



## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	9
ВСТУП .....	11
1 Опис процесу очищення промислових стічних вод як технологічного об'єкту управління .....	12
1.1 Опис процесу очищення стічних вод .....	12
1.1.1 Характеристика стічних вод.....	12
1.1.2 Опис промислових стічних вод та основні методи очистки.....	14
1.1.3 Опис технологічної схеми процесу очищення.....	15
1.2 Розрахунок механічного фільтра .....	16
1.3 Опис моделюючих програм.....	18
1.3.1 Моделююча програма WEAP .....	19
1.3.2 Моделююча програма SimEau .....	20
1.3.3 Моделююча програма STOAT.....	21
2 Розрахунок матеріальних балансів процесу очищення промислових стічних вод .....	23
3 Оптимальне керування процесом очищення промислових стічних вод ..	26
3.1 Вибір типу автоматичного регулятора та його оптимальні налаштування .....	26
3.2. Стратегія керування .....	27
3.3. Структура і технічні характеристики обчислюваного модуля .....	28
3.3 Інструкція користувача до програмного продукту .....	29
4 Автоматизація технологічної схеми процесу очищення промислових стічних вод .....	32
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми .....	32
4.2 Опис схеми автоматизації.....	33
5 Економіко - організаційні розрахунки процесу очищення промислових стічних вод .....	36
5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу очищення промислових стічних вод.....	36

					<b>ДП ХА4114 1490 001 ПЗ</b>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>Комп'ютерний розрахунок процесу очищення промислових стічних вод</b> Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Ремінна К.А.				7	92	
Перевір.								
Реценз.								
Н. Контр.		Шахновський А.М.				НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського", ХТФ, ХА-41		
Затверд.		Сангінова О.В.						

5.2 Техніко – економічні показники процесу очищення промислових стічних вод.....	41
6 Охорона праці.....	48
6.1 Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на об'єкті, що проектується. Заходи з охорони праці.....	48
6.1.1 Повітря робочої зони .....	48
6.1.2 Виробниче освітлення.....	49
6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій .....	51
6.1.4 Електробезпека .....	52
6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання ....	53
6.2 Пожежна безпека .....	54
ВИСНОВКИ.....	56
Список використаної літератури .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ДОДАТКИ.....	57
Додаток А.....	58
Додаток Б .....	59
Додаток В.....	60

					<i>ДП ХА4114.1490.001 ПЗ</i>	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		8

**ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І  
ТЕРМІНІВ**

1. F площа фільтрування, м<sup>2</sup>;
2. T період роботи воочисної станції, год;
3. V<sub>н</sub> швидкість фільтрування, м/год;
4. N кількість фільтрувань;
5. ПрАТ – приватне акціонерне товариство;
6. ПАТ – публічне акціонерне товариство;
7. ТОВ – товариство з обмеженої відповідальністю;
8. ВКФ – виробничо-комерційна форма;
9. КП – комунальне підприємство;
10. МТ – матеріальний баланс;
11. І-регулятора – інтегральна складова регулятора;
12. П-регулятор – пропорційна складова регулятора;
13. ПІ-регулятора – пропорційно-інтегральна складова регулятора;
14. ПІД-регулятора – пропорційно-інтегрально-диференційна складова регулятора;
15. ТОК – технологічний об'єкт керування;
16. С – собівартість;
17. ОФ – основні фонди;
18. А – амортизація основних фондів;
19. ОБК – обігові кошти;
20.  $\Phi_{nn}$  – повна початкова вартість ОФ;
21. Ц – ціна на продукцію (послугу чи роботу);
22. П – прибуток;
23. Р – рентабельність;
24. В – випуск продукції;
25. К – капіталовкладення;
26. Е – економічна ефективність;
27. ЗП – заробітна плата;

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 28. ФОП – фонд оплати праці;
- 29. ВРПП – виробничий рух предметів праці;
- 30. ГДК – гранично-допустимі концентрації;
- 31. АРМ – автоматичні робочі місця;
- 32. АСУ ТП – автоматизована система керування технологічними процесами;
- 33. ЕОМ – електронна обчислювана машина;
- 34. КПО – коефіцієнт природного освітлення.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Промисловість України споживає 1610 м<sup>3</sup> води/рік, при цьому неочищеними у водні об'єкти потрапляє 410 м<sup>3</sup> забрудненої води.

Одним з основних поллютантів у стічній воді є нафтопродукти, які присутні у рідких відходах більшості промислових підприємств. Значна кількість нафтопродуктів потрапляє у водні об'єкти від автотранспорту. Складність очищення води від нафти і нафтопродуктів полягає в тому, що легкі фракції цього поллютанту утворюють на поверхні води плівку та є причиною неприємного запаху, частина нафтопродуктів розчиняється у воді, а важкі нафтопродукти осідають на дні водойм [3].

Внаслідок забруднення природних вод нафтопродуктами змінюються фізико-хімічні процеси природного очищення води, отруйні компоненти нафти спричиняють загибель рослин та тварин, що мешкають в акваторіях одних об'єктів.

Моделювання процесів очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів є надзвичайно актуальною задачею, що дозволить не тільки покращити існуючі схеми водоочищення, а й прогнозувати шляхи міграції і характер розсіювання нафтових забруднень у природних водах. Останнім часом набули поширення спеціалізовані програми-симулятори для процесів водоочищення і водопідготовки, розроблених у рамках численних європейських проектів, такі як SimEAU, WEAP, STOAT тощо.

В даному бакалаврському проекті розглянуто процес очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів, складено матеріальний баланс схеми, виконано обґрунтування вибору типу регулятора та розраховано оптимальні налаштування регулятора та розроблено програмний модуль, побудовано стратегію керування процесом очищення, розроблена схема автоматизації виробництва, виконані економічні розрахунки та розглянуто питання охорони праці на підприємстві.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 Опис процесу очищення промислових стічних вод як технологічного об'єкту управління

## 1.1 Опис процесу очищення стічних вод

### 1.1.1 Характеристика стічних вод

Вода – одна з найпоширеніших сполук на Землі. Вона займає 71 % земної поверхні, у вільному чи зв'язаному стані оточує нас скрізь. Загальний об'єм води на Землі становить 1386 млн.км., з них на Світовий океан припадає 1338 млн.км<sup>3</sup>, або 96,5 %. Загальна площа океанів і морів перевищує загальну площу суходолу у 2,5 рази. Запаси прісної води, потреба людей у якій є особливо великою, незначні: становлять 35029,2 тис.км<sup>3</sup>, і є вичерпними.

Промисловість України споживає 1610 м<sup>3</sup> води/рік, при цьому неочищеними у водні об'єкти потрапляє 410 км<sup>3</sup> забрудненої води. Одним з основних поллютантів у стічній воді є нафтопродукти, які присутні у рідких відходах більшості промислових підприємств [1].

Утворення води в побутово-господарській, а також у виробничій діяльності та із відведених із забрудненої території називаються стічними водами. Саме скидання таких вод утворює забруднення, що сприяє великій кількості різних інфекцій, які негативно впливають на наше здоров'я.

Забруднення водних ресурсів – це зміни їхніх фізичних, хімічних та біологічних властивостей внаслідок потрапляння до них шкідливих рідких, твердих та газоподібних речовин, що роблять воду небезпечною для використання.

Основними джерелами забруднення природних вод є промислові стічні води, комунальні стічні води, сільськогосподарські стічні води, нафта і нафтопродукти, поверхневі стоки та атмосферні опади.

Особливо небезпечним є забруднення водою нафтою і нафтопродуктами, яке належить до хімічних забруднень. Це основна забруднювальна речовина морів і океанів. Сюди вона потрапляє під час буріння морського дна, аварій танкерів, які транспортують нафту, в різних районах Світового океану. У моря і океани щороку потрапляє більше 3 млн.т. нафти і нафтопродуктів [1].

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Особливостями, що визначають поведінку нафтопродуктів у воді, є їх менша густина у порівнянні з густиною води ( бензин – 0,70-0,76, дизельне паливо – 0,8-0,9, реактивне паливо – 0,8-0,85, мазут – 0,94-1,0 г/см<sup>3</sup> ) і низька розчинність. Остання для легких фракцій нафти (бензинів) у воді не перевищує 20-30 мг/л, для гасу – 70-90 мг/л, а для важких фракцій вона практично дорівнює нулю [2].

Складність очищення води від нафти і нафтопродуктів полягає в тому, що легкі фракції поллютанту утворюють на поверхні води плівку та є причиною неприємного запаху, частина нафтопродуктів розчиняється у воді, а важкі нафтопродукти осідають на дні водойм [3].

Вкриваючи воду тонкою плівкою, нафта перешкоджає проникненню у воду кисню, чим завдає величезної шкоди мешканцям води і часто призводить до їх масової гибелі. Відомо, що 1 г нафти вбиває все живе на 1 м<sup>3</sup> води.

Попадаючи у воду, нафта спочатку розтікається у вигляді поверхневої плівки, утворюючи шар різної товщини. За кольором нафтової плівки можна приблизно оцінити її товщину (таблиця 1.1) [1].

Таблиця 1.1 - Характеристика нафтових плівок на поверхні води

В залежності від походження та складу забруднення речовин стічні води можна поділити на:

1. Господарсько-побутові;
2. Промислові (виробничі);
3. Сільськогосподарські;
4. Дощові.

Для прикладу, за 2015 рік у водойми України потрапило приблизно 850 тис. тон нафтопродуктів. Водні ресурси, що формуються в межах нашої держави, надзвичайно обмежені [4].

« Правилами охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами», які затверджені постановою КМ України ід 25 березня 1999 р., №465, встановлено наступні гранично допустимі концентрації нафтопродуктів у воді водоймищ:

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		13



- Для господарсько-питного і комунально-побутового використання – світлі нафтопродукти (бензин, дизельне паливо, гас) – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>, сульфатна нафта – 0,1 мг/дм<sup>3</sup>; нафта інша – 0,3 мг/дм<sup>3</sup>;
- Для рибогосподарського використання водойм – загальний вміст нафтопродуктів в розчиненому і емульгованому стані до 0,05 мг/дм<sup>3</sup>;

Ці вимоги розгорнуто надано в таблиці 1.2.

Скидання забруднених нафтою стічних вод до міської каналізації регламентується «Правилами приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України, введених в дію з 6 травня 2002 року», в яких вміст нафти і нафтопродуктів має бути не більше 20 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблиця 1.2 - Вимоги до складу та властивостей стічних вод підприємств для безпечного їх відведення каналізаційною мережею

### 1.1.2 Опис промислових стічних вод та основні методи очистки

Промислові стічні води – утворюються в результаті використання води в технологічних процесах на промислових підприємствах. Найбільш характерними і небезпечними забрудненими речовинами вважають переважно нафтопродукти, феноли, важкі метали та органічні речовини з тривалим терміном розкладання.

Промислове виробництво використовує воду в процесі миття сировини, а також для технологічних процесів отримання готової продукції. Промислові стічні води специфічні і часто створюють складні багатокomпонентні суміші, які важко піддаються видаленню.

Найчастіше ми самі стаємо ворогами своєї ж екології. Міністерство екології та захисту природних ресурсів представило рейтинг основних підприємств-забруднювачів (за 2016 р). Традиційно регіонами – лідерами із забруднення водного середовища стали Дніпропетровська, Донецька та Запорізька області. На них припадає 75 % підприємств-забруднювачів. Рейтинг забруднювачів водних об'єктів очолив металургійний комбінат «Азовсталь» із показником викидів у 140

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

млн. м<sup>3</sup>. За ним – Дністровський металургійний комбінат, який скинув 71 млн.м<sup>3</sup> відходів у водойми. Найбільші забруднюючі підприємства України можна побачити у таблиці 1.3 [5].

Таблиця 1.3 – Підприємства, які вносять найбільший вклад у забруднення водних об’єктів

Очищення промислових стічних вод до нормальних створюється за допомогою підбору оптимальної технології очистки, вибору високоефективного інженерного екологічного пристрою, фільтруючих елементів і хімічних реагентів на основі результатів якісного аналізу, які з’явилися на підприємстві стоків.

Очищення стічних вод включає в себе методи, які застосовується при різній ступені забруднення. Кожний метод являє застосування окремих видів очисних систем і елементів фільтрації, які дозволяють досягати потрібних результатів.

Основні методи очищення:

1. Механічний: відстоювання, очистка в гідро-циклонах, центрифугах, фільтрація, мікро-фільтрація.
2. Хімічний: окиснення, осадження, нейтралізація.
3. Фізико-хімічний: коагуляція, флокуляція.
4. Фізичний: вібрація, магнітна обробка, ультразвукова обробка.
5. Біохімічний: аеротенки, поля флокуляції, біофільтри, біологічні ставки, окиснювальні канали.

### 1.1.3 Опис технологічної схеми процесу очищення

Рис.1.1 - Технологічна схема процесу очищення промислових стічних вод  
1-Усереднювач; 2-нафтовловлювач; 3-флотатор; 4-механічний фільтр з зернистим завантаженням; 5- збірник.

Усереднювач – це блок для вирівнювання витрат, концентрації забруднених речовин або температури стічних вод.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Нафтовловлювач – це спеціальний пристрій для фільтрації, що використовуються на бензоколонках, нафтопереробних підприємствах, у господарстві, при спорудженні зливної каналізації, тощо. Призначені для видалення із поверхневих стічних вод завислих речовин та часток нафтопродуктів шляхом фільтрації та відстоювання [6].

Флотатор – призначений для видалення із води гідрофобних сумішей, яка сприяє комплексній очистці води.

Механічний фільтр з зернистим завантаженням – безнапірна або напірна споруда, в якій досягається освітлення і знебарвлення води. В залежності від конструкцій, завантаження і якості оброблюваної води фільтри із зернистим завантаженням можуть працювати в комплексі споруд першої ступені очищення води або доочищувати воду після неї. У цих фільтрах застосовують розподільчі системи, в яких рівномірність розподілу промивної води досягається за рахунок великого опору її руху через прохідні отвори. Фільтруючий шар складається з відсортованих за фракційним складом і розмірами зерен завантажувального матеріалу (кварцовий пісок, керамзит, крихта, полімери та ін.). Крупність зерен фільтруючого завантаження приймають рівною 0,5-2 мм, еквівалентний діаметр – 0,7-1,2 мм, коефіцієнт неоднорідності – 1,5-5, висота фільтруючого шару – 0,7-2 м. [7].

В усереднювач 1 подається забруднена вода, далі вона переходить у відстійник 2, де відокремлюється осад і нафта, і вже вода з меншим забрудненням переходить у флотатор 3. Цей прилад завдяки бульбашкам повітря дозволяє видаляти із стічних вод забруднені частинки. Далі очищена вода переходить у механічний фільтр з зернистим завантаження (у даній схемі – пісок). Завдяки цій конструкції досягається освітлення і знебарвлення води. Далі вже очищена вода переходить у збірник 5 і може використовуватись повторно.

## 1.2 Розрахунок механічного фільтра

Вода питної якості практично завжди отримується на прояснювальних фільтрах, основним елементом яких, в більшості випадків, є фільтруючі, зернисті, сипучі матеріали. Завдяки процесові фільтрування води вдається затримувати

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

найменші завислі, колоїдні і деякі види розчинених часточок з води в пористому елементі з витратою при цьому великою кількістю енергії.

Характерними гідравлічнимим показниками технологічних процесів є:

1. Швидкість фільтрування, що має розмірність м/г і виражає витрату води в м<sup>3</sup>/год, яка пройшла через м<sup>2</sup> площі фільтра;
2. Інтенсивність промивки, що має розмірність л/с\*м<sup>2</sup> і виражає витрати води в л/с, що промивають один м<sup>2</sup> площі фільтра [8].

Очищення води відбувається завдяки процесу фільтрування. Цей процес полягає в пропуску через пористе середовище, на поверхні або в порах якої при цьому відбувається нагромадження часток забруднень, що витягують із очищеної води.

Залежно від якості очищеної води, необхідного рівня її освітлення й продуктивності установок, застосовують фільтри з різним пристроєм пористого фільтруючого середовища.

У фільтрах із зернистим завантаженням як фільтруюче середовище використовують шар із зерен різних матеріалів. В якості фільтруючого завантаження застосовують найрізноманітніші природні й штучні матеріали: кварцовий пісок, дроблений антрацит, дроблений керамзит і т.д. [9].

Тип фільтруючої засипки, крупність її зерен та висота шару обумовлюється найгірші якісні показники поданої вихідної води, ефект очистки, розмір фільтра та його продуктивність.

Основними характеристиками зернистої засипки є мінімальні, максимальні, еквівалентні діаметри, коефіцієнт неоднорідності, товщина, коефіцієнт форми зерна.

Основним фільтруючими зернистими засипками для очищення води були кварцові піски, що набагато важчі за воду і тонули в ній. Ці їхні властивості визначали типи й умови роботи фільтрів. Фізичні властивості деяких інертних зернистих матеріалів наведені в таблиці 1.4 [10].

Таблиця 1.4 - Фізичні властивості інертних зернистих матеріалів

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		17

Загальна площа фільтрування:

$$F = \frac{Q}{\tau V_H - n_{\text{пр}} q_{\text{пр}} - n_{\text{пр}} \tau_{\text{пр}} V_H'}$$

де  $\tau$  – період роботи водоочисної станції в період одної доби, год.

Приймаємо  $\tau = 15$  год.

$V_H$  – швидкість фільтрування при нормальному режимі, м/год.  $V_H$  при нормальному режимі для одношарового фільтра 5 – 10 м/год. Приймаємо  $V_H = 7$  м/год.

$n_{\text{пр}}$  – число промивок одного фільтра в добу при нормальному режимі фільтрування. Приймаємо  $n = 2$ .

$q_{\text{пр}}$  – гранична витрата води на 1 промивку ( 8 – 10 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>). Приймаємо  $q_{\text{пр}} = 9$  м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>.

$\tau_{\text{пр}}$  – час простою фільтра з промивкою. Якщо фільтри промиваються водою, то  $\tau_{\text{пр}} = 0,33$  год.

$$F = \frac{400}{15 \times 7 - 2 \times 9 - 2 \times 0,33 \times 7} = 4,856 \text{ м}^2.$$

Кількість фільтрів:

$$N = 0,5\sqrt{F} = 0,5\sqrt{4,856} = 1,102 = 2 \text{ фільтри} + 1 \text{ резервний} = 3.$$

### 1.3 Опис моделюючих програм

Водопідготовка і очищення стічних вод являються динамічними процесами; на процес очищення впливає багато параметрів, які часто змінюються з часом, а інколи навіть і з великими амплітудами. Чим більше вимоги до якості очищеної води, тим складніші стають системи очищення споруд. Таким чином, оптимізація роботи очищення споруд все більше і більше залежить від моделей процесу.

Дослідження процесів водопідготовки та водоочищення здійснюється на основі як фізичних, так і математичних моделей. У першому випадку складають лабораторну установку, яка являє собою меншою копією досліджуваного об'єкта, і проводять необхідні експерименти на цій моделі. У другому випадку об'єкт або

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

процес замінюють математичною моделлю, яка в загальному випадку являє собою систему рівнянь, які відображають взаємозв'язок між вхідними та вихідними величинами процесу.

Різні групи дослідників вже десятиліттями працюють над моделюванням процесів водопідготовки та очищення стічних вод. Для більш ефективного використання математичних моделей на практиці необхідно, щоб відношення між фактичними розрахунками і розрахованими параметрами легко інтегрувалось. Моделі можуть бути інтегровані в інструменті моделювання таких програм, як MatLab. Проте, в наш час створено велике число зручних програм моделювання для імітації процесів як для станцій водопідготовки, так і очищення стічних вод. Прикладами таких моделюючих систем є програми STOAT, WEAP, SimEau, Water Pro, Water Net, Simba та ін. [11].

Програми STOAT і SimEau – це симулятори для процесів очищення стічних вод і водопідготовки, вони дозволяють розроблювати технологічні схеми з використанням технології drag-and-drop.

### **1.3.1 Моделююча програма WEAP**

WEAP (Water Evaluation And Planning – Планування і оцінка водних ресурсів) являє собою комп'ютерну систему, орієнтовану на широке коло користувачів, використовує інтегрований підхід до планування водних ресурсів.

Основна мета WEAP – розробка практичної, простої моделі для інтегрованого планування водних ресурсів і аналізу результатів планування, контролю якості води і охорони екосистеми. Вона враховує ефективність роботи обладнання, стратегії повторного використання води, ціни.

WEAP може використовуватись:

1. Як база даних, враховувати нормативи. При цьому система забезпечує водобалансові розрахунки, підтримує баланс маси води при розрахунку переміщення її від джерела до користувача за річною сіткою;
2. Як інструмент прогнозування водокористування, можливість забруднення, очищення і викид води, дозволяє розрахувати поведінку водного об'єкту в випадку вимірювання потреб води.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

WEAP заснований на базових принципах водного балансу і може бути застосований до комунальної і сільськогосподарської систем, одиничним водорозділом або трансграничних річних систем. Більш того, WEAP може імітувати широкий спектр природно і штучно створених особливостей цих систем, а також дощовий відтік, заснований потік, накопичення і розгрузку запасів підземних вод від осадів; внутрішньо-секторний аналіз вимог водоспоживачів; водний кодекс правил і задані пріоритети, режим регулювання водосховищ. Модуль фінансового аналізу дозволяє споживачу проводити розрахунки відношень доходів до затрат шляхом порівняння різних проектів.

Система дозволяє оцінювати різні типи джерел ( таких як річки, підземні води, озера та водосховища), відвід водив очищені споруди [11].

### **1.3.2 Моделююча програма SimEau**

SimEau – це симулятор для процесів водопідготовки, розроблений в рамках європейського проекту TECHNEAU. Даний проект спрямований на використання традиційного підходу для очищення і подачі питної води, який в значній мірі залежить від досвіду оператора.

Основна мета програми моделювання SimEau – зробити водоочисні споруди більш незалежними від операторів з великим тиском на системи, заснованих на базах знання (knowledge based systems) в якості технологічних моделей.

Можливості системи SimEau:

1. Має бібліотеку найбільш поширених процесів.
2. Дозволяє розроблювати технологічні схеми з використанням технології drag-and-drop.
3. Якість вихідної води може бути задано у вигляді файлу даних (Excel).
4. Властивості експлуатації можуть бути змінені для оцінки альтернативи в процесі моделювання.
5. Після моделювання користувач може вибрати будь-яку точку в технологічній схемі для аналізу якості води – як в графічному, так і табличному вигляді.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

6. Доступні декілька моделей для процесів обробки: основні моделі, а також моделі для складання балансових ємностей, озонування, коагуляції, фільтрації, біофільтрації.
7. Моделі, розроблені користувачем, можуть бути легко добавлені в бібліотеку.

### 1.3.3 Моделююча програма STOAT

STOAT являється інструментом комп'ютерного моделювання і призначена для динамічного моделювання виконаних робіт по водоочистці. Програмне забезпечення може бути використане для імітації окремих процесів обробки або комплексу водоочищених робіт, в тому числі процесів переробки осаду, процесів, які протікають в анаеробних умовах і процесів рециркуляції. Модель дозволяє користувачу оптимізувати реакцію системи шляхом змінення навантаження на об'єкт, робочі потужності або умови експлуатації процесу [11].

STOAT розвивалась в якості частини програми менеджменту забруднення міської промислової води (Water Industry's Urban Pollution Management UPM-program), що розроблялась у Великобританії. Згодом детальна перевірка результатів моделювання очистки стічної води у середовищі STOAT підтвердила, що точність отриманих результатів даної програми досить близька до точності даних отриманих при дійсних вимірюваннях. Вказані переваги дають змогу використовувати програму для швидкого, але точного проектування різноманітних технологічних схем, задаючись різними початковими умовам: розмірами і моделями апаратів, складом і типом стоків; отримувати результати у вигляді графіків, таблиць даних на будь-якому етапі моделювання. Використання програми дозволяє значно полегшити і пришвидшити проектування очисних споруд, а також побачити слабкі місця у ланках технологічної схеми [12].

STOAT містить ряд особливостей, обумовлених простотою і доступністю цього пакету моделювання:

1. Моделі загальних процесів водоочищення.
2. Пропонує як БПК, так і ПЛСР моделі.
3. Нові моделі можуть бути добавлені на будь-якому етапі.
4. Легкий у використанні, з дружелюбним користувацьким інтерфейсом.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		21



5. Інтегрується з каналізаційно-очисними системами і системами водопостачання.
6. Включає в себе майстра швидкого будівника схем.
7. Підтримує пакетне моделювання (SIMPOL) передбачає спрощене моделювання каналізаційно-очисні системи.
8. Простий спосіб передачі даних в інші програми.

Таким чином, система STOAT дозволяє виконати моделювання процесу очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

## 2 Розрахунок матеріальних балансів процесу очищення промислових стічних вод

Матеріальний баланс – це співвідношення між кількістю вхідної сировини, матеріалів, напівпродуктів і проміжної продукції, використаних у виробництві, і кількістю фактично отриманої готової продукції, побічних продуктів, відходів і втрат, тобто співвідношення теоретично можливого і практично отриманого виходу готової продукції [14].

Задача розрахунку матеріального балансу полягає у знаходженні параметрів стану потоку в технологічній схемі.

З урахуванням вищесказаного, в моделюючій програмі STOAT створено схему очищення промислових стічних вод від нафтопродуктів, де за основу було взято схему, представлену на рисунку 1.1. Схема в програмі STOAT представлена на рис. 2.1.

### Рисунок 2.1 - Схема очищення промислових стічних вод в STOAT

Представлена модель складається з блоків бібліотеки моделей (таблиця 2.1)

Таблиця 2.1 – Блоки апаратів у середовищі STOAT

Опис блоків моделі:

1. Primary tank – резервуар, який призначений для зменшення швидкості потоку стічних вод, а також дозволяє вилучати важкі органічні тверді речовини, а також нафтопродукти.
2. Humus tank – вторинний відстійник, який призначений для очисної станції з біофільтрами.
3. Storm tank – резервуар, призначений для очищення стічних вод за допомогою шторму.
4. Biofilter – це фільтр, в якому на поверхні фільтрувального матеріалу розташовуються біологічні плівки, що складаються з бактерій, які

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

харчуються забруднювачами з води. Саме цей фільтр допомагає позбутись цих бактерій.

Розглянемо схему очищення промислових стічних вод та наведемо матеріальні баланси по кожному апараті та вхідні і вихідні потоки.

Вхідні потоки представлені на рисунку 2.2

Рисунок 2.2 - Вхідні потоки схеми очищення промислових стічних вод

Задаємо синусоїдальний вплив на вхід, в результаті чого можна побачити графік та результати ще забрудненої води (рисунок 2.3)

Рисунок 2.3 - Матеріальний баланс на вході у систему

Далі на рисунках 2.4-2.7 наведено результати очищення води по кожному апарату та потоки між апаратами.

Рисунок 2.4 - Матеріальний баланс первинного відстійника

Рисунок 2.5 - Матеріальний баланс нафтовловлювача

Рисунок 2.6 - Матеріальний баланс потоку між усереднювачем і нафтовловлювачем

Рисунок 2.7 - Матеріальний баланс потоку між нафтовловлювачем і флотатором

З метою забезпечення необхідного ступеня очищення виникла необхідність збільшити кількість деяких апаратів (рисунок 2.8).

Рисунок 2.8 – Схема очищення побутових стічних вод за результатами моделювання у STOAT

На виході із можна спостерігати, наскільки добре була очищення забруднена вода (рисунок 2.9).

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Рисунок 2.9 - Матеріальний баланс на виході із системи

Також в програмі-симуляторі передбачено розрахунок масового балансу по всіх потоках (рисунок 2.10)

Рисунок 2.10 - Масовий баланс

Зведений матеріальний баланс представлено у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Зведений матеріальний баланс

Як бачимо з таблиці 2.2, очищення промислових стічних вод відбувається згідно з нормами. Сума вхідних та вихідних потоків збігаються. Отже, матеріальний баланси пораховані правильно.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3 Оптимальне керування процесом очищення промислових стічних вод

У хімічній технології найчастіше застосовують регулятори безперервної дії (I-П-, II-, III-, та ПІД – регулятори). При виборі закону регулювання враховують властивості хіміко-технологічного об'єкту; максимальну величину збурення; прийнятий для даного ТОК вид типового перехідного процесу; допустимі значення показників якості процесу регулювання (динамічна і статична похибки, час регулювання тощо) [14].

#### 3.1 Вибір типу автоматичного регулятора та його оптимальні налаштування

За знятою з моделюючої програми STOAT часову характеристику (рисунок 3.1), визначимо числові значення  $k_0x$ .

Вхідні дані: тип перехідного процесу – з мінімальною квадратичною площею відхилення. Граничні значення подані у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 - Граничні значення

Рисунок 3.1 - Часова характеристика

Початкові дані для розрахунків:

$$T_0 = 2; \tau = 2.$$

З графіку видно, що  $k_0x = 2000$ .

Орієнтовно обираємо тип регулятора за величиною відношення часу запізнювання об'єкту до постійної часу:

$$\frac{\tau}{T_0} = 1.$$

Орієнтований тип регулятора – регулятор неперервної дії.

Знаходимо динамічний коефіцієнт регулювання за графіком, представленим на рисунку 3.2.

Рисунок 3.2 - Динамічний коефіцієнт регулювання

Визначаємо значення динамічного коефіцієнта регулювання:

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$y_d = R_d * k_0 x = 0.8 * 2000 = 1600.$$

Перевіряємо виконання умови:

$$y_d < y_{d, \text{доп.}}$$

1600 < 2500, отже, умова виконується.

Оскільки був обраний П-регулятор, перевіримо також величину статичної похибки на дотримання нерівності:

$$y_{\text{ст}} < y_{\text{ст.доп.}}$$

Виразимо значення  $y_{\text{ст}}$  через формулу:

$$y_{\text{ст}} = y_{\text{ст}}^* * k_0 x,$$

де  $y_{\text{ст}}^*$  визначається із графіка залежності  $y_{\text{ст}}^*$  від  $\frac{\tau}{T_0}$  з урахування заданого перехідного процесу.

Рисунок 3.3 - Графік залежності  $y_{\text{ст}}^*$  від  $\frac{\tau}{T_0}$

Визначимо:

$$y_{\text{ст}} = y_{\text{ст}}^* * k_0 x = 0,5 * 2000 = 1000.$$

З умови перевірки статичної помилки  $y_{\text{ст}} < y_{\text{ст.доп.}}$ ,  $1000 < 1750$  видно, що умова виконується.

Перевіряємо, чи задовольняє час виконання умови  $t_p < t_{p, \text{доп}}$

Рисунок 3.4 - Графік залежності  $\frac{t_p}{\tau}$  від  $\frac{\tau}{T_0}$

З графіка видно, що  $\frac{t_p}{\tau} = 8$ , а отже  $t_p = 16$ , з умови видно  $t_p < t_{p, \text{доп.}}$ ,  $16 < 40$ , час виконання задовольняє.

### 3.2. Стратегія керування

Перевірку роботи регулятора, налаштування якого розраховані у п. 3.1, виконано у середовищі Control Builder системи Experion PKS. Основним контролером рівня ПЛК (програмований логічний контролер) системи Experion

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

PKS є контролер C200 фірми Honeywell, що підтримує роботу в резервованій та нерезервованій конфігураціях.

Контролер середовища оперативного управління системи Experion PKS має відкриту архітектуру, що дозволяє інтегрувати його з існуючими контролерами Honeywell, пристроями та іншими контролерами [28].

У рамках проекту виконано дослідження побудованої стратегії керування у середовищі Control Builder.

Підключившись до серверів та зайшовши у додаток Configuration Studio, було обрано Control Strategy. Конфігурування параметрів регулятора виконано із застосуванням параметрів, які розраховані в п. 3.1. Після завантаження алгоритму керування, була побудована стратегія керування (рисунок 3.5).

Рисунок 3.5 – Стратегія керування у середовищі Control Builder

### 3.3. Структура і технічні характеристики обчислюваного модуля

Відповідно до вибору типу і пошуку оптимальних налаштувань регулятора, було розроблено проект у середовищі Visual C++ CLR, програмний код обчислюваного модуля наведено в додатку А.

Структура обчислюваного модуля:

- файл форми – Header.h;
- файл проекту – MyForm1.cpp.

Основні елементи обчислюваного модуля наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Основні елементи обчислюваного модуля та їх призначення

Відповідно до структури програмного модуля, створено процедури обробки подій, які наведені в таблиці 3.3.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

### Таблиця 3.3 - Процедури обчислюваного модуля

Завдяки цьому програмному модулю можна налаштовувати різні регулятори.

### 3.3 Інструкція користувача до програмного продукту

Програмний модуль був розроблений для оптимальних налаштувань регулятора, при заданих початкових умовах. На рисунку 3.5, головне вікно програми, де можна побачити, що необхідно ввести вхідні дані, розрахувати, а також обрати регулятор.

#### Рисунок 3.6 - Інтерфейс програми

У пункті меню можна зберігати, очищати та проводити тестування програмного продукту (рисунок 3.7).

#### Рисунок 3.7 - Введення вхідних даних

Після натискання кнопки «Розрахувати» на екран виводяться результати розрахунків (рисунки 3.8-3.10).

#### Рисунок 3.8 - Розрахунок динамічної похибки

#### Рисунок 3.9 - Розрахунок статичної похибки

#### Рисунок 3.10 - Розрахунок часу виконання

Також програмний модуль за результатами розрахунку буде графіки за кожною складовою (рисунки 3.11-3.13).

#### Рисунок 3.11 - Графік пошуку динамічної похибки

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 3.12 - Графік пошуку статичної похибки

Рисунок 3.13 - Графік пошуку часу виконання

Після завершення розрахунків з'являється спливаюче вікно (рисунок 3.14).

Рисунок 3.14 - Спливаюче вікно

В програмі також враховано, що коли умови не виконуються, то користувачу пропонується обрати інший регулятор (рисунки 3.15-3.17).

Рисунок 3.15 - Не виконується перша умова

Рисунок 3.16 - Не виконується друга умова

Рисунок 3.17 - Не виконується третя умова

Також в пункті меню передбачено кнопку «Тест», яка задає початкові умови (рисунок 3.18).

Рисунок 3.18 - Результати при натисканні кнопки «Тест»

У програмному модулі також передбачено можливість збереження отриманих результатів та графіків.

Процедура збереження графіків передбачає можливість обрати власний шлях, а також формат відображення (рисунок 3.19).

Рисунок 3.19 - Збереження графіків

Завершення роботи програми здійснюється за допомогою пункту «Вихід» меню «Меню».

Рисунок 3.20 - Вихід з програми

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, за результатами комп'ютерного розрахунку обрано П-регулятор та визначено оптимальні налаштування регулятора.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

## 4 Автоматизація технологічної схеми процесу очищення промислових стічних вод

### 4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Автоматизація вважається найважливішим етапом для проектування будь-якого виробництва, тому що саме тут вирішуються основні параметри процесів, які відбуваються на виробництві, а саме необхідно завжди підтримувати параметри на заданому рівні.

Автоматизація виробничих процесів – методи і засоби, які використовуються для систем, що здатні управляти технологічним процесом без участі людини.

Автоматичний контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного пробігу устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу [15].

Метою технологічного процесу очищення промислових стічних вод є очищення забрудненої стічної води від нафтопродуктів.

Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного виходу очищеної води та протікання процесу за технічним регламентом необхідно регулювати та контролювати параметри: регулювання витрат на вході до системи, а також контроль і сигналізація рівня води у збірнику.

Крім цього, проаналізувавши процес очищення промислових стічних вод, можна зробити висновки, що для підтримання необхідної кількості вхідних речовин та протікання процесу необхідно застосувати автоматичне регулювання та контроль таких параметрів:

- на вході до системи – витрату;
- в усереднювачі – рівень;
- на виході з усереднювача – витрату;
- у нафтовловлювачі – рівень та витрату нафтопродуктів;
- у флотаторі – рівень, витрату нафтопродуктів, та тиск повітря;
- на виході з флотатора – якість очищеної води;

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

- на виході з механічного фільтра – електропровідність доочищеної води, а також витрату;
- у збірнику – рівень;
- на виході зі збірника – витрату.

Тому на підставі даного аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва. В результаті чого, було обрано регульовані і регулюючі параметри, об'єкти автоматизації, а також визначено параметри контролю та регулювання.

Відповідно для обраних параметрів регулювання, були вибрані місця для заміру параметрів на технологічному об'єкті та номінальні значення параметрів.

Всі дані про необхідні параметри регулювання та контролю виробництва наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри контролю та регулювання виробництва очищення промислових стічних вод.

На основі наведених даних у таблиці 4.1, розроблено функціональну схему автоматизації процесу очищення промислових стічних вод.

Для даної схеми підібрані необхідні технічні засоби (первинні та проміжні перетворювачі, вторинні прилади, регулятори, виконавчі механізми тощо) за допомогою каталогів виробників технічних засобів автоматизації [16-18].

Специфікація представлена у вигляді таблиці Б.1, що наведена в додатку Б.

## 4.2 Опис схеми автоматизації

### Контроль та регулювання витрати

В якості первинного перетворювача витрат використовують діафрагму камерну (поз. 4-1, 5-1, 6-1) ДКС 10-350, умовний тиск вимірювального середовища 10 МПа; діаметр труби 350 мм, та діафрагму камерну (поз. 3-1, 7-1) ДКС 10-80, умовний тиск вимірювального середовища 10 МПа; діаметр труби 80 мм. Далі сигнал передається на дифманометр мембранний ДМ-3583-80 М (поз. 4-2, 5-2, 6-2) без шкальний та на дифманометр мембранний ДМ-3583-50 М (поз. 3-2, 7-2) без

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

шкальний, який перетворює величину перепаду тиску в уніфікований вихідний сигнал, який є вхідним сигналом на регулятор.

В якості регулятора використовують універсальний вимірювач-регулятор(поз. 2-3, 3-3, 4-3, 5-3, 6-3, 7-3) моделі ТРМ101-УР, з вхідним та вихідним сигналом 4...20 мА.

Регулюючий вплив регулятора керує роботою електричного виконавчого механізму (поз. 2-4, 4-4 5-4) SAExC 16.1, призначений для переміщення одно- та двосідельних регулюючих органів.

В контурі 2 використовують звужувальний пристрій ( поз. 2-1) – діафрагма, виготовлена зі сталі марки 12Х18Н10Т. В контурі 2 – діафрагма безкамерна (поз. 2-1) ДБС 2,5 -1400 з діаметром переходу 350 мм. Далі сигнал передається на дифманометр мембранний ДМ-3583-80 М (поз. 2-3) без шкальний, який перетворює величину перепаду тиску в уніфікований вихідний сигнал, який є вхідним сигналом на наступний прилад.

### **Контроль рівня**

Для контролю рівня використовують комплект засобів (первинний і вторинний перетворювач), вимірювач акустичного рівнеміра «ЭХО-5Н» (поз. 8-1, 9-1, 10-1, 11-1) ППИ-5Н, з вхідним сигналом  $I_{\text{вх}} = 0...5\text{мА}$ ; гранично допустима основна похибка  $\pm 1,5\%$ .

Регулювання сигналу відбувається за допомогою показувального приладу (поз. 8-2, 10-2) Диск-250ДД, вхідний сигнал:  $I_{\text{вх}} = 0...5\text{мА}$  (до 0,5 кОм), або 4...20 мА (до 0,2 кОм); клас точності – 0,5.

Регулювання сигналу відбувається за допомогою показувального і регулюючого приладу (поз. 9-2, 11-2) Диск-250ДД, вхідний сигнал:  $I_{\text{вх}} = 0...5\text{мА}$  (до 0,5 кОм), або 4...20 мА (до 0,2 кОм); клас точності – 0,5.

В якості регулятора використовують універсальний вимірювач-регулятор(поз. 9-3, 11-3) моделі ТРМ101-УР, з вхідним та вихідним сигналом 4...20 мА.

### **Контроль якості рідини**

Показником якості рідини обрано електропровідність. В якості первинного перетворювача, було обрано показувальний прилад (поз. 12-1, 13-1), Диск-250ДД,

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

вихідний сигнал:  $I_{\text{вих}} = 0 \dots 5 \text{ мА}$  (до 0,5 кОм), або  $4 \dots 20 \text{ мА}$  (до 0,2 кОм); клас точності – 0,5.

Перетворення сигналу здійснюється первинним (проточним) перетворювач кондуктометричного аналізатора рідини АЖК-1.1 з пристроєм сигналізації; діапазон вимірювання:  $0 \dots 100 \text{ мСм/см}$ ; вхідний сигнал:  $I_{\text{вх}}=0 \dots 5 \text{ мА}$ ; вихідний сигнал  $4 \dots 20 \text{ мА}$ .

### **Сигналізація рівня води**

Сигналізація граничних значень про перевищення рівня води в апаратах розроблено контур автоматизації, в який входить стаціонарна система автоматичного контролю PZ-832 RC (поз. 8-2, 9-2, 10-2, 11-2).

Датчик через кожні 2 секунди передає сигнал на канал (кожен датчик має окремий канал вимірювання) і в разі, якщо значення перевищує допустиме прилад видає світловий сигнал.

Для контуру 11 датчик контролює положення речовини. Реле підтримує положення рідини в заданих межах.

### **Контроль та регулювання тиску**

В якості контролю тиску обрано манометр (поз. 1-1) МКУ-1071, розрахований на тиск до 16 МПа. Призначений для вимірювання надлишкового тиску, мановакууметричного тиску, абсолютного тиску, а також він розрахований на низькі діапазони тисків. Клас точності – 0,1.

Розроблена схема автоматизації забезпечує проведення процесу очищення промислових стічних вод в регламентованому режимі.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		35

## **5 Економіко - організаційні розрахунки процесу очищення промислових стічних вод**

Нафтопродукти належать до шкідливих забруднювачів навколишнього середовища. Потрапляючи разом із стічними водами у водоймища, органічні забруднювачі порушують хід природних процесів і знижують якість природних вод.

Одним з показників діяльності цеху є собівартість продукції, яка комплексно характеризує ступінь використання усіх ресурсів, рівень технічного розвитку виробництва, досконалість системи управління та значною мірою визначає кінцеві результати діяльності цеху – прибуток і рентабельність.

Метою проведення економіко – організаційного обґрунтування в дипломному проекті є розрахунок його основних техніко – економічних показників, за якими можна буде зробити висновки щодо доцільності цеху.

### **5.1 Теоретичні відомості для техніко – економічного обґрунтування процесу очищення промислових стічних вод**

Виробничий процес – єдність живої праці, засобів праці, предметів праці, зосереджених у просторі і часі для виготовлення продукції або виконання робіт.

Види виробничих процесів [19]:

1. основні – пов'язані з виготовленням готової продукції, яка формує призначення підприємства;
2. допоміжні – пов'язані для заготівлі або одержання комплектуючих для обслуговування виробництва (складування, транспортування);
3. бічні – виробництво продукції з відходів основного виробництва;
4. підсобні – не мають безпосереднього відношення до виробництва продукції, обслуговують допоміжні.

Предмет праці – сировина, матеріали, які підлягають обробці. Предмети праці входять до складу оборотних засобів.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		36

Виробничий процес – це період часу, необхідний для випуску готової продукції.

Основні засоби (ОЗ) – це засоби праці, що неодноразово беруть участь у виробничому процесі, не змінюючи при цьому своєї первинної форми. Їх вартість переноситься на вартість готової продукції частинами в міру зношення шляхом амортизаційних відрахувань.

До основних засобів належать [19]:

- будівлі і споруди;
- машини і обладнання;
- транспорт;
- виробничий і господарський інвентар (вартістю понад 2500 грн. та терміном служби більше 1 року);
- нематеріальні активи (права, ліцензії, сертифікати).

Основні засоби поділяються на пасивні і активні:

1. активні – безпосередньо впливають на предмет праці (машини і обладнання, інструменти та засоби, вимірювальна та обчислювальна техніка);
2. пасивні – засоби, які безпосередньо не впливають на предмет праці, але є необхідними для виробничого процесу (будівлі та споруди, силове устаткування, транспортні засоби, інвентар).

Грошова оцінка основних засобів характеризується чотирма вартостями:

1. повна початкова вартість ( $\Phi_{пн}$ ) – вартість придбання або створення основних засобів з урахуванням гуртової ціни, витрат на доставку, витрати на монтаж, установку, тобто всі витрати до моменту запуску основних засобів у виробництво:

$$\Phi_{пн} = C_{придб} + C_{транс} + C_{уст};$$

2. відновлювальна вартість ( $\Phi_{відн}$ ) – вартість, яку необхідно додати на момент переоцінки основних засобів для відновлення їх до початкового робочого стану;

									Арк
									37
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					



3. залишкова вартість ( $\Phi_{за}$ ) – різниця між  $\Phi_{пп}$  та нарахованим зносом основних засобів:

$$\Phi_{зал} = \Phi_{пп} - Знос;$$

4. ліквідаційна вартість ( $\Phi_{лікв}$ ) – сума грошей або інших активів, яку підприємство очікує отримати від реалізації (ліквідації) ОЗ після закінчення терміну їх експлуатації.

Калькуляція – документ, який дозволяє систематизувати витрати на виробництво одиниці продукції і визначити її собівартість. Це спосіб групування витрат і визначення собівартості, придбання матеріальних цінностей, виготовлення продукції або виконання робіт на конкретному підприємстві, у конкретних умовах.

Кошторис – документ для систематизації витрат і розрахунку собівартості робіт.

Амортизація — це економічний процес, що кількісно відображає втрату основними засобами своєї вартості, яка амортизується, та її систематичний розподіл (перенесення) на заново створений продукт (виконану роботу, надану послугу) протягом періоду їх корисного використання [14].

$$A = \frac{\Phi_{пп} + K - \Phi_{лікв} + P}{T_{експлуат}} \quad (5.1)$$

де  $K$  – витрати на капремонт за час  $T_{експлуат}$  – термін експлуатації;  $P$  – вартість ліквідації ОЗ.

Норма амортизації — відсоткове відношення часткової суми амортизації до повної початкової амортизації.

Собівартість – це всі витрати на виробництво і реалізацію товару (послуги або виконання роботи) в грошовому вигляді. Розраховується за наступною формулою [14]:

$$C = A + ОбЗ \quad (5.2)$$

де  $A$  – амортизація основних засобів,  $ОбЗ$  – оборотні засоби

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		38

Норма амортизації – це відсоток амортизаційних відрахувань від балансової вартості основних засобів.

Окрім ОЗ кожне підприємство обов'язково повинно мати оборотні засоби або оборотний капітал. Оборотний капітал – це фінансові ресурси, вкладені в об'єкти, використання яких здійснюється підприємством протягом одного виробничого циклу.

Оборотні засоби – це зазначені об'єкти. Оборотний капітал, що вкладається у виробництво і реалізацію продукції, споживається повністю і відтворюється відразу після завершення виробничого циклу через реалізацію товару.

До основних техніко – економічних показників належать [19]:

- випуск продукції;
- фондвіддача ОЗ — це відношення обсягу виробленої продукції підприємства до середньорічної вартості ОЗ, що показує, який обсяг виробленої продукції припадає на 1 грн. вартості ОЗ, тобто:

$$\Phi_{\text{в}} = \frac{B}{C_{\text{сеп}}} \quad (5.3)$$

де B - запланований випуск продукції за певний період; C<sub>сеп</sub> - середньорічна вартість ОЗ;

- фондомісткість ОЗ — це показник, обернений до фондвіддачі. Він показує, яка вартість ОЗ припадає на 1 грн. виробленої продукції, тобто:

$$\Phi_{\text{м}} = \frac{1}{\Phi_{\text{ф}}} \quad (5.4)$$

- капіталовкладення:

$$K = \text{ОЗ} + \text{ОбЗ} + \text{ФОП} \quad (5.5)$$

- собівартість продукції — це вираження у грошовій формі поточних витрат підприємства на підготовку виробництва продукції, її виготовлення і збут.

Для забезпечення беззбиткової виробничо - господарської діяльності підприємства ці витрати повинні відшкодовуватись за рахунок виручки від продажу виготовленої продукції.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		39

Собівартість продукції відображає рівень витрат підприємства на її виробництво і комплексно характеризує ефективність використання ним ресурсів, організаційний і технічний рівень виробничого процесу, рівень продуктивності праці [19].

$$C = A + Z_{\text{сир}} + \text{ФОП} + Z_{\text{електр.}} \quad (5.6)$$

де А - амортизаційні відрахування;

$Z_{\text{сир}}$ ,  $Z_{\text{електр}}$  - витрати на сировину, обладнання та електроенергію відповідно;

ФОП - фонд оплати праці:

$$\text{ФОП} = \text{ЗП} + \text{Нарахування} \quad (5.7)$$

де ЗП - заробітня плата — ціна, що сплачується за використану працю, грошова вартість робочої сили;

Нарахування - сума коштів, яку підприємство обов'язково сплачує до державних засобів соціального захисту (37%).

- ціна;
- прибуток — абсолютна величина, що характеризує доцільність існування підприємства :

$$П = Ц - С \quad (5.8)$$

- рентабельність — показник ефективності роботи підприємства, характеризує ефективність повернення вкладених коштів.

$$P = \frac{П}{С} * 100\% \quad (5.9)$$

- економічна ефективність:

$$E = \frac{П}{К} \quad (5.10)$$

- період повернення капіталовкладень:

$$T = \frac{1}{E} \quad (5.11)$$

Кадри характеризуються показниками [17]:

Чисельність явочна — максимально допустима чисельність працівників необхідних для виконання відповідного обсягу робіт і повної комплектації робочих місць протягом робочої зміни.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		40

$$Ч_{яв} = \frac{В}{Н_в * К_{вн} * К_{пн}} \quad (5.12)$$

де В - запланований випуск продукції за певний період;

$H_в$  - норма виробітку;

$K_{вн}$  - коефіцієнт виконання норми;

$K_{пн}$  - коефіцієнт перегляду норм у поточному періоді.

Норма виробітку — становлений обсяг робіт, який працівник чи група працівників повинна виконати у відповідних організаційно-технічних умовах за визначений період часу відповідно до своєї кваліфікації.

$$H_в = \frac{В}{Ч * Т} \quad (5.13)$$

де Ч - чисельність персоналу, зайнята на випуск певної продукції;

Т - період часу, за який випускається дана продукція.

Чисельність за списком - характеризує потребу підприємства у кадровому забезпеченні і крім штатних посад містить працівників необхідних для заміщення хворих, осіб у відпустках, відсутніх за інших причин, консультантів, експертів та інших позаштатних працівників.

$$Ч_{сп} = Ч_я * К_{перерах} \quad (5.14)$$

$$К_{перерах} = \frac{T_{підпр}^{рік}}{T_{прац}^{рік}} \quad (5.15)$$

де  $T_{підпр}^{рік}$  - тривалість роботи підприємства за рік;

$T_{прац}^{рік}$  - тривалість роботи працівника за рік.

## 5.2 Техніко – економічні показники процесу очищення промислових стічних вод

*Послідовний рух* предметів праці – це ВРПП, під час якого обробка сировини проводиться послідовно на кожній стадії з наступною передачею на чергову стадію. Розрахуємо тривалість виробничого циклу. Процес очищення стічної води характеризується виключно обробкою вхідної суміші, яка послідовно проходить через всі апарати схеми. Тому для даного виробництва доцільно використати послідовний ВРПП.

									Арк
									41
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ДП ХА4114 1490 001 ПЗ				

Очищення січних вод включає виконання наступних операцій:

1. Підготовка та налаштування обладнання – 3 хв.
2. Процес усереднення – 7 хв.
3. Прийом стічних вод до нафтовловлювача – 5 хв.
4. Процес очищення води у нафтовловлювачі – 20 хв.
5. Насичення води повітрям – 5 хв.
6. Очищення води у флотаторі – 20 хв.
7. Подача піску до механічного фільтру – 5 хв.
8. Очищення води у механічному фільтрі із зернистим завантаженням (пісок) – 20 хв.
9. Транспортування води до збірника – 10 хв.
10. Транспортування відходів очищення води – 10 хв.
11. Відведення очищених стічних вод до водойм – 15 хв.

*Розрахуємо тривалість виробничого циклу:*

$$T_{\text{вц}}^{\text{посл}} = V * \sum_{i=1}^n t_i = 120 \text{ хв.}$$

Розрахуємо кількість циклів за одну зміну 6 год.

$$n = \frac{60 * 6}{120} = 3$$

Кількість партій продукції, що випускається за один цикл:

$$V_{\text{вц}} = 2.$$

Тобто маємо повних 3 цикла за 1 зміну (6 год). Оскільки, у нас 4 змін за 1 добу. Тобто за 1 добу 12 циклів. За 120 хв. випускається 2 партії. За одну добу очищається 2 000 м<sup>3</sup> води, це 24 партії. За одну партію очищується 83,33 м<sup>3</sup>.

За рік очищується:

$$V_{\text{річн}} = n_{\text{ц,рік}} * V = 4380 * 83,33 = 364\,985,4 \text{ м}^3.$$

Де  $n_{\text{ц,рік}}$  – кількість циклів за рік,  $V$  – об'єм очищення одної партії.

Виробничий цикл для процесу очищення стічної води зображений на рисунку 5.1

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		42

### Рисунок 5.1 - Виробничий цикл послідовного типу

Так як маємо ВРПП послідовного типу, і ми маємо 4 зміни. Перелік осіб, що працюють в даному відділенні наведено в таблиці 5.1. Згідно з відомими нормами технічного проектування режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти годинною робочою зміною, оскільки в цеху очищення стічної води використовується нафта, а вона є шкідливою.

Організаційна структура повинна повністю забезпечити потреби цеху в обслуговуванні. Таким чином на підприємстві повинні працювати:

### Рисунок 5.2 - Організаційна структура цеху

### Таблиця 5.1 – Персонал цеху

Підприємство працює з режимом роботи чотири зміни, котрі мають тривалість по 6 годин кожна для робочого персоналу та спеціалістів. Для керуючого персоналу та фахівців робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи однозмінний тривалістю робочої зміни 8 годин.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		43

Персонал, який необхідний для підтримання неперервного виробництва, складається з наступних посад: начальник зміни(1), механік(1), апаратник(1), охоронець(1), прибиральниця(1).

Адміністративно-керуючий персонал: начальник цеху(1), технолог(1), бухгалтер(1), інженер(1).

Отже, явочна кількість адміністративно-керуючого персоналу:

$$Ч_{яв} = 1 + 1 + 1 + 1 = 4$$

Явочна кількість робочого персоналу:

$$Ч_{яв} = 1 + 1 + 1 + 1 + 1 = 5$$

Графік змін на підприємстві:

1-а зміна: 6.00-12.00; 2-а зміна: 12.00 -18.00; 3-я зміна: 18.00- 00.00;

4-а зміна: 00.00- 6.00.

Для забезпечення безперервності виробництва необхідно 5 бригад. Складемо графік змінності (таблиця 5.2)

Таблиця 5.2 - Графік змінності основних виробничих працівників

Знаходимо фактичний відпрацьований час кожним працівником:

$$T_{\text{факт.}}^{\text{роб.}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вих.}}) * T_{\text{зм.}} = \left( \frac{365}{25} (25 - 5) \right) * 6 = 1752 \text{ год/рік}$$

де  $T_{\text{зм.об.}}$  – змінооборот, днів;  $T_{\text{вих.}}$  - кількість вихідних;  $T_{\text{зм.}}$  – тривалість робочої зміни.

Тривалість роботи підприємства на рік:

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

Кількість бригад:

$$K_{\text{пер.}} = \frac{T_{\text{підпр.}}^{\text{рік}}}{T_{\text{факт.}}^{\text{роб.}}} = \frac{8760}{1752} = 5$$

Розраховуємо чисельність персоналу за списком:

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{яв}} * K_{\text{перерах.}} = 25$$

Графік змінності адміністративно-управлінського персоналу: одна зміна 09:00 – 18:00 год.

Таблиця 5.3 – Графік змінності адміністративного персоналу

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
						44
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Фактична тривалість роботи адміністративно-управлінського персоналу:

$$T_{\text{прац.}}^{\text{факт}} = \frac{365}{T_{\text{зм.об.}}} \cdot (T_{\text{зм.об.}} - T_{\text{вихідн.}}) \cdot T_{\text{зміни}} = \frac{365}{7} \cdot (7 - 2) \cdot 8 = 2085 \text{ год/рік.}$$

Чисельність за списком для адміністративного персоналу дорівнює явочній чисельності.

Отже, сумарна З/П за місяць складає 232 000, а за рік складатиме 2 784 000 гривень.

Розрахуємо фонд оплати праці:

$$\text{ФОП} = 12 \cdot \text{ЗП} \cdot 1,22 = 12 \cdot 207\,000 \cdot 1,22 = 3\,030\,480 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Відрахування на соціальні заходи здійснюються за встановленим законодавством ставками від витрат на оплату праці і складає 37%.

### **Контроль виробництва**

Технічний контроль – сукупність методів, заходів та засобів, які забезпечують відповідність якості продукції яка випускається вимогам стандартів і нормативів. Об'єктом технологічного контролю є технологічний процес. Контроль поділяють на вхідний, заключний, проміжний.

Вхідний контроль – перевірка якості продукції, що надходить на підприємство, як сировини. На даному підприємстві це визначення якості вихідної сировини. Цей контроль проводиться начальником зміни. Вони зобов'язані вести журнал вхідного контролю.

Проміжний контроль – це перевірка технологічної дисципліни при виконанні технологічного процесу. Виконується технологом, який веде журнал проміжного контролю.

Заключний контроль – це оцінка якості води. Основна мета цього контролю – виявлення домішок у воді. Заключний контроль проводить технолог. Результати заключного контролю заносять до журналу заключного контролю, згідно якого оформляється паспорт на продукцію.

Затрати на сировину зручно привести у вигляді таблиці 5.4.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		45



Таблиця 5.4 – Розрахунок вартості сировини для виробництва

Річні затрати на сировину та реагенти:  $Z_c = 21\,761\,300$  грн./рік

Витрати на електроенергію. Розраховуємо витрати на електроенергію за нерегульованим тарифом, тариф за приєднану потужність:  $T_{пр} = 2.6$  грн/кВт; Потужність обладнання:  $H_{об} = 60$  кВт/т; Освітлення цілодобове:  $H_{ос} = 30$  кВт/добу.

Підприємство працює цілодобово 365 днів на рік. Річні витрати на електроенергію:

$$Z_{e/e} = P_{пр} \cdot T_{пр} + T_{нерег} \cdot (H_{об} \cdot V_{год} + H_{ос} \cdot 365) \\ = 5000 \cdot 2.6 + 1 \cdot (60 \cdot 734,864 + 30 \cdot 365) = 68\,041,84 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Витрати на опалення цеху. Загальна площа:  $1800 \text{ м}^2$ ; тарифна ставка на опалення:  $31,55$  грн./ $\text{м}^2$  міс; Сезон опалення: 6 місяців

$$Z_{опал.} = 1800 \cdot 31,55 \cdot 6 = 340\,740 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Амортизаційні відрахування. Здійснюються за прийнятими методами і нормами.

Таблиця 5.5 – Розрахунок вартості ОЗ підприємства

Сумарна вартість основних фондів:

$$OF = 1\,000\,000 + 1\,150\,000 + 170\,000 + 100\,000 + 50\,000 + 100\,000 + 250\,000 + 50\,000 + 30\,000 = 2\,900\,000 \text{ грн./рік}$$

Розраховуємо величину амортизаційних відрахувань:

$$A = (1\,000\,000 + 1\,150\,000) \cdot 0,05 + (170\,000 + 100\,000 + 50\,000 + 100\,000) \cdot 0,2 + 250\,000 \cdot 0,3 + 50\,000 \cdot 0,2 + 30\,000 \cdot 0,25 = 284\,000 \text{ грн.}$$

Сумарні цехові витрати наведено у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Сумарні затрати цеху очищення стічної води

Оборотні фонди та їх вартість приведені в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 – Вартість оборотних фондів підприємства

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		46

Запланована ринкова ціна одного кубометру вихідної води:

$$Ц = 50 \text{ грн./м}^3$$

За одну партію очищається 83,33 м<sup>3</sup>.

$$Ц = 8760 \cdot 50 \cdot 83,33 = 36\,498\,540 \text{ грн./рік.}$$

Визначаємо прибуток підприємства:

$$П = Ц - С = 36\,498\,540 - 25\,484\,561,84 = 11\,013\,978,16 \text{ грн}$$

Рентабельність підприємства:

$$P = \frac{П}{С} \cdot 100\% = \frac{11\,013\,978,16}{25\,484\,561,84} \cdot 100 = 43,22\%$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = \frac{П}{К} = \frac{П}{ОФ + ОбФ + ФОП} = \frac{11\,013\,978,16}{28\,100\,561,84} = 0,39$$

Період повернення капіталовкладень:

$$T_{\text{пов.}} = \frac{1}{E} = \frac{1}{0,39} = 2,56 \text{ р.}$$

Фондовіддача основних засобів виробництва:

$$ФВ = \frac{Ц}{ОФ} = \frac{36\,498\,540}{2\,900\,000} = 12,59$$

Фондоємність:

$$ФЄ = \frac{1}{ФВ} = \frac{1}{12,59} = 0,07$$

Фондоозброєність персоналу:

$$ФО = \frac{ОФ}{Чсп.} = \frac{2\,900\,000}{29} = 100\,000 \text{ грн./ос}$$

Зведемо всі розраховані в розділі 5.2 показники до таблиці 5.8

Таблиця 5.8 – Основні техніко - економічні показники цеха з очистки стічної води

За знайденими техніко-економічними показниками можна зробити висновок, що дане підприємство є прибутковим.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		47

## **6 Охорона праці**

Технологічний об'єкт, що розглядається- процес очищення промислових стічних вод, яке містить в обігу шкідливі, вибухонебезпечні речовини. Всі апарати знаходяться на вулиці, в приміщенні знаходяться лише прилади автоматизації. В даному об'єкті передбачено використання електроенергії. Всі проектні рішення прийнято із урахуванням вимог охорони праці. На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблені заходи щодо створення здорових і безпечних умов праці та пожежної безпеки [20].

### **6.1 Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на об'єкті, що проектується. Заходи з охорони праці**

#### **6.1.1 Повітря робочої зони**

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи, які виконуються в цеху за важкістю відносяться до категорії Іб. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні наведені в таблиці 6.1. Таблиця 6.1– Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

З метою забезпечення нормативних рівнів параметрів мікроклімату і чистоти робочої зони передбачені наступні засоби та заходи: механізація і автоматизація тяжких і праце-містких робіт; дистанційне управління процесами й апаратами; раціональне розміщення устаткування, агрегатів і т.п.; наявність теплоізоляції устаткування, агрегатів, комунікації й інших джерел, що випромінюють на робочих місцях тепло [22].

Проектом передбачено використання вентиляції для нормалізації мікрокліматичних параметрів. Передбачено використання видів вентиляції:

1. За способом організації повітрообміну: комбінована (загально обмінна, місцева);
2. Залежно від способі переміщення повітря: змішана (природна, механічна);
3. За призначенням: припливно-витяжна.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		48

Система вентиляції представляє собою сукупність спеціальних об'єктів (жалюзі, спеціальні провітрювальні вікна або отвори), що відчиняються за певною схемою і утворюють природну організовану вентиляцію приміщення.

Механічна вентиляція являється загальнообмінною приливно-витяжною, що комбінується з місцевою витяжною.

Контроль температури в лабораторії проводиться за допомогою спиртового термометра, відносна вологість вимірюється за допомогою крильчастого анемометра. Вимірювання параметрів мікроклімату здійснюється 1 раз протягом робочого дня .

В таблиці 6.2 приведено коротку санітарну характеристику підприємства, що розглядається, а саме цеху очистки стічних вод [22].

Таблиця 6.2 – Коротка санітарна характеристика виробництва

### **6.1.2 Виробниче освітлення**

Згідно ДБН В.2.5-28-06, роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду VIII-б.

У приміщенні цеху передбачено використання природного, штучного, суміщеного та локалізованого освітлення.

Природне освітлення являє собою комбіновану систему поєднання верхнього й бокового освітлення. Штучне освітлення представлене системою, в якій світильники розміщують у верхній зоні приміщення [21].

У таблиці 6.3 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Таблиця 6.3 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості КПО виробничих приміщень

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне, охоронне. Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		49

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів АСУ ТП. Площа цього приміщення 30 м<sup>2</sup>. В зоні цього цеху розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ [21].

#### Рисунок 6.1– Схема операторної кімнати виробництва

Перевіряємо освітленість робочого місця оператора ЕОМ на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташовано ПК, складає 200 лк за освітленості тієї же поверхні відкритим небосхилом в 20000 лк, тобто КПО=1%, що не відповідає нормативному КПО.

Розрахунок штучного освітлення проведемо для кімнати площею 30м<sup>2</sup>, ширина А якої складає 6м, довжина В – 5м, висота - 3м. Скористаємося методом використання світлового потоку . Для визначення потрібної кількості світильників, які повинні забезпечити нормований рівень освітленості, визначимо світловий потік, що падає на робочу поверхню за формулою :

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta} \quad (6.1)$$

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

E – нормована мінімальна освітленість, Лк; E = 300 Лк;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=30м<sup>2</sup>);

Z - відношення середньої освітленості до мінімальної (зазвичай приймається рівним 1,1... 1,2, в нашому випадку Z = 1,1);

K - коефіцієнт запасу, в нашому випадку K = 1,5);

η - коефіцієнт використання світлового потоку, що характеризується коефіцієнтами відбиття від стін (ρ<sub>ст.</sub>) і стелі (ρ<sub>стелі</sub>)), значення коефіцієнтів дорівнюють ρ<sub>ст</sub> = 50% і ρ<sub>стелі</sub> = 50%.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{S}{h_p(A+B)} = \frac{30}{1 \cdot (6+5)} = 2.727 \quad (6.2)$$

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		50

де  $h_p$  – розрахункова висота підвісу ( $h_p = h_1 - h_2$ ,  $h_p = 1$  м).

Знаючи індекс приміщення  $I$  знаходимо значення  $\eta = 0,5$ .

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

$$F = \frac{300 * 1,5 * 30 * 1,1}{0,5} = 29700 \text{ Лм} \quad (6.3)$$

В якості джерел світла при загальному штучному освітленні використовуються люмінесцентні лампи білого світла ЛБ-40, вмонтовані в світильник типу ПВЛ – 6 з напругою мережі 220 В. Тип світильника – ПВЛ – світильник пиловологонепроникний [21]. Світловий потік яких  $F = 3120$  Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у світильниках за формулою:

$$N = \frac{F}{F_{л}} = \frac{29700}{3120} = 9 \quad (6.4)$$

де  $N$  – кількість ламп, що визначається;  $F$  - світловий потік;  $F_{л}$  - світловий потік лампи.

В приміщенні використовуються світильники типу НОДЛ. Кожен світильник комплектується двома лампами. Тобто необхідно використовувати 4 світильники із 2 працюючими лампами в них.

### 6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій

Джерелами вібрацій на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: електродвигуни, вентилятори. Джерелами шумів на виробництві є флотатор, фільтри та відстійник.

Згідно з ДСН 3.3.6.037-99 у виробничих приміщеннях прийнята, норма рівня звуку становить 60 дБА. Допустимий рівень вібрації в приміщенні для 1-го ступеня шкідливості - до 3 дБ, для 2-ої ступені шкідливості - до 3,1 дБ, для 3-ї ступені шкідливості - більше 3,1 дБ. Дане виробництво належить до 2-го ступеня шкідливості по вібрації. Фактичний рівень шуму становить 55 дБА, що відповідає нормі [23].

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над устаткуванням, які

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		51

спричиняють шум. Щоб знизити рівень вібрації під вібруюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин .

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму передбачено м'які протишумові беруші. Для захисту рук від дії вібрацій застосовують рукавиці з спеціальними віброзахисними вставками.

Для захисту від вібрацій що передаються через ноги передбачено взуття товстою гумовою підошвою. Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач марки ВШВ-003 [24].

#### 6.1.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирихпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю. Для змінного струму із частотою 50 Гц гранично припустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі  $I_{л} = 6$  мА,  $U_{дот} = 36$  В; при нормальному режимі роботи електричного обладнання  $I_{л} = 0,3$  мА,  $U_{дот} = 2$  В.

Порівняємо розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

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

де  $R_{л} = 2 \dots 4$  кОм, опір тіла людини;

$R_0 = 4$  Ом, опір нейтралі заземлення;

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

$$I_{л} = \frac{220 \cdot 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ А}$$

Напруга дотику розраховується за формулою:

$$U_{д} = I_{л} \cdot R_{л} \cdot 10^3 = 0,05 \cdot 4000 = 220 \text{ В.}$$

Таблиця 6.4 – Класифікація приміщень по ступеню небезпеки враження електричним струмом

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		52

Для забезпечення електробезпеки передбачені наступні технічні заходи й засоби: занулення, захисне відключення, мала напруга, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки, огорожувальні пристрої, блокування, попереджувальна сигналізація, попереджувальні плакати. Також використовується подвійна ізоляція.

У виробничих приміщеннях передбачена періодична перевірка вибраних типів проводів, освітлювальної арматури, пускачів електродвигунів та іншого електроустаткування.

Для забезпечення індивідуального захисту використовують діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огороження, захисні окуляри. Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижньовими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання [24].

### **6.1.5 Безпека технологічних процесів та обслуговування обладнання**

Виходячи з технологічної частини проекту можна виділити такі основні причини виникнення аварійної ситуації:

- Зміна співвідношення води при неперервному процесі, що призводить до збільшення витрат.

Виникає при відмові або пошкодженні засобів автоматизації, обладнання. Для виключення можливості виникнення аварійної ситуації за рахунок відмови системи автоматизації проектом передбачено встановлення дублюючих пристроїв контролю та сигналізації на особливо небезпечних ділянках.

Заходи безпеки, що передбачені проектом до технологічних процесів:

- Усунути безпосередній контакт працюючих з вихідними матеріалами. Для подачі забрудненої води до апаратів використовуються засоби автоматизації і дистанційне керування процесом;

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		53



- Застосування систем контролю і керування технологічним процесом у цеху, які забезпечують захист працюючих і аварійне відключення виробничого обладнання;
- Своєчасне отримання інформації про виникнення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що досягнуто за допомогою пристроїв, що сигналізують і подають інформацію про роботу технологічного обладнання, про зміни протягом процесу, попереджають про небезпеки і повідомляють про місце їхнього знаходження і при необхідності автоматично відключають аварійні ділянки.

## 6.2 Пожежна безпека

Джерела запалювання – електричні іскри, дуги, що виникають при пробіі ізоляції і при нагромадженні заряду статичної електрики, перегріті ділянки елементів і конструкцій промислові електричні нагрівачі. Джерела запалювання можуть виникати в електричних приладах, у системах кондиціонування повітря й електропостачання [25].

У додатку В наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю . При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, між будинками передбачені протипожежні розриви 10 м, протипожежний водопровід, пожежні крани, ємності з піском і пожежні щити, вогнегасники типу ВВ, ВХП; змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу [26].

Для підігрівачів передбачено застосування запобіжних пристроїв (мембран, клапанів). Всі електроустановки оснащені плавкими запобіжниками від струмів короткого замикання.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		54

Встановлюється охоронно - пожежна сигналізація автоматичного типу. Перед початком роботи трубопроводи будуть продуватись повітрям з перевіркою результатів продувки. Для захисту електроустаткування від загоряння використовують регулярне технічне обслуговування, фарбування електроустаткування негорючими матеріалами [27].

Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижньовими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання .

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		55

## ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розглянуто процес очищення промислових стічних вод та вирішено наступні завдання:

1. Проаналізовано процес очищення промислових стічних вод, визначено регульовані величини та параметри керування.
2. Виконано комп'ютерний розрахунок матеріального балансу технологічної схеми за допомогою програми-симулятора STOAT.
3. Розроблено оптимальні налаштування регулятора та обґрунтовано вибір типу регулятора. З метою перевірки отриманих рішень виконано побудову стратегії керування у середовищі Control Builder системи Experion PKS.
4. Розглянуто структуру та принципи побудови обчислюваного модулю для розрахунку оптимальних налаштувань регулятора. Програмний модуль розроблений в середовищі C++ типу CLR.
5. Розроблена схема автоматизації процесу очищення промислових стічних вод, підібрані необхідні технічні засоби автоматизації.
6. Виконано розрахунок техніко – економічних показників виробничого процесу очищення промислових стічних вод.
7. Виявлено та проаналізовано шкідливі та небезпечні виробничі фактори, а також визначено основні заходи безпеки під час процесу очищення промислових стічних вод.

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		56

**ДОДАТКИ**

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
						57
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Лістинг програмного коду розрахункового модуля

					ДП ХА4114 1490 001 ПЗ	Арк
Вик	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		58

**Додаток Б**

Таблиця Б.1 – Специфікація приладів

Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
ДШ ХА4114 1490 001 ПЗ				
	Арк.			
	59			

**Додаток В**

Таблиця В.1 –Показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів, класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю

Змін.	
Арк.	
№ докум.	
Підпис	
Дата	

ДШ ХА4114 1490 001 ПЗ