефіциту природної сировини і пошуку нетрадиційних сировинних ресурсів.

10.2 Можливі варіанти екологізації виробництва

Екологічна проблема даного виробництва – утворення стічних вод після СІР та СЕВ промивок з низьким та високим значенням рН, запропоновано змішування даних стоків з подальшою нейтралізацією. Внаслідок чого буде досягнуто необхідне значення водневого показника стічної води.

Ще одним недоліком стічних вод після промивок мембран є завищене значення вмісту завислих речовин. Направляємо ці води у відстійник, де осаджуємо їх, а вже потім відділивши шлам від води скидаємо її у міську каналізацію. Ще одним із варіантів відділення завислих речовин від води є фільтрування.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Шлам, який залишився, знаходиться в «зеленому переліку відходів» й стоїть в IV класі небезпеки, тобто набуває статусу безпечної речовини. Є декілька шляхів подальшого використання цього шламу, а саме:

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

Також осади водоочищення можливо використовувати в процесах очищення промислових стоків: тим самим покращуються седиментаційні властивості осадів коагуляції, досягається більш повне вилучення цінних інгредієнтів зі стічних вод, підвищується зневоднення і скорочується витрата коагулянтів [19].

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

Багатотоннажні шламові відходи процесу освітлення води водопідготовки об'єктів теплоенергетики достатньо складно вилучати з виробничого процесу, транспортувати й утилізувати. Для зменшення обсягів

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

відходів та полегшення подальшої їх переробки доцільно передбачити ефективне зневоднення шламів на підприємствах-виробниках відходів.

При седиментаційному способі зневоднення шлам з відстійників прямує на шламовідвал. Висока вологість шламу збільшує об'єм шламовідвалу, тобто площу земельних ділянок, на яких знаходиться, що приймається з розрахунку десятирічного заповнення для даної ТЕЦ, а також у подальшому створює технологічні й економічні перешкоди для ефективного процесу його утилізації.

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

Для підвищення ефективності процесу видалення води зі шламових відходів освітлювачів ВПУ використовують термічні методи, але високотемпературні методи слід з метою попередження утворення токсичних викидів й збереження цілісності хімічного складу відходів протягом їх зневоднення. Для зневоднення шламів до 5–10% вмісту води використовувати випарювання. При цьому при випаровуванні з відходів води ресурсоцінні мінеральна й органічна складові шламів залишаються.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Висушений шлам можна використовувати в якості заміни природних карбонатних матеріалів при отриманні добавки-наповнювача для приготування бетонної суміші в технології виробництва фігурних елементів мостіння, що забезпечить зниження витрат в'язучої сировини при виготовленні продукції.

10.3 Екологічний моніторинг

Система нагляду та аналізу стічних вод складається із відбору проб стічної води та її аналізу на рівень рН за допомогою рН – метра, кожного разу коли проводиться СІР або СЕВ промивки. За розрахунками, СІР промивку необхідно проводити раз на 1-3 місяці, а СЕВ – раз на 3 дні, таким чином і аналіз необхідно проводити відповідно цим періодам.

Точка відбору проби – відстійник, куди зливаються ці стоки, через які промивна вода надходить від системи до каналізаційного стоку. Якщо рівень рН не задовольняє вимоги до скиду стічних вод, в бак вводять кислоту або луг для донейтралізації, щоб досягти потрібного рН. Аналіз стічної води також має проводитися під час кожної промивки установки, коли домішується свіжа очищена вода.

Також стоять онлайн прилади, які міряють вміст завислих речовин, а саме turbidity meters, якщо вміст перевищує допустимі концентрації, то проводиться розбавлення води, яка скидається.

Моніторинг шламу проводиться на вміст таких речовин :

- вологість;
- загальний вміст заліза;
- вміст карбонатів;
- вміст SiO_2 .

Аналіз на вміст заліза проводиться фотометричним методом, на вміст карбонатів – титриметричним, кількість SiO_2 визначають гравіметричним методом.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

10.4 Розрахунок екологічних платежів

В даному розділі розраховано величину плати за скидання стічних вод у міську каналізацію на прикладі міста Києва.

Ставки податку за розміщення відходів, які встановлюються залежно від класу небезпеки та рівня небезпечності відходів: утворений шлам відноситься до IV класі небезпеки, тобто є мало небезпечним відходом. Ставка податку на 1 т складає 4,02 грн.

Ставки податку за скиди окремих забруднюючих речовин у водні об'єкти: ставка податку на 1 т завислих речовин становить 37,09 грн. Крім цього осад може містити й інші домішки, що значно збільшить суму податку.

Величина плати податку за скиди стічних вод у міську каналізацію (P_c) розраховується водоканалом згідно з державною Інструкцією за формулою:

$$P_c = T \cdot V_{\text{дог}} + 5T \cdot V_{\text{пдог}} + V_{\text{пз}} \cdot K_k \cdot H_n, \quad (10.1)$$

де T – тариф, установлений за надання послуг водовідведення абонентам, віднесення до відповідної категорії, грн/м³;

$V_{\text{дог}}$ - обсяг скинутих абонентом стічних вод у межах, обумовлених договором або лімітом, м³;

$V_{\text{пдог}}$ - обсяг скинутих абонентом стічних вод понад обсяги, обумовлені договором або лімітом, м³;

$V_{\text{пз}}$ - обсяг скинутих абонентом стічних вод з наднормативними забрудненнями (за відсутності даних щодо обсягів водовідведення беруться дані, зазначені в паспорті водного господарства), м³;

K_k - коефіцієнт кратності, який враховує рівень небезпеки скинутих забруднень для технологічних процесів очищення стічних вод на МКОС та екологічного стану водойми ;

H_n - встановлений норматив плати за скид наднормативних забруднень у міську каналізацію, % .

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Норматив плати за скидання 1 м³ стічних вод у міську каналізацію з понаднормативними забрудненнями встановлюється на рівні частки тарифу на послуги водовідведення, яка відповідає вартості очищення 1 м³ стічних вод з вмістом забруднень у межах, установлених допустимих концентрацій забруднюючих речовин.

При виявленні водоканалом під час контролю якості стічних вод, що скидаються абонентом у каналізацію, перевищення фактичної концентрації одного забруднення (C_{ϕ}) над установленою D_k коефіцієнт кратності для розрахунку плати за скид наднормативних забруднень визначається за формулою [20]:

$$K_k = (C_{\phi} - D_k) / D_k; \quad (10.2)$$

$$K_k = (15000 - 300) / 300 = 49.$$

Так як за правилами коефіцієнт кратності не може перевищувати 5, то беремо максимальне значення перевищення фактичної концентрації одного виду забруднення, яке дорівнює 5.

Отже можна порахувати плату за скид стічних вод:

$$P_c = 3,56 \cdot 5000 + 5 \cdot 3,56 \cdot 2500 + 500 \cdot 5 \cdot 25 = 124800 \text{ грн.}$$

Тепер перерахуємо на 1 м³ скинутих вод:

$$P_c (\text{на } 1 \text{ м}^3) = 249600 / 15000 = 8,32 \text{ грн.} \quad (10.3)$$

Отже, в даному розділі було розраховано плату за скид стічних вод у міську каналізацію у разі аварії. У випадку даного дипломного проекту, вода яка утворюється після промивок мембран одразу нейтралізується і йде знову в цикл, стоків майже немає, шлам після коагуляції регенерується, частина йде на подальше використання в процесі, а інша може бути застосована у будівельній промисловості. Таким чином скид стоків у міську каналізацію становить 124800 грн/рік.

В цілому екологічний стан даного відділення відповідає нормі, адже тверді відходи, такі як відпрацьований коагулянт – шлам, не несуть ніякої шкоди, та йдуть на подальше використання, кислі і лужні відходи нейтралізуються та йдуть на початок циклу.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проєкті розглянуто схему попереднього очищення води для ТЕЦ з поєднанням стадії коагуляції та ультрафільтрації.

Для того щоб отримати воду більш високої якості та чистоти, було запропоновано використання нової технології – інлайнкоагуляції, яка передбачає внесення реагентів безпосередньо у трубопровід після теплообмінника та фільтрацію на ультрафільтраційних мембранах, цим самим забезпечується зниження завислих часточок у воді, зменшується кількість високомолекулярної органіки та проводиться перша ступінь дезинфікації води, за рахунок мембран, які не пропускають бактерії та віруси.

Основним апаратом технологічної схеми виступає ультрафільтраційна установка, яка має продуктивність за опермеатом $300 \text{ м}^3/\text{год}$, та складається з 35 мембранних елементів. Процес відбувається за принципом тупікової ультрафільтрації, що дозволяє очистити воду від завислих частинок розміром більше $0,01 \text{ мкм}$. Для досягнення бажаного результату використовуються мембрани американської компанії Dow Chemicals типу DOW SFP-2880, з продуктивністю одного мембранного елемента $110 \text{ дм}^3/\text{м}^2\cdot\text{год}$.

Розроблені рішення автоматизації схеми дозволяють практично виключити людину з процесу виробництва. Необхідна тільки присутність оператора, щоб слідкувати за показаннями електроприладів, які розміщені на пульті керування. Існують перспективи модернізації подальшого розвитку системи автоматизації даного технологічного процесу.

Дане відділення є екологічно безпечним. Стоки, які утворюються після промивки ультрафільтраційних мембран одразу нейтралізуються, повторно очищуються та поступають на початок циклу, а шлам, що виділяється після стадії коагуляції з установки регенерується та йде на подальше використання у процесі або застосовується в іншій промисловості. Розраховано екологічні платежі у випадку аварійного скиду стоків у міську каналізацію, які складають $8,32 \text{ грн}/\text{м}^3$.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Дипломний проект виконаний з урахуванням вимог охорони праці, пожежної та екологічної безпеки виробництва. В даному розділі для аналізу шкідливих, небезпечних виробничих факторів передбачені заходи і засоби щодо створення на об'єкті здорових безпечних умов праці, пожежної безпеки.

В економічній частині диплома приведені техніко-економічні показники, які були розраховані для відділення. Було порівняно контроль якості реагентів та сировини на базовому підприємстві та на представленому у проекті.

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фізико-хімічні методи очищення води. Керування водними ресурсами. Під редакцією І.М. Астреліна та Х.Ратнавіри / Проект «Водна Гармонія», 2015. – 578с.
2. Запольський, А.К. Водопостачання, водовідведення та якість води: Підручник. – К.: Вища шк., 2005. – 671 с.
3. Теоретичні основи процесу ультрафільтрації [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://megafilter.ru/wiki/?article=teoreticheskie-osnovy-protssessa-ultrafiltratsii> – Загол. з екрана. – Мова рос.
4. Запольський, А.К. Очистка воды коагулированием: [Монография] – Каменец-Полольский: ЧП «Медоборы-2006», 2011. – 296 с.: илл.
5. Запольский А.К. Фізико-хімічні основи технології очищення стічних вод: Підручник/ Мішкова-Клименко Н.А., Астрелін І.М., и др. - К.: Лібра, 2000 .- 552 с.
6. Кульский, Л.А. Технология очистки природных вод: изд. 2-е, перераб. и доп./ Л.А. Кульский, П.П. Строкач; -К.: Полиграфкнига, 1985. – 336 .
7. Концевой А.Л. Алгоритмізація і програмування розрахунків процесу водо підготовки. Навчальний посібник: На правах рукопису / А.Л. Концевой, Н.М. Толстопалова. – К.: 2003. – 44с.
8. Інтернет ресурс «Dow Chemical» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.dow.com>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова англ.
9. Інтернет ресурс для розрахунку основних параметрів ультрафільтраційних мембран [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://uf-inge.ru>, вільний. – Мова рос.
10. Лукінюк, М.В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом підготовки «Хімічна технологія та інженерія»/ М. В. Лукінюк. — К.: НТУУ

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

«КП», 2012. — 336 с. : іл. — Бібліогр.: с. 328-330. — 300 пр. — ISBN 978-966-622-520-0, ISBN 978-966-622-531-6.

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 «КП», 2011. - 33 с.

13. Метрологічне забезпечення безпеки праці. В 2-х т. Під. Ред. І.Х. Сологана. - М.: Изд-во ст-тов, 1989.

14. ДБН 33.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст].

15. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення [Текст].

16. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст].

17. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [Текст].

18. Макаров, Г. В. Охорона праці в хімічній промисловості [Текст] / Г. В. Макаров, А. Я. Васин, Л. К. Мариніна. — М.: Хімія, 1989. — 497 с.

19. Косогіна, І.В. Ресурсозберігаючі технології коагуляційного очищення стічних вод: [Монографія] / І.В. Косогіна, І.М. Астрелін. — Одеса: Екологія, 2011. — 132 с.

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

					ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

21. Технологія переробки та утилізації осадів: навч. посібник / К. Б. Сорокіна, С. Б. Козловська; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 226 с.

22. Каталог продукції НПО «Екософт» [Електроний ресурс]. – Режим доступу: <http://ecosoft.ua/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.

					<i>ДП ХН 3110 1440 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78