

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

Факультет хіміко-технологічний.
Кафедра кібернетики хіміко-технологічних процесів.

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
Т.В.Бойко
(підпис)

“ ” червня 2016 р.

Дипломний проект

на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

на тему: Комп'ютерний розрахунок процесу біологічного очищення побутових стічних вод

Виконав студент IV курсу, групи ХА-21

Боровікова Катерина Олександрівна

Керівник доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Сангінова О.В.

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультанти:

з хімічної технології доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Безносик Ю.О.

(підпис)

з математичн. моделювання в.о.зав. каф. КХТП, к.т.н., Бойко Т.В.

(підпис)

з автоматизов. регулювання доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Бондаренко С.Г.

(підпис)

з охорони праці доцент каф. охорони праці, промислової та цивільної безпеки, к.т.н., доц Полукаров Ю.О.

(підпис)

з організаційно-економічної частини доц. кафедри економіки і підприємництва, к.х.н. доц. Підлісна О.А.

Нормативний контроль доц. каф. КХТП, к.т.н., доц. Шахновський А.М.

Рецензент _____

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2016 рік

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 79 с., __ рис., __ табл., 6 додатки, 20 джерел.

Виконано технологічний проект процесу біологічного очищення побутових стічних вод.

В проекті обґрунтовано норми технологічних режимів, наведена технологічна схема процесу біологічного очищення побутових стічних вод та її опис. З використанням програми MathCad 15 зроблений розрахунок матеріального балансу схеми. У середовищі MS Visual Studio розроблено обчислювальний модуль для конструктивного розрахунку типового аеротенка.

Запропоновано схему автоматизації процесу. Визначено основні зходи безпеки під час процесу біологічної очистки побутових стічних вод.

Проведено економічне обґрунтування вибору типового аеротенка.

Змодельований процес біологічної очистки побутових стічних вод у програмі STOAT 5.0 та обґрунтований вибір П-регулятора з визначенням його основних параметрів.

АВТОМАТИЗАЦІЯ, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, КОМП'ЮТЕРНИЙ РОЗРАХУНОК, ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ МОДУЛЬ, БІОЛОГІЧНА ОЧИСТКА ПОБУТОВИХ СТІЧНИХ ВОД, АЕРОТЕНК, STOAT, MS VISUAL STUDIO, MATHCAD, ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

					ХА 2102 1490 001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Боровікова К.О.			Комп'ютерний розрахунок процесу біологічного очищення побутових стічних вод Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Сангінова О.В.					7	79
Реценз.		.				НТУУ "КПІ", ХТФ, ХА-21		
Н. Контр.		Шахновський А.М.						
Затверд.		Бойко Т.В.						

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка 79 с., __ рис., __ табл. 6 приложений, 20 источников.

Выполнен технологический проект процесса биологической очистки бытовых сточных вод.

В проекте обоснованно нормы технологических режимов, приведена технологическая схема процесса биологической очистки бытовых сточных вод и ее описание. С использованием программы MathCad 15 расчет материального баланса схемы. В среде MS Visual Studio разработан вычислительный модуль для конструктивного расчета типового аэротенка.

Предложена схема автоматизации процесса. Определены основные средства безопасности во время процесса биологической очистки бытовых сточных вод.

Проведено экономическое обоснование выбора типового аэротенка.

Смоделирован процесс биологической очистки бытовых сточных вод в программе STOAT 5.0 и обоснованный выбор П-регулятора с определением его основных параметров

АВТОМАТИЗАЦИЯ, МАТЕРИАЛЬНЫЙ БАЛАНС,
КОМПЬЮТЕРНЫЙ РАСЧЕТ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ,
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД, АЭРОТЕНК,
STOAT, MS VISUAL STUDIO, MATHCAD, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ
ОБОСНОВАНИЕ

ABSTRACT

Explanatory note has 79 p., ___pic., ___ tab., 6 applications, 20 sources.

Technological project of the process biological treatment of wasted water.

The norms of technological modes are justified, technical scheme of of process of biological treatment of wasted water is presented with its description. Using MathCad 15.00 program computer calculation of material balance of the scheme is done. Calculation module for constructive calculations of typical aerotank was developed in MS Visual Studio environment.

Scheme of automation of the process is suggested. Identified the main safeties during the process of biological treatment of wasted water.

Conducted economical rationale of choosing the typical aerotank.

The process of the biological treatment of wasted water in program STOAT 5.0 and a reasonable choice of P-controller with defining its main parameters were simulated.

AUTOMATION, MATERIAL BALANCE, COMPUTER CALCULATION, CALCULATION MODULE, BIOLOGICAL TREATMENT OF WASTED WATER, AEROTANK, STOAT, MS VISUAL STUDIO, MATHCAD, ECONOMICAL RATIONALE

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, скорочень, і термінів.....	9
Вступ.....	11
1 Технологічна схема процесу біологічного очищення побутових стічних вод.....	12
2 Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів.....	16
3 Розробка модуля розрахунку конструктивних розмірів аеротенка.....	22
3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля.....	22
3.2 Математичне забезпечення обчислювального модуля.....	23
3.3 Керівництво користувача програмного модуля.....	25
3.4 Автоматизований вибір типового апарату.....	28
4 Автоматизація технологічної схеми процесу біологічної очистки побутових стічних вод.....	31
4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми.....	31
4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації.....	34
5 Економіко-організаційні розрахунки процесу біологічного очищення побутових стічних вод.....	35
6 Охорона праці процесу біологічного очищення побутових стічних вод.....	44
6.1 Виявлення та аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на проектному об'єкті. Заходи з охорони праці.....	44
6.1.1 Повітря робочої зони.....	45
6.1.2 Виробниче освітлення.....	46
6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій.....	49
6.1.4 Електробезпека.....	50
6.1.5 Безпека технологічних процесів та обладнання.....	51
6.1.6 Пожежна безпека.....	52

					ХА 2102 1490 001 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерний розрахунок процесу біологічного очищення побутових стічних вод Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Боровікова К.О.				7	79	
Перевір.		Сангінова О.В.						
Реценз.		.						
Н. Контр.		Шахновський А.М.				НТУУ "КПІ", ХТФ, ХА-21		
Затверд.		Бойко Т.В.						

7	Моделювання та оптимальне керування процесом очищення побутових стічних вод в середовищі STOAT 5.0	54
7.1	Моделювання процесу очистки стічної води.....	54
7.2	Вибір типу автوماتичного регулятора та його оптимальні налаштування	57
7.2.1	Вибір типу регулятора.....	57
7.2.2	Розрахунок оптимальних налаштувань	59
	Висновок.....	61
	Перелік посилань.....	62
	Додаток А Розрахунок матеріального балансу.....	64
	Додаток Б Алгоритм обчислювального модуля.....	65
	Додаток В Код програми.....	66
	Додаток Г Специфікація устаткування.....	73
	Додаток Д Номограми для визначення процесу регулятора.....	76
	Додаток Е Розрахунок оптимальних налаштувань П-регулятора.....	77

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

A – амортизація основних фондів;

A – доза мулу, г/л;

a_p – доза мулу в регенераторі г/л;

АФХ – амплітудно-фазова характеристика;

БСК – біологічне споживання кисню;

Вв – концентрація завислих часток, мг/л;

K_1 – константа, що характеризує властивості механічного забруднення, мг/л;

K_0 – константа, що характеризує вплив кисню, мг/л;

K_n – коефіцієнт приросту активного мулу;

M – показник коливальності системи;

МБ – матеріальний баланс;

ОбК – обігові кошти;

ОФ – основні фонди;

П – прибуток;

П – приріст активного мулу в аеротенку, мг/л;

r – питома швидкість окиснення;

R – рентабельність.

r_{\max} – максимальна швидкість окислення;

C – концентрація розчиненого кисню, мг/л;

C – собівартість;

T – температура, °C;

ХСК – хімічне споживання кисню;

Ц – ціна на продукцію (послугу чи роботу);

τ – час запізнення, год;

ϕ – коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу;

K_p – коефіцієнт регулятора;

L_a – БСК яке надходить на вхід до аеротенку, мг/л;

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

L_a – БСК з урахуванням рециркуляційної витрати, мг/л;

L_t – БСК на виході із аеротенку мг/л;

Q – витрата, м³/год;

$q_{\text{мул}}$ – муловий індекс, см³/г;

R – степiнь ступiнь рециркуляції;

t – тривалість аерації, год;

t_0 – тривалість окиснення, год;

T_0 – час регулювання;

t_a – тривалість перебування стічної води в аеротенку, год;

t_p – період регенерації, год;

V_a – об'єм аеротенка, м³;

V_p – об'єм аератора, м³.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Вступ

Актуальність теми очищення стічних вод надзвичайно важлива для нашої країни, оскільки запаси прісної води у світі обмежені. Обсяг прісної води становить лише 2.5% від загального обсягу, з нього близько 70% знаходяться у вигляді льоду, тобто недоступні для безпосереднього використання. Отже, ощадливе та в ефективне використання запасів прісної води забезпечить стійкий розвиток водної та суміжних галузей.

Стічною водою — вважають будь-які води та атмосферні опади, що відводяться через систему каналізації, а також — рідкі відходи, що утворюються в результаті побутової, сільськогосподарської та промислової діяльності людини.

Скидання неочищених стічних вод у водойми зумовлює їх забруднення. Різні стоки збільшують каламутність води, надають воді специфічного запаху, кольору. Неочищені побутові стоки містять значну кількість збудників інфекційних захворювань і яєць гельмінтів, що небезпечно для людини. Щоб уникнути усіх негативних факторів, що впливають на водойми, які є джерелом питного і культурно-оздоровчого водокористування, стічні води перед зливом у відкриті водойми необхідно попередньо очистити.

В даній роботі розглянуто процес очистки побутових стічних вод, складено матеріальні баланси, зроблений конструктивний розрахунок типового аеротенку, розроблена схема автоматизації та обґрунтовано необхідність автоматизування процесу біологічного очищення побутових стічних вод. В рамках роботи також обґрунтовано вибір типу автоматичного регулятора та були розраховані оптимальні налаштування, виконані економічні розрахунки процесу та обґрунтовано заходи безпеки з охорони праці.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1 Технологічна схема процесу біологічного очищення побутових стічних вод

Одним з ефективних способів очищення побутових стічних вод є біологічне очищення. Основними методами процесу біологічного очищення є поля фільтрації, біологічні пруди, аеротенки, біофільтри, окислювальні канали.

Вибір методу очищення залежить від складу забруднення, особливостей місцевості, наприклад, кількості опадів, фінансування тощо. Приклад схема зображено на рисунку 1.1.

Рисунок 1.1 – Схема процесу біологічного очищення побутових стічних вод: 1 – первинний відстійник; 2 – аеротенк; 3 – вторинний відстійник, 4 – біофільтр; 5 – штормовий реактор

Відповідно до поданої схеми, забруднена вода потрапляє у первинний відстійник, де завислі речовини осідають під дією сили тяжіння, і далі – в аеротенк [1].

Аеротенк – призначений для штучної біологічної очистки стічних вод з використанням активного мулу, до складу якого входять – бактерії мінералізатори й нижчі організми, і аерацією повітря. У аеротенку відбувається основний процес очищення води.

Аеротенк являє собою басейн глибиною 3-5 м, 3-12 м завширшки і до 150 м завдовжки. Повітря, яке подається через закладені на дні аеротенка пористі пластини, переміщує попередньо відстояну стічну воду з первинного відстійника, і активний мул, подаючи кисень, який необхідний для життєдіяльності бактерій і окислення органічних забруднень. Об'єм повітря подається в два рази більше ніж об'єму води [1,2].

Після аеротенку вода потрапляє у вторинний відстійник, в якому відокремлюється мул (60%) та очищена вода (40%). Частина мулу, придатна до подальшого використання, повертається до аеротенку (40%), а відпрацьований мул відводиться на утилізацію. Завислі речовини скидаються для обробки (бродіння) разом з осадом, що утворився у первинному відстійнику.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

У біофільтрі продовжується процес очищення води шляхом її фільтрації через шар крупного зернистого матеріалу, вкритого біологічною плівкою аеробних мікроорганізмів. В біофільтрі відстояна стічна вода, проходячи через фільтрувальний матеріал, очищається утвореною на ньому біологічною плівкою, аналогічною активному мулу аеротенків. У біофільтрі плівка обгортає зерна завантаження і в міру того, як наростає, змивається водою; повітря проникає в пори завантаження через поверхню фільтру, дренаж і стіни, якщо вони проникні.

Роль штормового реактора полягає у резервному зберіганні надмірної кількості води, яка утворилась внаслідок передбачуваних ситуацій, таких як повінь, злива, аварії на сусідніх станціях очищення тощо. Після ліквідації нештатних ситуацій рідина повертається у первинний відстійник [23]. Зазвичай 20% стічної води йде на штормовий реактор, а 80% йде на первинний відстійник.

Аналіз структури ХТС

Схема процесу очистки стічної води складається з первинного відстійника, аеротенка, вторинного відстійника, біофільтра, штормового реактора (рис.1.1). Схема має один рецикл, де частина води з вторинного відстійника поступає знову на аеротенк [3].

Розглянемо метод виділення комплексів на основі матриці суміжності :

$$C = A \vee A^2 \vee A^3 \dots A^{14}$$

Далі використовуємо логічне множення матриці C і C транспонованої:

$$D = C \& C'$$

Рисунок 1.2 – Структурна схема ХТС процесу біологічної очистки побутової стічної води

Для розрахунків користуємося програмним пакетом MATLAB. MATLAB - це досить простий засіб для роботи з математичними матрицями,

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

побудови функцій, роботи з алгоритмами, створення робочих оболонок (user interfaces) з програмами в інших мовах програмування.

Складемо матрицю суміжності – таблицю, в якій число стовбців і число рядків дорівнює числу вершин графа.

$$A = \begin{matrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Виконаємо пошук комплексів у ХТС, використовуючи алгоритм на основі підведення матриці A до n -го степеня (розрахунки виконуємо в середовищі MatLab).

Отримаємо матрицю шляхів:

$$C = [A|A^2|A^3|A^4|A^5]$$

$$C = \begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{matrix}$$

Далі використовується логічне множення матриці C і C^T (транспонованої):

$$D = C \& C'$$

$$D = \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix}$$

Отже, маємо комплекс $K(2, 3)$

Звідси попередня послідовність розрахунку схеми:

$$\text{ППРС} = [1, (2,3), 4, 5],$$

Для отриманого комплексу K складаємо список суміжності (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Список суміжності для комплексу $K(2, 3)$

Прадерево комплексу зображено на рис. 1.3.

Рисунок.1.3 – Прадеревокомплексу K

Складаємо матрицю для контура (таблиця 1.2)

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Таблиця 1.2—матриця для контура $K(1, 2, 5, 6, 7)$

За таблиці 1.2 видно, що розривається один потік, при цьому краще розірвати потік, який йде на ре цикл 3-2.

Оптимальна множина дужок, що розриваються:

$$\text{ОМРД} = \{(3-2)\}.$$

Отже, оптимальна послідовність розрахунку схеми:

$$\text{ОПРС} = [1, 2, 3, 4, 5].$$

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 Комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу біологічного очищення побутових стічних вод

Основною задачею розрахунку матеріального балансу є знаходження параметрів стану потоку в технологічній схемі: загальних і по-компонентних втрат, складу потоків та інше.

Матеріальний баланс використовують для розрахунків теплового балансу і визначення основних технологічних і конструктивних розмірів обладнання, встановлення витратних коефіцієнтів сировини, енергоресурсів, які необхідні для калькуляції собівартості. Матеріальний баланс повністю розкриває суть перетворень на кожній зі стадій виробництва і дозволяє виявити всі недоліки виробничого процесу та вказати напрямки його подальшого вдосконалення [4].

Ліву частину рівняння матеріального балансу складає маса (масова витрата) усіх видів сировини і матеріалів, що поступають на переробку $\sum G_{j,ВХ}$, а праву – маса продуктів, що залишають апарат $\sum G_{j,ВИХ}$, і виробничі втрати $\sum G_{ВТР}$:

$$\sum G_{j,ВХ} = \sum G_{j,ВИХ} + \sum G_{j,ВТР} \quad (2.1)$$

$$\sum G_{j,ВХ} = G_{1,ВХ} + G_{2,ВХ} + \dots + G_{n,ВХ} \quad (2.2)$$

$$\sum G_{j,ВИХ} = G_{1,ВИХ} + G_{2,ВИХ} + \dots + G_{n,ВИХ} \quad (2.3)$$

де $G_{j,ВХ}$ - масова витрата j-го потоку, що надходить в апарат, кг/с; $G_{j,ВИХ}$ - масова витрата j-го потоку, що виходить за апарату, кг/с.

У даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріальних балансів процесу біологічного очищення стічних вод.

До системи очистки надходить $Q_1 = 800 \text{ м}^3/\text{год}$ води, якщо надходить більше води, то 20% води йде на штормовий реактор, з них в штормовому реакторі 55% йде на первинний відстійник, а на викид в водойми йде 45%.

Розглянемо систему очистки води з урахуванням штормового реактора.
Розподіл потоків зазначен на рисунку 2.1.

Рисунок 2.1 – Розподіл потоків

Таблиця 2.1 – Перелік обладнання

В наступних таблицях 2.2-2.17 зображений матеріальний баланс по кожному з апаратів.

Таблиця 2.2 – Матеріальний баланс дільника

Таблиця 2.3 – Зведена таблиця матеріального балансу дільника

Таблиця 2.4 – Матеріальний баланс штормового реактора

Таблиця 2.5 – Зведена таблиця матеріального балансу штормового реактора

Таблиця 2.6 – Матеріальний баланс первинного відстійника

Таблиця 2.7 – Зведена таблиця матеріального балансу первинного відстійника

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс аеротенка без рецикла

Таблиця 2.9 – Матеріальний баланс вторинного відстійника

Таблиця 2.10 – Матеріальний баланс дільника-2

Таблиця 2.11 – Заведений матеріальний баланс дільника-2

Таблиця 2.12 – Матеріальний баланс аеротенка рецикла

Таблиця 2.13 – Заведений матеріальний баланс аеротенка

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 2.14 – Матеріальний баланс вторинного відстійника після прогонки рецирку в аеротенку

Після очистки води, яка пішла на рецикл, частина води не піде знову на рецикл, а піде вся в осад.

Таблиця 2.15 – Заведений матеріальний баланс вторинного відстійника

Таблиця 2.16 – Матеріальний баланс біофільтра

Таблиця 2.17 – Заведений матеріальний баланс біофільтра

Розрахунки матеріально балансу виконані в системі MathCAD представлені у Додатку А.

Отримані результати розрахунку зведено до таблиці 2.16.

Таблиця 2.18 – Сумарний матеріальний баланс

Було проведено огляд існуючих програмних продуктів для розрахунку матеріальних балансів моделювання за складними ХТС, таких як ChemCad, Hysys, Aspen Plus і т.п. Однак, досвід використання середовища ChemCad показав, що не всі схеми однаково добре піддаються моделюванню, це обумовлено тим, що в бібліотеці присутній лише обмежений набір апаратів та речовин. Аналогічні недоліки присутні і в Hysys, Aspen Plus, Simulink. Тому для розрахунку матеріального балансу схеми та подальшого моделювання апаратів було обрано середовище MathCad. MathCad має широкий набір засобів, які дозволяють досить швидко розраховувати матеріальний та тепловий баланси, а також виконувати розрахунки за моделями з використанням чисельних методів.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

3 Розробка модуля розрахунку конструктивних розмірів аеротенку

3.1 Технічне завдання на розробку обчислювального модуля

Розрахунковий модуль призначений для комп'ютерного розрахунку конструктивних розмірів аеротенка в системі біологічної очистки побутових стічних вод.

Розрахунковий модуль має бути розроблений на мові C++.

Вихідними даними для розрахунку є:

1. Завислі грубо дисперсні речовини (B_v , мг/дм³);
2. Біохімічне споживання кисню на початку очищення (L_a , мг O₂ на 1 дм³);
3. Біохімічне споживання кисню на при кінці очищення (L_t , мг O₂ на 1 дм³);
4. Доза мулу (a , г/л);
5. Витрата стічних вод (Q , м³/год);

Результатами розрахунку є:

6. Тривалість аерації (t , год);
7. Степінь рециркуляції (R);
8. Об'єм аеротенка (V_a , м³), за об'ємом обирається типовий апарат;
9. Об'єм регенератора (V_p , м³);
10. Приріст активного мулу в аеротенку (Π , мг/л);

Програмний модуль в першу чергу повинен бути простим у розумінні користувача, має містити автоматизований вибір типового апарату, виводити проміжні розрахунки, мати підключені «гарячі клавіші», зручне та зрозуміле меню, експорт результатів розрахунку у MS Word з виведенням проміжних чи основних розрахунків.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

3.2 Математичне забезпечення обчислювального модуля

Місткість аеротенків визначається – за середньогодинним надходженні стічних вод за період аерації в часи максимального припливу [2]. Тривалість аерації в аеротенках-витискувачах обчислюється:

$$t = \frac{L_a - L_t}{a(1-S)p}, \quad (3.1)$$

де L_a – БСК, що надходить аеротенк стічної води, мг/л; L_t – БСК очищених стічних вод, мг/л, a – доза мулу, г/л (у аеротенках-витискувачах $a=3$), p – питома швидкість окиснювання мг БСК на 1 г беззольної речовини активного мулу в 1 год:

$$p = p_{\max} \frac{L_t C}{L_t C + K_1 C + K_0 L_t} \left(\frac{1}{1 + \varphi a} \right), \quad (3.2)$$

тут p_{\max} – максимальна швидкість окиснювання, мг/(г·год), C – концентрація розчинного кисню, мг/л ($C=2$ мг/л), K_1 – константа, що характеризує властивості механічного забруднення, мг/л ($K_1=33$ мг/л), K_0 – константа, що характеризує вплив кисню, мг O_2 /л ($K_0=0,625$ мг O_2 /л), φ - коефіцієнт інгібування продуктами розпаду активного мулу л/г, ($\varphi =0,07$ л/г).

Ступінь рециркуляції активного мулу R в аеротенках розраховується за формулою 3.3.

$$R = \frac{a}{1000 / J - a}, \quad (3.3)$$

де J – муловий ідекс, $см^3/г$, який обирається з таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення мулового індекса J

Навантаження на 1 г беззольної речовини мулу на добу:

$$q_{\text{мул}} = \frac{24(L_a - L_t)}{a(1-S)t}, \quad (3.4)$$

У формулі (3.4) значення S для міських стічних вод становить 0,3.

При проектуванні аеротенків із регенераторами слід розраховувати тривалість окиснення забруднень t_0 , год:

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t_0 = \frac{L_a - L_t}{Ra_{tp}(1-S)p}, \quad (3.5)$$

де a_p – доза мулу в регенераторі, г/л:

$$a_p = [1/2R + 1]a. \quad (3.6)$$

При розрахунку часу аерації t для аеротенків БСК стічної води, що надходить, визначається з урахуванням рециркуляційної витрати:

$$L_a' = (L_a + L_t R)/(1 + R), \quad (3.7)$$

Тривалість перебування стічних вод в аеротенку, год:

$$t_a = \frac{2,5}{a^{0,5}} \lg \frac{L_a'}{L_t}, \quad (3.8) \text{ а}$$

період регенерації t_p , год:

$$t_p = t_0 - t_a, \quad (3.9)$$

Об'єм аеротенка і регенератора, m^3 , визначаються наступним чином:

$$V_a = t_a(1 + R)Q, \quad (3.10)$$

$$V_p = t_p RQ, \quad (3.11)$$

Приріст активного мулу в аеротенку Π , мг/л, визначається за формулою 3.12.

$$\Pi = 0,8B_B + K_{\Pi}L_a, \quad (3.12)$$

Описану послідовність розрахунку реалізовано у програмному модулі.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Керівництво користувача програмного модуля

Алгоритм роботи програмного модуля представлений у додатку Б. У додатку В представлений код програми.

Основні процедури обчислювального модуля представлені у таблиці 3.2

Графічний інтерфейс користувача, який відкривається при завантаженні програми наведено на рисунку 3.1.

Таблиця 3.2 – основні процедури програмного модуля

Рисунок 3.1 – Інтерфейс програми

Як видно з рис. 3.1, головне вікно містить данні про розробника де і ким був розроблен програмний додаток. Також на формі ми бачимо вкладки для вводу даних та відображення результатів.

В програмі є меню яке дозволяє зберігати, очищати та розраховувати та інше.

Як видно з рисунку 3.2, - у програмі передбачено вкладку для введення вихідних даних, та зручне розташування значень констант.

Рисунок 3.2 – Введення вихідних даних

При натиску на кнопку «розрахувати» автоматично відкривається вкладка з результатами розрахунку і відображається таблиця типових апаратів, де за розрахованим об'ємом аеротенку виділяється рекомендований апарат та інформація про нього (рисунок 3.3).

Переходячи на вкладку «Проміжні розрахунки», можна побачити результат цих проміжних розрахунків.

Інтерфейс програмного модуля надає можливість збереження отриманих результатів у MS Word, скористатися якою можна, обравши з меню «файл» пункт «зберегти все». Після вибору вказаного пункту відкриється текстовий файл, який користувач зможе зберегти, де йому буде зручно. У файлі відображені проміжні результати разом з основними розрахунковими даним та

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

таблиця, за допомогою якої користувач має можливість обрати потрібний йому аеротенк. Результат збереження у MS Word представлений на рисунку 3.4.

Рисунок 3.3 – Відображення результатів розрахунку

Рисунок 3.4 – Відображення результатів збереження даних у MS Word

Для завершення роботи з програмою слід обрати з меню «Файл», «Вихід».

За результатами комп'ютерного розрахунку було визначено основні конструктивні розміри типового апарата, які було використано при побудові креслення загального вигляду. В якості типового апарату обрано аеротенк 902-2-92 [5].

3.4 Автоматизований вибір типового апарату

Заповнення таблиці з основними параметрами для типових аеротенків робиться на початку роботи програми. Фрагмент коду, який заповнює відповідну вкладку форми даними, виглядає наступним чином:

```
table = gcnnew array<Diapasone^, 2>
        {
                { gcnnew Diapasone(1040, 1213), gcnnew Diapasone(1386, 1559), gcnnew
Diapasone(1732),
                nullptr, nullptr, nullptr, nullptr },
                { gcnnew Diapasone(1550, 1820), gcnnew Diapasone(2080, 2340), gcnnew
Diapasone(2600),
                nullptr, nullptr, nullptr, nullptr },
                { gcnnew Diapasone(2070, 2416), gcnnew Diapasone(2762, 3108), gcnnew
Diapasone(3494, 3800),
                nullptr, nullptr, nullptr, nullptr },
                { gcnnew Diapasone(1420, 1658), gcnnew Diapasone(1896, 2134), gcnnew
Diapasone(2372),
                nullptr, nullptr, nullptr, nullptr },
                { gcnnew Diapasone(2140, 2496), gcnnew Diapasone(2852, 3208), gcnnew
Diapasone(3564),
                nullptr, nullptr, nullptr, nullptr },
                { gcnnew Diapasone(2850, 3325), gcnnew Diapasone(3800, 4275), gcnnew
Diapasone(4750, 5225),
                nullptr, nullptr, nullptr, nullptr },
```

```

        { nullptr,          gnew Diapasone(2530, 2847), gnew Diapasone(3154,
3471), gnew Diapasone(3788),          nullptr,          nullptr, nullptr },
        { nullptr,          gnew Diapasone(3800, 4275), gnew Diapasone(4750,
5225), gnew Diapasone(5700),          nullptr,          nullptr, nullptr },
        { nullptr,          gnew Diapasone(5700),          gnew
Diapasone(5334, 6968), gnew Diapasone(7602, 8230),          gnew Diapasone(6870),          nullptr,
nullptr },
        { nullptr,          gnew Diapasone(2880, 3240), gnew Diapasone(3600,
3960), gnew Diapasone(4320),          nullptr,          nullptr, nullptr },
        { nullptr,          gnew Diapasone(4320, 4860), gnew Diapasone(5400,
5940), gnew Diapasone(6480),          nullptr,          nullptr, nullptr },
        { nullptr,          gnew Diapasone(6500),          gnew
Diapasone(7220, 7940), gnew Diapasone(8666, 9380),          gnew Diapasone(10100),          nullptr,
nullptr },
        { nullptr, nullptr, nullptr, gnew Diapasone(6180),          gnew
Diapasone(6655, 7130),          gnew Diapasone(7505, 7980), gnew Diapasone(8455) },
        { nullptr, nullptr, nullptr, gnew Diapasone(9270),          gnew
Diapasone(9983, 10696),          gnew Diapasone(11409, 12122),          gnew Diapasone(12835) },
        { nullptr, nullptr, nullptr, nullptr,          gnew
Diapasone(13300, 14250),          gnew Diapasone(15200, 16150) ,          gnew Diapasone(17100, 18050) },
        { nullptr, nullptr, nullptr, gnew Diapasone(7020),          gnew
Diapasone(7560, 8100),          gnew Diapasone(8640, 9180), gnew Diapasone(9720) },
        { nullptr, nullptr, nullptr, gnew Diapasone(10530),          gnew
Diapasone(11340, 12150),          gnew Diapasone(12960, 13770),          gnew Diapasone(14580) },
        { nullptr, nullptr, nullptr, nullptr,          gnew
Diapasone(15120, 16200),          gnew Diapasone(17280, 18360) ,          gnew Diapasone(19440, 20520) }
};

```

// Відображення на формі даних таблиці

```

for (size_t i = 3; i < typeTable->ColumnCount - 1; i++)
{
    for (size_t j = 2; j < typeTable->RowCount; j++)
    {
        Control^ c = typeTable->GetControlFromPosition(i, j);
        Label^ label = (Label^)c;
        Diapasone^ d = table[j - 2, i - 3];
        if (d != nullptr)
        {
            if (d->Max == d->Min)
                label->Text = d->Min.ToString();
            else
                label->Text = d->Min.ToString() + "-" + d-
>Max.ToString();
        }
    }
}

```

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

```

    }
    else
    {
        label->Text = "-";
    }
}
}

```

Об'єкти класу Diapasone проєцюються на номер типового проєкту для того, щоб можна було знайти відповідність між результатом розрахунків програми та типом аеротенка.

Результатом роботи програми є обраний тип аеротенка та його відповідний об'єм. Обраний тип підкреслюється жовтим кольором, а розрахований об'єм – зеленим.

Далі наведений лістинг коду в якому відбувається пошук відповідного типового апарату та його конструктивних розмірів:

```

private: System::Void MarkRow(int rowIndex, int columnIndex) {
    for (size_t i = 0; i < typeTable->ColumnCount; i++)
    {
        typeTable->GetControlFromPosition(i, rowIndex + 2)->BackColor = (i - 3) == columnIndex ?
Color::Green : Color::Yellow;
    }
}

```

Результатом виконання описаного фрагменту коду є таблиця типових апаратів з виділеними відповідними характеристиками. Приклад результату наведений на рисунку 3.3.

Повний код програмного модуля наведено у додатку В.

4 Автоматизація технологічної схеми процесу біологічного очищення побутових стічних вод

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

4.1 Аналіз параметрів технологічної схеми

Автоматизація виробництва сприяє вирішенню задачі підвищення продуктивності і поліпшення умов праці. Складність і висока швидкість перебігу процесів в хімічній промисловості, їх чутливість до порушення режиму, а також підвищена небезпечність умов праці викликають підвищену увагу до автоматизації хімічних процесів. Автоматичний контроль і управління технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, ефективне використання сировини та енергії, розширенням шляхів ремонту обладнання, скорочення числа технічного персоналу.

Завдання технологічного процесу біологічного очищення побутових стічних вод полягає в отриманні заданого виходу кінцевого продукту – очищеної води заданої якості. Аналіз технологічної схеми показав, що для забезпечення необхідного виходу очищеної води та протікання процесу за технічним регламентом необхідно регулювати та контролювати наступні параметри: контроль температури на вході в первинний відстійник та в аеротенк, контроль витрати на виході з біофільтра та вторинного відстійника, регулювання витрати, контроль і сигналізації рівня у штормовому реакторі, регулювання співвідношення витрат між аеротенком та вторинним відстійником, регулювання співвідношення витрат між штормовим реактором та первинним відстійником.

Крім контролю та регулювання передбачено параметри, про перевищення значення яких необхідно сигналізувати. До них належать

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

режимні параметри, які можуть спричинити аварійну ситуацію – переповнення штормового реактора.

На підставі аналізу технологічної схеми було визначено необхідний рівень автоматизації виробництва. В результаті чого обрано параметри об'єкту автоматизації, що підлягають контролю та регулюванню.

Відповідно до обраних параметрів регулювання, контролю та сигналізації були вибрані місця для заміру параметру на технологічному об'єкті та номінальні значення параметрів, межі їх зміни. Вказані параметри та пояснення до них занесено до таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри регулювання та контролю виробництва

На основі даних, наведених у таблиці 4.1, розроблена схема автоматизації процесу біологічного очищення побутових стічних вод, яка включає в себе три регулюючих контури (в тому числі один контур регулювання та сигналізації) та п'ять контурів контролю.

При виборі приладів та засобів автоматизації слід дотримуватись наступних правил:

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуються однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Тому для автоматизації процесу очищення побутових стічних вод були вибрані технічні засоби автоматизації за каталогами відповідних виробників. [7 - 12]. Специфікація до обраних засобів наведена в додатку Г.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

4.2 Вибір приладів та засобів автоматизації

Контроль температури

В якості вимірювальних приладів температури для контурів 1 – 2 обрано 1а, 2а – термоелектричні перетворювачі з НСХ *B, L, K* тощо або термоперетворювачі опору ТООП чи ТОМ градування 50П, 50М тощо; 1б – багатоканальний аналоговий реєстратор АЛЬФАЛОГ-100М, вхідні сигнали; 0...10 мВ, 0...100 мВ, 0...1 В, 0...5 мА, 4...20 мА; НСХ перетворювачів: термоелектричних - *B, K, L, S, A-1*, опору - 50П, 100П, 50М, 100М.

Контроль та регулювання витрат

З метою контролю та регулювання співвідношення води на вхід до біофільтру та подачі води с вторинного відстійника на аеротенк для контурів 3 та 4 обрано: 3а, 4а, 5а, 6а, 7а – звужувальні пристрої (діафрагми); 3б, 4б, 5б, 6б, 7б – дифманометр мембранний безшкальний; 3в, 4в – пневматичний показувальний і реєструвальний прилад ФК0071 зі станцією керування; 3г, 4г – регулятор пневматичний пропорційно-інтегральний співвідношення ПР3.33-М1 (система СТАРТ); 3д, 4д – виконавчий механізм пневматичний мембранний прямохідний МИМП ППХ 05В з позиціонером ПП-1.25 і верхнім дублером; 7в – показуючий автоматичний прилад слідкуючого урівноваження.

Контроль та сигналізація рівня

Для контролю та сигналізації рівня в ємності розроблено контур автоматизації 8, в якому розташовано електронний регулятор – сигналізатор рівня рідини ЕРСУ-3 марки САУ-М6. Даний прилад призначений для сигналізації та підтримки в заданих межах рівня рідини. При зависокому чи заниженому рівні рідини в ємності прилад подає сигнал на сигнальну лампу типу ЛС-151, а також на самому приладі встановлені світлові індикатори, що сигналізують про рівень рідини в ємності.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

5 Економіко-організаційні розрахунки процесу біологічного очищення побутових стічних вод

Оскільки в процесі очищення побутових стічних вод постає питання про вибір типового апарату аеротенку від якого буде залежати продуктивність системи очистки стічних вод.

Для економічного обґрунтування НДР необхідно розрахувати основні техніко економічні показники: амортизацію, собівартість; прибуток; капіталовкладення; рентабельність; коефіцієнт економічної ефективності; фондоемність; фондovіддача [13].

Собівартість – витрати на виробництво і реалізацію товару (послуги або виконання роботи) в грошовому вигляді. Розраховується за формулою (5.1):

$$C = A + ОбК, \quad (5.1)$$

де А – амортизація основних фондів, ОбК – обігові кошти

Основні фонди (ОФ) – це засоби праці, які багаторазово приймають участь у виробничому процесі, частково або повністю зберігають свою натуральну форму і їх вартість переноситься на вартість готової продукції частинами у вигляді амортизації.

До ОФ відносять: будівлі і споруди; транспорт; машини і обладнання; господарський і виробничий інвентар; нематеріальні активи (ліцензії, сертифікати і т. д.).

Амортизація - це процес поступового перенесення вартості основних фондів на вартість продукції в міру зносу.

Прибуток:

$$П = Ц - C, \quad (5.2)$$

де Ц – ціна на продукцію (послугу чи роботу).

Рентабельність виробництва:

$$P = \frac{П}{C} \cdot 100\%, \quad (5.3)$$

Термін повернення капіталовкладень:

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$T_{нов} = \frac{K}{\Pi}, \quad (5.4)$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = \frac{\Pi}{K}, \quad (5.5)$$

Розрахуємо вартість необоротних активів із застосуванням програмного модулю. При розрахунку амортизації слід врахувати той факт, що термін експлуатації ОФ становитиме півроку: місяць на безпосередню розробку і 5 місяців на реалізацію програми на ринку.

Таблиця 5.1 – Розрахунок амортизації ОФ

Обігові кошти включають: оборотні фонди та розрахунки. Оборотні фонди підприємства – матеріальні і фінансові активи, які повністю використовуються у виробничому процесі, а їх вартість переносяться на вартість готової продукції повністю і одразу. Розрахунки – гроші у будь-якому вигляді.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2 - Обігові кошти

Форма оплати праці розробника – відрядна, консультанта – акордна.
Фонд оплати праці включає: заробітню плату розробника 3800 грн/міс;
заробітню плату консультанта 700 грн 20 робочих годин з оплатою 35 грн/год);
ФОП:

$$ФОП=(3800*6+700)\cdot(1+0.37)=32195,00, \text{ грн.}$$

Звідси:

$$C=760,5+47975=48735,50, \text{ грн/період}$$

Вартість програми буде становити 5000. Протягом півроку планується продати 10 екземплярів.

Прибуток за півроку (з формули 5.2):

$$П=50000-48735,50=1264,50, \text{ грн.}$$

Рентабельність (з формули 5.3):

$$P=(1264,50/48735,50)*100\%=2,60\%$$

Оскільки основним розрахунком є розрахунок підприємства очистки стічних вод, то цих показників достатньо, розробка програмного забезпечення є рентабельною.

Розрахуємо амортизацію для підприємства з очистки стічних вод.

Таблиця 5.3 – Розрахунок амортизації (аеротенку типу 902-2-192)

Таблиця 5.4 – Розрахунок амортизації (типу 902-2-195)

Як бачимо в таблицях 5.3 і 5.4 не вказана оренда, отже територія приватизована. Орендувати територію було не доцільно, оскільки наші очисні апарати монтуються безпосередньо у землю та територія для підприємства повинна знаходитись за містом біля водойми.

На основі таблиці 5.3 та 5.4 складемо таблицю 5.5 для порівняння аеротенків.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.5 – порівняльна таблиця аеротенків

З таблиці 5.5 видно, що найбільш вигідний аеротенк 902-2-192, оскільки він дешевший, а робочий об'єм більший, який дозволяє уникнути переливів під час злив та повені.

Обігові кошти включають: оборотні фонди та розрахунки. Оборотні фонди підприємства – матеріальні і фінансові активи, які повністю використовуються у виробничому процесі, а їх вартість переносить на вартість готової продукції повністю і одразу. Розрахунки – гроші у будь-якому вигляді.

Оборотні фонди для даного підприємства включають: затрати на електроенергію, затрат на ремонт апаратів не буде, оскільки буде персонал, який зможе його відремонтувати, але буде відрахування на ремонт комп'ютерів та багатофункціонального пристрою.

Відрахування на ремонт комп'ютерів та багатофункціонального пристрою складають 5% від ціни, отже:

$$\begin{aligned} \text{Відрахування на ремонт обладнання} &= 0.05 \cdot \text{Ціна обладнання} / \text{Термін} \\ \text{експлуатації} &= 0.05 \cdot (19500 + 800 + 500) / 5 = 208 \text{ грн./рік.} \end{aligned}$$

Витрати на електроенергію. Розрахуємо витрати на електроенергію за нерегульованим тарифом, тариф за приєднану потужність: $T_{np} = 0.5$ 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:

$$Z_{В/В} = P_{np} \cdot T_{np} + T_{нерег} \cdot (H_{об} \cdot B_{год} + H_{ос} \cdot 365) = 5000 \cdot 0,5 + 1(60 \cdot 734,864 + 30 \cdot 365) = 57490 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

Витрати на опалення цеху. Загальна площа: 400 м²; тарифна ставка на опалення: 4 грн./м² міс; Сезон опалення: 6 місяців

$$Z_{опал} = 400 \cdot 4 \cdot 6 = 9600 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}$$

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Наше підприємство надає послугу по очистці побутових стічних вод міському водоканалу, отже враховувати забруднену воду як сировину ми не будемо.

Згідно з нормами технічного проектування режим роботи працівника в умовах безперервного робочого тижня характеризується 6-ти годинною робочою зміною.

Кількість персоналу в бригадах наведена в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Кількість персоналу в бригадах

Для забезпечення безперервності виробництва необхідно 5 бригад. Складемо графік змінності (таблиця 5.7).

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 5.7- Графік змінності основних виробничих працівників

Явочна чисельність – мінімально необхідна 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 чотири змінний, тривалість зміни 6 годин.

$$Ч_{яв} = 52 \text{ чол.}$$

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, а також сюди включають сумісників.

$$Ч_{сп} = Ч_{яв} \cdot K_{пер}$$

$$K_{пер} = T_{рік} / T_{прац}$$

$T_{рік}$ – річний фонд часу роботи підприємства в годинах; $T_{прац}$ – річний час роботи підприємства з урахуванням вихідних, святкових, відпусток, хвороб.

$$Ч_{сп} = 52 \cdot \frac{365}{(365 - 35 - 10)} = 60(\text{осіб})$$

Заробітна плата:

Таблиця 5.8 – Заробітна плата персоналу

Директор працює 5 днів на тиждень и має 8 годинний робочий день

Нарахування в ФОП:

$$ФОП = ЗП \cdot (1 + 0,37) \cdot 12 = 215000 \cdot (1 + 0,37) \cdot 12 = 3534600, \text{ грн. на рік}$$

В щомісячну заробітну плату враховано те, що працівники працюють в нічну зміну.

Розрахуємо основні економічні показники

Собівартість продукції на рік (з формули 5.1):

$$C = 85\,140 + (3534600 + 208 + 57490 + 9600) = 3687038, \text{ грн.}$$

Собівартість на місяць – 307253.20 грн.

Ціна послуги складатиме 4424445,60 грн. на рік, а на місяць – 368703,80 грн.

Прибуток на рік(з формули 5.2):

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Pi = 4424446 - 3691538 = 737407,60, \text{ грн.}$$

Рентабельність (з формули 5.3):

$$P = (455539,60 / 2277698) * 100\% = 20\%$$

Капіталовкладення:

$$K = OF + ОК = 1128200 + 3601898 = 4730098, \text{ грн.}$$

Період повернення капіталовкладень (з формули 5.4):

$$T_{нов} = 3311258 / 455539,60 = 6,42 \text{ роки}$$

Коефіцієнт економічної ефективності (з формули 5.5):

$$E = 737407,60 / 4730098 = 0,16$$

Зведемо всі розраховані в розділі 5 показники до таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 - Основні техніко - економічні показники підприємства

Отже, можна зробити висновок, що якісними показниками розглянутого підприємства є прибуток, що становить 737407,60 грн./рік, рентабельність підприємства 20%, річна собівартість продукції 3687038,00 грн./рік та показник ефективності підприємства – 0,16.

При оцінці діяльності підприємства найбільш значущим показником є рентабельність підприємства. Це відношення отриманого прибутку до зроблених затрат. Якщо рентабельність підприємства більше нуля, то підприємство прибуткове, якщо менше нуля - ні.

Дане підприємство має рентабельність 20%, отже є досить прибутковим. Термін повернення капіталовкладень вкладникам становитиме приблизно 6,42 роки.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

6 Охорона праці процесу біологічної очистки побутових стічних вод

Технологічний об'єкт, що розглядається – процес біологічного очищення побутових стічних вод, не містить в обігу шкідливі або вибухонебезпечні речовини. Всі апарати знаходяться на вулиці, в приміщенні знаходиться приладі автоматизації. Також в даному об'єкті передбачено використання електроенергії. На основі аналізу шкідливих і небезпечних факторів розроблено заходи щодо створення на об'єкті здорових і безпечних умов праці і пожежної безпеки необхідно використати.

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

У проектному виробництві присутня велика кількість факторів, що можуть спричинити шкідливу дію на працівників при недотриманні правил безпеки та незавчасному впровадженні організаційних та технологічних заходів щодо їх попередження або усунення[16].

Всі ці фактори можна розділити на наступні групи:

- фактори фізичної безпеки – всі фактори, що пов'язані з порушенням норм мікроклімату, шуму, вібрації, випромінювання, освітлення; у виробництві використовується обладнання, що працює при високих температурах – це значною мірою впливає на мікроклімат приміщення та додає фактор ризику ураження персоналу;
- фактори електробезпеки – засоби автоматизації та деякі апарати живляться від електромережі, недотримання правил використання цього устаткування або виникнення пошкоджень електропроводки може призвести до враження електричним струмом;
- фактори пожежної безпеки – проектом передбачене використання природного газу для підігріву теплоносіїв; при пошкодженні газопроводів або порушенні правил його експлуатації може виникнути пожежа або вибух.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

6.1.1 Повітря робочої зони

Роботи, що виконувались в цеху по важкості відносяться, згідно ДСН 3.3.6.042-99, до категорії І-б [14]. Санітарні та фактичні норми параметрів мікроклімату для робіт, які виконуються в приміщенні, наведені в табл.6.1.

Таблиця 6.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату

Проектом передбачено використання вентиляції для нормалізації мікрокліматичних параметрів. Передбачене використання наступних видів вентиляції:

- 1) за способом організації повітрообміну: комбінована (загальнообмінна, місцева);
- 2) залежно від способу переміщення повітря: змішана (природна, механічна);
- 3) за призначенням: припливно-витяжна.

Прийнята проектом система природної вентиляції представляє собою сукупністю спеціальних об'єктів (жалюзі, спеціальні провітрювальні вікна або отвори), що відчиняються за певною схемою і утворюють природну організовану вентиляцію приміщення (аерацію). У відповідності з СНиП П-33 – 75 припливне повітря за допомогою природної вентиляції в теплий період року необхідно подавати на висоті не менше 0,3...1,8 м, в холодний період року не менше 4 м від рівня підлоги.

Механічна вентиляція представлена загальнообмінною припливно-витяжною, що комбінується з місцевою витяжною. Система загальнообмінної вентиляції забезпечується фільтрами на виході для очищення повітря, що виходить з цеху і калориферами на вході, для забезпечення (за необхідності) підігріву повітря, що постачається до цеху. Місцева вентиляція представлена витяжними зонтами і використовуються з метою видалення шкідливих речовин безпосередньо з місць їх витоків та видалення надлишкового тепла. Витяжні зонти встановлюються над апаратами, які мають підвищений ризик витоків

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

шкідливих речовин і генерують надлишкове тепло: розварювальні колони, ректифікаційні колони.

Згідно СН 245 – 71 та СНиП П-33 – 75, кількість повітря, що забезпечує необхідні параметри середовища у виробничому приміщенні, визначається розрахунком, приймаючи до уваги газо-паровиділення, пиловиділення, виділення надлишкового тепла.

Все обладнання, що забезпечує вентиляцію приміщення, вноситься у спеціальне місце за межами цеху.

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 [15].

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

У таблиці 6.2 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, евакуаційна, ремонтна, охоронна. Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

Таблиця 6.2 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості КПО виробничих приміщень

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, евакуаційна, ремонтна, охоронна. Для

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відключенні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення.

Окрім виробничого цеху, на виробництві наявний цех операторів

АСУТП, схема якого наведена на рисунку 6.1. Площа цього приміщення становить 15 м². В цьому приміщенні розташовані два автоматичних робочих місця (АРМ) оператора – технолога, обладнані ЕОМ.

Перевіримо освітленість робочого місця користувача ПК на відповідність розряду зорової роботи. За даними вимірювань рівень природної освітленості поверхні, де розташований 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 15м², ширина А якої складає 3м, 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:

$$F = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta},$$

де F - світловий потік, що розраховується, Лм;

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

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку S=15м²);

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_{ст.}) і стелі (ρ_{стелі})), значення коефіцієнтів дорівнюють ρ_{ст.} = 50% і ρ_{стелі} = 50%.

Обчислимо індекс приміщення за формулою:

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I = \frac{S}{h_p(A+B)} = \frac{15}{1(5+3)} = 1,875$$

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

Знаючи індекс приміщення I знаходимо значення $\eta = 0,57$.

Підставимо всі значення у формулу для визначення світлового потоку:

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 15 \cdot 1,1}{0,57} = 13026 \text{ Лм}$$

Для освітлення використані люмінесцентні лампи типу ЛБ-40, світловий потік яких $F = 3120$ Лм. Розрахуємо необхідну кількість ламп у

світильниках за формулою:

$$N = \frac{F}{F_{л}} = \frac{13026}{3120} \approx 4$$

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 2 світильники із 2 працюючими лампами в них.

6.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій

Джерелами вібрації на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: електродвигуни, вентилятори. Джерелами шуму на підприємстві є насоси [17].

У виробничих приміщеннях прийнята норма рівня звуку становить 80 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.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над агрегатами, які спричиняють шум. Щоб знизити рівень вібрації під вібруюче устаткування встановлюють амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин.

В якості індивідуальних засобів захисту від шуму згідно з [17] передбачено 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 [18]. Для вимірювання шуму та вібрації використовується вимірювач шуму та вібрації марки ВШВ-003.

6.1.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьохпровідної 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 $I_l = 6$ мА, $U_{дом} = 36$ В; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_l = 0,3$ мА, $U_{дом} = 2$ В.

Згідно з [18] порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

$$I_l = \frac{U_\phi \cdot 10^3}{R_l + R_o}, \text{мА};$$

де $R_l = 2 \dots 4$ кОм, опір тіла людини;

$R_o = 4$ Ом, опір нейтралі заземлення;

$U_\phi = 220$ В, фазова напруга, В.

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

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напруга дотику розраховується за формулою:

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

Таблиця 6.5 – Класифікація приміщень по ступеню небезпеки враження електричним струмом

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 стрижневими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке встановлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

6.1.5 Безпека технологічних процесів та 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

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

особливо небезпечних ділянках.

Передбачено встановлення так званого безпечного регламенту – при різких збурюваннях процесу його небезпечні параметри не можуть наблизитися до кордону стійкості [20].

Заходи безпеки, що передбачені проектом до технологічних процесів:

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

6.1.6 Пожежна безпека

Джерела запалювання - електричні іскри, дуги, що виникають при пробі 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.

Для попередження пожежі у цеху здійснюються систематичний контроль стану електрообладнання[21].

Засоби захисту від джерел загорання, передбачені проектом:

- 1) захист силових мереж від короткого замикання та перенавантаження здійснюється пристроями автоматичного захисного

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

вимкнення чи плавкими запобіжниками;

- 2) контроль опору електроізоляції;
- 3) в якості засобу захисту від статичної електрики прийнято заземлення;
- 4) для запобігання від теплових та механічних пошкоджень необхідно, прокладати електричну проводку як най далі від джерел тепла;
- 5) будівлі захищаються від прямих ударів блискавки антенними громовідводами.

Приміщення цеху, оснащено системою автоматичної пожежної сигналізації та переносними пінними вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на кожні 20 м² площі приміщення з урахуванням ГДК вогнегасної речовини. Вогнегасники розташовуються на стінах на висоті не більш 1,5м від рівня підлоги і на відстані не менш 1,2 м від дверей. Вогнегасники не встановлюються на шляхах евакуації людей із приміщення.

Перелік обов'язкових засобів пожежогасіння наведений у таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 - Перелік обов'язкових засобів пожежогасіння

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

7 Моделювання та оптимальне керування процесом очищення побутових стічних вод в середовищі STOAT 5.0

STOAT — програма, що використовується для моделювання процесів очистки стічних вод. 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 [22].

7.1 Моделювання процесу очищення стічної води

На першому етапі роботи з програмою STOAT 5.0 треба скласти схему [22]. Вигляд зібраної схеми зазначений на рисунку 7.1.

Рисунок 7.1 – Вигляд схеми у програмі STOAT 5.0

Після збору схеми слід налаштувати апарати, задати розміри. Задаємося наступними параметрами:

- Штормовий реактор:

Volume: 706 m³;

Surface area: 353 m²;

Control stream: After overflow.

- Первинний відстійник:

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Number of stages: 2 (за умовчужванням)

Volume: 1412 m³

Surface area: 706 m²

- Аэротенк

Process model: ASAL2A

Number of stages: 1

Volume: 1600 m³

Wastage method: None

- Вторинний відстійник

Number of vertical layers: 8

Surface area: 706 m²

Depth of tank: 3 m

Depth of feed: 1.5 m

RAS flow: Ratio

Wastage method: Variable rate over fixed time

Control aeration tank: *Activated sludge 1*

Control aeration stage: 1

- Біофільтр

Model: BOD semi-dynamic

Number of stages: 5 (по умолчанию)

Surface area: 1,000 m²

Depth: 1.834 m

7.2. Далі задаємо перебіг подій, приклад вікна перебігу зазначено на рисунку

Рисунок 7.2 – Вигляд перебігу подій

Далі приймаємо значення за замовчужванням - середня витрата 800 м³/год, так що відстійники мають середню швидкість вихідного потоку 0,25 м / ч і час утримування стічних вод в аеротенках - 4 години.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

На наступному кроці задаємося усіма потрібними параметрами на кожному апараті. Данні наведені у таблиці 7.1. Після чого запускаємо процес. Результат процесу представлений на рисунку 7.3

Таблиця 7.1 - Характеристики суміші побутових стічних вод, що надходять на обробку

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 7.3 – Результат моделювання процесу очищення побутових стічних вод

Результатом розрахунку буде графік на якому видно, як змінюються параметри: БПК, завислі речовини з часом (в годинах).

7.2 Вибір типу автоматичного регулятора та його оптимальні налаштування

У хімічній промисловості найчастіше застосовують регулятори безперервної дії (І-, П-, ІІ-, та ІІД- 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 похибка, час регулювання тощо)[6].

7.2.1 Вибір регулятора

Вибір типу автоматичного регулятора виконано за алгоритмом, наведеним у.

Початкові данні для розрахунків:

$T_0=0,89$, $\tau=0,267$, та графік часової характеристики, який зображено на рисунку 4.1.

На першому етапі визначимо числові значення k_0x за даною часовою характеристикою (рисунок 4.1).

Рисунок 4.1 – Часова характеристика

З графіку видно, що $k_0x = 11$.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

$$\frac{\tau}{T_0} = 0,3 \text{ – регулятор безперервної дії.}$$

На другому етапі уточнюємо тип регулятора та перевіряємо, чи зможе даний регулятор забезпечити задану якість регулювання.

- визначаємо значення динамічного коефіцієнта регулювання:

$$y_d = R_d \cdot k_0 x = 0,45 \cdot 11 = 4,95$$

R_d – динамічний коефіцієнт регулювання, що характеризує міру впливу регулятора на об'єкт. Визначається за графіком залежності R_d від $\frac{\tau}{T_0}$ з

урахування заданого перехідного процесу. Коефіцієнт R_d обирався для П регулятора. Графік подано у додатку Д.

Перевіряємо умову:

$$y_d < y^*_d,$$

$4,95 < 9$, отже умова виконується.

Оскільки був обраний П-регулятор додатково перевіримо величину статичної помилки на дотримання нерівності $u_{ст} < u_{ст.доп}$. Значення $u_{ст}$ визначимо із співвідношення: $u_{ст} = u_{ст}^* \cdot k_0 x$, де $u_{ст}^*$ - статична помилка при $k_0=1$ і $x=1$. Значення $u_{ст}^*$ визначається за графіком залежності $u_{ст}^*$ від $\frac{\tau}{T_0}$ з урахуванням заданого перехідного процесу (додаток Д).

Визначимо $u_{ст}$:

$$u_{ст} = u_{ст}^* \cdot k_0 x = 0,5 \cdot 11 = 5,5,$$

З умови перевірки статичної помилки $5,5 < 6$, видно, що умова виконується.

На останньому етапі перевіряємо чи задовольняє час виконання умови

$t_p < t_{p \text{ доп}}$. Значення t_p знаходимо із співвідношення $\frac{\tau}{t_p}$, визначеного за графіком

(дивитись додаток Д).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

З графіку видно, що $\frac{\tau}{t_p}=10$, отже $t_p=2,67$, а з умови видно, що час виконання задовольняє.

7.2.2 Розрахунок оптимальних налаштувань

Алгоритм розрахунку оптимальних налаштувань П-регулятора, при оптимальному значенні показника коливальності $M=1,62$, складається з наступних кроків:

1. Будується АФХ об'єкта (АФХ розімкненої системи при $k_p=1$);
2. Будується промінь під кутом 38° до від'ємної дійсної піввісі;
3. Будується М-коло з центром на від'ємній дійсній піввісі, яке одночасно дотикається до променя і до АФХ розімкненої системи;
4. Визначають радіус отриманого кола r ;

Лістинг розрахунку зазначений у додатку Е;

З наведеного лістингу видно, що для забезпечення показника коливальності системи в замкненому стані $M=1,62$, величина коефіцієнту підсилення П-регулятора має становити $k_p = 17,561$.

Таким чином, для забезпечення заданої якості очищеної води обґрунтовано вибір П-регулятор та розраховано параметр його налаштування – коефіцієнт підсилення.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

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

- Проаналізовано процес біологічного очищення побутових стічних вод, складено і розраховано матеріальний баланс процесу у середовищі MathCAD;
- Виконано комп'ютерний розрахунок основних конструктивних параметрів аеротенка із застосуванням розробленого обчислювального модулю; у ході розрахунку обрано типовий аеротенк 902-2-192;
- Розроблено схему автоматизації на основі аналізу основних технологічних параметрів процесу біологічного очищення побутових стічних вод;
- Вибрані технічні параметри контролювання, регулювання та сигналізації, підібрані необхідні комплекти приладів;
- Виконано моделювання та дослідження процесу біологічного очищення стічних вод із застосуванням програмного середовища STOAT, обґрунтовано вибір типу автоматичного регулятора та розраховано оптимальні параметри налаштування регулятора;
- За результатами досліджень опубліковано тези на VI Міжнародній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з хімії та хімічної технології;
- Проведено економічне обґрунтування створення обчислювального модуля, та визначено, що застосування типового аеротенку 902-2-192 у процесі очищення є економічно доцільним та вигідним;
- Визначено основні заходи безпеки під час процесу біологічної очистки побутових стічних вод.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Перелік посилань

1. Хенце, М. Очистка сточных вод [Текст] : учеб. пособие / М. Хенце, П. Армоэс, Й. Ля-Кур-Янсен, Э. Армоэс. – М.: Мир, 2006. – 480с.
2. Ласков, Ю.М. Примеры расчетов и канализационных сооружений [Текст]Учеб. пособие для вузов / Ю. М. Ласков, Ю. В. Воронов, В. И. Калицун. – М.: Стройиздат, 1987. – 255 с.
3. Бугаєва, Л. М. Аналіз та синтез хіміко–технологічних систем [Текст] / Л. М. Бугаєва, Ю. О. Безносик, Г. О. Статюха. – К.: Політехніка, 2006. – 128 с.
4. Кузнецова, И. М. ОХТ Материальный баланс химико-технологического процесса [Текст] / И. М. Кузнецова, Х. Э. Харлампиди, Н. Н. Батыршин. – М.: Логос, 2007. – 264 с.
5. Встановлення компактні для очищення побутових стічних вод.: ГОСТ 25298-8. – [Чинний від 1983-01-01]. – М.: Міжнародний стандарт 1992. – 6 с.
6. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічний об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтег. технології/ М. В. Лукінюк. - К.: НТУУ «КПІ», 2008. - 236 с.
7. Официальный сайт компании «Прибортрейд - Контрольно-измерительные приборы» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://pribortrade.com.ua> - Название с экрана.
8. Официальный сайт «НПП ЭЛЕМЕР» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.elemer.ru/> - Название с экрана.
9. Офіційний сайт «Спецавтоматика Україна» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrspecavtomat.com.ua/> - Назва з екрану.
10. Офіційний сайт ТОВ «ТК Енерго» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://profmaster.com.ua/> - Назва з екрану.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

11. Офіційний сайт ТОВ «Електротермометрія» [Електронний ресурс] –
Режим доступу: <http://www.etm.lutsk.ukrpack.net/> - Назва з екрану.
12. Офіційний сайт ТОВ «ВО Укрспецкомплект» [Електронний ресурс] –
Режим доступу: <http://ukrsk.com.ua/> - Назва з екрану.
13. Покропивний, С. Ф. Економіка підприємства [Текст] / С. Ф. Покропивний. – К.: КНЕУ, 2003. – 608 с.
14. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Текст]: ДСН 3.3.6.042-99 - № 42; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
15. Естественное и искусственное освещение [Текст]: НиП П-4-79 - М.: Стройиздат, 1980.-48 с.
16. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. [Текст] / Д.В. Зеркалов. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.
17. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Текст]: ДСН 3.3.6.037-99 - № 37; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
18. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації [Текст]: ДСН 3.3.6.039.99 - № 39; [чинний від 01-12-1999] – Оф. видання Міністерства охорони здоров'я України.
19. Средства и методы защиты от шума. Классификация. [Текст]: ГОСТ 12.1.029-80 - N 5237 утвержден и введен в действие постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31 октября 1980 г.
20. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов. [Текст]: ГОСТ 12.1.038-92
21. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений. [Текст]: СНиП 2.01.02-85.
22. J. Dudley , WRc STOAT Tutorial. [Text]: J. Dudley, L. Poinel. – К.: WRc plc, 2013. – 99 p.

					ХА 2102 1490 001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53