

ЗМІСТ

1	Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва...	12
	Методи очищення води від фармацевтичних сполук	12
1.1	Типові методи очищення	12
1.2	Окисні процеси.....	12
1.3	Адсорбційні процеси	14
1.4	Мембранні процеси	14
1.5	Розширені процеси окиснення (Advanced oxidation process)	16
1.6	Характеристика фармацевтичних сполук (антибіотиків).....	30
2	Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв	33
2.1	Характеристика стічних вод	33
3	Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва. Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.	39
4	Опис технологічної схеми виробництва	50
5	Характеристика технологічного обладнання.....	52
5.1	Вибір основного апарату.....	52
5.2	Вибір допоміжного технологічного обладнання	52
5.3	Вибір мембранної установки	52
5.4	Вибір механічних фільтрів.....	54
5.5	Вибір насосу	55
5.6	Підбір трубопроводу.	56
6	Автоматичне регулювання та контроль виробництва	59
6.1	Аналіз технологічного процесу як об'єкта автоматизації та обґрунтування задач автоматизації.....	59
6.2	Опис розробленої схеми автоматизації процесу	60
7	Екологічна безпека виробництва	62
8	Об'ємно-планувальні рішення	64

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Лісова Н. С.			Відділення очищення стічних вод цеху виробництва фармацевтичної промисловості	Літ.	Арк.
Перевір.		Нижник Т. Ю					8
Реценз.							108
Н. Контр.		Супрунчук В. І.				НТУУ “КПІ” ХТФ гр.ХН-51с	
Затверд.		Голстопадова Н.					

8.1	Компонування обладнання виробництва	64
8.2	Підйомно – транспортне устаткування	66
8.3	Конструктивне рішення будівлі і її елементів	68
8.4	Генеральний план виробництва	70
9	Охорона праці	74
9.1	Виявлення та аналіз шкідливих небезпечних виробничих факторів на проектному об’єкті. Заходи з охорони праці	74
9.2	Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання.....	80
9.3	Пожежна безпека	81
10	Економічні розрахунки, власні, менеджерські і маркетингові рішення	82
10.1	Класифікація виробничих процесів цеху	82
10.2	Організаційна структура підприємства	84
10.3	Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва.....	87
10.4	Розрахунок техніко-економічних показників	90
10.5	Розрахунок ефективного фонду робочого часу підприємства.....	91
10.6	Норми запасу	94
10.7	Норма виробітку	95
ВИСНОВКИ.....		98
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....		100
ДОДАТКИ.....		104

ВСТУП

Присутність в стічних водах фармацевтичних препаратів вперше було виявлено в 60-х роках минулого століття. І з кожним роком занепокоєння громадськості у зв'язку із забрудненням води фармацевтичними субстанціями тільки зростає. Дослідження показали, що понад 80% найбільших водних артерій містять досить значні кількості фармпрепаратів. В малих кількостях медикоменти присутні майже всюди в навколишньому середовищі.

Існує велика кількість шляхів, якими фармацевтичні препарати надходять у поверхневі води. Основними з них є: стічні води фармацевтичних заводів, міські очисні споруди, лікарні та звалища. На сьогоднішній день найкраще вивчено процес надходження медикаментів в навколишнє середовище через муніципальні очисні споруди. Разом з фекаліями пацієнтів, що приймають медичні препарати, в господарсько-побутові стічні води потрапляють незмінні або тільки лише злегка трансформовані активні фармацевтичні субстанції (АФС).

Потрапивши у водойму, органічні речовини частково залишаються у воді, частково опускаються на дно водойми, де попадають у органічну біомасу донного мулу, яка піддається безперервному розкладанню гнильними бактеріями і грибами. При розкладанні, органічні речовини інтенсивно забирають з води розчинений кисень, виділяючи у воду продукти розпаду - поживні (біогенні) сполуки азоту, фосфору. Надлишок у водоймі органічних речовин і поживних сполук призводить спочатку до порушення біологічної рівноваги і придушення біологічного самоочищення водойми, а потім до зміни типу екосистеми ставка чи озера.

Антибіотики, попадаючи у навколишнє середовище, сприяють утворенню біорезистентних штамів бактерій, що в свою чергу призводить до поширення важковиліковних хвороб.

На даний час в Україні працює велика кількість фармацевтичних підприємств, показники стічних вод яких не відповідають вимогам ГДК.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дана робота є актуальною, оскільки є підґрунтям для створення локальних очисних станцій.

Метою дипломного проекту є розробка технологічної схеми очищення стічних вод фармацевтичних підприємств з можливістю очищення стоків від антибіотиків за допомогою методу фотокаталізу для повернення води в технологічний процес виробництва.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Обґрунтування та вибір способу і технологічної схеми виробництва

Методи очищення води від фармацевтичних сполук

1.1 Типові методи очищення

До типових методів очищення води від лікарських препаратів відносяться: біологічні процеси, фільтрація і коагуляція, флокуляція, седиментація [1].

Коагуляція

В основі процесу лежить утворення укрупнених агрегатів твердих частинок, що легко осідають з очищуваної води, видаляючи таким чином ряд домішок. Для процесу коагуляції використовують хімічні речовини – коагулянти і флокулянти, щоб підвищити ступінь утворення твердих сполук, пластівців, колоїдних утворень, які осідають. Цей метод, як правило, є методом передочищення у технологічному ланцюгу перед іншими методами.

Біологічна очистка

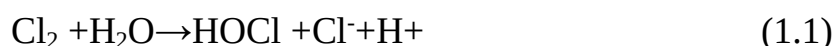
У біологічних системах очистки широко використовується активний мул, особливо при очистці промислових стічних вод. Метод полягає в деградації органічних сполук в аеротенках з активним мулом, в аеробних або анаеробних умовах. Висока токсичність багатьох забруднюючих речовин перешкоджає застосуванню цього процесу в стічних водах з високою концентрацією забруднюючих речовин, так як вони є токсичними для мікроорганізмів. Тим не менш, ця методика може бути застосована до стічних вод з низьким вмістом токсичних для активного мулу забруднювачів [2].

1.2 Окисні процеси

Застосування цієї групи методів до води, що містить лікарські засоби перед застосуванням біологічної очистки використовується для того, щоб окиснити ці сполуки в менш токсичні сполуки. У якості окисників найчастіше використовують хлор, гіпохлорити, діоксид хлору, озон.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Через низьку вартість газоподібний хлор або гіпохлорит часто застосовуються для знезараження питної води. В даний час вони використовуються в якості подальшої обробки, з тим щоб зберегти дезінфікуючий залишковий рівень в розподільних системах. З речовин, які використовуються в процесі хлорування, гіпохлорит має найвищий стандартний потенціал окислення ($E_0 = 1,48 \text{ V}$), газоподібний хлор ($E_0 = 1,36 \text{ V}$) та діоксид хлору ($E_0 = 0,95 \text{ V}$). Газоподібний хлор гідролізує у воді відповідно до реакції:



Хлорнуватиста кислота (HOCl) є слабкою кислотою, що дисоціює у водних розчинах в гіпохлорит (ClO^-) і H^+ . Для $\text{pH} > 4$, гідроліз Cl_2 майже повний. Тим не менше, серед різних видів розчинів хлору, хлорнуватиста кислота є основною реактивною формою при обробці води. Завдяки своїй окиснювальній силі та хімічній структурі, хлорнуватиста кислота може реагувати з органічними сполуками під час окислювальних реакцій, реакцій приєднання до ненасичених зв'язків або реакцій електрофільного заміщення. Також вона реагує з ароматичними сполуками, нейтральними амінами і ненасиченими сполуками, з утворенням потенційно небезпечних сполук (канцерогенів - тригалометанів і галогеноцтових кислот).

Діоксид хлору використовується в якості альтернативи до інших видів хлору, так як в результаті реакції з органічними сполуками не утворюються тригалометани. Крім того, він є більш селективним, ніж інші окиснювачі і реагує з забруднюючими речовинами в мікрокількостях через реакцію обміну в один електрон – радикальна реакція [3]. Це вільний стабільний радикал, який не вступає в реакцію з ароматичними вуглеводнями, первинними і вторинними амінами, альдегідами і кетонами. Тим не менш, він реагує з молекулами, що містять фенольні і третинні аміногрупи.

При озонуванні відбувається інтенсивне окиснення органічних сполук, часто до CO_2 , H_2O і N_2 . Проте цей метод вимагає значних енергетичних затрат, а сам озон нестійкий і не має післядії.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Адсорбційні процеси

Адсорбційні процеси широко використовуються в промисловості для видалення органічних домішок. Термін "адсорбція" зазвичай використовується для опису процесу прилипання молекули в рідкій фазі до твердої поверхні. Силове поле створює область поблизу твердої поверхні, потенційна енергія якої є низькою, що призводить до збільшення молекулярної щільності поблизу поверхні.

Хоча адсорбція добре відомий процес, протягом останніх десяти років дослідження цієї технології для видалення антибіотиків не набуло великого поширення. Вчені вивчали процес адсорбції на активованому вугіллі імідазолу і сульфаніламідів з триметопримом. У цих двох дослідженнях було досягнуто ступінь видалення близько 90%.

На відміну від деяких процесів, зазначених досі, метод адсорбції може бути застосований до вод, що містять високий рівень органічних речовин чи антибіотиків. Тим не менш, у цьому процесі відбувається перенесення забруднювача від рідини до твердої фази, утворюючи новий твердий залишок, в якому забруднююча речовина концентрується. Ці тверді відходи повинні потім перероблятися (наприклад, спалюватися) [4].

1.4 Мембранні процеси

Мембранні процеси частіше використовуються в якості процесів розділення. Вони особливо ефективні для ряду технологічних процесів, пов'язаних з концентруванням, очищенням і фракціонуванням технологічних розчинів. Тим не менш, ця технологія дозволяє лише відділяти забруднювачі мембраною, а не знешкоджувати їх [5].

Способи мембранного розділення, що використовуються в технології очищення води, умовно поділяють на діаліз, електродіаліз, мікрофільтрацію, ультрафільтрацію, зворотний осмос.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зворотній осмос, нано- і ультрафільтрація

Зворотній осмос є одним з найпоширеніших мембранних процесів. Цей метод зазвичай застосовується для видалення великих молекул та іонів з рідких стоків, застосовуючи тиск до розчину на одній стороні напівпроникної мембрани.

Зворотноосмотичні мембрани повинні бути механічно та структурно стабільні протягом тривалого періоду експлуатації. Такий процес не вимагає теплової енергії.

Тим не менш, зворотній осмос має недоліки. Мембрани можуть бути легко забруднені або пошкоджені, і схильні до взаємодії з окиснювачами. Як згадувалося вище, дрібні пори в мембрані затримують великі молекули, але невеликі хімічні речовини можуть проходити через пористу мембрану. З цієї причини, вугільні фільтри часто використовуються в якості додаткового методу очищення після зворотного осмосу.

Крім зворотнього осмосу, часто застосовують інші мембранні процеси - нанофільтрацію та ультрафільтрацію. Фільтрація протікає на вибіркового розділового шарі, утвореного органічною напівпроникненою мембраною. Рушійною силою процесу, є різниця тисків між сторонами мембрани. Цими методами можна видалити маленькі молекули.

Проведено багато досліджень по застосуванню зворотного осмосу, нано- та ультрафільтрації для видалення антибіотиків. У більшості дослідженнях відсоток видалення для різних типів мембран був вище, ніж 90% для всіх антибіотиків. Деякі вчені отримали низькі значення для видалення тетрацикліну (50-80%) і сульфаніламідів (11-20%) [4].

Як і в адсорбції, ці методи дають твердий залишок (на мембрані), де забруднювачі концентруються. До цих пір ці способи були в основному використовувані в поєднанні з іншими методами. Зворотній осмос, нано- і ультрафільтрація є чутливими до температури процесу (цей параметр істотно впливає на тиск насоса, гідравлічний баланс потоку між етапами розчинності розчинених солей в стічних водах), органічного матеріалу і концентрації

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розчинених солей. Наявність високої концентрації цих сполук може призвести до погіршення або фоулінгу структури мембрани.

На рисунку 1.1 показано селективність різних методів мембранного очищення води

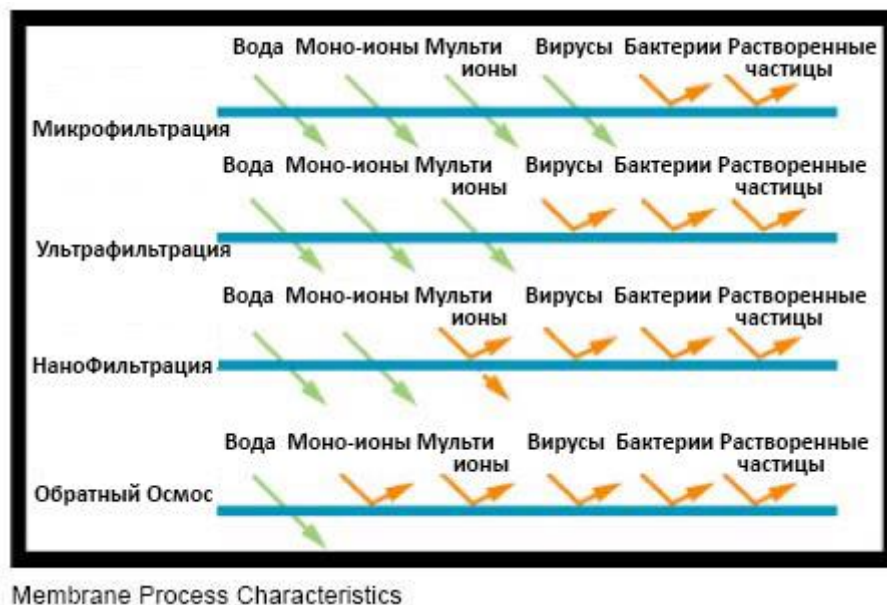


Рис. 1.1 – Селективність мембранних методів очищення води [3]

1.5 Розширені процеси окиснення (Advanced oxidation process)

Advanced oxidation process (AOPs) є окиснювальними методами, засновані на генерації проміжних радикалів (гідроксильних радикалів ($\text{OH}^\cdot$)), які мають більшу реакційну здатність і меншу селективність, ніж інші окиснювачі (наприклад, хлор, озон). Його стандартний окислювальний потенціал ($E_0=2,8 \text{ V}$), що є більшим, ніж в звичайних окиснювачах, що робить їх надзвичайно ефективними в окиснюванні великої різноманітності органічних сполук. Ці радикали виробляються від окиснювачів, таких як озон (O_3) або пероксиду водню (H_2O_2), часто в поєднанні з металевими або напівпровідниковими каталізаторами/або UV-випромінюванням. У цих процесах, очікується, що органічні сполуки окиснюються до менш токсичних видів, які здатні до біодеградації або мінералізуються до CO_2 і H_2O . Приклади AOPs процесів включають озонування, реактив Фентону, напівпровідниковий фотокаталіз і електрохімічні процеси.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Розширене окислення включає в себе кілька кроків:

- Формування сильних окиснювачів (наприклад, гідроксильні радикали).
- Реакція цих окиснювачів з органічними сполуками у воді, що виробляють продукти, які здатні до біодеградації.
- Реакція продуктів, які здатні до біодеградації з окиснювачами до повної мінералізації (тобто утворення води, двоокису вуглецю і неорганічних солей).

Оптимізовані системи AOPs мають відносно невисоку вартість і є ефективними. Оптимізовані процеси – це одночасне застосування різних AOPs–факторів, що сприяє збільшенню швидкості органічного окиснення. Типові приклади включають UV/H₂O₂, UV/H₂O₂/TiO₂, UV/Фентон і ультразвук /UV/TiO₂. Ці типи комбінацій можуть привести до синергетичних ефектів, коли ефективність очищення більше, ніж сума ефективностей, що може бути досягнуто тільки окремими процедурами.

Послідовним застосуванням різних комбінацій AOPs можна очищати стоки, що містять суміш органічних компонентів. Цей підхід корисний, коли сполуки в суміші являють різні рівні реактивності по відношенню до різних AOPs.

Застосування процесів розділення перед процесами AOPs використовується для переведення забруднюючих речовин в іншу фазу, так що вони можуть бути більш легко видалені. Таке очищення включає в себе коагуляцію, флокуляцію, седиментацію, фільтрацію, адсорбцію.

AOPs можуть бути застосовані в якості стадії попередньої обробки для підвищення біодеградації і зниження токсичності для подальшої біологічної доочистки. Цей підхід заснований на тому, що біологічна очистка є, можливо, менш дорогим і більш екологічно чистим методом, ніж інше деструктивне очищення [6].

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.5.1 Озонування

Озон є сильним окисником ($E_0=2,07$ V), який здатний діяти прямим або непрямим шляхом. Для прямого окиснення озоном, необхідно, щоб при взаємодії сполуки мали карбон-карбон подвійні зв'язки, ароматичні зв'язки або азот, фосфор, кисень чи сірку, так як він тільки реагує селективно з нуклеофільними молекулами. В іншому випадку, розкладання озону у воді з утворенням гідроксильних радикалів відбувається через наступний механізм, в якому іони гідроксиду ініціюють реакцію:



По реакції (1.2) і (1.3) розкладання озону може бути штучно прискорено шляхом збільшення значення рН. Побічна реакція (1.8) є швидким процесом і відіграє важливу роль у водах з низькою концентрацією розчиненого органічного вуглецю і лужністю, так як це може зменшити здатність до окиснення системи:



Цей метод має перевагу при застосуванні, коли витрата і/або склад стічних вод постійно змінюються. Тим не менш є ряд недоліків, таких як висока вартість обладнання та обслуговування, а також енергія, яка необхідна для протікання процесу.

Обмеження по масопередачі також є важливим фактором при передачі молекул озону з газової фази в рідку фазу, де відбувається контакт з органічними молекулами. У багатьох випадках, витрата озону на одиницю об'єму може бути настільки висока, що масоперенос є лімітованою стадією, знижуючи ефективність процесу та підвищує експлуатаційні витрати. Крім того, продуктивність озонування залежить від присутності органічних

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

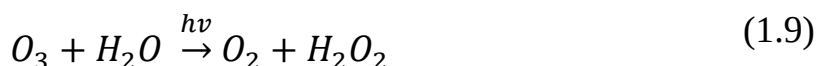
речовин, завислих твердих частинок, карбонатів, бікарбонатів і хлорид-іонів, а також рН і температури.

Якщо значення рН не контролюється, зниження рН в процесі відбуватиметься за рахунок накопичення карбонових кислот. Вони будуть впливати на швидкість і механізм реакції, а також швидкість адсорбції озону.

Для поліпшення ефективності очищення шляхом озонування можна поєднувати озонування з UV-випроміненням, пероксидом водню або каталізатором.

1.5.2 Озон/UV-випромінення

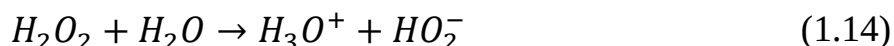
Фотоліз озону у водних розчинах продукує безпосередньо пероксид водню, який ініціює подальше розкладання залишкового озону в гідроксильні радикали при наступному механізмі:



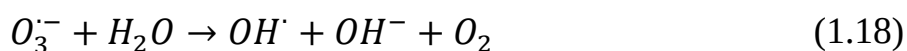
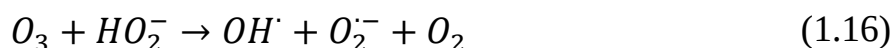
UV-випромінювання, яке використовується в цьому способі, може спричинювати деградацію деяких сполук від прямого фотолізу або може робити їх більш чутливими до атаки гідроксильного радикала.

1.5.3 Озон/пероксид водню

Інший спосіб підвищення продуктивності озонування є поєднання O_3 з H_2O_2 . Механізм формування гідроксильних радикалів аналогічний тому, який представлений для UV/ O_3 , але в цьому випадку, пероксид водню додають від зовнішнього джерела. Механізм реакції:



					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

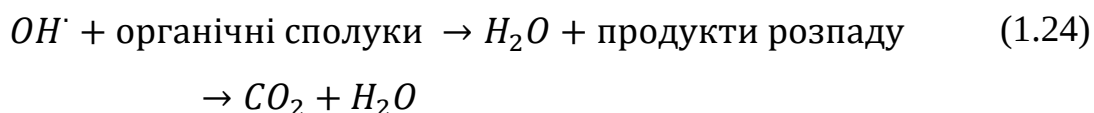
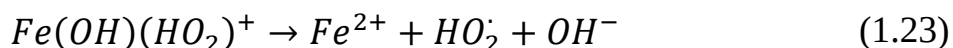
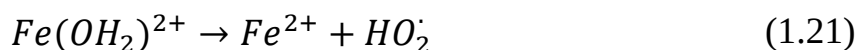
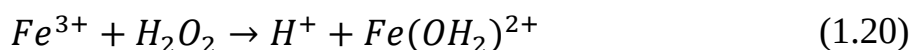
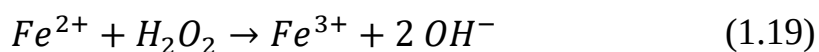


Цей метод активно досліджується протягом останніх десяти років. Вивчалось розкладання бета-лактамів і фторхінолоних антибіотиків за допомогою поєднання O_3 з H_2O_2 , і було встановлено, що додавання невеликих кількостей пероксиду водню підвищує ефективність видалення (зростання на 10-15%) і здатність до біологічного розкладання, але токсичність усувається неповністю. Проте, додавання високих концентрацій H_2O_2 не дозволить підвищити ефективність процесу, так як він може виступати в якості вільного радикала. Озонування можна застосовувати при коливанні швидкості потоку і складу. Тим не менш, цей процес обмежується швидкістю масопереносу. Таким чином, у порівнянні з іншими окиснювальними методами, це вимагає більшу кількість окиснювача для очистки. Результати, отримані в різних дослідженнях показують, що, хоча ефективність високої деградації досягнута, ступінь мінералізації низька і токсичність стоків не зменшується або навіть зростає. Крім того, ця методика залежить від рН, що вимагає контролю протягом роботи. З цих причин, і через високу вартість обладнання та енергії, необхідної для забезпечення процесу, ця методика не дає достатнього ступеня очищення забрудненої води.

1.5.4 Реактив Фентону і фото-Фентон

Окислення Фентона може відбутися в гомогенних та в гетерогенних системах. При гетерогенному окисненні, реактив Фентона складається з розчину пероксиду водню і солі заліза (каталізатора) в кислому середовищі. З цього реагенту, гідроксильні радикали утворюються за допомогою радикального механізму. Основні етапи механізму реакції:

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Один із способів підвищення ефективності процесу окислення є його суміщення з UV-випромінюванням – фото-Фентон. Використання випромінювання може збільшити ефективність цього процесу в основному за рахунок регенерації іонів двовалентного заліза і додаткового продукування гідроксильних радикалів шляхом фотолізу комплексів заліза:



Виробництво гідроксильних радикалів за допомогою H_2O_2 /UV фотолізу (повільна реакція) також можливо. Використання сонячної енергії є перевагою, оскільки це значно зменшує загальні витрати на очищення.

Ефективність цих процесів залежить, головним чином від рН, температури, каталізатору, концентрації пероксиду водню і концентрації забруднювача. Значення рН є надзвичайно важливим в ефективності процесів реактиву Фентона і фото-Фентона. Для значень рН нижче 3, реакція Фентона (рівняння (1.19)) сильно впливає на процес, в результаті чого відбувається зниження кількості гідроксильних радикалів в розчині. Перекис водню є більш стабільним при низькому рН, до утворення оксонієвих іонів (H_3O^{2+}), що покращує його стійкість й імовірно, значно знижує його реакційну здатність з іонами заліза. Деякі автори також показують, що при низькому рН значення кількості розчинного заліза Fe^{3+} зменшується, інгібуючи радикал $OH^\cdot$.

Для значень рН вище 4, осадження гідроксидів відбувається, як інгібування регенерації активних видів Fe^{2+} та утворення гідроксильних

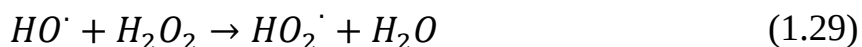
					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

радикалів. Крім того, надмірне підвищення рН сприяє утворенню іонів HO^{2-} . Цей процес має один недолік – вузький діапазон рН, а також, необхідність відновлювати розчинений каталізатор.

Зазвичай підвищення температури позитивно впливає на реакцію Фентона і фото-Фентона оскільки відбувається збільшення кінетичної енергії і, отже, швидкість реакції також збільшується. Тим не менш, можливо відбувається прискорення в процесі розкладання пероксиду водню (рівняння (1.26)), зменшуючи його кількість, доступного для реакції.



Зменшення ефективності процесу спостерігається, якщо присутній надлишок пероксиду водню. Рекомбінація гідроксильних радикалів (рівняння (1.27) і (1.28)), і реакція між ними і пероксидом водню (рівняння (1.29)) може пояснити цей факт.



Така система є привабливою, оскільки вона використовує недорогі реагенти, залізо, нетоксичні елементи і пероксид водню, який є екологічно безпечним.

У деяких науково-дослідних роботах, можна бачити, що, хоча реактив Фентона дає гарні результати (ефективність видалення антибіотиків вище 53%, $\text{COD} > 44\%$, $\text{TOC} > 20\%$, і збільшена здатність до біологічного розкладання), фото-Фентон є більш ефективним (ефективність деградації антибіотиків вище 74%, видалення $\text{COD} > 56\%$, $\text{TOC} > 50\%$). Порівняння при тих же умовах процесу Фентона з фото-Фентоном, дає пояснення, що останній спосіб веде до високої швидкості деградації, з поліпшенням по біологічному розкладанню і на рівні мінералізації. Вчені також дійшли висновку у своїх дослідях з фото-Фентон, що токсичність зростає протягом перших стадій реакції, і поступово зменшується з часом. Протилежний висновок був зроблений вченим, який вивчав розкладання Енрофлораксацину

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(хінолонові). Він прийшов до висновку, що початкові етапи процесу були дуже ефективні, але швидко призводило до утворення важкорозчинних сполук та підвищення токсичності стоків.

Тим не менш, фото-Фентон взагалі непридатний для очищення стічних вод з високим вмістом органічної речовини (високий ХПК, таких як муніципальних, лікарняних та фармацевтичних стічних вод), так як каламутність перешкоджає проникненню UV-випромінювання. Тим не менш, очистка за допомогою цих методів води з високою концентрацією іонів не може розглядатися, тому що Cl^- , NO_3^- , CO_3^{2-} і HCO_3^- поглинають радикал $\text{OH}^\cdot$.

1.5.5 Фотокаталітичні системи

Напівпровідниковий фотокаталіз бере свій початок після відкриття фотоіндукованого розщеплення води на TiO_2 каталізаторі. Пізніше дослідники виявили, що на освітленому напівпровідникові частинки можуть каталізувати широкий спектр окиснювально-відновних реакцій органічних і неорганічних субстратів.

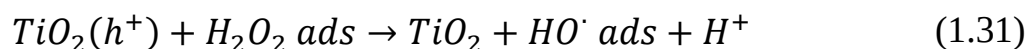
У напівпровідниковому фотокаталізі реакція окисної деструкції вимагає присутності трьох основних компонентів: каталітичної фото-чутливої поверхні (зазвичай неорганічної напівпровідникової, такі як діоксид титану), джерело енергії фотонів і відповідний окиснювач. Принцип цієї методики включає в себе активацію напівпровідника (TiO_2 через високу стабільність, гарну продуктивність і низьку вартість) штучним або сонячним світлом.

Напівпровідник характеризується валентною зоною і зоною провідності, та простором між ними в ширині забороненої зони. Поглинання фотонів з енергією вище, ніж ширина забороненої зони дає кращі енергетичні результати у просуванні електрона з валентної зони в зону провідності, з утворенням дірок у валентній зоні.

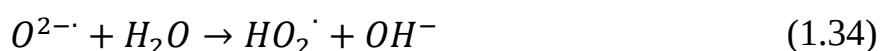
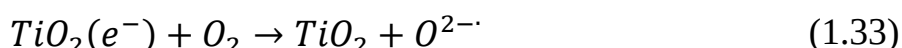


					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

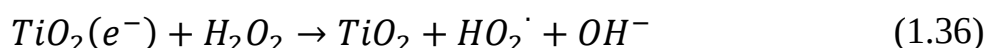
Ці дірки мають дуже високий потенціал окислення, якого достатньо, щоб виробляти гідроксильні радикали з молекул води або гідроксид іонів, адсорбованих на поверхні напівпровідника.



Утворені електрони можуть зменшити розчинений кисень, створюючи супероксидний радикала іон (O^{2-}), який потім перетвориться в H_2O_2 (рівняння (1.33- 1.35)):



Перекис водню також діє в якості електронного рецептора, створюючи додаткові гідроксильні радикали, а саме:



Адсорбований субстрат ($RXads$) може бути безпосередньо окиснений шляхом переносу електрона:



В цілому, механізм напівпровідникового фотокаталізу можна розділити на п'ять основних етапів: (1) передача реагентів у рідкій фазі до поверхні; (2) адсорбція реагентів; (3) реакція в адсорбованій фазі; (4) десорбція продуктів (5) видалення продуктів.

Сучасні дослідження показали, що механізм деградації не відбувається виключно за допомогою гідроксильних радикалів, але і за допомогою інших радикалів, отриманих з кисню. Продуктивність процесу залежить від концентрації каталізатора, довжини хвилі, інтенсивності випромінювання, рН і складу води. Цей метод має перевагу, він застосовується в умовах навколишнього середовища, коли сонячне світло використовується в якості джерела випромінювання. Тим не менш, промислова придатність даної технології широко обговорюється в зв'язку з труднощами проникнення випромінювання у водному розчині, що містить суспензію непрозорих

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дрібних частинок і складністю видалення каталізатору в кінці процесу. Цей процес поділу фаз може бути трудомістким і дорогим. Щоб подолати ці проблеми, проведено дослідження каталізаторів. Різні матеріали були вивчені в якості носіїв TiO_2 [7].

З практичної точки зору, ідеальний носій повинен мати сильну спорідненість до каталізатора, володіти високою питомою площею поверхні, сильну адсорбційну спорідненість до забруднюючих речовин і спосіб нанесення не повинен впливати на каталітичну реакцію. Було досліджено носії для фотокаталізаторів, які легко видаляються, такі як скло, силікагель, метал, кераміка, полімери, цеоліти, оксид алюмінію, глини, активоване вугілля. Утворені системи мають той недолік, як обмеження масового переносу через зниження питомої поверхні в порівнянні з традиційними системами.

Наукові дослідження показують ефективність напівпровідникового фотокаталізу для видалення антибіотиків.

З точки зору ефективності видалення ця методологія є перспективною для очищення стічних вод з невеликою концентрацією органічної речовини (річок, підземних вод та питної води). Хоча напівпровідниковий фотокаталіз був вивчений протягом багатьох десятиліть і численні статті були опубліковані, ця технологія не була практично застосована для очистки стічних вод через ряд недоліків, такі як порівняно невелика швидкість очищення, необхідність використання джерел ультрафіолетового світла у разі, коли фотокаталізатором є діоксид титану, низька адсорбційна здатність більшості простих фотокаталізаторів, можливість утворення проміжних продуктів при окисленні великих концентрацій забруднювачів.

Багато робіт представляють результати експериментів по фотокаталітичній деградації антибіотиків в присутності TiO_2 в якості каталізатора. В останні кілька років, вчені приклали деякі зусилля для збільшення площі поверхні TiO_2 шляхом диспергування наночастинок TiO_2 на великій площі поверхні матеріалів. Багато носіїв було використано, в тому

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

числі силікагелі, активоване вугілля, цеоліти і глини. Деякі з цих робіт включали дослідження збільшення адсорбції органічних субстратів на поверхні каталізатора для підвищення ефективності каталітичної активності.

Згідно роботи Земінської (Польща) та ін. ефективність деградації антибіотиків, а саме сульфонамідів, може бути значно вище з використанням солей Fe(III) в якості фотокаталізатора (наприклад, FeCl₃), ніж тільки у присутності TiO₂. Одночасне використання суміші TiO₂ і FeCl₃, ймовірно, викличе підвищення ефективності фотокаталітичної системи через синергетичний ефект. В цих розчинах, Fe (III) іони частково гідролізують і в результаті утворюються світлочутливий Fe(OH)²⁺. Після поглинання UVA світла цими іонами, гідроксильні радикали утворюються в розчинах.

1.5.6 Електрохімічне очищення стічних вод

При електрохімічному методі очищення відбувається або руйнування шкідливих речовин окисненням їх на аноді, або вилучення металів зі стічних вод відкладенням їх на електродах. В таких процесах окислення відбувається на анодах (графіт, сплави TiO₂, Ti-основі, оксиди Ru або Ir, алмазу, легованого бором) в присутності електроліту. Забруднюючі речовини можуть бути видалені електрохімічним шляхом прямого анодного окислення, де вони спочатку адсорбуються на поверхні анода, а потім знищуються за допомогою анодного електронного обміну. З іншого боку, якщо молекули деградують в рідкій масі за допомогою електроактивних частинок (таких як окислювально-відновні пари металів Fe (III), Ce (IV), Mn (III), або сильних окиснювачів, як H₂O₂, O₃, та ін.), які діють в якості посередників для перенесення електронів між електродом і органічними сполуками, реакцію класифікують як непряму. Вибір процесу залежить від природи і структури матеріалу електрода, умов експерименту і складу електроліту. Зазвичай така система використовується для запобігання електродного забруднення

Ефективність прямого окислення залежить від каталітичної активності електрода, швидкості дифузії сполук по відношенню до активних центрів

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

анодів і прикладеного струму, в той час як непряме окиснення сильно залежить від швидкості дифузії вторинних окиснювачів в розчині, температури і рН.

За даними авторів, тільки дві роботи були написані про застосування електрохімічного окислення до антибіотиків. Хайрос та ін. вивчали епірубіцин (антрацикліни), блеоміцин (глікопептиди) і деградацію мітоміцину С і прийшли до висновку, що тільки епірубіцин в основному видаляється. Інше дослідження було розроблено Харою (2007), який досліджував деградації лінкоміцину і офлоксацину. Перше з'єднання було окиснене на 30%, у той час як друге було повністю видалене ($> 99\%$). Цей метод, підходить для очищення токсичних стічних вод з високою концентрацією обох типів антибіотиків. Тим не менш, застосування даної технології обмежене невеликою швидкістю. Крім того, висока вартість експлуатації реактора також є недоліком [8].

1.5.7 Комбіновані процеси

Враховуючи, що процеси обробки повинні застосовуватися в промисловості, необхідно вивчити процес інтеграції для підвищення продуктивності обробки. Таким чином були розроблені комбіновані процеси.

У деяких випадках, процеси деградації або видалення можуть бути застосовані як один метод. Комбіновані процеси застосовуються коли більшість мікроорганізмів чутливі до токсичних забруднюючих речовин. Таким чином, AOPs були застосовані в якості стадії попередньої обробки, в якій забруднюючі речовини окиснюються до побічних продуктів, які легко піддаються біодеградації і менш токсичні, запобігаючи загибель мікроорганізмів, які присутні в наступних біологічних обробках. Те ж саме відбувається зі зворотним осмосом, який застосовується в комбінації з вугіллям. Використання адсорбції, в якості попередньої обробки, з подальшою обробкою AOPs також часто застосовується.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вчені вивчали комбінацію реактиву Фентона зі зворотним осмосом у видаленні амоксициліну. Перш за все, автори використовують рідинну екстракцію, щоб видалити деяку кількість органічних сполук (ТОС видалення 50%). Після цього було виконане окиснення реактиву Фентона (видалення ТОС 38%). Нарешті, автори використовували систему зворотного осмосу, досягнувши 11% видалення ТОС і підвищення в стічних водах біологічного розкладання. Загальний органічний вуглець був видалений на 99%.

Санчес-поло та ін. (2008) досліджували одночасне застосування озонування та адсорбції у видаленні похідних імідазолу. За допомогою простого озонування автори досягли 90-100% деградації і 10-20% мінералізації, і вони також прийшли до висновку, що побічні продукти, які утворюються, є дуже токсичні. Наявність активованого вугілля в процесі озонування, збільшує швидкість видалення, а також знижує токсичність побічних продуктів і видалення ТОС приблизно на 30%. Цей комбінований процес дозволяє очищення води з високим вмістом органічної речовини (муніципальні стічних вод). Вивчалася деградація енрофлоксацину (хіноліни) при застосуванні цього методу 80% сполуки адсорбується і при озонуванні досягається повністю деградація енрофлоксацину, адсорбованого на цеоліті [9].

Досліджувалося видалення хінолонів при комбінації напівпровідникового фотокаталізу та нанофільтрації. 66% деградації було досягнуто за рахунок фотокаталізу, в той час фільтрація тільки відокремлює частинки каталізатора з очищених стічних вод.-

Вчені покладають великі надії на техніку передових окислювальних процесів (AOPs), особливо озонування та фотокаталітичної деградації. Використання цього методу для очищення комунальних стічних вод або фармацевтичних стічних вод приводить до розкладу органічних речовин і ліків, які присутні в цих типах відходів, окиснення проходить з використанням гідроксильних радикалів (HO*), які генеруються в

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

реакційному середовищі. Багато досліджень описали механізм і кінетику деградації сульфаніламідів у присутності гідроксильних радикалів. Було виявлено, що під час початкової стадії фотокаталітичного процесу відбувається зниження токсичності і значне збільшення здатності до біологічного розкладання розчинів.

Незважаючи на те що комбіновані методи не дуже поширені в практиці, вони є одним з найпотужніших процесів для видалення антибіотиків з навколишнього середовища.

Всі наведені вище методи мають свої переваги і недоліки у видаленні фармацевтичних субстанцій з води, але провівши огляд літературних даних були обрані фотокаталітичні процеси як ефективний метод для видалення забрудників.

AOPs можуть бути встановлені на різних етапах очистки стічної (а також питної) води в залежності від складу та бажаної якості. AOPs може бути встановлений або в якості доочистки після біологічної (вторинної) обробки стічних вод, або як попередньої обробки стадії для того, щоб підвищити здатність до біологічного розкладання органічних забруднювачів.

AOPs мають широкий спектр застосування, такі як повітря (ліквідація запаху, очищення), ґрунт (відновлення) та знезараження води. У воді ці процеси мають здатність руйнувати органічні забруднювачі, але вони також можуть бути адаптовані до видалення неорганічних металів. Крім того, AOPs успішно можуть інактивувати бактерії, віруси і т.д.

Для очищення за допомогою технології AOPs підходять різні види води:

- промислові стічні води, що містять токсичні компоненти можна очищати за допомогою сонячного, UV випромінення, реактиву Фентона;
- поверхневі або ґрунтові води можуть бути очищені за допомогою поліпшеної дезінфекції води з додаванням H_2O_2 ;

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- бактерії в питній воді або мікро-забруднювачі у стічних системах можуть бути знижені за допомогою озонування;
- розчинений миш'як може бути видалений з води шляхом поєднання простих методів у присутності заліза.

Переваги

- Знищує токсичні органічні сполуки без переносу забруднень в іншій фазі;
- Дуже ефективно для очищення майже всіх органічних забруднювачів і видалення деяких токсичних металів;
- Використовується для знезараження води;
- Невисока вартість;
- Адаптація до малих масштабів.

Недоліки

- Відносно високі експлуатаційні витрати через вартість деяких хімічних речовин та/або подачі енергії;
- Формування проміжних потенційно токсичних продуктів окислення;
- Необхідність людей певної кваліфікації для обслуговування.

1.6 Характеристика фармацевтичних сполук (антибіотиків)

Антибіотики – це хіміотерапевтичні речовини, які продукуються різноманітними мікроорганізмами, рослинами, тваринами в процесі їх життєдіяльності, а також їх синтетичні аналоги і похідні, що мають здатність убивати або вибірково пригнічувати ріст збудників захворювань (бактерій, вірусів, грибів, найпростіших) або затримувати розвиток злоякісних пухлин.

Найбільш досконала хімічна класифікація, яка дозволяє вивчати залежність між хімічною структурою, фізико-хімічними властивостями і дією антибіотиків, розробляти способи контролю якості антибіотиків, виходячи з особливостей структури.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За хімічною класифікацією виділяють:

1. Антибіотики аліциклічної будови (група тетрациклінів, їх напівсинтетичні аналоги та ін.).
2. Антибіотики ароматичного ряду (група левоміцетину).
3. Антибіотики гетероциклічної структури (пеніциліни, їх напівсинтетичні аналоги; цефалоспорини та ін.)
4. Антибіотики глікозидної будови:
 - стрептоміцини;
 - аміноглікозиди (канаміцини, неоміцини, гентаміцини, мономіцини);
 - макроліди (еритроміцини й олеандоміцини);
 - анзаміцини (рифаміцини та їх напівсинтетичні аналоги).
5. Полієнові антибіотики з глікозидоподібною структурою (ністатин, амфотерицин, мікогептин).
6. Антибіотики поліпептидної будови (граміцидини, поліміксини та ін.).
7. В окрему групу виділяють протипухлинні антибіотики:
 - похідні ауреолової кислоти;
 - антрацикліни;
 - похідні хінолін-5,8-діону;
 - актиноміцини.

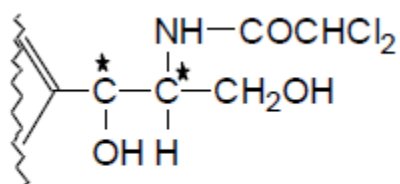
1.6.1 Характеристика антибіотиків ароматичного ряду (левоміцетин)

[9]

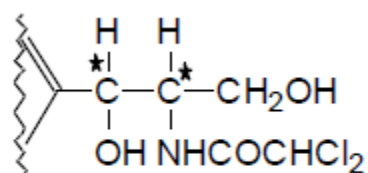
Левоміцетин (або інша назва – хлорамфенікол) - це білі з жовтуватим або жовтувато-зеленим відтінком кристалічні речовини без запаху. Левоміцетин гіркий на смак. Малорозчинний у воді, легкорозчинний у спирті.

Молекула хлорамфенікол має 2 асиметричних атоми вуглецю і тому можливо існування чотирьох ізомерів: D- і L-*трео*-, D- і L-*еритро*-, які відрізняються просторовим розташуванням функціональних груп:

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



трео-ізомер



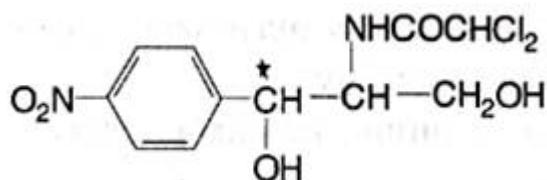
ерітро-ізомер

Цей вид ізомерії спостерігається також в ефедрині.

Хлорамфенікол є лівообертаючим трео-ізомером D ряду.

Суміш D(–) і L(+) трео-ізомерів хлорамфеніколу – це рацемат, оптично неактивна речовина, відома під назвою синтоміцин (має 50% фізіологічної активності хлорамфеніколу).

Еритро-форми в медицині не використовуються, оскільки є токсичними речовинами.



Структура хлорамфеніколу

2 Характеристика продукції, сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв

2.1 Характеристика стічних вод

Для даного дипломного проекту використовувалися дані про стічні води фармацевтичного підприємства «Дарниця» з цеху наповнення і фасування ампул, санітарної обробки обладнання і приміщень, від мийки ампул та перевірки ампул на герметичність, а також побутові стічні води. Відповідні дані наведені у таблицях 2.1, 2.2, 2.3.

Таблиця 2.1 - Стічні води санітарної обробки обладнання і приміщень

Кількість стоків, дм ³ /добу	Забруднення (склад стоку)	Вимоги до води для скиду в каналізацію	Вимоги до води для ін'єкцій
1	2	3	4
345600	Температура - 22 °С	40 °С	
	Колір - безбарвний		
	Завислі речовини – відсутні	≤500 мг/л	
	Сухий залишок – 235 мг/дм ³		< 0,001
	Прожарений залишок – 34 мг/ дм ³		
	рН – 7,8	6,5 – 8,5	5 - 7
	ХПК – 35-85 мг О ₂ / дм ³		
	БПК – 24 мг О ₂ / дм ³	≤350 г/дм ³	
	Хлориди – 50-85 мг/ дм ³	50 г/дм ³	< 0,0001
	Нітрати – 0,4 мг/ дм ³	45 г/дм ³	< 0,0002
	Залізо – 1,15 мг/ дм ³	10 г/дм ³	
	Сульфати – 27,6 мг/ дм ³	≤400 г/дм ³	- < 0,003

Продовження таблиці 2.1

	Аміак – 0,25 мг/ дм ³		< 0,0002
	Миючі засоби – 16,9 мг/ дм ³		
	H ₂ O ₂ – 0,11 г/ дм ³		

Таблиця 2.2 - Стічні води мийки ампул

Кількість стоків, дм ³ /добу	Забруднення (склад стоку)	Показники води для скиду в каналізацію	Показники для води для ін'єкцій
1	2	3	4
259200	Колір – безбарвний		
	Завислі речовини – відсутні	≤500 мг/л	
	Сухий залишок – 235 мг/ дм ³		< 0,001
	Прожарений залишок – 34 мг/ дм ³		
	pH – 7,8	6,5 – 8,5	5 – 7
	ХПК – 35-85 мг O ₂ / дм ³		
	БПК – 24 мг O ₂ / дм ³	≤350 г/дм ³	
	Хлориди – 50-85 мг/ дм ³	50 г/дм ³	< 0,0001
	Нітрати – 0,4 мг/ дм ³	45 г/дм ³	< 0,0002
	Залізо – 1,15 мг/ дм ³	10 г/дм ³	-
	Сульфати – 27,6 мг/ дм ³	≤400 г/дм ³	< 0,003
	Аміак – 0,25 мг/ дм ³		< 0,0002

Таблиця 2.3 - Стічні води після перевірки ампул на герметичність і промивання ампул

Кількість стоків, дм ³ /добу	Забруднення (склад стоку)	Показники води для скиду в каналізацію	Показники для води для ін'єкцій
1	2	3	4
691200	Температура 22°C	40 °C	
	Колір – безбарвний		
	Завислі речовини – відсутні	≤500 мг/л	
	Сухий залишок – 235 мг/ дм ³		< 0,001
	Прожарений залишок – 34 мг/ дм ³		
	pH – 7,8	6,5 – 8,5	5 - 7
	ХПК – 35-85 мг O ₂ / дм ³		
	БПК – 24 мг O ₂ / дм ³	≤350 г/дм ³	
	Хлориди – 50-85 мг/ дм ³	50 г/дм ³	< 0,0001
	Нітрати – 0,4 мг/ дм ³	45 г/дм ³	< 0,0002
	Залізо – 1,15 мг/ дм ³	10 г/дм ³	-
	Сульфати – 27,6 мг/ дм ³	≤400 г/дм ³	< 0,003
	Аміак – 0,25 мг/ дм ³		< 0,0002
	Хлорид натрію – 0,078 г/ дм ³		

Таблиця 2.4 – Вимоги до води очищеної [10]

Показники	ЕР VIII
Методи отримання	Дистиляція, іонний обмін чи інші підходящі методи
Опис	Прозора рідина без кольору, запаху та смаку
Якість вихідної води	Вода, що відповідає вимогам на питну воду Європейського Союзу
pH	-
Сухий залишок	-
Відновлюючі сполуки	Альтернативний ООУ $\leq 0,1$ мл 0,02 KMnO_4 / 100 мл
Діоксид вуглецю	-
Нітрати, нітрити	$\leq 0,2$ мг/л (нітрати)
Аміак	-
Хлориди	-
Сульфати	-
Кальцій	-
Важкі метали	$\leq 0,1$ мг/л
Кислотність/лужність	-
Алюміній	≤ 10 мкг/л (для гемодіалізу)
Загальний органічний вуглець (ООУ)	$\leq 0,5$ мг/л
Питома електропровідність	$\leq 4,3$ мкСм · см ⁻¹ (20 °С)
Мікробіологічна чистота	≤ 100 м.о./ мл
Бактеріальні ендотоксини (БЕ)	$\leq 0,25$ ЕЕ/мл для гемодіалізу

Таблиця 2.5 – Вимоги до води для ін'єкцій [10]

Показники	ЕР VIII
Методи отримання	Дистиляція
Якість вихідної води	Вода, що відповідає вимогам на питну воду Європейського Союзу
Мікробіологічна чистота	$\leq 10 \text{ КОЕ} / 100 \text{ мл}$
Пірогенність	Апірогенна
Бактеріальні ендотоксини (БЕ)	$\leq 0,25 \text{ ЕЕ} / \text{мл}$
Питома електропровідність	$\leq 1,1 \text{ мкСм} \cdot \text{см}^{-1} (20 \text{ }^{\circ}\text{C})$
Загальний органічний вуглець (ООУ)	$< 0,5 \text{ мг} / \text{л}$

Усі стоки скидаються в гідроколектор і на Бортницьку очисну станцію.

Оскільки, підприємство розташоване в місті, то його стічні води приймає на комбіновану очистку міський водоканал. При цьому заводу необхідно виконувати наступні правила: виробничі стічні води заводу не повинні порушувати роботу каналізаційних мереж та споруд (не спричиняти корозії та відкладення осадів); концентрація завислих речовин у воді не повинна перевищувати 500 мг/л, рН не повинно бути нижче 6,5 і не вище 8,5; температура стоків міста – не перевищує 40 °С. В таких водах не повинно бути речовин, які перешкоджали б біологічній очистці стоків міста, небезпечних бактеріального і токсичного забруднення, мазуту, бензину.

Таким чином, стічні води підприємства спочатку потрапляють у каналізацію хімічних стоків, потім в цех нейтралізації та очистки промислових стічних вод, де вони нейтралізуються й очищаються, і лише після цього скидаються у колектор міської каналізації.

Побутово-господарчі стічні води [11]

Важливим, небезпечним і майже повсюдним (при наявності каналізації) джерелом забруднення водойм є неочищені або недостатньо очищені

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

господарсько-побутові стічні води. Обсяг господарсько-побутових стічних вод майже дорівнює обсягу питної води, споживаної в населеному пункті.

Максимальна кількість побутових стічних вод, які відводяться з 1 га житлової забудови, в залежності від щільності населення становить від 40 до 175 м³ / добу. Норми забруднюючих речовин на одного жителя наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Норми забруднюючих воду речовин на одного жителя

Показник	Q _ж , г/добу
Завислі речовини	65
БПК _{повн} неосвітленої води	75
БПК _{повн} освітленої води	40
Азоталюмінієвих солей	8
Фосфати (P ₂ O ₅)	3,3
в т.ч. від мийних речовин	1,6
Хлориди	9
Поверхнево-активні речовини	2,5

Характеризуючи в загальних рисах господарсько-побутові стічні води, слід зауважити, що вони мають прозорість до 5 см, слаболужну реакцію з рН 7,2-7,6. Містять значну кількість неорганічних і органічних речовин в завислому, колоїдному і розчиненому стані. Інтенсивність запахів свіжих, незагниваючих господарсько-побутових стічних вод становить 3-4 бали. Для господарсько-побутових стічних вод характерне значне бактеріальне забруднення. Це пояснюється тим, що людина щодоби виділяє $4,48 \cdot 10^{12}$ мікробних тіл. Залежно від норми водопостачання, існуючої в конкретній місцевості (наприклад, 100 л / добу), загальна чисельність сапрофітних мікроорганізмів (мікробне число) таких стічних вод становитиме $4,48 \times 10^7$ КОЕ / мл. Титр бактерій групи кишкової палички (колі-титр) таких стічних вод становитиме 5-10 ~ 8 КОЕ / л.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Характеристика і обґрунтування прийнятого методу виробництва.

Хімізм та теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів.

Нанофільтрація – це процес розділення рідини на мембранній поверхні, що має більш щільний і більш проникний шар, ніж для зворотнього осмосу. Цей процес посередній між зворотнім осмосом і ультрафільтрацією. Відповідно, нанофільтраційні мембрани мають знижену селективність і підвищену проникність в порівнянні з мембранами зворотнього осмосу. Нанофільтраційні мембрани працюють при меншому робочому тиску і заданій продуктивності. Робочий тиск лежить в межах 3-20 атм; мембрани не пропускають часточки і розчинні молекули розміром вище 2 нм.

Такі мембрани очищують воду від солей на 85%.

Коагуляцією води називають процес укрупнення колоїдних і диспергованих частинок, що відбувається внаслідок їх злипання під дією сил молекулярного тяжіння. Коагуляція завершується утворенням видимих неозброєним оком агрегатів - пластівців і відділенням їх від рідкого середовища. розрізняють два типи коагуляції: коагуляцію у вільному об'ємі (відбувається в камерах реакції або пластівцеутворення) і контактну (в товщі зернистого завантаження контактних освітлювачів і контактних фільтрів або ж в масі зваженого осаду відстійників-освітлювачів).

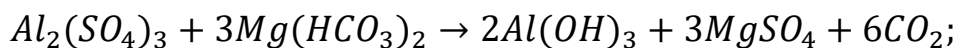
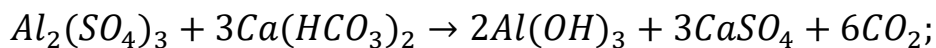
Коагуляція відбувається за участю хімічних реагентів - коагулянтів (солей алюмінію і заліза): алюмінію сульфату - $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$; алюмінію оксихлорид - $[Al_2(OH)_5]Cl \cdot 6H_2O$; натрію алюмінату – $NaAlO_2$; заліза сульфату - $FeSO_4 \cdot 7H_2O$; заліза хлориду - $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ та ін. Крім алюмо-і залізовмісних, використовують комбіновані коагулянти, які містять солі (сульфати або хлориди) одночасно обох металів.

Найбільш часто на господарсько-питних водопроводах в якості коагулянта застосовують неочищений алюмінію сульфат, який містить 33% безводного алюмінію сульфату і до 23% нерозчинних домішок. В даний час

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

промисловість випускає також і очищений алюмінію сульфат, який містить не більше 1% нерозчинних домішок.

При додаванні до води алюмінію сульфат (сірчаноокислий глинозем) вступає в реакцію з кальцієм і магнієм гідрокарбонатами, які завжди містяться в природній воді і зумовлюють усування жорсткості і лужності:



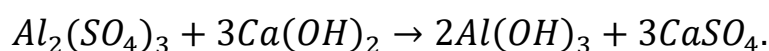
Основним для процесу коагуляції є утворення алюмінію гідроксиду $Al(OH)_3$, що утворює у воді колоїдний розчин, який надає їй опалесценцію і швидко коагулює, створюючи пластівці у всій товщі води. Вони мають заряд, протилежний заряду колоїдних частинок гумінових речовин, які містяться в природній воді. Завдяки цьому колоїдні частинки коагулянту нейтралізують заряд колоїдних гумінових частинок води. Вони усувають взаємне відштовхування, порушують кінетичне рівновагу колоїдного розчину. Частинки стають нездатними до дифузії, об'єднуються (агломерують) і випадають в осад. Пластівці ж самого коагулянту адсорбують колоїдні і дрібні завислі частинки і випадають на дно.

Внаслідок процесу коагуляції не тільки підвищується швидкість і ефективність осадження суспензії, але і значно зменшується природна колірність води, обумовлена наявністю в ній гумінових сполук. Знебарвлення, якого неможливо досягти іншими способами очистки, відбувається внаслідок адсорбції гумінових речовин на поверхні пластівців коагулянту і подальшого випадання в осад. Зменшення кількості суспензії сприяє також значному зменшенню кількості бактерій і вірусів, які містяться у воді.

Коагуляція відбувається ефективно за умови, якщо концентрація гідрокарбонат-іонів у воді буде хоча б еквівалентна кількості алюмінію сульфату, який додається. В іншому випадку гідроліз не відбувається, алюмінію гідроксид не утворює колоїдного розчину і не коагулює.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кожен градус лужності води відповідає вмісту в ній 10 мг /л СаО і робить можливою реакцію з 20 мг /л безводного алюмінію сульфату або приблизно з 40 мг /л товарного коагулянту - $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$. Для здійснення реакції необхідний деякий надлишок лужності (2°). Природна лужність води більшості річок достатня для забезпечення коагуляції навіть високими дозами алюмінію сульфату. Однак іноді річки болотного, озерного або льодовикового походження не мають необхідного резерву природної лужності. Крім того, лужність води в річках може різко знижуватися навесні внаслідок попадання великої кількості талих вод. У таких випадках воду доводиться штучно підлужовувати, для чого одночасно з коагулянтом додають гашене вапно - $Ca(OH)_2$ з розрахунку, щоб 1° жорсткості відповідав 10 мг /л СаО. Реакція відбувається наступним чином:



На процес коагуляції впливає не тільки лужність води, але й рН (оптимальне значення 5,5-6,5), температура, наявність гумінових речовин, кількість грубої суспензії, частки якої служать своєрідними "ядрами коагуляції", інтенсивність перемішування та ін.

З цієї причини теоретичний розрахунок для визначення оптимальної дози коагулянту є недостатнім. На водоканалах експериментально визначають умови, за яких коагуляція відбуватиметься найкращим чином. Зазвичай оптимальна доза алюмінію сульфату для річкової води коливається в межах 30-200 мг /л. Ця доза змінюється в залежності від сезонних коливань мутності води в річці або епізодично під впливом зливових стоків.

Процес коагуляції на водопроводах складається з таких операцій: розчинення коагулянту, дозування, змішування з водою і створення оптимальних умов для утворення пластівців. У ряді випадків у схемі обробки води коагуляція може бути відсутня.

Механічна фільтрація — перший і необхідний крок водопідготовки. Вода містить різні види постійних забруднень, таких як пісок, частинки іржі, залишки герметизуючих матеріалів. Механічна фільтрація повинна видаляти

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

їх, тобто захищати трубопровід і арматуру від пошкоджень та корозії. Повнота фільтрації, тобто величина найменших частинок, що видаляються, залежить від типу фільтруючого елементу, що використовується. Для даної технологічної схеми з води необхідно забрати завислі пластівці після коагуляції, тому і доцільно ставити механічні фільтри.

Фільтруючими матеріалами можуть бути: тканини, сітки, зерниста загрузка, яка використовується найбільш широко. В якості зернистої загрузки використовують пісок, кварцовий пісок, доломіт, керамзит, антрацит, щебінь, гравій, мармурову крошку, пінополістирол.

Механічні фільтри можна розділити на наступні групи:

- фільтри з прямою промивкою
 - постійні забруднення затримуються на фільтруючому елементі з пластику;
 - зібрані частинки забруднень періодично видаляються з фільтру шляхом відкриття спускного клапана;
 - фільтруючий елемент вимагає заміни тільки в разі його пошкодження або занадто сильного забруднення (забивання);
 - рейтинг фільтрації 90 мкм.
- фільтри із зворотною промивкою (автоматичні або напівавтоматичні)
 - обладнані механізмом, що дозволяє проводити проточну промивку — ретельна промивка фільтру зворотним потоком води без необхідності відключення його від обладнання;
 - постійні забруднення затримуються на фільтруючому елементі із пластику або неіржавіючої сталі;
 - фільтруючий елемент потрібно замінювати тільки в разі його пошкодження або сильного забруднення (забивання);
 - рейтинг фільтрації 90, 100 або 200 мкм (залежно від типу фільтра).
- захисні фільтри зі змінними елементами
 - частота заміни фільтруючого елемента залежить від якості і кількості відфільтрованої води;

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ефективність фільтрації залежить від фільтруючого елемента, що використовується.

Фотокаталітична деградація фармацевтичних стоків

Згідно з визначенням ІЮПАК фотокаталіз - це зміна швидкості хімічної реакції або її ініціювання під дією ультрафіолетового, видимого або інфрачервоного випромінювання в присутності речовини – фотокаталізатора який поглинає світло і вступає в хімічні перетворення з учасниками реакції. При цьому фотокаталізатор визначається як речовина, здатна при поглинанні квантів світла, переходити в збуджений стан, взаємодіяти з учасниками реакції з утворенням продуктів хімічного перетворення і відновлювати свій початковий стан після кожного циклу таких перетворень.

В основі фотокаталізу лежить використання напівпровідника. Відомо, що кожен напівпровідник характеризується наявністю валентної зони, зони провідності та забороненої зони.

Валентна зона – це зона, де електрони знаходяться у зв'язаному стані. Зона провідності – електрони вільно рухаються. Для того, щоб перенести електрони з однієї зони в іншу і тим самим ініціювати фотокаталітичні процеси, необхідно надати молекулі енергію, яка дорівнює енергії переходу – забороненій зоні.

На поверхні титан (IV) оксиду, котрий є напівпровідником з шириною забороненої зони 3,2 еВ, при поглинанні квантів світла з енергією, що дорівнює чи більша ширини забороненої зони, утворюється електрон та електронна вакансія – «дірка», окисно – відновні потенціали яких становлять - 0,2 та +3 В відповідно. Таке високе значення потенціалів дає можливість окислювати практично всі органічні забрудники до вуглекислого газу та води, інколи – до мінеральних кислот.

Довжина хвилі видимого світла не дає можливості здійснити такий процес, оскільки енергії не достатньо. Саме для цього використовується ультрафіолет – жорстке опромінення, що й сприяє фотокаталізу. Наразі

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ведуться розробки щодо допущення поверхні різними металами для того, щоб цей процес почав проходити при денному світлі.

Важливим фактом є те, що при невеликих концентраціях забрудника процес проходить миттєво і з повним розкладанням забрудників. Як і в будь-якому іншому процесі, на поверхні фотокаталізатора повинен зберігатись енергетичний баланс. Тому електрони та електронні вакансії, що беруть участь у перетвореннях, повертаються в попереднє положення на наступних етапах перетворення.

Ефективність дії фотокаталізатора визначається квантовим виходом реакції, тобто відношенням кількості утворюваних молекул до кількості поглинутих квантів світла. Процес фотокаталізу можна поділити на кілька стадій. Після утворення електрон – діркової пари в результаті поглинання світла зразком, проходять наступні процеси:

- дифузія електронів та дірок на поверхні напівпровідника;
- об'ємна рекомбінація електронів та дірок;
- поверхнева рекомбінація;
- корисні реакції електронів та дірок з адсорбованою речовиною.

Квантовий вихід Φ визначається наступним чином:

$$\Phi = \eta_i \eta_r,$$

де η_i – частина ефективних квантів світла, що дійшли до поверхні;

η_r – частина квантів, що вступили в реакцію.

Коли розмір частинки менше або дорівнює довжині вільного пробігу носіїв заряду, фактор η_i наближається до 1.

Адсорбція як визначальний фактор фотокаталізу

Молекула при наближенні до твердого тіла взаємодіє з атомами, розташованими на поверхні, і частина молекул закріплюється на поверхні - відбувається адсорбція молекул. При оборотній адсорбції молекула, провівши якийсь час на поверхні, переходить в рідку фазу при незмінних умовах експерименту. Міцність зв'язку молекул з поверхнею (енергія адсорбції) різна для різних молекул і залежить від фізичних характеристик

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(дипольний момент, поляризованість і ін.) і реакційної здатності молекули. Залежить вона і від характеристик твердого тіла, і, в першу чергу, від стану його поверхні. Наприклад, адсорбційні процеси на поверхні окиснених металів відрізняються від процесів адсорбції на чистих металах.

Величини енергій адсорбції міняються від 0,1 еВ до значень, характерних для хімічних зв'язків. Слабка адсорбція з енергією, що не перевищує 0,3 еВ, називається фізичною. Більш міцна адсорбція називається хімічною (хемосорбцією).

Атом або група атомів поверхні, взаємодія з якими приводить до адсорбції, називаються центрами адсорбції. Поверхня реального кристала характеризується порушеннями періодичної структури через присутність сходинок, атомів (іонів), вибитих з вузлів решітки, вакансій (порожніх вузлів), атомів (іонів) домішок і т.п. Локалізація молекули біля дефектів часто виявляється енергетично більш вигідною, ніж біля іонів регулярної решітки, так що зазвичай саме дефекти є центрами хемосорбції. Таким чином, на поверхні твердого тіла одночасно існують центри адсорбції з різними властивостями і адсорбція молекул на них призводить до появи на поверхні різних молекулярних утворень (адсорбційних комплексів). Різноманіття адсорбційних форм легко спостерігається методом ІЧ-спектроскопії, так як частоти коливань атомів залежать від їх оточення.

Проте адсорбція може бути інтенсифікована за допомогою опромінення ультрафіолетом. В області поглинання твердого тіла для фотоактивації процесів на поверхні важливим є перенесення енергії з обсягу на поверхню. Навіть у випадку дрібнокристалічних зразків лінійний розмір кристаликів на 4-5 порядків перевищує розміри молекул і світло в основному буде поглинатися підкладкою навіть у тому випадку, коли ймовірність поглинання твердим тілом значно менше ймовірності поглинання світла молекулою. Перенесення збудження з об'єму до поверхні може здійснюватися двома механізмами. При одному з них в об'ємі генеруються вільні електрони і дірки, які дифундують до поверхні і, локалізуючись на

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дефектах, створюють нові центри адсорбції. Якщо носій (електрон або дірка) локалізується на адсорбованій молекулі із звільненням енергії, остання збуджується, тобто відбувається перенесення енергії з обсягу до адсорбованої молекули. Другий механізм передачі енергії пов'язаний з порушенням об'ємних дефектів без генерації вільних носіїв. Збудження передається на сусідні дефекти і з деякою ймовірністю виходить на поверхню, де енергія збудження може бути використана для генерації нових центрів і збудження адсорбованих молекул. Внаслідок цього, процес адсорбції значною мірою інтенсифікується.

Фактори, що впливають на ефективність фотокаталізу

Інтенсивність опромінення – один із ключових факторів. Кількість фотонів, генерованих лампою напряму впливає на кількість утворених електронів та дірок. Цю залежність можна представити рівнянням Ленгмюра-Хіншельвуда:

$$W = \frac{dp}{dt} = k_i \frac{K_p}{K_p + 1},$$

де K_p – константа адсорбційної рівноваги Ленгмюра, яка не залежить від інтенсивності опромінення.

В ідеальному випадку

$$k_i \sim I,$$

де I – інтенсивність випромінювання, Вт/м².

Питома площа поверхні фотокаталізатора – також важливий фактор. Основою процесу є адсорбція, отже дуже важливо мати достатньо велику площу для ефективного проходження процесу. На поверхні постійно відбувається рух частинок, і, відповідно конкурентна адсорбція. Треба не допустити забивання доступних пор сполуками, що важко руйнуються.

Зовнішня будова фотокаталізатора визначає повністю наявність чи відсутність фотокаталітичних процесів.

В ході реакцій фотокаталітичного окиснення органічних сполук утворюються проміжні окиснені речовини, багато з яких являються

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

полярними кислотовмісними молекулами з досить визначеною кислотністю, яка спричинена або наявністю карбонільної групи, здатної віддавати протони (кислотність Бренстеда), або наявністю електронної пари, наприклад, на атомах O, N, S – Льюїсовська кислотність. Фотокаталізатор, як оксид, має кислотні групи на поверхні, обох видів кислотності отже може по різному сорбувати органічні сполуки. Оскільки адсорбція – один з основних процесів фотокаталізу, то необхідно встановити зв'язок між кислотно – основними властивостями титан (IV) оксиду та особливостями адсорбції різних органічних молекул.

З метою обґрунтування методу фотокаталітичного очищення фармацевтичних стоків від антибіотиків були проведені лабораторні дослідження видалення з води левоміцетину. Результати приведені нижче.

Концентрація лівомецитину визначалася методом куприметрії. Метод ґрунтується на утворенні розчинної комплексної сполуки левоміцетину з купруму (II) сульфатом у лужному середовищі. Для створення лужного середовища використовувався NaOH з концентрацією 1 моль/дм³. Титрант – розчин CuSO₄ з концентрацією 2 ммоль/дм³. Індикатор – мурексид.

У якості модельного розчину використовувався водний розчин левоміцетину, що готувався шляхом розведення у воді аптечного 0,25% спиртового розчину. Вихідна концентрація левоміцетину у модельному розчині складала 100 мг/дм³.

Очищення проводили методами коагуляції, коагуляції з флокуляцією та озонуванням.

У якості коагулянту виступав розчин Al₂(SO₄)₃ з концентрацією 10 г/дм³. У якості флокулянту використано розчин ПГМГ ГХ з концентрацією 1 г/дм³. Процес коагуляційної і коагуляційної очистки проводили на лабораторному стенді пробної коагуляції. Стенду була задана така програма роботи: після введення реагенту - інтенсивне перемішування (120 об/хв.) протягом 30 секунд; повільне перемішування (30 об/хв.) протягом 20 хвилин; відстоювання протягом 1 години.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Озонування проводили шляхом пропускання повітря з озоном через шар очищеної води у високому вузькому циліндрі. Джерелом озону був лабораторний озонатор продуктивністю 400мг О₃/год.

Результати досліджень наведені у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Видалення левоміцетину з води.

Метод	Умови дослід	Концентрація левоміцетину, мг/дм ³	Ступінь видалення, %
Коагуляція	Коагулянт - 60 мг/дм ³	91	9
	Коагулянт - 120 мг/дм ³	89	11
Коагуляція-флокуляція	Коагулянт - 60 мг/дм ³ , Флокулянт - 2 мг/дм ³	77	23
	Коагулянт - 120 мг/дм ³ , Флокулянт - 2 мг/дм ³	79	21
Озонування	Час обробки - 0,25 год.	118*	
	Час обробки - 1 год.	124*	
	Час обробки - 3 год.	39	61

* На початкових етапах іде часткове руйнування молекул левоміцетину з утворенням азотвмісних продуктів, що також активно взаємодіють з іонами Cu²⁺, заважаючи точному визначенню концентрації левоміцетину. При подальшому перебігу іде руйнування і віддування цих продуктів.

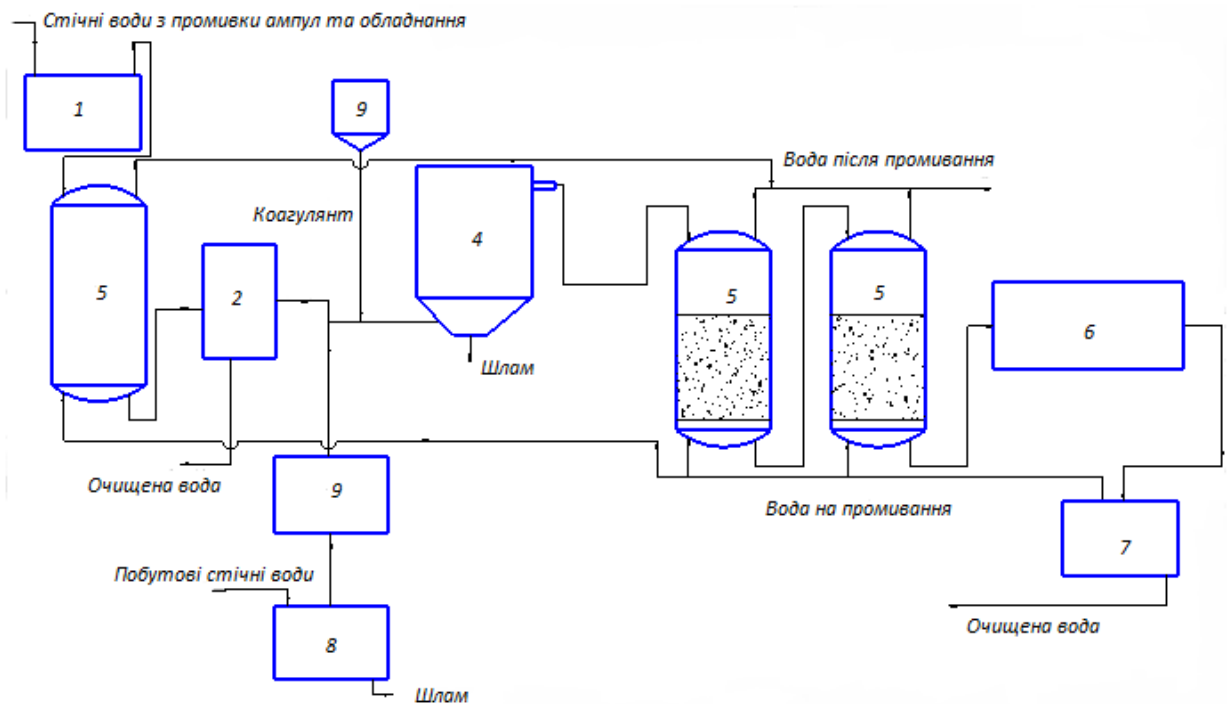
Як видно з результатів експерименту, методом коагуляції-флокуляції можна видалити з очищуваної води до чверті наявного там левоміцетину. Це недостатньо для повного очищення, але знижує навантаження на подальші стадії при використанні коагуляції-флокуляції як методу передочищення.

Озонування при достатній інтенсивності дозволяє значно зменшити концентрацію левоміцетину у воді, проте потребує значної кількості енергії для ефективного очищення.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 Опис технологічної схеми виробництва

Технологічна схема очищення фармацевтичних стоків для оборотного використання представлена на рисунку 4.1



- 1- збірник промислових стічних вод; 2 – нанофільтраційна установка; 3 – проміжний відстійник побутових стічних вод; 4 – освітлювач; 5 – механічні фільтри; 6 – ультрафіолетова фотокаталітична установка; 7 – збірник очищеної води; 8 – відстійник побутових стічних вод; 9 – дозатор коагулянту.

Рисунок 4.1 – Технологічна схема очищення фармацевтичних стоків для оборотного використання

Стічні води від мийки ампул та обладнання, поступають у збірний бак 1, звідки подаються на механічний фільтр 5 (тканинний або сітчатий) для видалення грубих механічних домішок, а потім вода поступає нанофільтраційну установку 2, де звільняється від розчинених сполук. Утворений концентрат (20% від об'єму вихідних стоків) подається на коагуляцію в освітлювач 4. Води від господарсько-побутових потреб проходять підземний колектор і відстійник 8, а вже з проміжного відстійника 3 приєднуються до концентрату і поступають на коагуляцію. Коагулянт

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

служать хлориди або сульфати заліза чи алюмінію, що дозуються з баку 9. Вода подається на вуглецеві фільтри 5. Для видалення антибіотиків у даному проекті запропонований метод фотокаталізу, тому з вуглецевих фільтрів вода надходить до фотокаталітичної установки 6, після чого вода надходить у бак 7 і готова до повернення у технологічний процес підприємства.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Характеристика технологічного обладнання

5.1 Вибір основного апарату

Основним апаратом обрано ультрафіолетову фотокаталітичну установку [12]. Характеристики установки:

- напруга: 120 – 240 В;
- робочий тиск: не більше 3 бар;
- реакційна камера: титан+анатаз, срібло, платинові нанокристали;
- умови: підходить для будь-якої води, включаючи морську.

Установка складається з двох ультрафіолетових ламп потужністю 55 Вт кожна і камери з каталізатором. Пропускна здатність камери 30 м³/год. Ресурс роботи до 19 місяців. Матеріал корпусу – нержавіюча сталь.

Вимоги до складу оброблюваної води:

- залізо <0,3 мг/дм³;
- загальна твердість <2,4 мг·екв/дм³;
- мутність <0,1 мг/дм³ [10].

5.2 Вибір допоміжного технологічного обладнання

Вихідні дані для вибору обладнання – необхідна продуктивність 54,2м³/год.

Освітлювач. Виходячи з необхідної продуктивності, обираємо зі стандартних апаратів освітлювач об'ємом 76 м³. Продуктивність 63 м³/год, максимальне навантаження – 78 м³/год; діаметр 4250 мм, висота 10200 мм.

5.3 Вибір мембранної установки

Вибір мембранної установки проводиться, коли обрані, встановлені або прийняті наступні вихідні дані:

- тип мембран;

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вплив зовнішніх чинників на технологічні параметри мембран, насамперед – тиску, температури, концентрації і швидкості розчину на питому продуктивність за цільовим компонентом;
- тип мембранного апарату;
- технологічна схема установки.
-

Мета розрахунку:

- визначити потрібну площу мембран і, відповідно, потрібну кількість мембранних модулів і апаратів для забезпечення заданої продуктивності;
- провести секціонування установки (при необхідності);
- визначити гідравлічні втрати напору і, відповідно, витрати енергії на проведення процесу розділення.

Продуктивність по перміату першої ступені зворотного осмосу [15]:

$$W_{1п} = 1403,5 - 1403,5 \cdot 0,2 = 1122,8 \frac{\text{м}^3}{\text{доба}} = 46,78 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}.$$

Потім знаходимо необхідну робочу площу мембран:

$$F_p = \frac{W_{п}}{G}, \quad (6.1)$$

де G – питома продуктивність мембрани:

$$G = \frac{G_{п}}{S}, \quad (6.2)$$

де $G_{п}$ – продуктивність мембрани, $\text{м}^3/\text{год}$;

S – площа однієї мембрани, м^2 :

$$G = \frac{1,070}{37,2} = 0,029 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{год}),$$

$$F_p = \frac{46,78}{0,029} = 1613,1 \text{ м}^2.$$

Кількість мембранних модулів:

$$n_{\text{мод}} = \frac{F_p}{S} = \frac{1613,1}{37,2} = 44. \quad (6.3)$$

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За заданою продуктивністю обираємо систему зворотного осмосу для першої ступені Ecosoft MO-28S-MAXI. Ця система використовується на фармацевтичних, харчових, електронних виробництвах, а також в енергетиці.

Тип мембранного елементу Filmtec NF 400 (Dow Chemical, USA). Основні його характеристики наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Основні характеристики нанофільтраційного елементу:

Діаметр елемента, мм	Довжина, мм	Діаметр патрубка перміату, мм	Площа фільтрації, м ²	Продуктивність, дм ³ /год	Селективність, %
201	1016	29	37,2	1070	98

Примітка: максимальний тиск – 4 МПа, робочий тиск 0,7 - 1,6 МПа, максимальна робоча температура – 45 °С, робочий діапазон рН 3 -10, вміст вільного хлору менше 0,1 мг/дм³.

5.4 Вибір механічних фільтрів.

Використовується механічний одношаровий фільтр з загрузкою кварцового піску. Загальна площа фільтрів розраховується за формулою 6.7 [22]:

$$F = \frac{Q}{v(T - n_0 \tau_{\text{пр}}) - 3,6 n_0 \tau_{\text{пр}} q} \quad (6.7)$$

де Q – корисна потужність станції, м³/добу;

T – час роботи станції протягом доби, год;

v – розрахункова швидкість фільтрування при нормальному режимі, м/год;

$\tau_{\text{пр}}$ – час простою фільтру у зв'язку з промивкою, год;

n_0 – число промивок кожного фільтру за добу;

q – інтенсивність промивки, дм³/с*м²;

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$F_{\phi} = \frac{1403,5}{7 * (24 - 0,67 * 2) - 2 * 6,3 * 0,67 * 3,6} = 10,94 \text{ м}^2.$$

Розрахуємо необхідну кількість фільтрів :

$$N_{\phi} = \frac{\sqrt{F_{\phi}}}{2} = \frac{\sqrt{10,94}}{2} = 1,65 \approx 2.$$

Загальну висоту корпусу фільтра отримують (в м) отримують за формулою 6.8:

$$H_{\phi} = h_0 + h + D_k + l_1 \quad (6.8)$$

де h_0 – висота шару води, що знаходиться над утримуючою решіткою фільтрів, м;

h – висота запасу стінки корпусу фільтра над максимальним рівнем води в ньому, м;

D_k – діаметр колектора збірно-розподільчої системи, м;

l_1 – висота шару фільтруючого матеріалу (кварцового піску);

$$H_{\phi} = 0,5 + 0,5 + 1,6 + 2,5 = 5,1 \text{ м.}$$

За розрахованими характеристиками обираємо механічний фільтр

ФИПа 1 – 2,0 – 0,6. Технічні характеристики:

- продуктивність не більше 80 м³/год;
- робочий тиск – 0,6 МПа;
- гідравлічний тиск – 0,9 МПа;
- робоча температура – 313 К (40 °С);
- робоче середовище – вода;
- ємність корпусу – 11,7 м³;
- маса навантаження – 15 т.

5.5 Вибір насосу

Необхідно підібрати насос для перекачування води при температурі 40 °С з баку в апарат, що працює під надмірним тиском 0,1 МПа. Витрата води $Q = 0,18 \text{ м}^3/\text{с}$. Геометрична висота підйому води 6,5 м. Довжина трубопроводу

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на лінії всмоктування 2 м, на лінії нагнітання 3 м. На лінії нагнітання є 3 відведення під кутом 90° з радіусом повороту, рівним 6 діаметрам труби, і 2 нормальних вентиля. На всмоктувальній ділянці трубопроводу встановлено 1 прямооточний вентиль.

5.6 Підбір трубопроводу.

Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу приймемо однакову лінійну швидкість води ω , що дорівнює 2 м/с. Тоді діаметр рівний:

$$d = \sqrt{4Q/(\pi w)} = \sqrt{4 \cdot 0,18/(3,14 \cdot 2)} = 0,34 \text{ м.}$$

Обираємо сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 80 мм і завтовшки стінки 2 мм. Тоді внутрішній діаметр $d = 0,076$ м. Фактична швидкість води в трубі:

$$w = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 0,18}{3,14 \cdot 0,34^2} = 1,98 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Визначення втрат на тертя і місцеві опори.

Знаходимо значення критерію Рейнольдса:

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu}, \quad (6.5)$$

де μ – динамічна в'язкість води, Па·с:

$$Re = \frac{1,98 \cdot 0,34 \cdot 998}{1,005 \cdot 10^{-3}} = 668\,511.$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим.

Абсолютну шорсткість трубопроводу приймаємо рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м.

Тоді:

$$e = \Delta/d = 2 \cdot 10^{-4}/0,34 = 0,0006.$$

Розрахунок λ слід проводити по формулі:

$$\lambda = 0,11 \cdot (e + 68/Re)^{0,25} = 0,11 \cdot (0,0006 + 68/668\,511)^{0,25} = 0,018.$$

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

- 1) Вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0,5$.
- 2) Прямоточні вентилі: для $d = 0,34$ м, $\xi_\alpha = 0,6$.

Домножуючи на поправочний коефіцієнт 0,925, одержуємо $\xi_2 = 0,55$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,5 + 0,55 = 1,05.$$

Втрачений напір у всмоктувальній лінії знаходимо по формулі:

$$h_{\pi} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{M.C} \right) \frac{\omega^2}{2g}, \quad (6.6)$$

де l , d_e - відповідно довжина і еквівалентний діаметр трубопроводу.

$$h_{\pi.вс} = \left(0,018 \frac{2}{0,34} + 1,05 \right) \frac{1,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,23 \text{ м.}$$

Для нагнітальної лінії:

- 1) Відведення під кутом 90 °: коефіцієнт $A = 1$, коефіцієнт $B = 0,09$; $\xi_1 = 0,09$.
- 2) Вентилі: для $d = 0,23$ м $\xi_2 = 0,3$.
- 3) Вихід з труби: $\xi_3 = 1$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів в нагнітальній лінії:

$$\Sigma \xi = 3 \cdot \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + \xi_3 = 3 \cdot 0,09 + 2 \cdot 0,3 + 1 = 1,87.$$

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

$$h_{\pi.наг} = \left(0,018 \frac{3}{0,34} + 1,87 \right) \frac{1,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,4 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору:

$$h_{втр} = h_{\pi.вс} + h_{\pi.наг} = 0,23 + 0,4 = 0,63 \text{ м.}$$

Вибір насоса.

Знаходимо напір насоса за формулою:

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho g} + H_{\Gamma} + h_{втр},$$

де p_1 – тиск в апараті, з якого перекачується рідина,

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

p_2 – тиск в апараті, в який подається рідина, різниця тисків дорівнює надмірному тиску, Па;

H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини.

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^6}{998 \cdot 9,81} + 6,5 + 0,4 = 17,1 \text{ мм. вод. ст.}$$

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Заданим подачі і напору більше всього відповідає відцентровий насос марки CDXM 200/12, $Q = 15 \text{ м}^3/\text{год}$, $H = \text{до } 18 \text{ м}$ [21].

Накопичувальні баки для води підбираємо за продуктивністю. Необхідні 3 баки об'ємом 1000 м^3 і 2 баки об'ємом 5 м^3 .

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Автоматичне регулювання та контроль виробництва

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

На підставі аналізу особливостей технологічного процесу очищення стічних вод фармацевтичних виробництв (опис технологічної схеми очищення стічних вод фармацевтичних виробництв здійснено у розділі 4), його апаратурного оформлення та норм технологічного режиму необхідно забезпечити такий рівень автоматизації виробництва:

- контроль та регулювання витрати води в трубопроводах;
- контроль рівня у відстійниках, фільтрах та у збірниках вод;
- контроль і сигналізація перепаду тиску у фільтрах.

Параметри регулювання та контролю виробництва наведені у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва

№ п/п	Найменування стадії процесу (технологічний об'єкт) місце заміру параметру	Найменування параметра, що контролюється або регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Трубопровід	Витрата	54 м ³ /добу	Контроль, регулювання
2	Трубопровід	Витрата	4,5 м ³ /добу	Контроль, регулювання
3	Установка зворотного осмосу	Витрата	100 м ³ /добу	Контроль

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
4	Освітлювач	Рівень		Контроль
5	Фільтр	Рівень	2 м	Контроль
6		Перепад тиску		Контроль, сигналізація
7	Бак очищеної води	Рівень		Контроль
8	Збірник побутових стічних вод	Рівень		Контроль
9	Збірник промислових стічних вод	Рівень		Контроль

6.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу

У розробленій схемі розглядається можливий варіант очищення стічних вод фармацевтичних виробництв. Для нормальної роботи усього технологічного устаткування, мінімізації можливих людських помилок, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів розроблено схему автоматизації, яка спрямована розв'язувати всі ці задачі.

Контури 5, 6, 7, 8, 9 10 та 11 забезпечують контроль рівня в збірниках, відстійниках та фільтрах та складаються з таких ТЗА: 3-1, 4-1, 5-1, 6-1, 7-1, 8-1, 9-1 – вимірювальні перетворювачі рівня; 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-2, 8-2, 9-2 – проміжні перетворювачі рівня, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3, 7-3, 8-3, 9-3 – показувальні і реєструвальні прилади.

Для контролю витрати води застосовано контури 1, 3, 15, що складаються з наступних ТЗА: 1-1, 2-1, 12-1 – звужувальні пристрої; 1-2, 2-2, 12-2 – вимірювальні тензоперетворювачі різниці тисків; 1-3, 2-3, 12-3 – показувальні та реєструвальні прилади; 1-4, 2-4, 12-4 – пневматичні

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулятори; 1-5, 2-5, 12-6 – пневматичні виконавчі механізми.; 1-6, 2-6 – пневмоелектричні перетворювачі; 1-7, 2-7, 12-5 – електропневматичні перетворювачі.

Контури 12 та 13 забезпечують контроль перепаду тиску і сигналізацію у механічних фільтрах та складаються з таких ТЗА: 10-1, 11-1 – вимірювальні перетворювачі перепаду тиску; 10-2, 11-2 – вторинні прилади з сигналізацією.

Для дистанційного керування роботою електроприводу призначені такі місцеві прилади: МП1 – магнітний безконтактний реверсивний пускач; SA1 – кнопка запобіжного вимикання, на щиті керування: SB1, SB2 – пост управління кнопковий та сигнальні лампи HL1, HL2, HL3 та HL4 [13].

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 Екологічна безпека виробництва

З метою зменшення кількості відходів можуть бути запроваджені наступні методи екологізації.

В першу чергу, це використання технологій, які забезпечують збереження, відсутність або зменшену кількість відходів комплексної переробки сировини. При цьому необхідно так організовувати територіально-виборчий комплекс, щоб відходи даного виробництва повністю або частково були сировиною для нього. Щоб ефективно вирішити проблеми утилізації відходів виробництва, необхідно здійснити їх паспортизацію, визначити токсичність, передбачити та вивчити наслідки їх впливу на екосистему.

В результаті реалізації даної схеми утворюються шлами, що скидаються з відстійників і стічні води від промивки механічних фільтрів.

Шлам містить $\text{Al}(\text{OH})_3$, різноманітні забруднення (органічні сполуки біологічного походження), антибіотики.

Перед тим, як спрямувати осади стічних вод на ліквідацію або утилізацію, їх піддають попередньому обробленню для отримання шламу, властивості якого забезпечують можливість його утилізації або ліквідації з найменшими затратами енергії та забрудненням довкілля.

Початковою стадією технологічного циклу оброблення осадів стічних вод є їх ущільнення. Для ущільнення часто застосовують гравітаційний, флотаційний, відцентровий та вібраційний методи. Гравітаційний і флотаційні методи ущільнення відбуваються у відстійниках-ущільнювачах. Ущільнення відцентровим методом проходить у циклонах і центрифугах, а вібраційним — за допомогою вібраторів, які занурюють в осад.

Стабілізація осадів використовується для руйнування біологічно розкладеної частини органічної речовини, що запобігає гниттю осадів при тривалому зберіганні на відкритому повітрі.

Органічні домішки відправляються на переробку і утилізацію. Це може бути спікання з нагрівом з випалюванням органічної частини, або переробка таких домішок на добрива.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кондиціювання осадів проводять для руйнування колоїдної структури осаду органічного походження та збільшення їх водовіддачі при зневодненні. В наш час економічнішими методами кондиціювання є: теплове оброблення, заморожування та електрокоагуляція.

Спалювання — найбільш поширений метод ліквідації осадів стічних вод. Осади спалюють на станціях очищення стічних вод у багатоподових, циклонних печах, а також у печах киплячого шару. Шлами від побутових стічних вод прожарюються при 120 °С і переробляються на добрива.

$\text{Al}(\text{OH})_3$ перетворюють на Al_2O_3 і використовують як наповнювач у матеріали. Алюміній оксид є головною складовою наждаку — абразивного матеріалу. Тугоплавкість і корозійна стійкість алюміній оксиду зумовлює його застосування для виготовлення термостійкого хімічного посуду, цегли для мурування скловарних печей.

Екологічні платежі розраховувати недоцільно, так як стічні води містять невисокі концентрації забруднюючих речовин і скидалися на Бортницьку очисну станцію, а не у найближчі водойми [14].

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8 Об'ємно-планувальні рішення

8.1 Компонування обладнання виробництва

Основною задачею компонування є правильна організація технологічного процесу, який проектується. Компонування устаткування в будівлі виявляє: конфігурацію будинку, його поверховість і розміри в плані, розташування східців, допоміжних помешкань, монтажних проходів, наявність грузопідйомного устаткування і так далі.

Розміщення обладнання в цеху, та за його межами має відповідати наступним вимогам:

- 1) раціональна організація технологічного процесу та ремонту;
- 2) забезпечення умов безпеки праці;
- 3) нормальні санітарно-гігієнічні умови праці персоналу;
- 4) використання збірних залізобетонних конструкцій;
- 5) мінімальна вартість.

За для визначення типу та об'єму споруди необхідно виконати компонування обладнання. Об'єм споруди залежить від ряду факторів, і в першу чергу від числа одиниць та розмірів технологічного обладнання, та можливості встановлення обладнання на відкритих площах.

Компонування будинків, як правило, прямокутної форми, тому що це дозволяє просто і зручно організувати загальнозаводську територію, приймати прості проектні рішення тощо. Поверховість визначається певними умовами роботи проектованого виробництва (вертикальний або горизонтальний технологічний процес). При необхідності можна застосувати укриття у вигляді шатра, цехів без стін – з одним лише дахом.

Компоненти цеху розміщуються у закритому приміщенні прямокутної форми, збудованому з залізобетонних конструкцій.

Для забезпечення роботи відділення з заданою продуктивністю використовують набір обладнання, описаний у розділі 4. Розташування апаратів: в одній лінії – освітлювачі, фільтри і бак з коагулянтном; в другій ліній – нанофільтраційні на фотокаталітичні установки, насоси. Такий тип

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розташування дає можливість без проблем замінити обладнання у разі необхідності і забезпечує вільний доступ до апаратів для ремонту. Цех має один проліт, величина якого складає 11 м. Крок колон приймається рівним 10 метрам.

Розташовуючи обладнання в цеху використовують наступні правила, що забезпечують нормальну роботу обладнання, та безпеку робочого персоналу:

- 1) можливість швидкої заміни апаратів з невеликим строком експлуатації, а також змінних деталей;
- 2) проходи, що забезпечують безпеку персоналу мають складати не менш ніж 1 м, на фронті обслуговування машин не менше ніж 1,5 м.
- 3) машини та апарати, що обслуговуються підйомними кранами, необхідно розміщувати в зоні близькій від крюку крану;
- 4) необхідно забезпечити цех засобами механізації завантаження та вивантаження сировини та продуктів;
- 5) необхідно передбачити площі для тимчасового зберігання контейнерів з сировиною, проміжних продуктів та ін.

Також при розміщенні необхідно запобігати перекривання матеріальних потоків. Кожен апарат має розміщуватись так, щоб його можна було легко встановити, обслуговувати, ремонтувати та демонтувати.

Також у відділенні передбачені туалети, підсобне приміщення, лабораторія, кабінети головного технолога та начальника цеху.

Ширина робочих проходів:

$$l = \alpha \cdot a$$

$$a = (a_1 + a_2) / 2$$

де a_1, a_2 – зони обслуговування сусіднього обладнання (1–2 м); $\alpha = 1,5$ м.

$$a = (1 + 1) / 2 = 1 \text{ м};$$

$$l = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ м}.$$

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відстань від стінки до апарата:

$$l = a + 0,2;$$

$$l = 1 + 0,2 = 1,3 \text{ м.}$$

Таблиця 8.1 – Характеристика апаратів

Апарат	Діаметр	Довжина	Ширина	Висота	Кількість	Орієнтація у просторі	Розташування
Нанofільтраційна установка		4400	1300	2400	1	Вертикально	Всередині
Освітлювач	4250			10200	1	Вертикально	Всередині
Механічний фільтр	2000			6450	2	Вертикально	Всередині
Фотокаталітична установка		965	330	1300	2	Горизонтально	Всередині
Резервуари для води		15000	15000	5000	2	Горизонтально	Зовні
Резервуари для води		5000	5000	5000	2	Горизонтально	Зовні
Насос	1,3	2,9			6	Горизонтально	Всередині

8.2 Підйомно – транспортне устаткування

Для переміщення всередині цеху запасних частин, інструментів, монтажу і демонтажу технологічного устаткування проектом передбачають підйомно-транспортне устаткування, що є невід'ємною частиною механізації й автоматизації виробничих процесів, спрямованих на ліквідацію ручних вантажно-розвантажувальних робіт і важкої праці при виконанні основних і допоміжних виробничих операцій.

У даному дипломному проекті для підйому обладнання використовується кран типу монорейка.

Монорейки застосовують спільно з електроталіями, з ручними таліями, пневматичними або гідравлічними підйомниками або обслуговуючих

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих місць при транспортуванні на значну відстань. Вони підвішуються до несучих конструкцій будинку чи укладаються по них на висоті не більше 2,5 м. Вантажопідйомність монорейок 0,1...10 т., висота підйому до 6 м, швидкість підйому 8 м/хв, швидкість пересування 20 м/хв. Вантажопідйомність підйомників до 20 т. Недолік – мала зона обслуговування. У даному проекті застосовується монорейка вантажопідйомністю 10 т.

Висоту одноповерхової будівлі при використуванні підвісного крана можна визначити по формулі:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6,$$

де: h_1 – найбільша висота технологічного устаткування 10200 мм;

h_2 – мінімальна відстань між устаткуванням і піднятим вантажем, приймаємо 1000 мм;

h_3 – висота самого крупногабаритного технологічного вантажу, приймаємо рівним 2000 мм;

h_4 – відстань від верху вантажу до центру крюка, приймаємо рівним 1000 мм;

h_5 – відстань від центру крюка в граничному верхньому положенні до рівня головки підкранової рейки, приймаємо рівним 300 мм;

h_6 – відстань від верху головки підкранової рейки до низу кроквяної конструкції, приймаємо рівним 2200 мм.

$$H = 10200 + 1000 + 2000 + 1000 + 400 + 2200 = 16800 \text{ мм.}$$

З урахуванням вимог уніфікації і типізації об'ємно-планувальних і конструктивних рішень розраховану висоту приміщення приводимо до найближчої більш крупної величини з уніфікованого ряду висот, тоді для споруди вибираємо одноповерхову будівлю заввишки 17000 мм.

В якості підйомно-транспортного пристрою для демонтажу устаткування, завантаження і розвантаження апаратів передбачено монорейку загального призначення – вантажопідйомність 3,2-50 т, проліт 10-40 м, висота підйому залежно від умов навантаження-розвантаження 7-

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16м. Несучі елементи кріпляться на чотирьох опорах, які дещо схожі на ноги тварини звідки й назва цього типу кранів.

8.3 Конструктивне рішення будівлі і її елементів

Будівництво одноповерхової будівлі викликано й обґрунтовано такими вихідними даними: в одноповерхових будівлях забезпечується зручний зв'язок із зовнішньою територією, немає сходів і підйомників, будівлі володіють простотою будівельної конструкції і можливістю установки важкого устаткування прямо на фундамент, а також можливість використання природноорганізованої вентиляції – аерації і природного освітлення через бічні отвори.

Вибір поверховості проектованої будівлі варто здійснювати з урахуванням переваг і недоліків, розглянутих у попередній главі при класифікації будівель.

У цілому, рішення про будівництво одноповерхової будівлі може бути викликано й обґрунтовано такими вихідними даними:

- а) розвинутим по горизонталі технологічним процесом;
- б) великогабаритним устаткуванням і продукцією, що випускається;
- в) значними навантаженнями, включаючи динамічні;
- г) підйомно-транспортними пристроями (крани різного типу) великої вантажопідйомності;
- д) підлоговим рейковим транспортом для завезення і вивозу продукції,
- е) перевезень усередині будівлі;
- є) наявністю достатньої ділянки для забудови зі слабоухиленним рельєфом і рівними по площі гідрогеологічними умовами;
- ж) високими сейсмічними і вітровими навантаженнями;
- з) прагненням по можливості сховати об'єкт від огляду зі значної від-стані, не порушуючи природний ландшафт;
- і) відсутністю суворо заданих параметрів внутрішньоцехового середовища;

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- к) використанням для повітрообміну всього обсягу будівлі природно організованої вентиляції – аерації;
- л) використанням природного освітлення через бічні і верхні світло-прорізи на всій робочій площі в будівлі;
- м) підвищеною пожежною і вибуховою безпекою виробництв, розташованих у будівлі;
- н) підвищеними вимогами до евакуації людей в аварійних ситуаціях;
- о) скороченими термінами будівництва;
- п) наявністю розвитої індустріальної бази для масового виготовлення і монтажу (або тільки транспортування і монтажу) конструкцій одноповерхових будівель, зокрема з ЛМК (легких металевих конструкцій).

Усі будівлі і споруди складаються з конструктивних елементів, які у свою чергу поділяються на підтримкові і захисні.

Фундаменти складаються з підколінника і плити. Підколонник має спеціальне заглиблення – стакан, в який установлюють залізобетонну колону.

Стакани зверху на 150 мм, а внизу на 100 мм більше розмірів колони. Це забезпечує зручність монтажу й краще центрування колони. Глибину стакану приймають на 50 мм більше за заглиблену у стакан частину колони. При установці колони на дно стакану на 50 мм підсипають пісок, а після установки й розкріплення колони вільне місце, що залишилося, в стакані заповнюють цементно-піщаним розчином.

Колони – це вертикальні підтримкові елементи каркасу будинків. Виконують колони з залізобетону або сталі. Залізобетонні колони одноповерхових промспоруд виготовляють прямокутного перерізу і двогілковими. За розташуванням у будинку колони розрізняють як крайні (що розташовуються уздовж зовнішніх стін) і середні.

Ферму вибираємо довжиною 30 м. На фермах покриття укладають плити покриття, що сприймають навантаження, утворювані дахом, снігом, вентиляційними та іншими устроями, установленими на даху будинку, і

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

передають їх на підтримкові конструкції покриття або стіни. Типові залізобетонні плити покриття масового виготовлення мають розміри у плані 3×6 та 1,5×6 м.

У промислових будівлях використовується переважно природне освітлення. Розміри вікон слід призначати відповідно ГОСТ 12506–81, висота вікон приймається кратною 1800 мм, ширина 3600 мм.

Розміри воріт і дверей та їх кількість для кожного приміщення визначають залежно від необхідної пропускної спроможності. Вибираємо ворота висотою 2070 мм; шириною 3640.

8.4 Генеральний план виробництва

Генеральний план промислового підприємства являє собою накреслену в масштабі схему промислового майданчика з зображеними проєктованими та існуючими будинками і спорудженнями, основними дорогами і проїздами, благоустроєм й озелененням території.

Генеральні плани промислових підприємств виконують із дотриманням вимог діючих СНіП, інструкцій із розробки схем генеральних планів, санітарних норм проєктування промислових підприємств, Держстандартів і інших нормативних документів, зокрема СНіП II-89-80, СНіП II-92-76, СИ 245-71, СН 119-70, СНіП II-106-79, ДСТУ 9238-83 та ін.

Рішення генерального плану повинно забезпечувати найбільш сприятливі умови для виробничого процесу і праці, раціональне використання земельної ділянки, найбільшу ефективність капітальних вкладень, раціональну організацію виробничих, транспортних та інженерних зв'язків на підприємствах, між ними і житловою територією, захист оточуючих територій від забруднень тощо.

При проєктуванні генплану підприємства використовують декілька принципів, зокрема принцип функціонального зонування, який полягає у поділі майданчику підприємства на зони за їх функціональним використанням: передзаводську, виробничу, підсобну і складську.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При проектуванні кожної зони, будинки і спорудження в них варто об'єднувати в групи, споріднені за призначенням, за ступенем шкідливості виробництв, їх пожежо- і вибухонебезпечності. Групуючи об'єкти, варто прагнути до такого їхнього розташування, щоб найбільша кількість працівників не піддавалася впливу шкідливих речовин і у випадку аварії знаходилася поза межами небезпечної частини території підприємства.

Правильне взаємне розташування зон і належного угруповання в них будинків і споруджень – основа раціональної побудови генерального плану.

Для зменшення загазованості житлового масиву викидами промислових підприємств їх розташовують із урахуванням переважного напрямку вітрів, що визначають по середній розі вітрів літнього періоду на основі багаторічних спостережень (50-100 років) метеорологічних станцій.

Розу вітрів розташовують на генеральних планах у верхньому лівому куті креслення і будують у відповідному масштабі в такий спосіб: окружність ділять на 8 рівних частин і в результаті одержують 8 румбів: Сх, ПдСх, ПнСх, Пд, ПдЗх, Зх, ПнЗх, Пн. Від центра окружності (початок координат) відкладають в обраному масштабі відсоткову повторюваність вітрів протягом року по відповідних румбах. Отримані точки з'єднують. Найбільш витягнута сторона отриманої фігури показує напрямок пануючих вітрів.

Для виключення або зменшення заносу шкідливих речовин у житловий район вітрами інших напрямків, що відрізняються від переважного, між підприємством і житловим районом передбачають санітарно-захисну зону.

Ширину санітарно-захисної зони визначають залежно від виду виробництва, шкідливих речовин, що виділяються і умов технологічного процесу відповідно до вимог СН 245-71. Класифікація підприємств, виробництв і об'єктів установлює п'ять класів мінімальних санітарно-захисних зон:

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

I – 1000 м; II – 500 м; III – 300 м; IV – 100 м; V – 50 м. Санітарно-захисну зону або її частину не можна використовувати як резерв для розширення території підприємства.

Для даного проекту обрано IV клас санітарної зони.

Будинки і спорудження на території промислового підприємства варто розташовувати компактно, відповідно до їхнього технологічного взаємозв'язку, характером шкідливих викидів, що виділяються і в залежності від пожежо- і вибухонебезпечності виробництв.

При визначенні протипожежних відстаней за основу взято ступінь вогнестійкості будинків і категорія виробництва за вибуховою, вибухопожежною і пожежною небезпекою. Так, відстані між будинками і спорудженнями I і II класів вогнестійкості, якщо в них не розміщені виробництва, небезпечні по вибуху або пожежі, звичайно не нормують. Якщо ж у цих будинках розміщені вибухо- або пожежонебезпечні виробництва, то відстані між ними приймають не менше 9 м. Для будинків III, IV і V ступенів вогнестійкості названі відстані збільшують до 12, 15 і 18 м. Для проекту обрано 9 метровий протипожежний розрив.

Водночас СНіП II-89-80 передбачає окремі умови, що дозволяють не нормувати або зменшувати протипожежні відстані.

Будинки, спорудження, відкриті установки, в яких проводяться виробничі процеси, що виділяють в атмосферу газ, дим, пилюку; вибухо- і пожежонебезпечні об'єкти (у тому числі склади ЛЗР, спалюваних матеріалів та ін.) не варто розташовувати відносно інших будинків і споруджень із навітряної сторони для вітрів переважаючого напрямку. При цьому склади паливних і легкозаймистих рідин і скраплених газів варто розміщувати у знижених місцях рельєфу відносно інших об'єктів підприємства з метою запобігання поширенню пожежі по території проммайданчику.

Для забезпечення можливості ефективного гасіння пожежі необхідно передбачити під'їзд пожежних автомобілів до будинків і споруджень по всій їхній довжині при ширині будинку або спорудження до 18 м – з одного боку,

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при більшій ширині – з двох боків. Відстань від краю проїжджої частини або спланованої поверхні землі, що забезпечує під'їзд пожежних машин, до стіни будинку повинна бути не більше 25 м при висоті будинків до 12 м. При більшій висоті відстань зменшується до 10 м.

До водойм, що можуть бути використані для гасіння пожежі, слід влаштовувати під'їзди з майданчиками розміром не менше 12×12 м для пожежних автомобілів.

Санітарний розрив між будинками, що освітлюються через віконні прорізи, для забезпечення необхідної інсоляції повинен бути не менше висоти (до верха карниза) протилежного найбільш високого будинку. Для даного виробництва санітарний розрив складає 100 м.

Оскільки санітарні розриви і протипожежні відстані між будинками і спорудженнями найчастіше не збігаються за розміром, приймають найбільші відстані.

До благоустрою території відносять зелені насадження, природний ландшафт, кольорову гаму будинків, споруджень, відкритого устаткування, покриттів доріг і тротуарів, малі архітектурні форми (навіси, альтанки, декоративні стінки, ослони, квіткові вази, елементи наочної агітації, твори монументальної творчості та ін.), майданчики для відпочинку і занять спортом.

Площу озеленених ділянок визначають із розрахунку не менше 3 м² на одного працівника у найбільш численній зміні, проте граничний розмір ділянок не менше 15 % площі території підприємства. Основними елементами озеленення служать газон та місцеві види деревинно-чагарникових рослин. Для даного дипломного проекту вона складає 50 м².

Впорядковані майданчики для відпочинку розміщують із навітряної сторони відносно будинків із виробництвами, що виділяють шкідливі викиди в атмосферу. Розміри майданчика визначають із розрахунку до 1 м² на одного працівника в найбільш численній зміні.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 Охорона праці

Як видно з технологічної частини проекту, на об'єкті не використовуються шкідливі, горючі та вибухонебезпечні речовини і матеріали, але використовується електрична енергія. Внутрішньоцеховий транспорт представлений промисловими трубопроводами, а також ручними візками для транспортування хімічних реактивів.

Проектне рішення прийнято з врахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

В даному розділі на основі аналізу шкідливих та небезпечних виробничих факторів, з урахуванням особливостей виробничого середовища відділення розроблено план заходів щодо створення здорових та безпечних умов праці та пожежної безпеки.

9.1 Виявлення та аналіз шкідливих небезпечних виробничих факторів на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 категорія робіт в приміщенні відділу очищення стічних вод за важкістю відноситься до Іб – легкі фізичні роботи. Дані роботи виконують апаратники та лаборанти відділу очищення стічних вод. Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень наведені в таблиці 9.1.

Для підтримки сприятливих умов в цеху прийнято проектом комбіновану припливно-витяжну систему вентиляції. В період, коли проводиться заміна загрузки механічного фільтру, з метою зниження запилення передбачене вологе прибирання приміщень промисловими пилосмоками.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 9.1 - Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек.
Холодний період року	Легка Іа	22 - 24	60 - 40	0,1
	Легка Іб	21 - 23	60 - 40	0,1
	Середньої важкості Іа	19 - 21	60 - 40	0,2
	Середньої важкості Іб	17 - 19	60 - 40	0,2
	Важка ІІІ	16 - 18	60 - 40	0,3
Теплий період року	Легка Іа	23 - 25	60 - 40	0,1
	Легка Іб	22 - 24	60 - 40	0,2
	Середньої важкості Іа	21 - 23	60 - 40	0,3
	Середньої важкості Іб	20 - 22	60 - 40	0,3
	Важка ІІІ	18 - 20	60 - 40	0,4

У виробничих умовах параметри мікроклімату вимірюються на початку, в середині і в кінці холодного і теплого періодів року не менше трьох разів за зміну. Температура вимірюється ртутним термометром. Відносна вологість – психрометром аспіраційним, швидкість повітря – анемометром.

9.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-06, розряд зорових робіт у робочому приміщенні - ІІ (роботи дуже високої точності).

В приміщенні наявні такі системи освітлення: природне освітлення, штучне загальне освітлення, охоронне та аварійне освітлення. Природне освітлення представлене боковим світлом. Приміщення освітлюється за допомогою 10 дволампових світильників типу ШОД (закриті знизу металевими ґратами, з боків – стеклами), які розміщені у два ряди і, в

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кожному з яких знаходяться люмінесцентні лампи потужністю 40 Вт, тип ламп ЛД 40. Для аварійного освітлення застосовуються лампи розжарювання.

Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{cl} = 70\%$, стіни мають світлосірий колір $\rho_{cn} = 50\%$, підлога з дубового паркету $\rho_n = 30\%$. Висота робочої поверхні h_p становить 0,8м, характеристика фону – середній, контраст об'єкта розпізнавання з фоном великий.

Для розрахунку освітленості приймаємо коефіцієнт запасу (k_z) рівним 1,5, а коефіцієнт нерівномірності (z) рівним 1,1.

Згідно ДБН В.2.5.28-2006 нормоване значення освітленості на робочому місці $E_n = 200$ лк.

На підставі характеристики системи освітлення і розмірів приміщення визначаємо фактичну освітленість у приміщенні. Для цього виходячи з типу і потужності ламп визначаємо світловий потік, який випромінює кожна з них:

$$F_n = 2340 \text{ лм.}$$

Підраховуємо індекс приміщення i по формулі:

$$i = ab / h_c (a + b),$$

де a і b - довжина і ширина приміщення, м;

h_c – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м:

$$i = 10 \cdot 6 / 3,2 (10 + 6) = 1,17 \approx 1,1.$$

Виходячи з індексу приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ($\rho_{cl}, \rho_{cn}, \rho_p$), визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку η : $\eta = 0,43$.

Фактичне значення освітленості в приміщенні E_ϕ :

$$E_\phi = F_n N n \eta / S k_z z,$$

де F_n – світловий потік лампи, лм;

N – кількість світильників, од.;

n – кількість ламп в світильнику, од.;

S – площа приміщення, м²:

$$E_\phi = 200 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0,43 / (10 \cdot 6) \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 203,3 \text{ лк.}$$

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівнюємо фактичне значення освітленості, що створює у приміщенні задана система загального штучного освітлення з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони:

$$\sigma = ((|E_n - E_{\phi}|) / E_n) \cdot 100\% = ((|200 - 203,3|) / 200) \cdot 100\% = 1,7\%.$$

Відхилення фактичного значення від нормативного не більше 10%, отже, система освітлення відповідає нормативним вимогам.

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.

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

9.1.3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

Джерелом шуму у відділенні очищення стічних вод фармацевтичного підприємства є рух води по трубопроводах, оскільки вода рухається з великою швидкістю, насоси та їх електродвигуни, установка зворотнього осмосу, дозатори коагулянту. За походженням цей шум належить до гідродинамічного.

Допустимі рівні звуку в приміщеннях та території відділення, згідно ДСН 3.3.6.037-99, становлять 80 дБА. Фактичний рівень шуму складає 76 дБа, що задовольняє вимоги.

Для зменшення рівня шуму та вібрації в цеху проектом передбачені наступні заходи:

- насосні агрегати обладнано надійними звукоізолюючими пристроями, що представляють собою використання вібродемпфуючих матеріалів та гнучких сполучень;
- використовуються насоси на віброізоляторах;

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- змінюється число оборотів джерела вібрації для збільшення розриву між власною частотою коливань і резонансною частотою.

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

Електробезпека

Електрообладнання у відділенні підготовки води очищеної живиться від трьохфазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Можливими причинами ураження людей електричним струмом є:

- дотик до відкритих струмоведучих частин;
- дотик до струмопровідних неструмоведучих елементів, які опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції;
- ураження кроковою напругою;
- ураження через електродугу.

У відділенні, яке проектується, з метою збереження здоров'я персоналу всі струмоведучі частини устаткування, до яких можливий дотик персоналу, ізолювані. Опір ізоляції електропроводів вище 0,5 МОм.

Напруга переносних ламп не вище 36 В. Для переносних електроінструментів застосовують малі напруги. Передбачено спецодяг: діелектричні рукавички, боти.

Забезпечено заземлення всіх механізмів, електродвигунів і пускових пристроїв.

Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного аварійного відключення устаткування, а також звукову і світлову сигналізацію. Контроль опору ізоляції здійснюється підвищеною напругою при введенні устаткування в експлуатацію приладами М-1101, МС-06. Періодичність контролю не рідше одного разу в рік.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 допустимі рівні напруг дотику і струму, що проходить через тіло людини:

- при нормальному режимі роботи електроустаткування: $U=2$ В,
 $I = 0,3$ мА;
- при аварійному – відповідно 36 В і 6 мА.

Шкідлива дія електричного струму на людину розраховується за формулою:

$$I_{\text{люд}} = \frac{U_{\text{дот}}}{(R_{\text{л}} + R_{\text{о}})}, \quad (10.1)$$

де $U_{\text{дот}}$ – напруга дотику, В;

$R_{\text{л}}$ – опір людини, Ом;

R – опір заземлюючого устаткування, Ом.

Допустимі величини сили струму та напруги дотику згідно з ГОСТ 12.1.038-82:

$$\begin{aligned} I_{\text{люд}} &= 0,2 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} &= 2 \text{ В} \end{aligned} \quad \text{при } t_{\text{д}} \leq 10 \text{ хв/добу, нормальний режим;} \\ I_{\text{люд}} &\leq 6 \text{ мА} \\ U_{\text{д}} &= 36 \text{ В} \quad \text{при } t_{\text{д}} > 1 \text{ с, аварійний режим.}$$

При нормальному режимі при $\tau \leq 10$ хв/добу, $R_{\text{л}} = 3000$ Ом, $R_0 = 4$ Ом.

Тоді згідно з рівняннями:

$$\begin{aligned} I_{\text{л}} &= \frac{220 \cdot 10^3}{3000 + 4} = 73,23 \text{ мА,} \\ U_{\text{л}} &= 73,23 \cdot 3 = 279,72 \text{ В.} \end{aligned}$$

Отже, розраховані значення $I_{\text{л}}$ і $U_{\text{д}}$ значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог ПУЕ у відділенні можливі електротравми з тяжкими наслідками.

Відділення відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою.

Передбачено занулення всіх насосів та всього обладнання для забезпечення захисту від враження електричним струмом робочих, якщо відбулося замикання на корпус обладнання. Між двома лініями

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трубопроводів через кожні 20 метрів ставляться перемички з метою недопущення виникнення статичної напруги.

Для ізоляції струмопровідних частин електрообладнання, до яких можливий дотик персоналу, а також усунення небезпеки поразки з появою напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електроустаткування передбачена подвійна ізоляція.

Також у відділенні передбачено світову попереджувальну сигналізацію зеленого кольору з написом увімкнено. Для захисту обслуговуючого персоналу всі інструменти мають ручки, які покриті гумою.

Все назване вище є засобами колективного захисту від ураження електричним струмом. До засобів індивідуального захисту відносяться: захисні окуляри і захисні щитки при необхідності захисту очей, діелектричні гумові рукавички, боти, коврики. Для профілактики електротравматизму застосовуються знаки безпеки.

9.2 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання

Безпека експлуатації обладнання технологічної досягається системою організаційних і технічних засобів, які забезпечують безпеку в нормальному режимі роботи устаткування та в аварійному їх стані.

Тиск в технологічних трубопроводах та апаратах складає 0,6 МПа. Тиск в мембранному блоці зворотноосмотичної установки складає 6 МПа. При порушеннях нормальних режимів роботи технологічної лінії можуть виникнути негативні наслідки, такі як прорив трубопроводів, розгерметизація апаратів, які не розраховані на великий тиск. Продуктивність технологічної схеми по очищенню води становить 58,5 м³/год. Це свідчить про те, що при прориві трубопроводів можливе затоплення відділу, що може призвести до короткого замикання та пожежі. Для уникнення цієї небезпеки в підлозі передбачено встановлення решітки з відводом води до каналізації.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також небезпечним фактором є перелив рідини з баків, що містять розчини коагулянту та хімічної очистки мембранних модулів. Розчини мають агресивне середовище, що може призвести до хімічних опіків працівників відділу. Для уникнення цього фактору на баках встановлене автоматичне контролювання рівня рідини та сигналізацію в разі підйому рівня вище допустимого.

9.3 Пожежна безпека

В проектуваному цеху знаходяться горючі матеріали: меблі, вікна, двері, електрообладнання.

Електрообладнання може спалахнути в результаті наступних причин: перевантаження та нагрів електрообладнання, іскра від пошкодження електропроводки, електрозамикання.

Для гасіння пожежі передбачена стаціонарна система пожежогасіння багатократною повітряно-механічною піною, водогінна мережа, змонтована у вигляді стояків. Будівля захищена від прямого удару блискавки блискавковідводом стрижньового типу. Безпечність експлуатації електрообладнання досягається системою організаційних та технічних заходів і засобів. До них відносяться: електрична ізоляція, недоступність струмоведучих частин, занулення. 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”.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10 Економічні розрахунки, власні, менеджерські і маркетингові рішення

10.1 Класифікація виробничих процесів цеху

1. Купівля засобів і реактивів для підготовки води.
2. Подача промивних вод з цехів на установку зворотного осмосу.
3. Двоступенева зворотно-осмотична установка.
4. Подача побутових стічних вод у відстійник.
5. Відстоювання побутових відходів.
6. Контактна коагуляція в освітлювачі.
7. Фільтрація води через вуглецеві фільтри.
8. Знезараження води від антибіотиків методом фотокаталізу.
9. Промивка фільтрів.
10. Видалення шламу з відстійників і баку контактної коагуляції.
11. Заміна відпрацьованих елементів установки.

Класифікація виробничих процесів цеху на основні, допоміжні і підсобні наведена в таблиці 10.1

Таблиця 10.1 – Класифікація виробничих процесів підприємства на основні, допоміжні і підсобні

Основні	1. Прийом промивних вод з цехів. 2. Двоступенева зворотно-осмотична установка. 3. Подача побутових стічних вод у відстійник. 4. Відстоювання побутових відходів. 5. Контактна коагуляція. 6. Фільтрація води через вуглецеві фільтри. 7. Знезараження води від антибіотиків методом фотокаталізу.
Допоміжні	1. Купівля засобів і реактивів для підготовки води.
Підсобні	1. Заміна відпрацьованих елементів установки. 2. Промивка фільтрів. 3. Видалення шламу з відстійників і баку контактної коагуляції.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалість операцій виробничого процесу наведена в таблиці 10.2.

Таблиця 10.2 – Тривалість операцій виробничого процесу

№ п/п	Назва операції	Час виконання, хв
1	Подача промивних вод з цехів на установку зворотного осмосу	10
2	Двоступенева зворотно-осмотична установка.	60
3	Подача побутових стічних вод у відстійник	10
4	Відстоювання побутових відходів.	90
5	Контактна коагуляція.	90
6	Фільтрація води через фільтри.	60
7	Знезараження води методом фотокаталізу.	20

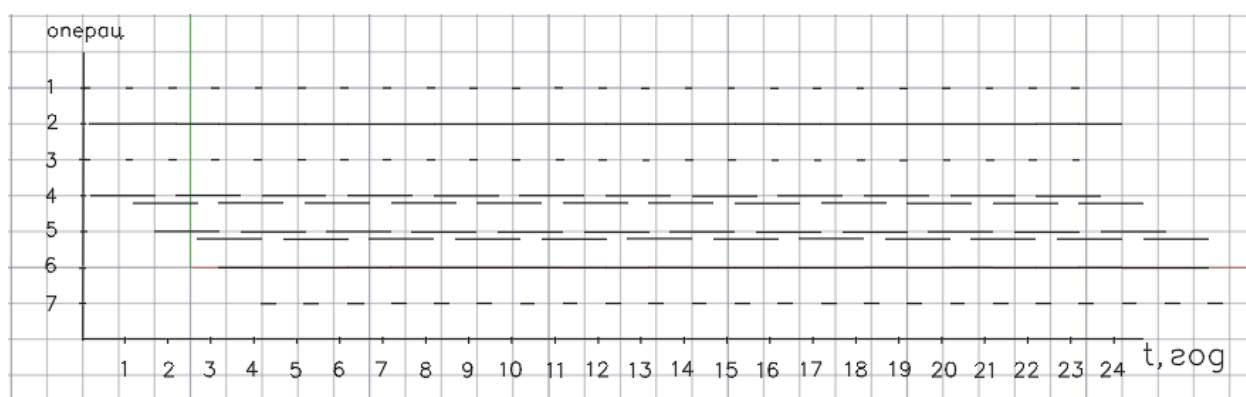
Графік оптимального виду руху предметів праці.

$$T_{\text{вц}}^{\text{посл}} = B \cdot \sum t_i;$$

Тривалість виробничого циклу: $T_{\text{вц}}^{\text{посл}} = 1 \text{ доба} = 1440 \text{ хв.}$

Сумарний час усіх операцій: $\sum t_i = 270 \text{ хв.}$

Синхронізований



$$T_{\text{вц}}^{\text{синхр}} = \sum t_i + (B - 1) \cdot R;$$

$$1440 = 270 + (B - 1) \cdot 50;$$

$$B = 24.$$

Таким чином, для даного процесу обираємо синхронізований ВРПП з інтервалом у 50 хв, так як тільки він забезпечує переробку 1403,5 м³/добу стічних вод виробництва за 24 години. Даний режим роботи забезпечує мінімальне простоювання обладнання.

При синхронізованому ВРПП випуск становить 24 циклів за добу, що і потрібно виробництву.

10.2 Організаційна структура підприємства

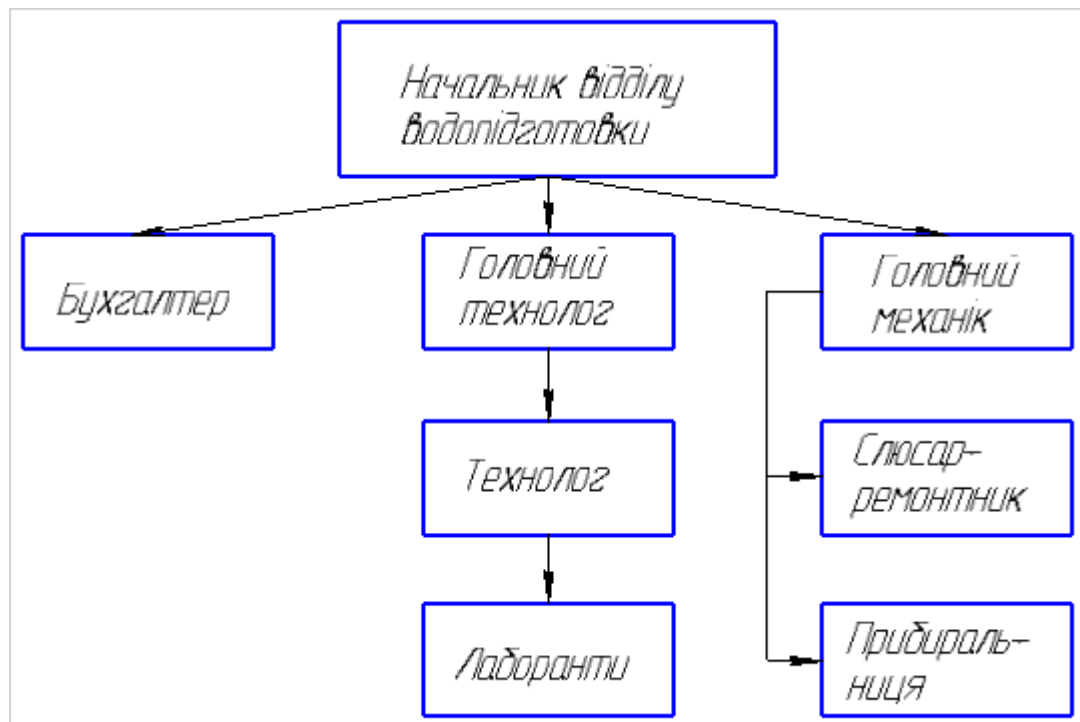


Рис. 10.4 – Організаційна структура відділу

1) Чисельність персоналу явочна і за списком

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 тризмінний для слюсарів-ремонтників та лаборантів. Для всіх інших – однозмінний.

Тривалість зміни 8 годин. Отже сумарна явочна кількість робочого персоналу складає $\text{Ч}_{\text{яв}} = 5$ людей.

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

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = \text{Ч}_{\text{яв}} \cdot \text{К}_{\text{пер}}, \quad (9.3)$$

$$\text{К}_{\text{пер}} = \text{T}_{\text{рік}} / \text{T}_{\text{прац}}, \quad (9.4)$$

де $\text{T}_{\text{рік}}$ – річний фонд часу роботи підприємства в годинах;

$\text{T}_{\text{прац}}$ – річний час роботи підприємства з урахуванням вихідних, святкових, відпусток, хвороб.

$$\text{T}_{\text{під}} = 347 \cdot 24 = 8328 \text{ год/рік.}$$

Розрахуємо річну тривалість роботи персоналу, крім ремонтників та лаборантів:

$$\text{T}_{\text{прац}} = (365 - \text{T}_{\text{св}} - \text{T}_{\text{рем}}) / 7 \cdot 40 - (\text{T}_{\text{св}}^* - 1) \cdot 1;$$

$$\text{T}_{\text{прац}} = (365 - 11 - 18) / 7 \cdot 40 - (8 - 1) \cdot 1 = 1913 \text{ год/рік;}$$

$$\text{К}_{\text{пер}} = 8064 / 1913 = 4,2;$$

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = 5 \cdot 4,2 = 21,07 \sim 21 \text{ людей.}$$

Розрахуємо річну тривалість роботи ремонтників і лаборантів.

$$\text{T}_{\text{прац}} = (365 - 11) \cdot 40 / 7 = 1982 \text{ год/рік;}$$

$$\text{К}_{\text{пер}} = 8328 / 1982 = 4,2;$$

$$\text{Ч}_{\text{сп}} = 5 \cdot 4,2 = 21 \text{ людей.}$$

Отже:

$$\sum \text{Ч}_{\text{сп}} = 21 + 21 = 42 \text{ людей.}$$

Розрахуємо кількість бригад (розрахунок наведений для ремонтників і лаборантів, так як весь інший персонал працює в одну зміну):

$$\text{N}_{\text{бриг}} = 8328 / 1982 = 4,2 = 4 \text{ бригади.}$$

Графік змінності 4-х бригад, що працюють 7 днів на тиждень (понеділок – неділя) в 3 зміни (за графіком змінності видно, що кожна бригада має 48 годин безперервного відпочинку протягом тижня):

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.1 – Графік змінності

День \	пн	вт	ср	чт	пт	сб	нд	пн	вт	ср	чт	пт	сб	нд	пн	вт	ср
Бригада 1	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1
Бригада 2	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В
Бригада 3	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2
Бригада 4	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3

Таким чином:

I зміна: 7:00 – 15:00; II зміна: 15:00 – 23:00; III зміна: 23:00 – 7:00.

2) Розрахунок необхідної кількості одиниць обладнання:

$$N_{\text{обл}} = t_i / R,$$

де t_i – тривалість операції;

R – ритм.

Кількість обладнання наведена в таблиці 11.2.

Таблиця 10.2 – Кількість обладнання, необхідна для виробництва

№	Назва обладнання	Марка, тип обладнання	Кількість одиниць
1	Резервуари для води	РВС, 1000 м ³	5
2	Установка зворотного осмосу	Водтехсервис,	1
3	Освітлювач води	ВТИ 63, Харків	2
4	Піщаний фільтр	Водтехсервис,	2
5	Фотокаталітична установка	Electro Quantum Q-130	2

10.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

Таблиця 10.3 – Вартість ОФ цеху

Назва обладнання	Вартість, грн.
Приміщення	2 000 000
Насос (8 шт)	50 000
Освітлювач (4 шт)	540 000
Механічний фільтр (3 шт)	960 000
Ультрафіолетова фотокаталітична установка (2 шт)	81 000
Промисловий відстійник (4 шт)	160 000
Трубопровід	10 000
Установка зворотного осмосу (2 шт)	323 200
Спецодяг (16 комплектів)	6000
Лабораторний посуд	15 000
Апарат зварювальний (1 шт)	6000
Набір слюсарних інструментів	5000
Комп'ютер (3 шт)	114 000
Стіл письмовий (3 шт)	9000
Принтер (3 шт)	6000
Протипожежний інвентар	40 000

Загальна вартість основних фондів становить 4 325 200 грн.

Вартість ремонту складає 5% від вартості ОФ:

$$4\,325\,200 \cdot 0,05 = 216\,260 \text{ грн/рік.}$$

Амортизація становить:

$$A = \frac{4\,325\,200 + 216\,260}{5} = 908\,292 \text{ грн/рік.}$$

Витрати на електроенергію:

Середня витрата потужності цеху за годину = 9 кВт/год.

Цех споживає менше 27,5 кВт·год, отже, маємо другий клас напруги.

Ціна за 1 кВт·год = 2,3639 грн.

Оскільки підприємство працює 347 днів в році і 7 днів на тиждень (в зв'язку із неможливістю простоювання апаратури), то маємо:

$$T = 347 \cdot 24 = 8328 \text{ год.}$$

Сумарні витрати на електроенергію:

$$C = 347 \cdot 9 \cdot 2,3639 = 177\,179 \text{ грн/рік.}$$

Витрати теплоенергії: 3000 Гкал/рік. Ціна 1 Гкал = 455 грн.

$$S = 3000 \cdot 455 = 1\,365\,000 \text{ грн/рік.}$$

Сумарні затрати на енергію: 1 561 865,6 грн/рік.

Витрати сировини на очищення річного випуску води:

1. Реагенти для очищення води – 368 905,5 грн;
2. Загрузка у фільтр – 10 000 грн (заміна 1 раз на рік).
3. Витрати за видобуток води.

Продуктивність складає 512277,5 м³/рік, вартість видобутку води з надр становить 5,36 грн за 100 м³.

Тоді вартість видобутку води на рік складає 27458,074 грн.

Всього на річний випуск продукції затрачається сировини вартістю:

$$368\,905,5 + 10\,000 + 27\,458,074 = 406\,363,5 \text{ грн.}$$

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 10.4 – Заробітна плата персоналу

Посада	Кількість працівників	ЗП, грн/рік
Начальник відділу	1	240 000
Бухгалтер	1	60000
Головний технолог	1	120 000
Головний механік	1	96000
Технолог	1 (+1)	84000
Слюсар-ремонтник	2+2+2+2	$(40000+28000+3616)*8=572928$
Лаборант	2+2+2+2	$(48000+33600+4340)*8=687520$
Прибиральниця	1 (+1)	55200
Всього		1 915 648 грн/рік

Так як слюсарі-ремонтники і лаборанти працюють в свята та вночі, то отримують подвійну оплату за роботу в свята, а за роботу вночі заробітна плата зростає в 1,4 рази, згідно з тарифною сіткою.

$$\text{ЗП} = \text{ЗПосн} + \text{ЗПдод} + \text{Інші виплати}$$

ЗП додаткова становить 10% від основної ЗП, премії.

Інші виплати становлять до 40% від основної ЗП, соціальні виплати (розвозка, робочий одяг, їдальня і т.д.).

$$\text{ЗП}_{\text{дод}} = 1915648 \cdot 0,1 = 191564,8 \text{ грн/рік.}$$

$$\text{Інші виплати} = 1915648 \cdot 0,3 = 574694,4 \text{ грн/рік.}$$

Таким чином, заробітна плата працівникам на рік складає:

$$\text{ЗП} = 1915648 + 191564,8 + 574694,4 = 2681907,2 \text{ грн.}$$

Фонд оплати праці:

$$\text{ФОП} = 2\,681\,907,2 \cdot 1,22 = 3\,271\,927 \text{ грн/рік.}$$

Таблиця 10.5 - Баланс споживання оборотних фондів на виробництві

Завантажено			Отримано		
Назва	Н _в	Ц, грн/рік	Назва	Н _в	Ц, грн/рік
Вода брудна	512277,5 м ³	27458,074	Вода очищена	307366,5 м ³	16474,84
Коагулянт	4098220 дм ³	368905,5	Осад від коагуляції	-	-
Загрузка для фільтра	13 кг	10000	Відпрацьована піщана загрузка	-	-
Запасні частини для обладнання		191564,8	Зламани частини	-	-
Електроенергія	74952 кВт·год/рік	177179	Приведено в дію апаратури	-	-
Теплоенергія	3000 Гкал/рік	1365000	Тепло	-	-

10.4 Розрахунок техніко-економічних показників

1. Річна собівартість продукції:

$$C = O\delta + A;$$

$$C = \Phi O\Pi + Z_e + Z_{н/ф} + A$$

$$C = 3\,271\,927 + 1\,561\,865,6 + 406\,363,6 + 908\,292 = 6\,148\,448,2 \text{ грн/рік.}$$

Собівартість 1 м³ води (за рік – 512 277,5 м³ води):

$$C = 6\,148\,448,2 / 512\,277,5 = 12 \text{ грн.}$$

Вартість видобутку 512 277,5 м³ води зі скважини коштує 27 458,074 грн/рік. Якщо за даною технологічною схемою повертати у процес виробництва близько 60% води (це 842,1 м³/добу, відповідно 307366,5 м³/рік),

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

то підприємству вдається зекономити 16 474,84 грн/рік. Ця сума становить і прибуток підприємства.

$$ОБЗ = ФОП + З_е + З_{н/ф}$$

$$ОБЗ = 3\,271\,927 + 1\,561\,865,6 + 406\,363,6 = 5\,240\,156 \text{ грн.};$$

$$К = ОФ + ОБЗ$$

$$К = 4\,325\,200 + 5\,240\,156 = 9\,565\,356 \text{ грн.}$$

Таблиця 10.6 – Техніко-економічні показники

Показник	Значення
Річний випуск продукції, грн.	$B = 16474,84$
Чисельність персоналу за списком, чол.	$Ч_{сп} = 42$
Капіталовкладення, грн.	$K = 9\,565\,356$
Загальна собівартість продукції, грн/рік	$C = 6\,148\,448,2$
Собівартість за одну партію продукції, грн.	$C_{од.} = 12$
Вартість, грн:	
- Основних фондів	$ОФ = 4\,325\,200$
- Оборотних коштів	$ОБЗ = 5\,240\,156$

10.5 Розрахунок ефективного фонду робочого часу підприємства

Режим роботи підприємства безперервний, тому ефективний фонд робочого часу становитиме:

$$T_{еф} = 347 \cdot 24 = 8328 \text{ год/рік.}$$

Таблиця 10.7 – Розрахунок та побудова графіка планово-попереджувальних ремонтів

Показник	Норма робочого часу
1	2
1. Календарний фонд робочого часу підприємства, доба	365
2. Тривалість робочого дня підприємства, год	24

Продовження таблиці 10.7

1	2
3.Календарний фонд робочого часу підприємства, год	8760
4.Години простою у планово-попереджувальних ремонтах протягом року,рік	$T_{пр}=431$
5.Річний фонд робочого часу підприємства,рік	$T_{еф}=8329$

Система планово-попереджувальних ремонтів включає у себе: капітальні, середні та поточні ремонти

Приймаємо тривалість простою обладнання під час ремонту:

Капітальний – 240 годин.

Середній – 24 годин;

Поточний – 5 годин.

Час роботи між капітальними ремонтами – 8328 годин;

Час роботи між середніми ремонтами – 1800 годин;

Час роботи між поточними ремонтами – 360 годин.

Розраховуємо кількість ремонтів кожного виду:

Кількість капітальних ремонтів:

$$a_k = (365 \cdot 24) / 8760 = 1.$$

Кількість середніх ремонтів:

$$a_c = 365 \cdot 24 / 1800 - 1 = 4.$$

Кількість поточних ремонтів:

$$a_n = 365 \cdot 24 / 360 - 1 - 4 = 19.$$

Час простою обладнання у всіх видах ремонтів:

$$T_{пр} = 1 \cdot 240 + 4 \cdot 24 + 19 \cdot 5 = 431 \text{ год.}$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ХН51с06. 1440. 000ПЗ

Ефективний фонд часу роботи обладнання:

$$T_{\text{эф}} = 8760 - 431 = 8329 \text{ год.}$$

Таблиця 10.8 - Графік планово-попереджувальних ремонтів
технологічного обладнання на рік

Обладнання	Вид ремонт у			Кількість ремонтів протягом календарного року за видами ремонтів												в ре-монтах, Тип, год/рік	робочого часу обла- днання, Теф, год/рік
	К	С	П	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Апарати, насоси, баки	240			П	С	П	П	П	П	К	П	П	С	П	С	431	8328
	24	5		П	П	П	С	П	П	П	П	П	П	П	П		

10.6 Норми запасу

Вихідні дані:

- Норма витрат матеріалу в I кварталі становить:

$Al_2(SO_4)_3$ – 368 905,5 кг/рік;

Кварцовий пісок – 26 кг;

- період на розвантаження і складання дорівнює 1 день;

- інтервал поставок матеріалу дорівнює 7 днів;

- гарантійний запас дорівнює 50% від поточного запасу на підприємстві.

Середньоденна витрата коагулянту – $Al_2(SO_4)_3$ становить 112,3 кг. При ціні 9 грн/кг це дорівнює:

$$112,3 \cdot 9 = 1010,7 \text{ грн/добу.}$$

Види запасів:

1. Транспортний – кількість днів між транспортними поставками.
2. Технологічний – попередня підготовка сировини, надання їй необхідних властивостей.
3. Складський (поточний) – забезпечує безперервну роботу на підприємстві; дорівнює $\frac{1}{2}$ транспортного запасу.
4. Страховий – на випадок непередбачених подій; дорівнює $\frac{1}{2}$ поточного запасу.

Норматив виробничих запасів розраховуємо за формулою:

$$H_{в.з} = Z_d \cdot D_z,$$

де Z_d – запаси добові;

D_z – дні запасу.

$$H_{в.з.}(Al_2(SO_4)_3) = 1010,7 \cdot (7 + 1 + 3,5 + 2) = 13\,644,5 \text{ грн.}$$

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10.7 Норма виробітку

Норма виробітку – встановлений обсяг роботи, яку працівник або група працівників певної кваліфікації повинні виконати за одиницю часу у визначених організаційно-технічних умовах.

$$H_B = B / (Ч \cdot T),$$

де B – випуск продукції, м³/год;

Ч – кількість осіб;

T – час, год.

Тривалість робочої зміни – 8 год = 480 хв. Втрати робочого часу не враховуємо, тому що виробництво працює безупинно, незалежно від наявності робочого на місці. Продуктивність складає 58,5 м³/год.

Отже норма виробітку:

$$H_B = 58,5 / (8 \cdot 480) = 0,975 \text{ м}^3/\text{хв.}$$

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПАСПОРТ ЯКОСТІ

Цех очищення стічних вод фармацевтичного підприємства

Паспорт № 16122016

Найменування продукту: Вода очищена для повернення у технологічний процес

Якість відповідає: ДФУ

Об'єм однієї партії очищеної води – 58,5 м³/год.

Аналізи проведені згідно: СОП 07.11.68

Показники якості

№	Назва показника	Значення	Норма
1	Температура	22 °С	25-40 °С
2	Завислі речовини	Відсутні	≤ 5 г/дм ³
3	Сухий залишок	Відсутній	Відсутній
4	рН	7,8	6,5-8,5
5	ХПК	10 мг О ₂ /дм ³	≤3
6	БПК	2 мг О ₂ /дм ³	< 2
7	Нітрати	Відсутні	Відсутні
8	Залізо	Відсутнє	Відсутнє
9	Сульфати	27,6 мг/дм ³	350-500 мг/дм ³
10	Аміак	Відсутній	Відсутній

Терміну зберігання не передбачено, так як вода постійно циркулює у процесі.

Умови зберігання: бак очищеної води при температурі 20°С (25°С).

Лаборант _____.

Головний технолог _____

Показники якості, води, яка очищається, відповідають наведеним в паспорті якості. Чітко встановлене максимальне значення, мінімальне не нормується.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Калькуляція на вид продукції.

Калькуляція №

на воду очищену

від _____ 2016 р.

Очищення стічних вод.

№	Елемент	Сума, грн/рік
1	Оборотні фонди	
	Сировина	406 363,6
	Енергія	1 561 865,6
	ЗП	2 681 907,2
	Нарахування на ЗП	590 019,6
2	Амортизація	908 292
	Всього	6 148 448

Гол. бухгалтер _____ / _____ /

Висновки: даний розділ економічної частини дипломного проекту показує відсутність економічного ефекту проекту. Собівартість 1 м³ очищеної води складає більше, ніж видобуток 100 м³ води зі скважини. Проект затратний та нерентабельний, проте існує екологічний ефект такого проекту. По-перше, зникає забруднення навколишнього середовища антибіотиками навіть у малих кількостях, по-друге, знижується видобуток води зі свердловини.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті було проведено аналіз існуючих методів очищення стічних вод фармацевтичних підприємств. Аналізуючи переваги та недоліки всіх методів, було обрано та обґрунтовано необхідність використання комбінації таких методів: нанофільтрації, коагуляції, механічного фільтрування та фотокаталізу.

Наведено характеристики вихідних стічних вод та стоків побутово-господарських потреб, що поступають на очищення, та вимоги до готової продукції.

Наведені теоретичні основи методу коагуляції, механічного фільтрування та фотокаталізу.

На підставі приведених теоретичних відомостей і згідно з завданням дипломного проекту було розроблено технологічну схему очищення стічних вод продуктивністю 58 м³/годину. Розраховано та обрано технологічне обладнання згідно заданої продуктивності: 2 освітлювачі, 3 механічні фільтри, нанофільтраційна установка та 2 фотокаталітичні установки. Обґрунтовані об'ємно-планувальні рішення по комплектуванню та розміщенню цеху. Процес автоматизовано за такими параметрами як контроль рівня, перепаду тиску та витрати.

Наведені економіко-організаційні розрахунки, такі як річний випуск продукції, чисельність персоналу, обсяг капіталовкладень, загальна собівартість продукції, розроблено графік планово-попереджувальних ремонтів. Розраховано, що собівартість одиниці продукції складає 12 грн, а необхідні капіталовкладення становлять 9 565 356 грн.

В розділі охорони праці дипломного проекту було проведено аналіз всіх можливих шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які присутні у відділенні виробництва оборотної води для фармацевтичного підприємства: розраховано штучне виробниче освітлення, описано заходи пожежної безпеки та профілактики.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В даному дипломному проекті визначено і охарактеризовано основні види відходів та обґрунтовано шляхи їх утилізації.

Даний дипломний проект був виконаний з врахуванням вимог щодо охорони праці та екологічної безпеки.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Антибиотики в воде! [Електрон. ресурс]. – Режим доступу:
http://www.vetom.com.ua/news/url/antibiotiki_v_vode – Загол. з екрана. – Мова рос.
2. Самойленко Н. М. Очистка стічних вод від фармацевтичних забруднювачів протизапальної та гормональної дії / Самойленко Н. М., Єрмакович І. А. // Вісник НТУУ "КПІ". Серія "Гірництво". – 2015. – С. 132–139.
3. Deborde M. Reactions of chlorine with inorganic and organic compounds during water treatment e kinetics and mechanisms: a critical review. [Text] / M. Deborde, U. von Gunten// Water Res – 2008. – Vol. 42–13-51 p.
4. Кульський Л. А. Технология очистки природных вод / Кульський Л. А., Строкач П. П., 1986. – 352 с. – (2-е, перераб. и доп.).
5. Учбові матеріали та реферати [Електронний ресурс]: Мембранні процеси, що застосовуються для очищення води – Режим доступу:
<http://um.co.ua/7/7-16/7-16449.html>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
6. Li S.-Z. Membrane (RO-UF) filtration for antibiotic wastewater treatment and recovery of antibiotics. [Text] / S.-Z. Li, X.-Y.Li, D.-Z. Wang. // Sep. Purif. Technol. – 2004. – Vol.34.– 109-114 p.
7. Patent search, search for pacenow for inventions [Електронний ресурс]: Композитний фотокаталізатора для очищення води і повітря – Режим доступу: <http://findpatent.com.ua/patent/247/2478413.html>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
8. Molinari, R. Heterogeneous photocatalytic degradation of pharmaceuticals in water by using polycrystalline TiO₂ and a nanofiltration membrane reactor. [Text] / R. Molinari, F. Pirillo, V. Loddo, L. Palmisano. // Catal. Today, – 2006. – Vol. 118– 205-213 p.
9. Sánchez-Polo, M. Removal of pharmaceutical compounds, nitroimidazoles, from waters by using the ozone/carbon systems. [Text] / M. Sánchez-Polo,

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

J. Rivera-Utrilla, G.Prados-Joya, M.A.Ferro-García, I. Bautista- Toledo. // Water Res. – 2008. – Vol. 42.– 4163-4171 p.

- 10.Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України [Електронний ресурс]: Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України – Режим доступу:
<http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/z0403-02>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
11. Медицинский портал [Електронний ресурс]: Происхождение, свойства и состав хозяйственно-бытовых сточных вод, 2016 – Режим доступу: <http://www.eurolab.ua/encyclopedia/3863/34136/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
- 12.HomeRobot [Електронний ресурс]: Ультрафіолетова фотокаталітична установка Electro Quantum, 2016 – Режим доступу: http://homerobot.ua/ua/ultraviolet_electro_quantum.html, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
- 13.Лукінюк М. В.Автоматизація типових технологічних процесів: технологі-чні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Біблігр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.
- 14.Промислова екологія [Електронний ресурс]: Характеристика стічних вод та методи захисту водного середовища – Режим доступу: <http://eco.com.ua/content/harakteristika-stichnih-vod-ta-metodi-zahistu-vodnogo-seredovishcha>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
15. FiltrМир, фильтры для воды [Електронний ресурс]: Нанопермембранная очистка. Описание и принцип работы – Режим доступу: <https://filtromir.ru/blog/nanofiltratsiya-opisanie-i-printsip-raboty>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						101
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Архів студентів НУ "ЛП" [Електронний ресурс]: Відстоювання, фільтрування та освітлення води, 2016 – Режим доступу: <http://nebotan.info/utilities/lighting.php>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
17. Навчальні матеріали для студентів [Електронний ресурс]: Мембранні процеси очищення стічних вод, 2014 – Режим доступу: http://studme.com.ua/10501222/ekologiya/membrannye_protssesy_ochistki_stochnyh_vod.htm, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
18. АквафорТрейдинг [Електронний ресурс]: Наночислення води – Режим доступу: <http://www.a-filter.ru/nanofiltraciya>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова рос.
19. Вікіпедія [Електронний ресурс]: Хлорамфенікол – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%B0%D0%BC%D1%84%D0%B5%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%BE%D0%BB>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
20. Київенерго [Електронний ресурс]: Роздрібні тарифи для споживачів електричної енергії у місті Києві з урахуванням ПДВ, які вводяться в дію з 1 січня 2017 року – Режим доступу: <http://kyivenergo.ua/ee-company/tarifi>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
21. Homem V. Degradation and removal methods of antibiotics from aqueous matrices [Text] / Vera Homem, Lúcia Santos - A review. Science of the Total Environment. – 2011. – Vol.92 (10) – 2304 - 2347 p.
22. Фармакологія. Підручник для студентів медичних факультетів [Текст] : навч. посіб. для студ. медичних факультетів. / Чекман І.С., Горчакова Н.О., Казак Л.І. та ін. / Видання 2-ге – Вінниця: Нова Книга, 2011. – 784 с – ISBN-13: 978-966-382-384-3.
23. Беспамятной, Г. П., Кротов Ю. А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде [Текст]/ Справочник/ ред. С. Л. Томарченко. – Л., Химия, 1985. – 528 с: ил. –

					XH51c06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						102
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бібліогр.: с. 515-518. – Предм.указ.: с. 519-527. – 32000экз. –
УДК(614,71+614.777)/083.

24. 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. Янко-вий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2002 – 28 с. – Бібліогр. с. 25-27. – 300 пр.
25. Mohamed I. Badawy. Fentov-boilological treatment processes for the removal of some pharmaceutical from industrial wastewater / Mohamed I. Badawy, Rifaat A. Wahaab, A. S. El-Kalliny. // Elsevier. – 2009. – №167. – С. 567–574.
26. Antibiotrophs: The complexity of antibiotic-subsisting and antibiotic-resistant microorganisms / Yvon Woappi, Prashant Gabani, Arya Singh, Om. V. Singh. // Critical Reviews in Microbiology. – 2014. – С. 1–14.
27. Койнова І. Вплив фармацевтичних відходів на довкілля та проблеми поводження з ними / Койнова І., Ковпак Д.. // Вісник Львів. Ун-ту. – 2009. – №36. – С. 194–199.

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ХН51с06. 1440. 000ПЗ	Арк.
						104
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

Вимоги до якості води в системах оборотного водопостачання

Показник якості	Рекомендовані величини				
	Розроблені НДІ ВОДГЕО	В азотному виробництві	У хлорному виробництві	У країнах Східної Європи	У США
Температура, °С	25-40	28-30	25-30	25-28	-
Твердість загальна, моль/м ³	<7	1,5-2,5	5,5	<7	-
Твердість карбонатна, моль/м ³	<2,5	1,5-2,5	<3	1,5-2,5	2,5-5,0
Лужність, екв/м ³	3-4	-	2 - 4	2 - 4	2,5
Окиснюваність перманганатна, г О ₂ /м ³	<20	<15	8 - 10	<20	-
ХСК, г О ₂ /м ³	<200	-	70	-	75
Завислі речовини, г/м ³	<50	20-30	10-20	10-20	5
Масла і речовини, що утворюють смолу, г/м ³	<20	0,3	0	<20	-
Поверхнево-активні речовини (ПАР), г/м ³	Не нормуються	0	0	-	-

Закінчення додатку Б

Аніони, г/м ³ :					
Хлориди (Cl ⁻)	150 - 300	До 350	150 - 300	До 350	500
Сульфати (SO ₄ ²⁻)	350 - 500	>500	350 - 500	>500	200
Йони важких металів	-	-	0	-	
Розчинений кисень, г О ₂ /м ³	-	-	6 - 8	6 - 8	-
Залишковий активний хлор, г/м ³	До 1,0	-	До 1,0	-	-
рН	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5