

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Чорноморський національний університет імені Петра Могили
Факультет комп'ютерних наук
Кафедра автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій

ДОПУЩЕНО ДО ЗАХИСТУ
В. о. завідувача кафедри АКІТ,
кандидат технічних наук, доцент

_____ М. І. Сідєлев
“ _____ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА НАУКОВА РОБОТА
на тему: «Автоматизована система моніторингу та керування системою
відведення стічних вод»

Пояснювальна записка

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

151 – МНР – 671. 21817104

Студент _____ Кудінов Д.В

Керівник _____ Сідєлев М. І.

Консультант _____ Григор'єва Л.І.

(дата)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет ім. Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет, відділення: Комп'ютерних наук
Кафедра, циклова комісія: Автоматизація та КІТ
Освітньо-кваліфікаційний рівень: рівень вищої освіти другий (магістр)

Напрямок підготовки 151 «Автоматизація та приладобудування»

(шифр і назва)

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.завідувача кафедри, голова циклової комісії

Сіделєв М. І. _____

“ ____ ” _____ 2023 р

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ НАУКОВУ РОБОТУ

Кудінов Дмитро Валентинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи)

«Автоматизована система моніторингу та керування системою відведення стічних вод»

Керівник проекту (роботи) канд.техн.наук, доцент Сіделєв Микола Іванович,
затверджені наказом вищого навчального закладу від “ ____ ” _____ 2023 р. №__

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 17.06. 2024

3. Вхідні дані до проекту (роботи)

Вхідними даними роботи є: специфікація вимог, що описує характеристики зазначеного апаратного та програмного забезпечення.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Теоретичні дані про водовідні станції, класифікації водовідних станцій, огляд літератури, розробка технічного завдання, техніка безпеки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Функціональна схема, блок-схема управління, електрична схема, принципова схема

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сіделев М.І., доцент кафедри АКІТ	12.10.2023	
2	Сіделев М.І., доцент кафедри АКІТ	03.01.2024	
3	Сіделев М.І., доцент кафедри АКІТ	03.04.2024	
4	Григор'єва Л.І., професор кафедри екології	19.04. 2024	

7. Дата видачі завдання «12» жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Затвердження пропозицій теми від керівника	20.09.2023	
2	Обговорення із студентом затвердженої теми	02.10.2023	
3	Формування завдання	12.10.2023	
4	Визначення актуальності, об'єкту, предмету	01.11.2023	
5	Пошук літератури, патентний пошук, уточнення задач дослідження	15.11.2023	
6	Виконання першої частини	01.12.2023	
7	Аналіз керівником записки першої частини (ЕВ*), формування зауважень та пропозицій	29.12.2023	
8	Передзахист першої частини	26.01.2024	
9	Опрацювання другої частини	01.03.2024	
10	Робота над третьою частиною	05.04. 2024	
11	Робота над розділом з охорони праці	20.05. 2024	
12	Передзахисти	03.06. 2024	
13	Передача (ДВ) кваліфікаційної роботи	17.06. 2024	

*ЕВ – електронний варіант, ДВ – друкований варіант.

Студент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Кваліфікаційна робота магістра із спеціальності 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології. – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, 2024.

У роботі пропонується автоматизована система моніторингу та керування системою відведення стічних вод. Система керування може бути використана на станціях водовідведення різного призначення та потужності. Вона передбачає участь оператора, котрий може ефективно спостерігати за параметрами та вносити корегувальні дії через SCADA-систему.

У першому розділі розглянуто види систем контролю, проведено аналітичний огляд технічної літератури за даною темою. У другому розділі розглянуто автоматизацію та диспетчеризацію водовідвідних систем міста. У третьому розділі реалізована система управління станцією відведення стічних вод, також обрана потрібна SCADA-система. У четвертому та п'ятому розділах реалізована система управління станцією відведення стічних вод, також обрана потрібна SCADA-система.

В розділі 6 показані визначені умови праці на місці інженера, в якому будуть використовуватися результати бакалаврської роботи, їх відповідність санітарним нормам, в першу чергу рівень освітлення робочого місця, параметри мікроклімату в приміщенні, рівень шуму. Крім того, в розділі 4 та 5 визначаються можливі небезпеки, та заходи, спрямовані на попередження виникнення цих небезпек, створення безпечних і здорових умов праці на робочому місці або у виробничому приміщенні.

Дипломна робота містить 110 стор., 1 додаток, 32 рис., 7 табл., 20 посилань.

Ключові слова: автоматизована система, система відведення стічних вод, безпека, датчик рівня, датчик вологості, дистанційне управління, водовідведення.

Abstract

Master's thesis on the specialty 151 Automation and computer-integrated technologies. – Black Sea National University named after Petro Mohyla, 2024.

The paper proposes an automated system for monitoring and controlling the sewage disposal system. The control system can be used at water drainage stations of various purposes and capacities. It involves the participation of an operator who can effectively monitor the parameters and take corrective actions through the SCADA system.

In the first chapter, the types of control systems are considered, an analytical review of the technical literature on this topic is carried out. The second chapter deals with the automation and dispatching of the city's drainage systems. In the third section, the control system of the sewage disposal station is implemented, and the required SCADA system is also selected. In the fourth and fifth sections, the control system of the sewage disposal station was implemented, and the required SCADA system was also selected

Chapter 6 shows the specified working conditions at the place of the engineer, in which the results of the bachelor's work will be used, their compliance with sanitary standards, first of all the level of illumination of the workplace, the parameters of the microclimate in the room, the noise level. In addition, chapter 4 and 5 defines possible hazards and measures aimed at preventing the occurrence of these hazards, creating safe and healthy working conditions at the workplace or in the production premises.

The thesis contains 110 pages, 1 appendix, 32 figures, 7 tables, 20 references.

Keywords: automated system, sewage system, safety, level sensor, humidity sensor, remote control, drainage

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 СТІЧНІ ВОДИ ТА ЇХ КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА.....	7
1.2 Основні елементи водовідвідних систем	9
1.3 Системи відведення промислових підприємств	12
1.4 Роздільні системи водовідведення	14
1.5 Екологічна оцінка систем відведення стічних вод.....	15
1.6 Охорона поверхневих та підземних вод від забруднення стічними водами.....	16
1.7 Схеми водовідвідних мереж	17
ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ	19
2 АВТОМАТИЗАЦІЯ, ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ РОБОТИ ВОДОВІДВІДНИХ СИСТЕМ У МІСТІ МИКОЛАЇВ.....	20
2.1 Завдання автоматизації водовідвідних систем	20
2.3 Диспетчерське управління.....	24
2.4 Розвиток систем водовідведення в місті Миколаїв.....	26
2.4 Вплив неочищених стічних вод на екосистеми	28
2.5 Заходи з мінімізації негативного впливу водовідведення	29
2.6 Практики та технології водовідведення в розвинених країнах	30
2.7 Можливість імплементації міжнародного досвіду в Україні.....	31
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	33
3 СИСТЕМА ВІДВЕДЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА МИКОЛАЇВ	34
3.1 Система побутових і виробничих стічних вод	34
3.2 Система атмосферних стічних вод	40

3.3 Автоматика локальних насосних перекачувальних станцій	41
3.4 Автоматика локальних насосних перекачувальних станцій після модернізації.....	42
3.5 Оцінка витрат на впровадження нових технологій.....	42
3.6 Економічні вигоди від автоматизації та диспетчеризації.....	43
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	44
4 ВИКОРИСТОВУВАНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ЙОГО ПОРІВНЯННЯ ДЛЯ МІСТА МИКОЛАЇВ	45
4.1 Вибір ПЛК.....	45
4.1.1 Контролери фірми Schneider Electric.....	45
4.1.2 Контролери фірми Honeywell	46
4.1.3 Контролери фірми Allen Bradley.....	47
4.1.4 Контролери фірми Siemens	48
4.2 Вибір датчиків рівня	50
4.2.1 Поплавкові рівнеміри з пневматичним виходом типу УПП1	50
4.2.2 Рівнемір Rosemount (радарного типу) компанії Emerson серії 5600.....	50
4.2.3 Рівнемір магнітострикційного типу NMT фірми Kobold	51
4.2.4 Ультразвуковий рівнемір Prosonic M FMU41.....	52
4.2.5 Рефлекс-радарний рівнемір OPTIFLEX 1300 від компанії KROHNE.....	53
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	54
5 СТВОРЕННЯ SCADA СИСТЕМИ ДЛЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА МИКОЛАЇВ	56
5.1 Функції SCADA	60

5.2 Математична модель	63
5.3 Математична модель розрахунку очищення води на водовідвідних станціях	63
5.4 Математична модель центробіжного насоса	66
5.5 Розробка автоматизованої системи в Simulink	68
5.6 Автоматизована система моніторингу та контролю видалення стічних вод	72
5.7 Двигуни станції	78
5.8 Види насосів на станціях відведення стічних вод	83
5.7 Фільтрування стічних вод	86
5.8 Переробка відфільтрованого сміття	88
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5	90
6 РОЗДІЛ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	94
6.1 Аналіз умов праці	94
6.2 Розрахунок штучного освітлення	95
6.3 Розрахунок захисного заземлення	100
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6	102
ВИСНОВКИ	103
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	105

ВСТУП

Людські поселення будували промислові об'єкти поблизу прісних водойм, які використовувалися для пиття, гігієнічних потреб, сільського господарства та виробництва. У процесі використання вода змінювала свої природні властивості, часто стаючи небезпечною з санітарної точки зору. З розвитком інженерної інфраструктури міст та промислових об'єктів виникла потреба у впорядкованих способах відведення використаної води за допомогою спеціальних гідротехнічних споруд.

Актуальність

Наразі значення прісної води як природної сировини постійно зростає. При використанні в побуті та промисловості вода забруднюється речовинами мінерального та органічного походження. Таку воду прийнято називати стічною водою.

У процесі життєдіяльності містян збільшується кількість викидання забруднених речовин, які можуть містити токсичні речовини та збудники різних інфекційних захворювань. У зв'язку з цим водогосподарські системи оснащуються сучасними комплексами самопливних і напірних трубопроводів та інших спеціальних споруд, які здійснюють відведення, очищення, знешкодження та використання води та утворюються осадків. Такі комплекси називаються водоотводящими системами. Такі системи забезпечують також відведення та очищення дощових та талих вод.

Таким чином будівництво водовідних систем є актуальним для забезпечення нормальних житлово-побутових умов населення міст і населених пунктів для підтримки гарного стану навколишнього природного середовища.

Мета дослідження: підвищення ефективності управління процесами очищення та відведення стічних вод, зменшення впливу людського фактора, покращення екологічної безпеки та зниження експлуатаційних витрат.

Об'єктом є процеси моніторингу та керування системою відведення стічних вод за допомогою автоматизованих засобів. Це включає в себе технології збору даних, методи аналізу інформації, алгоритми управління та засоби автоматизації, що забезпечують ефективну роботу системи водовідведення.

Предметом дослідження є система відведення стічних вод міського водоканалу. Це комплекс інженерних споруд, обладнання та процесів, які забезпечують збирання, транспортування, очищення та відведення стічних вод у міських умовах.

Постановка завдання:

- Аналіз існуючих технологій та методів автоматизації систем водовідведення
- Розробити функціональну схему автоматизованої системи керування (АСК).
- Вибір апаратного та програмного забезпечення для реалізації системи
- Розробка алгоритмів моніторингу та керування:
- Розробити програму дистанційного контролю.
- Підібрати промислові компоненти АСК.
- Провести аналіз якості керування системи управління.
- Оцінка ефективності розробленої системи

Методи дослідження

Особливо важливого значення має розвиток сучасної системи водовідведення побутових і виробничих стічних вод, що забезпечує високий ступінь захисту навколишнього природного середовища від забруднення. Найбільш суттєві результати отримані при розробці нових технологічних рішень у питаннях ефективного використання води систем водовідведення та очищення виробничих стічних вод.

РОЗДІЛ 1 СТІЧНІ ВОДИ ТА ЇХ КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА

Стічні води - це прісна вода, яка після використання в домашній або промисловій діяльності людини змінила свої фізико-хімічні властивості і повинна бути очищена.

За походженням стічні води можна розділити на наступні види:

- Побутові;
- Виробничі;
- Атмосферні.

Побутові стічні води

Побутові стічні води утворюються в житлових, адміністративних і муніципальних будівлях (лазні, пральні та ін.), а також у внутрішніх приміщеннях промислових підприємств. Це стічні води, які потрапляють у дренажну мережу з сантехніки (раковини, раковини, ванни, туалети тощо). Особливості утворення таких стічних вод добре відомі.

Промислові стічні води

Промислові стічні води утворюються при виробництві різних товарів, продуктів, виробів, матеріалів і т.д. до них відносяться технологічні рішення для відходів, Материнські рідини, кубічні залишки, технологічні та промислові води, барометричні конденсаторні води, вакуумні насоси і системи охолодження, гірничодобувна і кар'єрна вода, вода для хімічної очистки води, вода з миючого обладнання і промислових приміщень, а також від очищення і охолодження газових відходів, переробки і транспортування твердих відходів.

Атмосферні стічні води

Атмосферні стічні води утворюються в процесі випадання опадів і танення снігу, як в житловому районі населених пунктів, так і на території

промислових підприємств. Ці води часто називають дощовою або дощовою водою, оскільки в більшості випадків максимальні (оціночні) витрати виникають через опади (дощі).

1.1 Основні характеристики стічних вод

Основними характеристиками стічних вод є: кількість стічних вод, що характеризується витратою, виміряною в л / с або м³ / с, с³/год, м³/змінa, м³ / доба тощо; види (компоненти) домішок та їх вміст у стічних водах, що характеризуються концентрацією домішок, виміряною в мг / л або г / м³. Важливою особливістю стічних вод є ступінь однорідності (або нерівномірності) їх входу в дренажну систему. Зазвичай це залежить від нерівномірного потоку стічних вод по годинах дня в році. Ці особливості враховуються при проектуванні дренажних систем.

Забруднення побутових стічних вод

Побутові стічні води містять домішки мінерального і органічного походження. Обидва типи домішок можуть перебувати в нерозчиненому і колоїдному стані. Частина нерозчинених домішок, яка затримується при аналізі на паперових фільтрах, називається зваженими твердими речовинами. Найбільша санітарна небезпека-забруднення органічного походження. У побутових стічних водах зважені тверді речовини органічного походження містять в середньому 100-300 мг/л. вміст органічних забруднювачів у розчиненому стані оцінюється за значеннями біохімічної потреби в кисні (БПК) та хімічної потреби в кисні (ХПК). Побутові стічні води мають БПК 100-400 мг / л і код 150-600 мг / л і можуть бути оцінені як сильно забруднені.

Промислові Стічні Води

Промислові стічні води з різних галузей сильно розрізняються як за складом забруднюючих речовин, так і по їх концентрації. Стічні води

підприємств важкої промисловості містять в основному домішки мінерального походження, а в харчовій і легкій промисловості — домішки органічного походження (виробництво сигарет відноситься до харчової промисловості).

1.2 Основні елементи водовідвідних систем

Трубопровід

Труби ліній відведення стічних вод прокладаються з ухилом до елеваторів для забезпечення самопливного відведення води. Підйомні труби прокладаються вертикально. Здійснюється підйом верхньої частини труб:

- Над невикористаним дахом на 0,3 м;
- Вище похилого даху на 0,5 м;
- Вище експлуатованої даху на 3 м.

Звільнивши

Відводи - це ділянки труб від трубопроводів до оглядових колодязів у внутрішньоквартальній дренажній системі. Вони, як і відгалуження, прокладаються з ухилом. Внутрішня дренажна мережа розрахована на часткове заповнення водою навіть при найвищому (розрахунковому) витраті стічних вод.

Внутрішня дренажна мережа

Також створена внутрішня мережа дренажних труб для відведення промислових стічних вод з будівлі. Для відведення відносно високих витрат обладнана мережа підземних лотків (на першому поверсі).

Колектор

Дренажні колектори басейну-це труби, призначені для прийому та відведення води з частини або всього дренажного басейну. Магістральні колектори-це труби, призначені для прийому і відведення води з частини або

всього обслуговуваного об'єкта. Магістральні колектори доставляють воду на насосні станції або станції очищення стічних вод.

Оглядовий колодязь

Колодязі або оглядові камери передбачені для огляду трубопроводів, проведення профілактичних і ремонтних робіт на дренажній мережі. Тунелі і переходи будуються на перетині самопливних труб з природними перешкодами (ярами, лощинами) і підземними спорудами. Іноді ділянки виконуються у вигляді качок. Для прийому дощової води в дренажну мережу будуються дощоприймачі, конструкція яких аналогічна конструкції оглядових колодязів, але з більш досконалою приймальною мережею. У період інтенсивних дощів забрудненість транспортованої суміші стічних вод знижується. Це дозволяє відводити частину стічних вод в резервуар без очищення. Створюються спеціальні споруди-зливові стоки-для відводу води в колектори, прокладені вздовж річки.

Аварійні та контрольні резервуари

Аварійні та регулюючі резервуари-це спеціально обладнані ємності, які забезпечують накопичення стічних вод в період максимального надходження. Скидання і відкачування води здійснюється в періоди низької витрати стічних вод самопливом або з використанням насосних станцій.

Глибина трубопроводу

На рівній місцевості глибина залягання труб збільшується в залежності від їх довжини. На глибині 6-8 м прокладка труб відкритим способом утруднена, тому переходять на закриті методи будівництва або здійснюють відкачування стічних вод. Місцеві Насосні станції використовуються для перекачування води з одного або групи будівель. Районні Насосні станції використовуються для перекачування стічних вод з частини або всього водозбірного басейну. Основні

Насосні станції перекачують стічні води на очисні споруди частини або всього обслуговуваного об'єкта. Для підвищення надійності споруд водовідведення напірні труби виготовляються в дві лінії.

Очисні споруди

Очисні споруди являють собою комплекс споруд для очищення стічних вод і атмосферних опадів. Видалення забруднюючих речовин зі стічних вод здійснюється механічними процесами (на решітках, пісколовках, первинних відстійниках), біохімічними (на аеротенках або біофільтрах і вторинних відстійниках) і фізико-хімічними методами очищення води. Останнім етапом очищення стічних вод перед скиданням у відкритий водойму зазвичай є знезараження. При проектуванні очисних споруд передбачається самопливний рух води.

Відведення за межі підприємства

Споруди водовідведення, розташовані за межами промислового підприємства, називаються позамайданчиковими. Всі елементи водовідведення взаємопов'язані в своїй роботі. Тому проектування і розробка конструкцій здійснюється з урахуванням необхідного ступеня надійності, що вимагає розробки спеціальних заходів в технології водовідведення, очищення стічних вод і опадів..

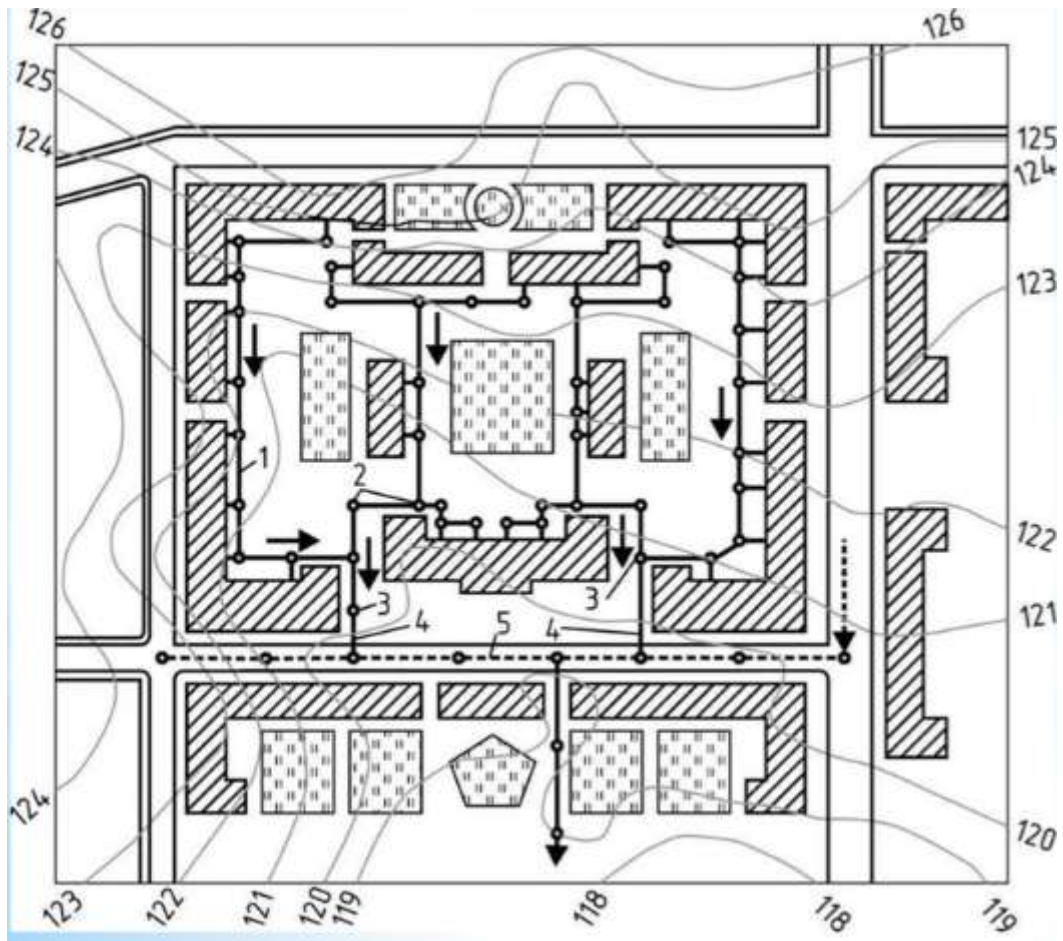


Рисунок 1- 1внутрішньо квартална мережа, 2 - оглядові колодязі, 3 – контрольні колодязі, 4 – з'єднувальна ділянка, 5- вулична мережа

1.3 Системи відведення промислових підприємств

Промислові системи скидання також діляться на загальні і роздільні. Вибір системи водовідведення для підприємств дуже важливий, так як на деяких з них може утворюватися до 5-10 видів стічних вод, які розрізняються за витратою, складом і властивостями містяться в них забруднюючих речовин.

При виборі дренажної системи слід враховувати наступні можливості:

- Спільна і роздільна очистка певних видів стічних вод (в окремих цехах);
- Витяг і використання цінних речовин, що містяться в стічних водах;

- Повторне використання промислових стічних вод без очищення або після часткового очищення в системі оборотного водопостачання або для технічних потреб іншого цеху або виробництва;
- Використання господарсько-побутових і очищених зливових стоків у виробничих цілях;
- Використання технічної води для зрошення сільськогосподарських і **ТЕХНІЧНИХ** культур.

Крім того, необхідно враховувати Місткість резервуара, в який передбачається скидати очищені стічні води, кількість води в ньому, вид використання і його здатність до самоочищення.

Для невеликих промислових підприємств (з низьким споживанням води) рекомендується використовувати систему водовідведення загального призначення, якщо промислові стічні води мають склад, аналогічний побутовим, і забруднюючі речовини, характерні для промислових вод, можуть потрапляти в дощову воду. Загальна система водовідведення має дренажну мережу. Виробнича вода з усіх цехів, а також побутова і дощова відводяться по цій мережі на єдині очисні споруди.

Окремі дренажні системи можуть бути різними. Їх характеристики залежать від типу стічних вод, що утворюються на підприємстві. Окремі системи водовідведення можуть мати кілька дренажних мереж для відведення промислових стічних вод з окремих цехів. Такі Мережі називаються виробничими мережами. Їх назви доповнюються словом, що характеризує основне забруднення води (наприклад, що містить промислову кислоту; промислові нафтові платформи і т.д.). Побутова дощова вода також відводиться через незалежні мережі, які називаються побутовою мережею та дощовою мережею. Одночасно можна спільно скидати кілька видів стічних вод.

Промислові стічні води всього промислового підприємства і окремого цеху, а також господарсько-побутова вода відводяться з промислової і побутової мережі. Мережа, призначена для спільного відведення промислових та дощових вод, називається виробничою дощовою водою.

1.4 Роздільні системи водовідведення

Локальні очисні споруди

Роздільна система водовідведення з локальними очисними спорудами доцільна при різному характері забруднень побутових і виробничих вод. У стічних водах окремих цехів можуть міститися специфічні забруднення. Для очищення води від них доцільно влаштовувати локальні очисні споруди. Наприклад, у стічних водах фабрик первинної обробки вовни міститься багато жиру та волокна, які зазвичай видаляються на локальних спорудах і утилізуються. Подальше очищення цих стічних вод може здійснюватися разом з очищенням загального стоку фабрик.

Частковий оборот виробничих вод

Роздільна система водовідведення з частковим оборотом виробничих вод доцільна при великому витраті виробничих стічних вод і невеликому витраті води в річці.

Повний оборот виробничих і побутових вод

Роздільна система водовідведення з повним оборотом виробничих і побутових вод, а також усіх стічних вод доцільна при нестачі води в річці для потреб водопостачання.

Замкнені системи водного господарства

Роздільна система водовідведення з повним оборотом усіх стічних вод називається безстічною системою водокористування або замкнутою системою водного господарства промислового підприємства. Створення таких систем у водокористуванні повинно забезпечити раціональне використання води в усіх технологічних процесах, максимальну утилізацію компонентів стічних вод,

нормальні санітарно-гігієнічні умови роботи обслуговуючого персоналу, виключення забруднення навколишнього природного середовища, скорочення капітальних і експлуатаційних витрат. Раціональні системи використання води повинні розроблятися на основі науково обґрунтованих вимог до якості води, використовуваної в кожному технологічному процесі.

Названі системи відведення слід розглядати як наближені. Залежно від конкретних умов на підприємствах можливе створення кількох систем очищення з варіантами об'єднання різних видів стічних вод.

Залежно від конкретних умов на підприємствах можливе створення кількох систем очищення з варіантами об'єднання різних видів стічних вод (у тому числі побутових і дощових). Можливе створення кількох оборотних централізованих систем. У загальному вигляді замкнута система водокористування промислового підприємства включає:

- Локальні оборотні (замкнуті) системи;
- Централізовані замкнуті системи;
- Охолоджувальні локальні (централізовані) оборотні (замкнуті) системи, а також системи послідовного використання води у двох або більше технологічних операціях з передачею води з однієї системи в іншу.

1.5 Екологічна оцінка систем відведення стічних вод

Загальносплавна система

При наявності потужної водойми і багаторазовому розведенні стічних вод загалом санітарна ситуація може бути задовільною або незадовільною, це залежить від концентрації забруднень, що перевищують ГДК. Якщо забруднення перевищують значення ГДК, то санітарна оцінка незадовільна, в іншому випадку відповідає нормам. Проте слід зазначити, що досягнення санітарного благополуччя шляхом розведення не завжди виправдано.

Більшість токсичних речовин, перебуваючи на початковому етапі рівномірного розподілу по об'єму води, через певний проміжок часу в природних

умовах перерозподіляються нерівномірно, сорбуючись на твердій фазі в концентраціях на 3-5 порядків вище, ніж при рівномірному розподілі.

Токсичні речовини в відкритих водоймах накопичуються як на інертному матеріалі, так і на живих об'єктах — пісках, глинистих частинках, різноманітних гідробіонтах, що є їжею для риб, які живуть у водоймах.

До недоліків загальносплавної системи відносяться складні проблеми утилізації осади́в, оскільки їх утворення пов'язане з присутністю в суміші стічних вод забруднень різного походження, що ускладнює використання осади́в як добрив.

Не технологічність загальносплавної системи водовідведення полягає в тому, що на кожному об'єкті суміш стічних вод буде різною за складом і властивостями, тому ефект дії очисних споруд буде різним.

Технологічно також неможливо обґрунтувати передбачений загальносплавною системою скид у водойму під час сильних злив розбавлених дощовою водою неочищених побутових і виробничих стоків.

Для покращення санітарного стану водойми, яка є приймачем всіх очищених стічних вод, слід передбачати очисні споруди для дощових стічних вод міста і підприємств окремо, на локальних очисних спорудах або разом з побутовими стоками міста на міських очисних спорудах.

Процес утилізації промислових відходів і цінної сировини значно полегшується при дієвих окремих водооборотних замкнутих циклах. Тому при розробці водних технологій слід диференціювати стічні води і лише в окремих випадках допускати об'єднання різних потоків.

1.6 Охорона поверхневих та підземних вод від забруднення стічними водами

У проблемі охорони води від забруднення є взаємопов'язані основні складові — економічна та екологічна. Використання запасів води безстічних

озер, водосховищ, льодовиків і боліт дуже проблематичне через певний біологічний і екологічний стан вод.

У зв'язку з дефіцитом прісної води виникла задача ефективного її використання в усіх галузях народного господарства. Тому особливо важливого значення набуває високоефективне повторне використання води в промисловості. У промисловості прісна вода використовується як технологічний розчин, теплоносій, для перенесення твердих мас у промивних процесах. В останньому випадку вода є універсальним екстрагентом, що володіє високою гряземісткістю, що дозволяє ефективно її використовувати. З цього випливає, що охорона поверхневих і підземних водойм дуже важлива.

1.7 Схеми водовідвідних мереж

Схемою дренажної мережі називається проектне рішення прийнятої дренажної системи. Залежно від основних факторів схеми дренажної мережі можна розділити на кілька типів:

- Перпендикулярна (децентралізована) схема: колектори дренажних басейнів розташовані перпендикулярно напрямку потоку води в резервуарі, перпендикулярно горизонталі. Згідно з цією схемою, дренажна мережа створюється з повністю окремою дренажною системою. У той же час дощова вода скидається в резервуар децентралізованим чином, без очищення або з очищенням.

- Перехресний (централізований): колектори дренажних басейнів перетинаються головним колектором, спрямованим паралельно річці. Ця схема використовується для скидання стічних вод, що вимагають обов'язкового очищення. Вони використовуються з повністю окремою системою відведення міських стічних вод.

- Паралельний (централізована вентиляторна схема): колектори дренажних басейнів спрямовані паралельно або під невеликим кутом до напрямку потоку води в резервуарі і перетинаються з основним колектором, який відводить стічні води на очисні споруди. Така схема використовується в разі різкого зменшення площі суші до водосховища. Вона дозволяє усунути підвищену швидкість руху води в колекторах дренажних басейнів, яка викликає абразивний знос труб.

- Зональна схема (централізована): обслуговувана територія розділена на дві зони: з верхньої стічні води скидаються на самопливні очисні споруди, а з нижньої вони відкачуються насосною станцією. Ця схема є найменш енергоємною, і тому при розробці схеми міського водовідведення необхідно враховувати такі варіанти.

- Радіальна (децентралізована) схема: стічні води відводяться на кілька очисних споруд. Схема радіального водовідведення використовується в умовах важкопрохідної місцевості і в великих містах.

Розробка схеми дренажної мережі починається з вивчення топографічних і гідрогеологічних матеріалів об'єкта обслуговування, визначення дренажних басейнів, розташування очисних споруд і насосних станцій. Основний принцип полягає в максимальному використанні знижень ґрунту, при цьому напрямок колекторів по ходу руху води має збігатися з нахилом земної поверхні. Тому колектори дренажних басейнів зазвичай проходять по тальвегам, а основні колектори - по берегах річки. Оскільки очисні споруди розташовані нижче за течією річки по відношенню до обслуговуваного об'єкту, напрямок головного колектора збігається з напрямком стоку води з річки. Найбільш ймовірна можливість самопливного або напірного скидання стічних вод встановлюється при побудові поздовжнього профілю головного колектора. Приблизне розташування насосної станції планується в низьких місцях або в кінцевій частині колекторів і остаточно визначається після опрацювання варіантів. Завершальним етапом є прокладка вуличних труб, які забезпечують відведення води з кожного кварталу забудови.

Основний принцип подальших робіт продиктований необхідністю забезпечити мінімальний обсяг земляних робіт, який здійснюється шляхом прокладки труб на мінімально можливій глибині при максимальному використанні землі.

ВИСНОВКИ ДО 1 РОЗДІЛУ

Система водовідведення є критично важливою для забезпечення екологічної безпеки та санітарних умов життя в містах. У цьому розділі було розглянуто основні характеристики стічних вод, їх походження та класифікацію на побутові, виробничі та атмосферні. Важливо враховувати різноманітність забруднювачів у стічних водах, що потребують спеціалізованих підходів до їх очищення. Побутові стічні води зазвичай містять значну кількість органічних речовин, тоді як виробничі стічні води можуть бути насичені токсичними хімікатами та важкими металами. Атмосферні стічні води, що утворюються в результаті випадання дощів та танення снігу, також потребують відповідного управління для запобігання затопленням і забрудненням водойм. Розглянуті основні елементи водовідвідних систем, такі як трубопроводи, колектори, насосні станції та очисні споруди, дозволяють ефективно відводити та очищувати стічні води, забезпечуючи захист навколишнього середовища.

2 АВТОМАТИЗАЦІЯ, ДИСПЕТЧЕРИЗАЦІЯ ТА КОНТРОЛЬ РОБОТИ ВОДОВІДВІДНИХ СИСТЕМ У МІСТІ МИКОЛАЇВ

2.1 Завдання автоматизації водовідвідних систем

Основними цілями автоматизації систем і споруд водовідведення є підвищення якості водовідведення та очищення стічних вод (безперервне скидання і перекачування стічних вод, якість очищення стічних вод і т.д.); зниження експлуатаційних витрат; поліпшення умов праці.

Основною функцією систем і споруд водовідведення є підвищення надійності споруд за рахунок моніторингу стану обладнання та автоматичної перевірки достовірності інформації та стійкості споруд. Це сприяє автоматичній стабілізації параметрів технологічних процесів і показників якості очищення стічних вод, оперативного реагування на руйнівні дії (зміни кількості стічних вод, що скидаються, зміни якості очищених стічних вод). Швидке виявлення сприяє локалізації та усунення аварій і збоїв в роботі технологічного обладнання. Забезпечення оперативного зберігання і обробки даних і їх подання в найбільш інформативній формі на всіх рівнях управління; аналіз даних і розробка керуючих впливів і рекомендацій виробничому персоналу координують управління технологічними процесами, а Автоматизація підготовки і обробки документів дозволяє прискорити документообіг. Кінцевою метою автоматизації є підвищення ефективності управлінської діяльності.

Впровадження автоматичних систем дозволяє:

1. Скоротити експлуатаційні витрати на електроенергію.
2. Оперативно керувати розподілом потоку стічних вод у водовідвідній мережі.
3. Економно розподіляти навантаження між каналізаційними насосними станціями.
4. Оптимально розподіляти навантаження між насосними агрегатами перекачування стічних вод.

5. Раціонально використовувати акумулюючі ємності, що сприяє встановленню диференційованого тарифу для зменшення вартості електроенергії, що витрачається насосними агрегатами, зменшенню витрат електроенергії завдяки застосуванню сучасних методів управління системами перекачування та очищення стічних вод.

Впровадження систем автоматизації роботи очисних споруд робить можливим рівномірно подавати та оптимально розподіляти стічну воду по спорудах, групах і блоках споруд біологічного очищення, зменшити кількість стисненого повітря пропорційно витратам стічної води та її якісному складу, підвищити точність вимірювання показників якості очищеної стічної води. При обробці осадів стічних вод застосування оптимального і взаємозв'язаного дозування реагентів можливе лише за умови створення систем автоматичного управління з корекцією за показниками якості обробленого осаду. Автоматичне виявлення та локалізація аварій і порушень у роботі обладнання та споруд, автоматична перевірка достовірності інформації щодо якісних показників очищення, доочистки та дезінфекції стічних вод скорочує кількість обслуговуючого персоналу, покращує умови праці.

Однією з важливих функцій автоматизації є: автоматичний контроль та управління технологічними процесами, обладнанням насосних станцій і очисних споруд, створення автоматизованих робочих місць для всіх спеціальностей і профілів роботи на основі сучасних технологій. Автоматизація систем водовідведення зменшує частку ручної праці, покращує безпеку роботи виробничого персоналу та створює комфортні умови роботи завдяки застосуванню дистанційного управління технологічними процесами. В результаті цього полегшується праця виробничого персоналу завдяки автоматизації рутинних робіт і застосуванню програм "радників".

2.2 Автоматизація і контроль роботи водовідвідних мереж, насосних станцій і очисних споруд

Сучасні водовідвідні мережі та насосні станції в місті Миколаїв повинні по можливості розроблятися з управлінням без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Для функціональної структури автоматизованих систем управління (АСУ) водовідвідними мережами характерно виконання наступних видів спостереження та управління, наприклад такі, як:

1. Контроль за роботою водовідвідних мереж за допомогою сучасного телеметричного обладнання.
2. Проведення профілактичного огляду найбільш уразливих ділянок водовідвідних мереж пересувними телевізійними камерами.
3. Безконтактні методи вимірювання концентрації шкідливих газів.
4. Вимірювання кількості стічних вод за допомогою спеціальних, також безконтактних вимірювачів витрат стічних вод.

Збір і відображення інформації в контрольних точках дренажних мереж є важливим компонентом функціональної структури управління (централізованої для невеликих населених пунктів, для великих міст - через контрольні точки басейнів або дренажних зон). Маючи необхідну інформацію в критичних ситуаціях, можна перерозподіляти потоки стічних вод на насосні станції або колектори.

Постійний моніторинг роботи дренажних мереж з використанням систем телеметрії, профілактичний огляд критичних ділянок дозволяє вживати необхідних заходів щодо запобігання аварій на дренажних мережах, а в надзвичайних ситуаціях вживати екстрених заходів щодо ліквідації аварій та їх наслідків. Телевізійний моніторинг виявляє найбільш вразливі ділянки мережі, що вимагають поточного або капітального ремонту.

Облік кількості стічних вод, що скидаються, необхідний для усунення несанкціонованих скидів стічних вод або у разі виникнення критичних ситуацій

перерозподілу водних потоків (якщо це передбачено проектуванням дренажних мереж).

На насосних станціях міста Миколаєва можуть бути використані наступні види управління: автоматичне управління насосними агрегатами в залежності від рівня стічних вод в приймальному резервуарі; дистанційне або телемеханічне з диспетчерської.

Для невеликих населених пунктів більш характерно місцеве управління (періодично приходять персоналом з передачею необхідних сигналів в диспетчерську).

Використання систем плавного пуску і частотного регулювання насосних агрегатів в залежності від витрати стічних вод і рівномірності їх подачі на очисні споруди.

Насосні станції, оснащені агрегатами з високовольтними двигунами, зазвичай мають постійний персонал, який обслуговує системи подачі і розподілу води. Насосна станція повинна управлятися з централізованого пульта управління з автоматичною передачею інформації про роботу насосної станції в диспетчерську службу, обслуговуючої системи і споруди водовідведення.

При бронюванні насосних агрегатів необхідно забезпечити автоматичну активацію резервних агрегатів. В аварійних ситуаціях (в разі затоплення насосної станції і збою електропостачання) Насосні станції повинні передбачати відключення насосних агрегатів і подачу стічних вод в накопичувальний резервуар з включенням змішувальних пристроїв, щоб запобігти гниттю стічних вод.

Система запуску насосних агрегатів повинна забезпечувати автоматичне відкриття клапанів на напірних трубопроводах. Це має бути обов'язковою вимогою, оскільки запуск насосів з синхронними двигунами при закритих клапанах може призвести до гідравлічних ударів.

При автоматичному режимі роботи насосної станції необхідно контролювати наступні технологічні параметри:

- Витрата перекачуваної стічної води.
- Рівні стічної води у приймальному резервуарі.
- Рівні води в дренажному приямку.
- Тиск у напірних трубопроводах.
- Тиск, що розвивається кожним насосним агрегатом.
- Температура підшипників.

Залежно від цих параметрів відбувається включення в роботу вище зазначених систем управління насосними станціями з місцевого або централізованого диспетчерського пункту.

2.3 Диспетчерське управління

Диспетчерське управління системами водовідведення розроблено для централізованого управління і контролю за роботою дренажних мереж і насосних станцій. Управління дренажними мережами і насосними станціями здійснюється в один етап з диспетчерською, для великих дренажних систем, що обслуговують великі міста, — в два етапи з центральною і місцевою диспетчерськими.

Зв'язок між диспетчерською та керованими мережами або насосними станціями, а також станціями технічного обслуговування, аварійними групами та майстернями здійснюється за допомогою прямого диспетчерського зв'язку, мобільного зв'язку, радіостанцій або комбінованих засобів. Якщо на території населеного пункту є промислове підприємство, то також повинна бути забезпечена двосторонній зв'язок між муніципальними і промисловими контрольними-пропускними пунктами.

Сигнали і вимірювання повинні передаватися від контрольованих мереж, насосних станцій і споруд в диспетчерську, без чого неможливо забезпечити оперативне управління і контроль за роботою споруд, своєчасне усунення і локалізацію критичних ситуацій.

У диспетчерську очисних споруд передається наступна інформація і імпульси: витрата стічних вод (що надходять на насосну станцію або очисні споруди); рН стічних вод; кількість розчиненого кисню в стічних водах; температура повітря (що подається в аеротенки); витрата активного мулу (що подається в аеротенки); надлишок кисню в стічних водах. потік активного мулу; потік неочищеного мулу (подається в метантенки).

Крім того, з контрольованих об'єктів до диспетчерських пунктів передаються наступні сигнали:

- Аварійне відключення обладнання.
- Порушення технологічного процесу.
- Граничні рівні стічних вод у резервуарах.
- Гранична концентрація вибухонебезпечних газів у виробничих приміщеннях.
- Гранична концентрація хлору у приміщеннях хлораторної.

По можливості приміщення диспетчерських повинні розташовуватися поблизу технологічних об'єктів (насосних станцій, продувних станцій, лабораторій і т.д.), оскільки видача керуючих впливів здійснюється на різні електронні та пневматичні регулятори або безпосередньо на виконавчі механізми. У диспетчерських передбачені допоміжні приміщення (кімнати відпочинку, ванна кімната, комора і Ремонтна майстерня).

Приміщення диспетчерських пунктів з постійним чергуванням персоналу повинні бути ізольовані від шуму, в них повинно бути встановлено наступне обладнання: пульти управління і консолі; Монітори телевізійного спостереження; засоби зв'язку. Панелі управління повинні мати одне або два робочих місця (в залежності від кількості обслуговуючого персоналу зміни), на передній панелі повинні бути розташовані телевізійні вимірювальні прилади або телевізійні Монітори, що відображають роботу дренажної системи (дренажних мереж, насосних станцій і напірних трубопроводів, очисних споруд), клавіші управління і кнопки запуску, що значно полегшує роботу диспетчера. На панелі

управління або моніторах відображається мнемосхема системи, керованої з диспетчерської.

Успішний досвід застосування нових інструментів контролю та управління окремими елементами системи водовідведення призводить до централізації та інтеграції управління. При цьому значна частина функцій місцевих диспетчерських пунктів (TIR) передається центральним пультам управління (CDP) з постійною присутністю персоналу, в той час як TIR виконує роль операторських станцій з тимчасовим персоналом в них.

2.4 Розвиток систем водовідведення в місті Миколаїв

Місто Миколаїв, засноване в 1789 році, має багату історію розвитку каналізаційної інфраструктури. Спочатку дренажні системи були примітивними, використовуючи природні канали та канавки. Зі зростанням населення та розширенням міста в 19 столітті виникла потреба у створенні більш організованих систем збору та відведення стічних вод. Перші серйозні зусилля щодо централізованої дренажної системи були зроблені наприкінці 19 століття, коли місто почало активно розвиватися як головний порт та промисловий центр.

На початку 20 століття в Миколаєві з'явилися перші сучасні Каналізаційні системи. Вони включали в себе підземні труби і колектори, які дозволяли більш ефективно відводити стічні води з центральної частини міста в річки і водосховища. Однак, враховуючи технологічні обмеження того часу, ці системи не завжди справлялися з обсягом стічних вод, особливо під час дощів та повеней. Це призводило до періодичних затоплень і забруднення місцевих водойм, що створювало санітарні проблеми для жителів.

Значні зміни в розвитку систем водовідведення в місті Миколаєві відбулися після Другої світової війни. У 1950-х і 1960-х роках почалася масштабна модернізація міської інфраструктури, включаючи дренажну систему. Були прокладені нові колектори, розширені і оновлені існуючі мережі. Особливу увагу було приділено будівництву насосних станцій та очисних споруд, що

значно підвищило ефективність відведення та очищення стічних вод. У цей період також було впроваджено використання нових матеріалів для трубопроводів, таких як залізобетон і пластик, що підвищило довговічність і надійність систем.

У 1990-х і на початку 2000-х років місто Миколаїв зіткнулося з новими проблемами в області санітарії. Зростання населення, промисловий розвиток та збільшення стічних вод вимагали модернізації та розширення існуючих систем. У цей період активно впроваджувалися новітні технології для підвищення ефективності систем водовідведення, включаючи автоматизацію і диспетчеризацію процесів. Зокрема, були встановлені нові сучасні Насосні станції з автоматичним регулюванням, а також очисні споруди, здатні забезпечити високий рівень очищення стічних вод.

Останнім часом місто Миколаїв продовжує інвестувати в розвиток своєї каналізаційної інфраструктури. Сучасні проекти спрямовані на подальшу модернізацію каналізаційної мережі, впровадження новітніх технологій очищення стічних вод та підвищення енергоефективності систем. Зокрема, особлива увага приділяється впровадженню SCADA-систем для автоматизації та моніторингу систем водовідведення. Це дозволяє забезпечити своєчасне виявлення і усунення проблем, оптимізувати використання ресурсів і знизити експлуатаційні витрати.

Таким чином, розвиток систем водовідведення в місті Миколаєві пройшов довгий шлях від примітивних природних стічних вод до сучасних автоматичних систем, що забезпечують високу ефективність і надійність. Постійні інвестиції в модернізацію і впровадження нових технологій дозволяють місту успішно вирішувати проблеми санітарії, забезпечуючи комфортні умови проживання жителів і зберігаючи екологічну безпеку регіону.

2.4 Вплив неочищених стічних вод на екосистеми

Неочищені стічні води є однією з найбільших загроз для екосистем, особливо у містах з розвинутою промисловістю, таких як Миколаїв. У випадку недостатньо ефективної роботи очисних споруд або їх відсутності, стічні води, що потрапляють у річки та водойми, можуть містити значну кількість органічних речовин, важких металів, токсичних хімікатів та патогенних мікроорганізмів. У місті Миколаїв основні водні артерії, такі як річки Південний Буг та Інгул, піддаються значному навантаженню через скиди стічних вод. Це призводить до забруднення води, що має негативний вплив на флору і фауну цих річок, зниження рівня кисню у воді, евтрофікації та загибелі риб та інших водних організмів.

Забруднення водних ресурсів також має прямий вплив на здоров'я населення. Використання забрудненої води для побутових потреб або сільськогосподарських цілей може призводити до поширення хвороб, таких як гепатит, дизентерія, та інших інфекційних захворювань. Тому питання ефективного очищення стічних вод є критично важливим для забезпечення екологічної безпеки та здоров'я мешканців Миколаєва.



Рисунок 2.1- Динаміка скиду зворотних вод до водних об'єктів області, млн м³

Таблиця 2.1 - Основні забруднювачі водних ресурсів області та їх обсяги скиду зворотних вод

№ з/п	Назва комунальних підприємств - забруднювачів	2020 рік		2021 рік		2022 рік	
		разом	у т.ч. забруднених стічних вод	разом	у т.ч. забруднених стічних вод	разом	у т.ч. забруднених стічних вод
1.	МКП «Миколаївводоканал» м. Миколаїв	22,016	20,310	20,707	18,648	11,518	11,518
2.	КП «Міськводоканал» Баштанської міської ради м. Баштанка	0,242	0,242	0,326	0,266	0,034	-
3.	КП Очаківської міської ради «Очаків-Сервіс» м. Очаків	0,267	0,267	0,263	0,263	0,155	0,155
4.	КП «Ольшанське» смт Ольшанське Миколаївський район	0,111	0,111	0,108	0,108	0,088	0,088
5.	КП «Прибузьке», м. Нова Одеса	0,040	0,040	0,037	0,037	0,023	0,023
6.	КП «Первомайськ-водоканал»	1,908	-	1,952	-	1,962	1,230

2.5 Заходи з мінімізації негативного впливу водовідведення

Щоб звести до мінімуму негативний вплив систем водовідведення на навколишнє середовище в місті Миколаєві, важливо впроваджувати сучасні технології очищення стічних вод і посилювати екологічний контроль. Одним з ефективних рішень є впровадження біологічних очисних споруд, які використовують природні процеси для розщеплення органічних речовин і усунення забруднюючих речовин. Біофільтри, системи активного мулу і анаеробні Біореактори дозволяють досягти високого рівня очищення води, знижуючи вміст шкідливих речовин до безпечного рівня.

Ще одним важливим заходом є модернізація існуючих систем водовідведення з використанням новітніх матеріалів і технологій. Використання полімерних труб, які менш схильні до корозії і протікання, дозволяє значно знизити ризики забруднення підземних вод і підвищити надійність системи. Автоматизація процесів управління дренажем з використанням SCADA-систем

забезпечує безперервний моніторинг і контроль якості стічних вод, оперативне виявлення та усунення аварійних ситуацій, що також сприяє зниженню негативного впливу на навколишнє середовище.

Законодавчі заходи також відіграють важливу роль у зменшенні впливу скидання стічних вод на навколишнє середовище. Введення суворих правил і стандартів якості стічних вод, регулярні екологічні перевірки і штрафи за порушення екологічних стандартів стимулюють підприємства і комунальні служби вдосконалювати свої Системи очищення. Крім того, кампанії з підвищення обізнаності громадськості та бізнесу про важливість збереження водних ресурсів та належного управління стічними водами також сприяють покращенню екологічної ситуації.

В рамках міжнародного співробітництва та обміну досвідом місто Миколаїв може перейняти успішні практики і технології з інших країн, які дозволять швидше і ефективніше вирішувати проблеми водовідведення. Наприклад, впровадження екологічно чистих інфраструктурних технологій, таких як штучні водно-болотні угіддя, які можуть природним чином очищати стічні води, може стати важливим кроком у підтримці екологічного балансу регіону.

Таким чином, для забезпечення екологічної безпеки міста Миколаєва необхідно здійснення комплексних заходів, включаючи модернізацію систем водовідведення, використання сучасних технологій очищення, посилення законодавчого контролю і просвітницьку діяльність серед населення. Це дозволить не тільки знизити негативний вплив стічних вод на навколишнє середовище, а й забезпечить сталий розвиток міста і здоров'я його жителів.

2.6 Практики та технології водовідведення в розвинених країнах

У розвинених країнах системи водовідведення відрізняються високим рівнем технологічності та ефективності. Наприклад, у Німеччині використовуються інтегровані системи управління водними ресурсами, які

об'єднують стічні води, водопостачання та утилізацію відходів. Високоякісне очищення стічних вод здійснюється завдяки мембранним біореакторам, ультрафільтрації та зворотному осмосу. Це дозволяє повторно використовувати очищену воду для технічних потреб, зрошення або навіть питного водопостачання.

У США і Канаді впроваджуються інтелектуальні системи моніторингу та управління з використанням Інтернету речей (IoT), великих даних і штучного інтелекту для оптимізації роботи систем водовідведення. Це дає можливість відстежувати стан мереж в режимі реального часу, прогнозувати аварії і проводити профілактичне обслуговування. Наприклад, у таких великих містах, як Нью-Йорк та Торонто, проводяться проекти з утилізації енергії з біогазу, що утворюється при анаеробному ферментації стічних вод, що зменшує витрати на електроенергію та приносить додатковий дохід.

Скандинавські країни, зокрема Швеція та Данія, активно розвивають екологічно чисту інфраструктуру для управління стічними водами. Сюди входять штучні водно-болотні угіддя, зелені дахи та міські сади, які зменшують навантаження на Каналізаційні системи та покращують міське середовище. Вода, що проходить через ці системи, природним чином очищається і повертається в навколишнє середовище без забруднення.

2.7 Можливість імплементації міжнародного досвіду в Україні

Впровадження міжнародного досвіду в Україні, зокрема в Миколаєві, може значно підвищити ефективність і надійність систем водовідведення. В основі цього процесу лежить адаптація передових технологій до місцевих умов. Використання мембранних біореакторів і ультрафільтрації дозволяє значно підвищити якість очищення стічних вод, особливо з урахуванням промислового забруднення.

Інтелектуальні системи моніторингу та управління, що використовують Інтернет речей і великі дані, можуть бути впроваджені для поліпшення

управління дренажною інфраструктурою в режимі реального часу. Це зменшить ризик аварій, зменшить витрати на технічне обслуговування та підвищить загальну ефективність системи. Такі системи можуть впроваджуватися поступово, що дозволяє розподіляти витрати в часі і уникати значних фінансових витрат.

Зелена інфраструктура може стати важливим доповненням до традиційних дренажних систем. Створення штучних водно-болотних угідь та зелених дахів може зменшити навантаження на Каналізаційні системи під час дощів, запобігти повені та зменшити ризик забруднення резервуарів. Такі рішення також покращують міське середовище, збільшують біорізноманіття та створюють зони відпочинку для мешканців.

Однією з важливих умов успішного впровадження міжнародного досвіду є навчання та перепідготовка кадрів. Впровадження нових технологій вимагає висококваліфікованих фахівців, здатних ефективно експлуатувати і обслуговувати сучасні системи водовідведення. Організація навчальних програм, обмін досвідом з міжнародними експертами та участь у міжнародних проектах сприятимуть розвитку професійних навичок українських фахівців.

Впровадження міжнародного досвіду також вимагає відповідної законодавчої та нормативної підтримки. Важливо розробляти та впроваджувати стандарти та нормативні акти, що відповідають найкращим міжнародним практикам, а також забезпечувати їх дотримання за допомогою ефективного контролю та нагляду. Співпраця з міжнародними організаціями та донорами може стати джерелом фінансування для впровадження передових технологій і практик у сфері санітарії в Україні.

В цілому, впровадження міжнародного досвіду в Миколаївські системи водовідведення дозволить значно поліпшити якість і надійність цих систем, підвищити екологічну безпеку і забезпечити сталий розвиток міської інфраструктури.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Автоматизація та диспетчеризація водовідвідних систем у місті Миколаїв значно підвищують їх ефективність та надійність. Основні цілі автоматизації включають покращення якості водовідведення, зменшення експлуатаційних витрат та покращення умов праці. Впровадження сучасних технологій автоматичного управління та контролю дозволяє оперативно реагувати на зміни в системі, запобігати аварійним ситуаціям та забезпечувати стабільну роботу мережі водовідведення. Диспетчерське управління дозволяє централізовано контролювати роботу водовідвідних мереж і насосних станцій, що сприяє ефективному управлінню ресурсами та швидкому усуненню можливих проблем. Використання телеметричних систем і безконтактних методів вимірювання дозволяє проводити регулярний моніторинг стану мереж та забезпечувати надійність їхньої роботи.

3 СИСТЕМА ВІДВЕДЕННЯ СТІЧНИХ ВОД МІСТА МИКОЛАЇВ

Система відведення стічних вод Миколаєва включає в себе відведення:

- Побутових і виробничих стічних вод (ПВСВ);
- Атмосферних стічних вод (АСВ).

Ці системи відводяться в різні водоканали міста. Побутові та виробничі стічні води проходять через місцеві та локальні насосні станції аж до очисної станції. Щодо зливових вод, то вони можуть не проходити очищення та скидатися безпосередньо у водоймище.

3.1 Система побутових і виробничих стічних вод

Ця система складається з кількох локальних станцій, які підключені одна до одної послідовно. На схемі 3.1 показана система відведення побутових і виробничих стічних вод.

Як видно на схемі, система складається з чотирьох послідовно з'єднаних насосних станцій (SP5>SP3>SP2>SP1). Окрім того, що в кожен наступну станцію надходять стічні води від попередньої, до них також надходять води з окремих частин підприємства. Наприклад, у станцію SP2 надходять води зі станції SP3 та технічна вода з виробничого корпусу. Станція SP1 є кінцевою в цій системі; тут збираються води з усіх об'єктів виробництва (через попередні станції), а також надходить вода з адміністративного корпусу. Після цього два 5-кіловатних насоса перекачують всю зібрану воду в загальний водоканал системи стічних вод міста.

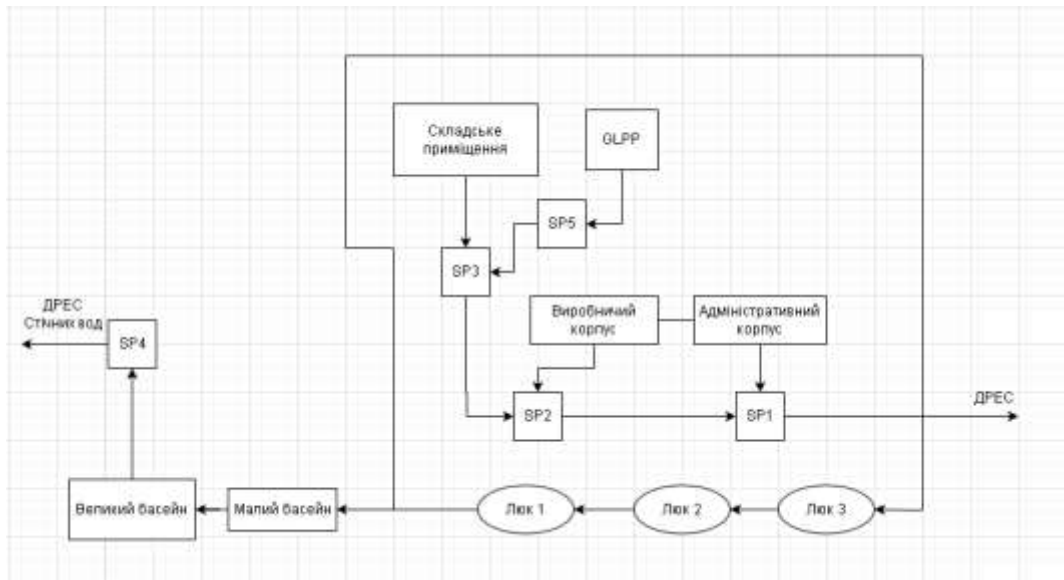


Рисунок 3.1 – Структурна схема відведення побутових і виробничих стічних вод .

На рисунку 3.2 показана функціональна схема автоматизації системи стічних вод .

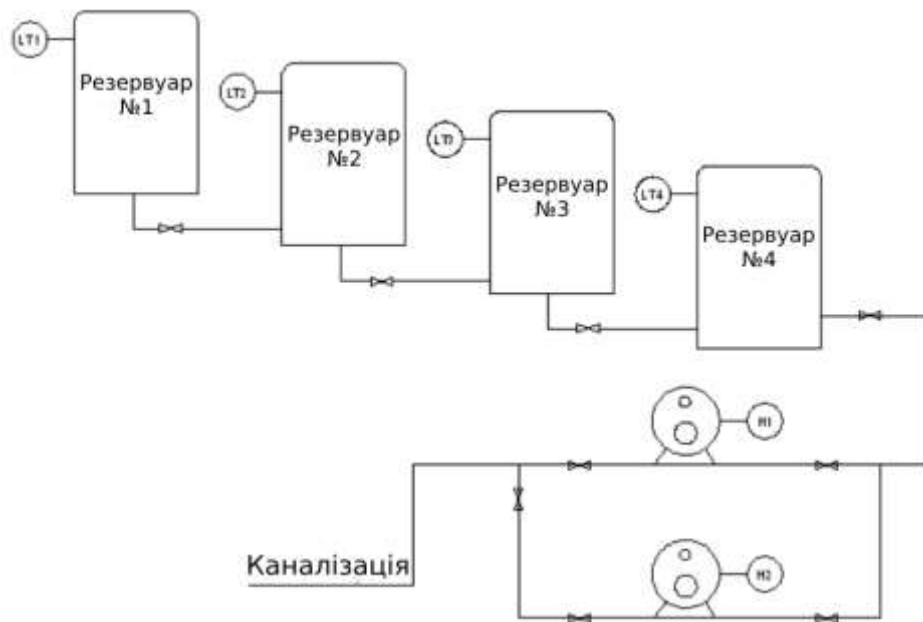


Рисунок 3.2 – Функціональна схема автоматизації системи водовідведення .

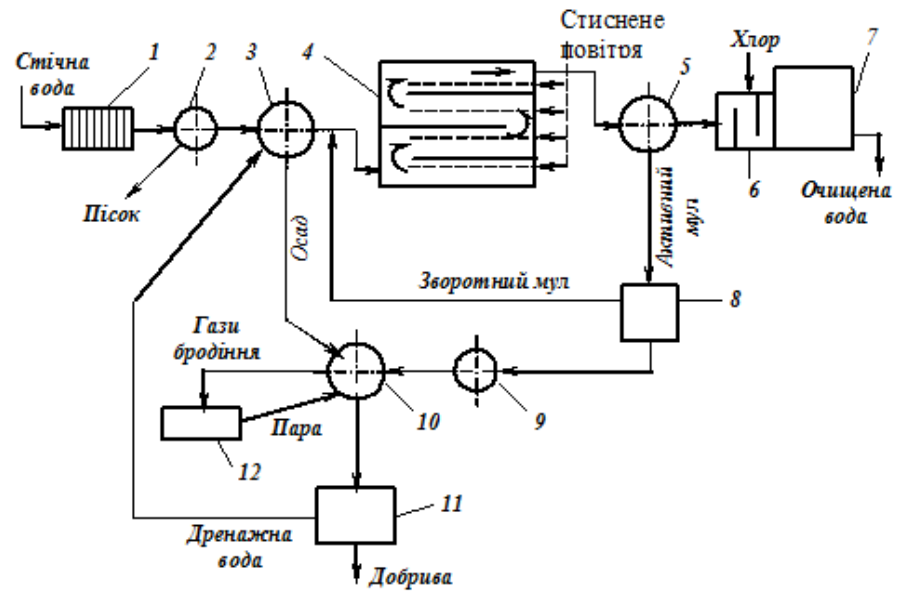


Рисунок 3.3 - Схема повного біохімічного очищення стічних вод

Пояснення для рисунка 3.3:

- 1 — усереднювач;
- 2 — пісколовка;
- 3 — первинний відстійник;
- 4 — аеротенк;
- 5 — вторинний відстійник;
- 6 — контактний резервуар;
- 7 — чан; 8 — насосна станція;
- 9 — мулоущільнювач;
- 10 — метантенк;
- 11 — муловий майданчик;
- 12 — котельня.

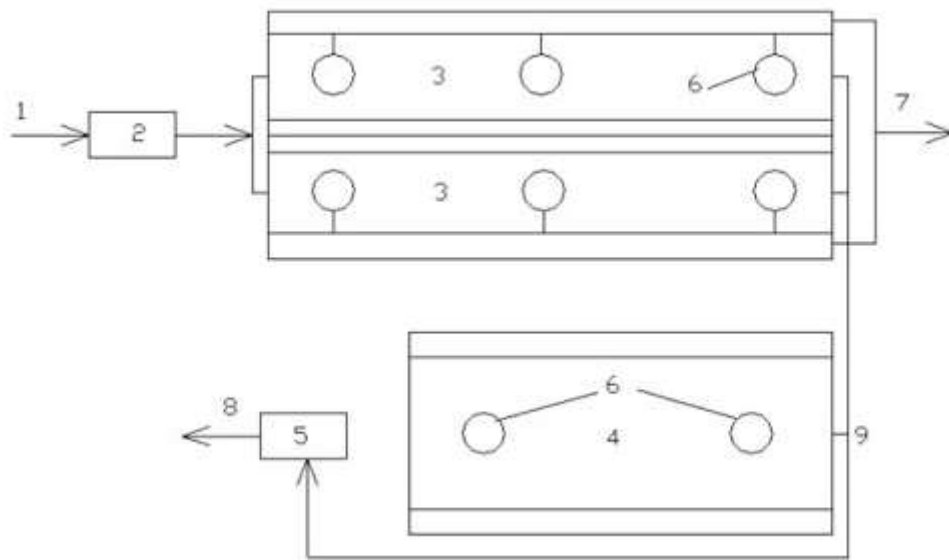


Рисунок 3.5 - Передова технологічна схема біологічної очистки стічних вод

- 1- подача стічних вод; 2- споруди попередньої очистки;
- 3- основний блок очистки; 4- аеробний стабілізатор;
- 5- станція зневоднювання осаду; 6- заглибні електромеханічні аератори;
- 7- випуск очищених стічних вод; 8- видалення осаду;
- 9- надлишковий активний мул;

Короткий опис технологічного процесу

Установки СПБО реалізують семиетапну технологію глибокого біологічного очищення та знезараження стічних вод, що забезпечує високий рівень очищення та можливість повторного використання води для технічних потреб.

1. Блок подачі стічних вод Spbo

Стічні води подаються безпосередньо в блок "SPBO", в блок механічного очищення. У разі нерівномірної подачі стічні води спочатку надходять в накопичувальний резервуар, який також виконує функцію насосної станції. З цього резервуара за допомогою фекального насоса стічні води направляються на установку повної біологічної очистки "SPBO", де починається комплексний процес очищення.

2. Механічне очищення

На першому етапі стічні води проходять через установку механічного очищення, де видаляються великі домішки. Цей етап має вирішальне значення для підготовки стічних вод до наступних етапів очищення, оскільки великі частинки можуть перешкоджати ефективній роботі наступних елементів системи.

3. Аерація та перемішування

Після механічного очищення стічні води самопливом надходять в зону аерації. Тут вони безперервно змішуються з активним мулом і насичуються киснем повітря за допомогою вбудованого електромеханічного аератора. Цей процес забезпечує оптимальні умови для біологічного розкладання органічних речовин, що містяться в стічних водах.

4. Освітлення стічних вод

Освітлення стічних вод відбувається в двох відстійних камерах, які є частиною зони аерації. Залишкова рідина проходить через обидві секції декантації під дією сили тяжіння, в той час як осадовий мул з першої секції повертається в зону аерації під дією гідродинамічних сил, а активний мул з другої камери всмоктується в зону аерації безпосередньо аератором. Це дозволяє ефективно відокремлювати тверді частинки від очищеної води.

5. Знезараження і подальша обробка стічних вод

Очищені стічні води з другої відстійної камери самопливом надходять в установку знезараження. Після знезараження вода проходить через самоочищується гранульований фільтр для подальшої обробки, а потім надходить в контактну камеру. Цей складний процес забезпечує високий рівень знезараження та очищення, що робить воду придатною для технічного використання.

6. Мулове господарство

Осад, що утворюється в блоці SPBO, самопливом надходить у відстійник або на установку для зневоднення осаду. Добовий обсяг осаду

становить близько 1% від загального обсягу стічних вод і визначається в процесі експлуатації. Осад періодично витягується з відстійника і вивозиться асенізаційним засобом, частота видалення визначається при введенні в експлуатацію.

У разі відключення електроенергії установка SPBO функціонує як багатоступінчастий басейн, який забезпечує очищення стічних вод від зважених речовин, жирів і плаваючих забруднень. Після відновлення електропостачання установка повертається до нормального режиму роботи. Очищені стічні води направляються до місця скидання, і при необхідності може бути встановлено додаткове обладнання для подальшого очищення. Очищена вода прирівнюється до технічної і може використовуватися повторно.

Установка SPBO зберігає працездатність при короткочасних навантаженнях від 50% до 120%. У цих межах гарантується висока якість очищеної води на виході з установки, що дозволяє ефективно адаптувати систему до змін обсягів стічних вод.

3.2 Система атмосферних стічних вод

Дощова мережа складається з розташованих по всій території підприємства каналів, в які злилова вода надходить через решітки, розташовані над спеціальними резервуарами для збору зливової води. Цей водоканал є самопливним, тобто в цій системі не використовуються проміжні локальні Насосні станції. На схемі показана частина системи зливової каналізації fmk.

За водопровідною станцією вся вода надходить в перший басейн. У першому басейні відбувається як штучна, так і природна очистка. Сам басейн складається з декількох штучних перегородок, які виконують функцію басейну. Крім того, туди штучно завезли рибу. З першого басейну вода може самопливом надходити в другій, але з якоїсь причини там додатково був встановлений невеликий насос, який поки не працює і не використовувався вже кілька років.

У другому басейні (який в кілька разів більше першого) відбувається природне очищення води (туди ж була завезена риба). Після цього вода через кілька решіток надходить у Великий насос (потужністю близько 8 кВт), який при перевищенні встановленого рівня перекачує воду в іншу ємність, з якої вона згодом самопливом надходить в загальний водовід міської системи каналізації (без фільтрації).

Якщо розглядати систему з точки зору справедливості, то це невірно. У цій системі багато непотрібних пристроїв. Наприклад, другий насос володіє такою великою продуктивністю, що остання ємність переповнюється за кілька хвилин, так як на виході встановлена труба, яка явно не підходить для системи, через що вода не встигає покинути приямок і виливається через люк. Можливо, це пов'язано з тим, що остання труба засмічена або пошкоджена, але встановити цей факт неможливо, так як сам котлован забетонований разом з люком, що знову ставить під сумнів правильність роботи даної системи.

3.3 Автоматика локальних насосних перекачувальних станцій

Автоматика цієї системи дуже проста, але водночас і надійна. Уся система складається з кількох реле та пускачів, а також з датчика поплавкового типу. Цей датчик не має аналогових виходів, його принцип роботи полягає у замиканні/розмиканні сухого контакту. Коли ємність досягає верхнього рівня, поплавок піднімається вгору і в певній точці дає сигнал. Сигнал надходить на плату датчика, яка складається з двох реле, що їй відповідають за роботу системи. Оскільки це малоточні реле, були додатково встановлені 24V реле, які спрацьовують після подачі на них 24V від малоточних реле. Ці реле, у свою чергу, подають живлення (під час спрацювання) на силові пускачі, які запускають насоси.

У цій системі є два насоси, але за старою схемою в роботі завжди був тільки один, другий насос підключався в аварійному режимі. Але аварійний режим не був передбачений автоматикою, тобто в разі аварії першого насоса

система перемикалася на другий насос за участі чергового КІПіА спеціаліста (перекладалися контакти з 1-го пускача на 2-й).

3.4 Автоматика локальних насосних перекачувальних станцій після модернізації

Для створення SCADA-системи були встановлені контролери Siemens 300 серії, які здійснюють збір і обробку інформації, датчик поплавкового типу замінений на ультразвуковий з аналоговим виходом 4-20 мА.

Установка контролера дозволила внести багато змін у логіку роботи самої системи. Програма була написана таким чином, що після обробки сигналу з датчика рівня відбувалося порівняння із заданими рівнями запуску насоса, зупинки насоса, сухого ходу тощо. Тепер уся логіка роботи залежить від контролера. Подробиці будуть описані на прикладі інтерфейсу в розділі 5. З блок-схемою та лістингом програми можна ознайомитися у додатку.

3.5 Оцінка витрат на впровадження нових технологій

Модернізація систем водовідведення в місті Миколаїв вимагає значних капіталовкладень, які включають вартість обладнання, монтажні роботи, навчання персоналу та подальше технічне обслуговування. Основні витрати пов'язані з оновленням інфраструктури, що включає заміну застарілих трубопроводів, будівництво нових насосних станцій та очисних споруд. Впровадження автоматизованих систем управління, таких як SCADA, потребує інвестицій у сучасне програмне забезпечення та обладнання для моніторингу і контролю.

Крім прямих витрат на закупівлю обладнання та матеріалів, значні кошти можуть знадобитися для підготовки та перепідготовки персоналу. Співробітники, що працюють із новими системами, повинні мати відповідну кваліфікацію та знання для ефективного використання сучасних технологій. Це

включає навчальні курси, семінари та тренінги, що дозволяють працівникам освоїти нові навички і методи роботи.

Додатково, у процесі модернізації можуть виникати непередбачені витрати, пов'язані з технічними труднощами або необхідністю корекції проектних рішень. Це може включати додаткові витрати на ремонт або модернізацію існуючих споруд, вирішення проблем з підключенням до електромереж та комунікацій, а також заходи з забезпечення екологічної безпеки під час проведення будівельних робіт.

3.6 Економічні вигоди від автоматизації та диспетчеризації

Попри високі початкові витрати на модернізацію, впровадження нових технологій у системи водовідведення міста Миколаїв має значний економічний потенціал у довгостроковій перспективі. Автоматизація та диспетчеризація процесів дозволяють значно знизити експлуатаційні витрати, підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити стабільну роботу системи. Сучасні автоматизовані системи, такі як SCADA, дозволяють оперативно реагувати на зміни у стані системи, виявляти та усувати несправності, що мінімізує ризики аварій та поломок обладнання.

Завдяки автоматизації процесів управління водовідведенням, знижується потреба у великій кількості обслуговуючого персоналу. Це дозволяє зменшити витрати на заробітну плату та соціальні виплати, а також знизити витрати на навчання та підвищення кваліфікації працівників. Додатково, автоматизовані системи управління сприяють оптимізації використання енергетичних ресурсів, що дозволяє зменшити витрати на електроенергію та інші комунальні послуги.

Економічні вигоди також включають зниження витрат на ремонт і обслуговування інфраструктури. Завдяки постійному моніторингу стану обладнання та своєчасному виявленню несправностей, можна проводити профілактичні заходи, що запобігають великим поломкам і знижують потребу у

капітальному ремонті. Це забезпечує подовження терміну служби обладнання та зменшує загальні витрати на його експлуатацію.

Крім того, впровадження нових технологій очищення стічних вод дозволяє підвищити якість очищення та знизити екологічні ризики, що в свою чергу зменшує витрати на екологічні штрафи та компенсації за забруднення навколишнього середовища. Ефективне очищення води сприяє покращенню екологічної ситуації у місті та прилеглих районах, що має позитивний вплив на здоров'я населення і знижує витрати на медичне обслуговування.

Важливим аспектом є також економічна привабливість міста для інвесторів. Високий рівень інфраструктурного розвитку та екологічної безпеки сприяє залученню нових інвестицій, розвитку бізнесу та створенню нових робочих місць. Це забезпечує додаткові надходження до місцевого бюджету та сприяє загальному економічному розвитку регіону.

Таким чином, модернізація систем водовідведення у місті Миколаїв є економічно вигідною інвестицією, що забезпечує зниження експлуатаційних витрат, підвищення ефективності та надійності систем, покращення екологічної ситуації та сприяє економічному зростанню міста.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Система відведення стічних вод у місті Миколаїв включає побутові, виробничі та атмосферні стічні води, що потребують комплексного підходу до їх управління. Локальні та центральні насосні станції, очисні споруди та системи моніторингу забезпечують ефективне відведення та очищення стічних вод, що дозволяє знизити екологічне навантаження на природні водні ресурси. Впровадження сучасних технологій, таких як системи повного біологічного очищення та автоматизовані системи управління, значно покращує якість очищення води та підвищує енергоефективність системи. Важливу роль відіграє також модернізація існуючих мереж, що дозволяє забезпечити їхню надійність та довговічність.

4 ВИКОРИСТОВУВАНЕ ОБЛАДНАННЯ ТА ЙОГО ПОРІВНЯННЯ ДЛЯ МІСТА МИКОЛАЇВ

4.1 Вибір ПЛК

4.1.1 Контролери фірми Schneider Electric

Контролер M251 серії MODICON, зображений на рисунку 4.1, призначений для модульних і децентралізованих архітектур, розроблений для оптимальної з економічної та функціональної точок зору організації робочого процесу широкого спектру завдань.

Контролер M251 не має вбудованих входів-виходів, однак має три вбудовані протоколи: Modbus-TCP, CANopen, Modbus-RTU.



Рисунок 4.1 – Контролер M251

За допомогою протоколів CANopen або Modbus TCP ПЛК Modicon M251 дозволяє легко підключитися до SCADA, MES, ERP через стандартний кабель Ethernet або через Wi-Fi. Передача даних за допомогою SD-карти, вбудований веб-сервер та інші функції дозволяють підвищити продуктивність обладнання. Сторінки візуалізації, створювані безпосередньо в ПО SoMachine і збережені в веб-сервері ПЛК, забезпечують необмежений доступ до пристроїв через Ethernet завжди і всюди, за допомогою будь-якого мобільного пристрою, що спрощує експлуатацію обладнання.

Параметри:

- Вбудований порт Ethernet з підтримкою протоколу Modbus-TCP, а також Modbus-RTU по RS-485, CANopen-мастер та можливість розширення модулями зв'язку Modbus-TCP і ProfibusDP-slave;
- До 7 модулів дискретних, аналогових або спеціалізованих входів-виходів;
- Можливість підключити одну віддалену корзину ще з семи модулів;
- Завантаження програми в контролер можливе навіть при вимкненому живленні ПЛК, контролер отримує живлення по USB-кабелю програмування;
- Механічний перемикач виконання програми Run/Stop, що зручно при налагодженні;
- SD-карта пам'яті на 256 МБ для резервування і перенесення програми.

4.1.2 Контролери фірми Honeywell

Центральний контролер Honeywell CentraLine Eagle має повний функціонал для автоматизації інженерних систем і підтримує всі відкриті протоколи BACnet IP, BACnet MS/TP, LON. Контролер зображений на рисунку 4.2.



Рисунок 4.2 – Контролер Honeywell

Контролер CentraLine Eagle має вбудований веб-сервер, функціональну панель управління (з шістьма клавішами швидкого доступу та поворотно-натискною кнопкою). Компактний корпус дозволяє здійснювати кріплення на DIN рейку, панель або двері щита автоматики, знімні пружинні клеми та спеціальні розділові кожухи для кабелів роблять монтаж контролера швидким і зручним.

Контролер підтримує до 600 фізичних точок (з установкою модулів входів/виходів) і може виконувати завдання центрального контролера системи, а автоматичний вивід всіх даних в ВАСnet/IP дозволяє легко інтегрувати його в SCADA-системи.

4.1.3 Контролери фірми Allen Bradley

Контролер серії Micro850 – розширюваний ПЛК сімейства Micro з комунікаційним портом EtherNet/IP. Має додаткові модулі вводу-виводу 2085 (на рисунку 4.3).



Рисунок 4.3 – Контролер Micro850

Micro850:

1. Спроекований для варіантів застосування, що потребують додаткових цифрових і аналогових вводів-виводів або аналогових вводів-виводів підвищеної продуктивності.

2. Ідеально підходить для умов, де максимально використовуються переваги обміну даними через вбудовані комунікаційні порти EtherNet/IP (тільки для передачі повідомлень), які застосовуються в поєднанні з ПК, компонентними людино-машинними інтерфейсами PanelView, а також приводами Kinetix і PowerFlex.

3. Використовує 24-точковий і 48-точковий форм-фактор, аналогічний Micro830, і відрізняється застосуванням розширювального модуля вводу-виводу 2085 з можливістю підключення до 4 додаткових модулів вводу-виводу, і вбудований комунікаційний порт EtherNet/IP.

4.1.4 Контролери фірми Siemens

Контролер серії CPU 315-2 PN/DP, зображений на рисунку 4.4, призначений для виконання програм середнього обсягу та вирішення відносно складних завдань автоматичного управління.



Рисунок 4.4 – Контролер Siemens

Параметри:

- Центральний процесор для виконання програм середнього обсягу та вирішення відносно складних завдань автоматичного управління.
- Висока продуктивність.
- Вбудовані інтерфейси MPI/PROFIBUS DP та PROFINET.

- Робота в системах Component Based Automation (CBA) на основі PROFINET з підтримкою функцій PROFINET proху щодо інтелектуальних приладів мережі PROFIBUS DP.
- Обслуговування розвинених систем локального і розподіленого вводу-виводу на основі PROFIBUS DP і PROFINET IO.

Для роботи центрального процесора необхідна мікро карта пам'яті (MMC), яка замовляється окремо. Модуль здатний працювати в діапазоні температур від -25 до +60 °С. Під час роботи допускається поява конденсату.

Таблиця 4.1 – Порівняння ПЛК від різних виробників

Параметр	Schneider Electric M251	Honeywell CentraLine Eagle	Allen Bradley Micro850	Siemens CPU 315-2 PN/DP
Підтримувані протоколи	Modbus-TCP, CANopen, Modbus-RTU	BACnet IP, BACnet MS/TP, LON	EtherNet/IP	MPI/PROFIBUS DP, PROFINET
Вбудовані порти	Ethernet	Ethernet, BACnet	EtherNet/IP	MPI, PROFIBUS DP, PROFINET
Кількість модулів вводу/виводу	До 7 модулів	До 600 фізичних точок	24-точковий, 48-точковий форм-фактор, до 4 модулів вводу-виводу	Підтримка розширених систем вводу-виводу
Вбудований веб-сервер	Так	Так	Ні	Ні
Температурний діапазон роботи	Невказаний	Невказаний	Невказаний	-25 до +60 °С
Споживана потужність	Невказана	Невказана	Невказана	Невказана
Розширюваність	Так	Так	Так	Так
Можливість живлення від USB	Так	Ні	Ні	Ні
SD-карта пам'яті	256 МБ	Ні	Ні	Ні

4.2 Вибір датчиків рівня

4.2.1 Поплавкові рівнеміри з пневматичним виходом типу УПП1

Максимальний вимірюваний рівень: 1,6; 2,0; 2,5 або 3,0 м при щільності від 400 до 1800 кг/м³. Верхнє розташування показуючого пристрою (застосовуються для наземних і заглиблених ємностей).

4.2.2 Рівнемір Rosemount (радарного типу) компанії Emerson серії 5600

Rosemount 5600 – це інтелектуальний 4-провідний безконтактний радарний вимірювач рівня. Високопродуктивний мікропроцесорний модуль дозволяє здійснювати вдосконалену обробку сигналів і найточніше відстеження відбитого сигналу. На рисунку 4.5 показаний рівнемір Rosemount.



Рисунок 4.5 – Рівнемір Rosemount

Параметри:

1. Рівнемір працює в широкому спектрі умов технологічних процесів завдяки високій чутливості і унікальним можливостям обробки сигналів.
2. Висока відтворюваність гарантує виключно надійну і точну роботу рівнеміра навіть в найжорсткіших умовах.
3. Широкий діапазон вхідного сигналу, 24-240 В змінного/постійного струму, 0-60 Гц.

4. Сигнал 4-20 мА з накладенням цифрового сигналу за протоколом HART.
5. Висока гнучкість монтажу завдяки взаємозамінним головкам і антенам.
6. Відсутність рухомих частин і контакту із середовищем.
7. Простота установки і налаштування рівнеміра за допомогою програмного забезпечення Rosemount Radar Master.
8. Широкий вибір різних типів антен і технологічних матеріалів.

4.2.3 Рівнемір магнітострикційного типу NMT фірми Kobold

Рівнемір NMT виробництва Kobold є поплавковим датчиком дуже високої точності для тривалого контролю рівнів (на рисунку 4.6).



Рисунок 4.6 – Рівнемір магнітострикційного типу NMT фірми Kobold

Принцип роботи: вимірювання часу проходження ехо-сигналу. В вимірювальній трубці натягнута магнітострикційна проволока. Імпульси струму передаються через проволоку, утворюючи навколо неї кругове магнітне поле. Проволока також намагнічена в поздовжньому напрямку магнітами, встановленими в поплавку. Завдяки накладанню обох магнітних полів, біля магніта поплавка утворюється торсіонний імпульс, який поширюється зі швидкістю звуку в обох напрямках. Відстань від поплавкового магніта до заданої нульової точки вимірюється часом проходження ехо-сигналу. Мікроелектронна схема перетворює отриманий сигнал в стандартизований аналоговий сигнал.

4.2.4 Ультразвуковий рівнемір Prosonic M FMU41

Ультразвукові перетворювачі рівня Prosonic M FMU41 призначений для вимірювання рівня сипучих продуктів. Однак вони також можуть знайти застосування для вимірювання рівня рідин (рисунок 4.7).



Рисунок 4.7 – Ультразвуковий рівнемір Prosonic M FMU41

Прилади відрізняються за діапазоном вимірювання, версіями перетворювача рівня та технологічними приєднаннями.

Вимірювання рівня в резервуарах зберігання і технологічних ємностях, безконтактний метод вимірювання рідин в відкритих каналах, індикація твердих речовин в бункерах і накопичувачах, вимірювання рівня на конвеєрних стрічках. Завдяки використанню різних частот акустичного сигналу, можна вимірювати рівні в широкому діапазоні, аж до 70 м. Рівнеміри можуть бути застосовані для корозійних продуктів (залежно від моделі).

4.2.5 Рефлекс-радарний рівнемір OPTIFLEX 1300 від компанії KROHNE

Рефлекс-радарний рівнемір для вимірювання рівня, дистанції, об'єму і розділу фаз (рисунок 4.8).



Рисунок 4.8 – Рефлекс-радарний рівнемір OPTIFLEX 1300

Рівнемір OPTIFLEX забезпечує точність вимірювань діелектричних матеріалів до значення 1,4 В (або навіть 1,1 з застосуванням режиму стеження), на відміну від більшості подібних приладів, які здійснюють вимірювання лише до значення 1,5 В. П'ять різних електродів забезпечують універсальність приладу.

Таблиця 4.2 - Порівняння датчиків рівня

Параметр	Поплавкові УППІ	Рівнемір Rosemount 5600	Магнітострикційний NMT Kobold	Ультразвуковий Prosonic M FMU41	Рефлекс- радарний OPTIFLE X 1300
Тип	Поплавковий	Радарний	Магнітострикційний	Ультразвуковий	Рефлекс- радарний
Вимірюваний рівень (макс.)	1.6 - 3.0 м	Необмежений (залежить від антени)	Необмежений (залежить від проволоки)	До 70 м	Необмеже ний
Щільність вимірюваної рідини	400-1800 кг/м ³	Невказано	Невказано	Невказано	Невказано
Вихідний сигнал	Пневматичний	4-20 мА з HART	Стандартизований аналоговий сигнал	4-20 мА	4-20 мА
Споживана потужність	Невказано	24-240 В змінного/постійного струму	Невказано	Невказано	Невказано
Особливості	Простота монтажу, верхнє розташування	Висока чутливість, обробка сигналів	Висока точність	Різні частоти акустичного сигналу	Висока точність, 5 електродів
Принцип роботи	Поплавок	Радарний	Магнітні поля	Ультразвук	Радарний
Відсутність рухомих частин	Ні	Так	Ні	Так	Так
Застосування	Наземні та заглиблені ємності	Важкі умови	Тривалий контроль рівнів	Сипучі продукти, рідини	Рідини, розділ фаз

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Вибір обладнання для модернізації систем водовідведення є ключовим фактором для забезпечення їхньої ефективної роботи. У цьому розділі розглянуто різні типи програмованих логічних контролерів (ПЛК), рівнемірів та інших

компонентів, що можуть бути використані у системах водовідведення. Порівняння обладнання від різних виробників, таких як Schneider Electric, Honeywell, Allen Bradley та Siemens, дозволяє обрати найкращі рішення для конкретних умов експлуатації. Використання сучасних ПЛК та сенсорних систем дозволяє забезпечити високий рівень автоматизації процесів, що сприяє підвищенню ефективності та надійності систем водовідведення. Вибір обладнання має базуватися на техніко-економічних показниках, що включають вартість, надійність, зручність обслуговування та сумісність з існуючими системами.

5 СТВОРЕННЯ SCADA СИСТЕМИ ДЛЯ ВОДОВІДВЕДЕННЯ МІСТА МИКОЛАЇВ

Система SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)-це програмно-апаратний комплекс, який забезпечує управління технологічними процесами, збір і аналіз даних в режимі реального часу. У місті Миколаєві система SCADA буде використовуватися для моніторингу та управління системою водовідведення. Основні функції цієї системи включають збір даних про параметри стічних вод з датчиків і контролерів, зберігання інформації для аналізу, відображення параметрів в режимі реального часу на графічних мнемонічних схемах, перегляд стану обладнання, що дозволяє оператору управляти процесами з центрального диспетчерського пункту, автоматичне управління на основі налаштованих алгоритмів, аналіз даних для отримання додаткової інформації. оптимізація системи, формування звітів, виявлення аварійних ситуацій і оповіщення про них оператора, реєстрація дій персоналу під час аварій.

Основні компоненти SCADA-системи включають середовище розробки, що містить інструменти для створення графічних мнемонічних схем, прив'язки сигналів до пристроїв, розробки алгоритмів управління і налаштування прав доступу, середовище виконання, що відповідає за запуск і виконання програмного забезпечення, а також сервери введення-виведення, що забезпечують зв'язок між частинами системи. Автоматизація SCADA-системи має два рівні: середній рівень, що відповідає за збір, обробку і зберігання інформації, формування керуючих сигналів і передачу інформації на вищий рівень управління, і верхній рівень, що включає операторську частину, яка займається візуалізацією процесів, підготовкою звітів, аналізом і прогнозуванням заснований на даних SCADA.

Впровадження SCADA-системи для водовідведення в місті Миколаєві підвищить ефективність управління системою, знизить експлуатаційні витрати,

поліпшить умови праці і безпеку технологічних процесів. Завдяки автоматизації та сучасним технологіям моніторингу система стане більш надійною та швидко реагуватиме на зміни умов та аварійні ситуації. Система SCADA також допоможе підвищити якість очищення стічних вод, забезпечуючи безперебійний скидання і відкачування, автоматичну стабілізацію параметрів процесу, оперативне реагування на зміни, виявлення і локалізацію аварій, а також зберігання і обробку даних.

Крім того, SCADA-система покращує документообіг, дозволяючи автоматично готувати документи, що скорочує час на їх створення та обробку. Вона знижує витрати на електроенергію, оптимально розподіляє навантаження між насосними станціями і раціонально використовує накопичувальні ємності для зниження витрат на електроенергію. Система забезпечує рівномірну подачу і розподіл стічних вод по об'єктах, підвищує точність вимірювання якості води, що очищається, автоматичне дозування реагентів при очищенні від опадів, автоматичне виявлення і локалізацію аварій, контроль якості очищення і знезараження стічних вод.

Система SCADA також дозволяє управляти технологічними процесами, обладнанням насосних станцій і очисних споруд, створюючи автоматизовані робочі місця для всіх спеціальностей на основі сучасних технологій, скорочуючи ручну працю і підвищуючи безпеку і комфорт за рахунок дистанційного керування. Він забезпечує дистанційне керування насосними станціями, автоматичне регулювання в залежності від рівня стічних вод, телемеханічне управління з диспетчерської, а також локальне управління для невеликих міст і селищ. Важливими аспектами є плавний запуск і регулювання частоти роботи насосів, автоматичне відкриття клапанів для запобігання гідравлічного удару, контроль витрати води, рівня води в резервуарах і дренажних ямах, тиску в трубопроводі і температури підшипників.

Диспетчерська забезпечує централізоване управління і контроль за роботою дренажних мереж і насосних станцій, передачу даних в диспетчерську

для оперативного управління і контролю. Приміщення диспетчерських обладнані комунікаційним обладнанням, моніторами, щитами та консолями для ефективного управління системою водовідведення та швидкого реагування на надзвичайні ситуації. В цілому, впровадження SCADA-системи для водовідведення в місті Миколаєві підвищує рівень автоматизації, ефективність системи, знижує витрати, підвищує надійність і якість обслуговування, що забезпечує стабільну і безперебійну роботу системи водовідведення.

Система SCADA для водовідведення міста Миколаєва сприяє підвищенню ефективності функціонування інфраструктури, забезпечуючи постійний моніторинг і швидке реагування на будь-які зміни або надзвичайні ситуації. Завдяки інтегрованим рішенням система дозволяє автоматично дозувати реагенти при очищенні осаду стічних вод, що значно підвищує якість очищення. Автоматичне управління також забезпечує коригування процесу на основі даних про якість опадів, що зводить до мінімуму вплив людського фактора і знижує витрати на технічне обслуговування.

Важливою перевагою впровадження SCADA-системи є поліпшення умов праці персоналу. Скорочення частки ручної праці та впровадження дистанційного керування значно підвищують безпеку праці та комфортні умови для співробітників. Автоматизована система дозволяє операторам зосередитися на моніторингу та аналізі даних, скорочуючи кількість рутинних завдань.

Система забезпечує дистанційне керування насосними станціями та обладнанням очисних споруд, автоматичний контроль рівня стічних вод в резервуарах і дренажних ямах, регулювання витрати води і тиску в напірних трубопроводах. Це дозволяє уникнути гідравлічних ударів і забезпечує стабільну роботу насосного обладнання, що продовжує термін його служби і знижує витрати на ремонт.

Централізоване диспетчерське управління забезпечує контроль над усіма аспектами роботи системи водовідведення. Диспетчерська оснащена сучасними засобами зв'язку, моніторами, панелями управління і консолями, що дозволяє

швидко реагувати на будь-які зміни в системі, передавати сигнали і вимірювання, а також забезпечувати безперебійну роботу всіх елементів системи.

В цілому, впровадження SCADA-системи для водовідведення в Миколаєві забезпечує високий рівень автоматизації та ефективності роботи системи, значне зниження експлуатаційних витрат, підвищення надійності і якості обслуговування. Це сприяє стабільній і безперебійній роботі системи водовідведення, покращує якість життя жителів міста і забезпечує екологічну безпеку.

Під терміном SCADA розуміється інструментальна програма для розробки програмного забезпечення для систем управління технологічними процесами в режимі реального часу і збору даних. Рідше термін SCADA-система використовується для позначення апаратно-програмного комплексу для збору даних. Основним призначенням SCADA-систем є взаємодія оператора з технологічним процесом.

Основні функції:

- збір даних про контрольований технологічний процес;
- керування технологічним процесом, яке здійснюється відповідальними особами на основі зібраних даних і правил (критеріїв), виконання яких забезпечує найбільшу ефективність і безпеку технологічного процесу.

SCADA-пакет складається з трьох компонентів:

- середовище розробки: у ньому створюються мнемосхеми, визначаються і прив'язуються до апаратних засобів вхідні та вихідні сигнали й параметри, розробляються алгоритми управління та призначаються права операторів;
- середовище виконання: у ньому виконується розроблене ПО;
- сервери вводу-виводу: орієнтовані на використання з різними промисловими контролерами.

Рівні автоматизації

SCADA — 2 та 3 рівні

Середній рівень:

- збір інформації, що надходить з нижнього рівня, її обробка і зберігання;
- вироблення керуючих сигналів на основі аналізу інформації;
- передача інформації про виробничу ділянку на вищий рівень.

Верхній рівень (рівень управління):

- операторська частина: візуалізація процесів, діалог оператора з системою, можливість втручання оператора в технологічні процеси при необхідності;
- система підготовки звітів: зберігання і видача даних про хід процесів з вказівкою часу, даних про енергетичний та матеріальний баланс тощо;
- система аналізу тенденцій: можливість спостереження за параметрами і прогнозування;
- цей рівень реалізується на основі системи SCADA.

5.1 Функції SCADA

Функції:

- прийом інформації про контрольовані технологічні параметри від контролерів нижніх рівнів і датчиків;
- зберігання прийнятої інформації в архівах;
- вторинна обробка прийнятої інформації;
- графічне представлення ходу технологічного процесу, а також прийнятої та архівної інформації в зручній для сприйняття формі;
- прийом команд оператора і передача їх до контролерів нижніх рівнів та виконавчих механізмів;

- реєстрація подій, пов'язаних з контрольованим технологічним процесом і діями персоналу, відповідального за експлуатацію та обслуговування системи;
- оповіщення експлуатаційного та обслуговуючого персоналу про виявлені аварійні події, пов'язані з контрольованим технологічним процесом і функціонуванням програмно-апаратних засобів АСУ ТП з реєстрацією дій персоналу в аварійних ситуаціях;
- формування зведень та інших звітних документів на основі архівної інформації;
- обмін інформацією з автоматизованою системою управління підприємством (або, як її зараз прийнято називати, комплексною інформаційною системою);
- безпосереднє автоматичне керування технологічним процесом відповідно до заданих параметрів.

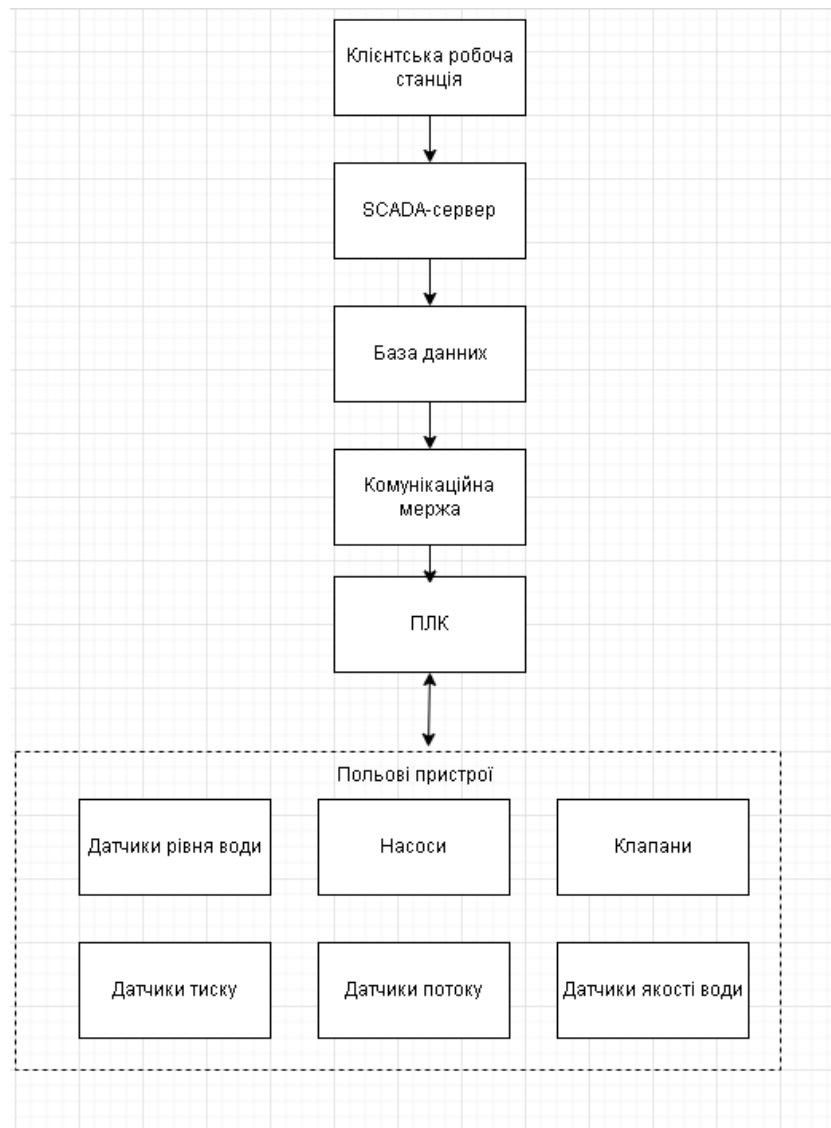


Рисунок 5.1 – блок-схема SCADA-системи

1. Польові пристрої (датчики, приводи): Збирають дані та виконують операції в реальному часі.
2. ПЛК (Програмовані логічні контролери): Збирають дані з польових пристроїв, виконують логічні операції та передають дані до SCADA-системи.
3. Комунікаційна мережа: Забезпечує зв'язок між усіма компонентами системи.
4. SCADA-сервер: Централізовано збирає, обробляє та зберігає дані, а також забезпечує візуалізацію та моніторинг.
5. Клієнтські робочі станції: Дають операторам доступ до системи для моніторингу та керування.

6. База даних: Архівує історичні дані для аналізу.
7. Оповіщення та повідомлення: Сповіщають операторів про аварії та події для оперативного реагування.

5.2 Математична модель

Розрахункові годинні та секундні витрати води визначають за загальним коефіцієнтом нерівномірності притоку стічних вод, $K_{\text{деп.мах}}$, який залежить від середніх витрат побутових стічних вод:

Таблиця 5.1 : Значення витрат побутових стічних вод

$Q_{\text{сер,}}$ л/с	5	10	20	50	100	300	500	1000	5000
$K_{\text{деп мах}}$	2,5	2,1	1,9	1,7	1,6	1,55	1,5	1,47	1,44

Витрати побутових стічних вод визначають за формулами:

Середньодобові, м³/добу,

$$Q_w = (N * q_w) \backslash 1000$$

Максимальнодобові, м³/добу

$$Q_w = (N * q_w * K_{\text{доб}}) \backslash 1000$$

Максимальногодинні м³/год

$$Q_w = (N * q_w * K_{\text{деп мах}}) \backslash 1000 * 24$$

Максимальносекундні, л/с

$$Q_w = (N * q_w * K_{\text{деп мах}}) \backslash 3600 * 24$$

Де N – розрахункова кількість жителів, q_w – середньодобова норма водовідведення, л/доб, $K_{\text{доб}} = 1.1-1.3$ – коефіцієнт добової нерівномірності притоку стічних вод

5.3 Математична модель розрахунку очищення води на водовідвідних станціях

Для розрахунку очищення води на водовідвідних станціях можна використовувати математичну модель, що враховує різні фізико-хімічні та

біологічні процеси, які відбуваються під час очищення води. Основні етапи очищення включають механічну, біологічну та фізико-хімічну обробку.

- Q — обсяг стічних вод, що надходять на очищення, м³/добу.
- C_{in} — концентрація забруднень у вхідних стічних водах, мг/л.
- $\eta_{мех}$ — ефективність механічного очищення, %.
- $\eta_{біо}$ — ефективність біологічного очищення, %.
- $\eta_{хім}$ — ефективність фізико-хімічного очищення, %.

Рівняння моделі:

1. Механічне очищення

Концентрація забруднень після механічного очищення:

$$C_{мех} = C_{in} \left(1 - \frac{\eta_{мех}}{100}\right)$$

Біологічне очищення

Концентрація забруднень після біологічного очищення:

$$C_{біо} = C_{мех} \left(1 - \frac{\eta_{біо}}{100}\right)$$

Фізико-хімічне очищення

Концентрація забруднень після фізико-хімічного очищення:

$$C_{out} = C_{біо} \left(1 - \frac{\eta_{хім}}{100}\right)$$

Вихідні дані:

1. C_{out} — концентрація забруднень у вихідних очищених водах, мг/л.
2. M_{out} — маса забруднень, що видаляється, кг/добу.

Розрахунок маси забруднень, що видаляється:

Вхідна маса забруднень:

$$M_{in} = C_{in} \cdot Q$$

Вихідна маса забруднень:

$$M_{out} = C_{out} \cdot Q$$

Маса забруднень, що видаляється під час очищення:

$$M_{removed} = M_{in} - M_{out}$$

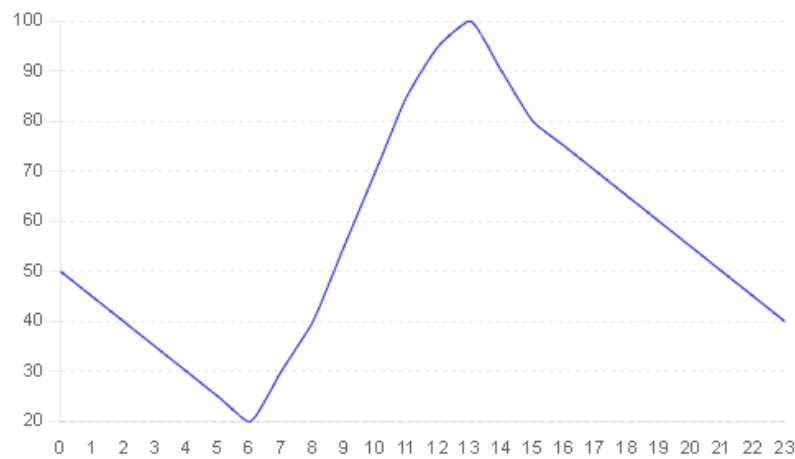


Рисунок 5.2 - Витрати стічних вод протягом доби

Даний графік показує зміни витрат стічних вод протягом доби. Витрати води зростають уранці та ввечері, що відповідає пікам споживання води в побуті та виробництві. Цей графік важливий для розуміння пікових навантажень на систему водовідведення і допомагає в оптимізації роботи насосних станцій.

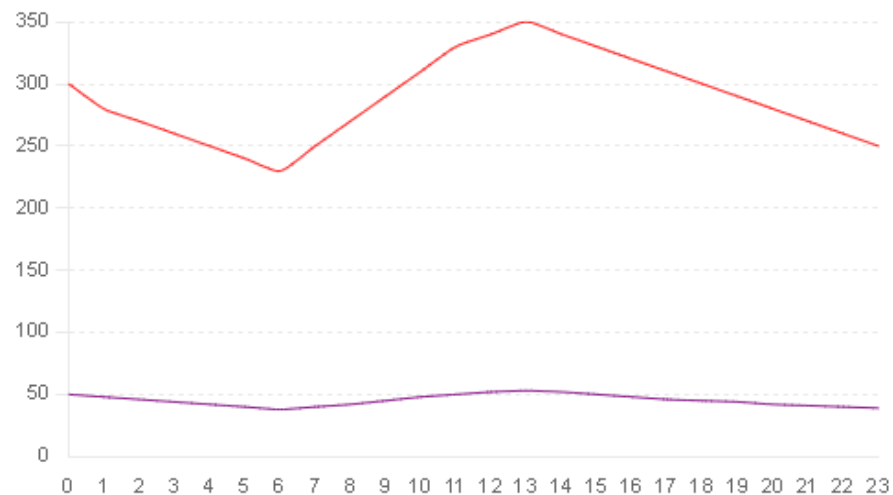


Рисунок 5.3 - Концентрація забруднювачів до та після очищення

Даний графік порівнює концентрацію забруднювачів у стічних водах до та після очищення. Червона лінія відображає концентрацію забруднювачів до очищення, а пурпурова — після. Цей графік ілюструє ефективність системи очищення води та дозволяє оцінити вплив очисних споруд на якість води.

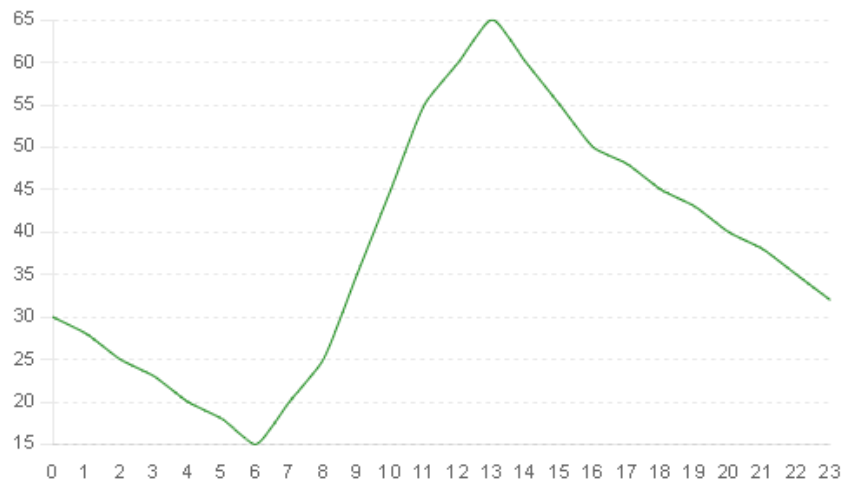


Рисунок 5.4 - Споживання енергії протягом доби

Даний графік демонструє споживання енергії для очищення стічних вод протягом доби. Відображені дані показують збільшення споживання енергії у періоди зростання витрат стічних вод. Цей графік допомагає в управлінні енергоресурсами та мінімізації витрат на електроенергію.

5.4 Математична модель центробіжного насоса

Центробіжні насоси перетворюють кінетичну енергію обертання робочого колеса в потенційну енергію рідини, що рухається. Для побудови математичної моделі центробіжного насоса розглянемо основні фізичні принципи та рівняння, що описують його роботу.

Рівняння Бернуллі для потоку через насос

Рівняння Бернуллі застосовується для опису енергетичного балансу рідини на вході та виході насоса. Воно має вигляд:

$$\frac{v_1^2}{2} + \frac{p_1}{\rho} + gz_1 = \frac{v_2^2}{2} + \frac{p_2}{\rho} + gz_2 + H_{\text{насоса}}$$

де v_1 та v_2 - швидкості рідини на вході та виході насоса, p_1 та p_2 - тиски на вході та виході, ρ - густина рідини, z_1 та z_2 - висоти на вході та виході, g - прискорення

вільного падіння, $H_{\text{насоса}}$ - напір, створюваний насосом. Це рівняння показує, як енергія рідини змінюється під час її руху через насос.

Це рівняння показує, як енергія рідини змінюється під час її руху через насос.

Гідравлічний напір

Гідравлічний напір насоса H можна розділити на статичний та динамічний компоненти:

$$H = H_{\text{статичний}} + H_{\text{динамічний}}$$

Статичний напір визначається різницею тисків на виході та вході насоса:

$$H_{\text{статичний}} = \frac{P_2 - P_1}{\rho g}$$

Динамічний напір враховує зміни кінетичної енергії рідини:

$$H_{\text{динамічний}} = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2g}$$

Разом ці компоненти утворюють загальний гідравлічний напір, створюваний насосом.

Рівняння потоку

Рівняння неперервності для об'ємної витрати рідини через насос виражається наступним чином:

$$Q = A_1 v_1 = A_2 v_2$$

де Q - об'ємна витрата рідини, A_1 та A_2 - площі поперечного перерізу на вході та виході насоса. Це рівняння відображає закон збереження маси, згідно з яким об'ємна витрата залишається постійною по всьому потоку.

Співвідношення для робочого колеса

Потужність, що передається рідині робочим колесом насоса, можна визначити за допомогою рівняння:

$$P = \rho g Q H$$

де P - потужність, що передається рідині, ρ - густина рідини, g - прискорення вільного падіння, Q - об'ємна витрата, H - загальний напір. Це рівняння показує, як енергія, що генерується насосом, залежить від витрати та створюваного напору.

5.5 Розробка автоматизованої системи в Simulink

Під час розробки автоматизованої системи моніторингу та керування системою відведення стічних вод, було створено імітаційну модель у програмному середовищі Matlab/Simulink/SimHydraulics. Це дозволило мені докладно вивчити динамічні процеси та оптимізувати роботу системи для забезпечення надійності та ефективності.

Опис установки

Ця автоматизована система включає керований привод відцентрового насоса ПН, запірну засувку ЗМ з електричним приводом, трубопровід МТ, вакуумний насос НВ для заповнення водою робочих камер відцентрового насосу перед його запуском, систему автоматичного керування, що забезпечує запуск, зупинку та регулювання витрати насоса, а також систему дистанційного керування засувкою ЗМ. У системі також присутні елементи вимірювання: датчики тиску PE1 та PE2, що вимірюють тиск на початку трубопроводу та перед засувкою; датчик витрати рідини у трубопроводі FE1; датчик рівня рідини в ємностях, що заповнюються, LT1.

Принцип роботи БНУ

Робота БНУ відбувається наступним чином. Спочатку запускається вакуумний насос, який заповнює робоче колесо насоса водою. Далі оператор включає відцентровий насос (ЦН). Після досягнення насосом певної кількості обертів, встановленої оператором, він вручну відкриває шиберну засувку, і насос переходить у робочий режим. Технологічні параметри регулювання досягаються за допомогою завдання графіка витрати БНУ, при цьому система орієнтується на рівень води в ємності, що заповнюється.

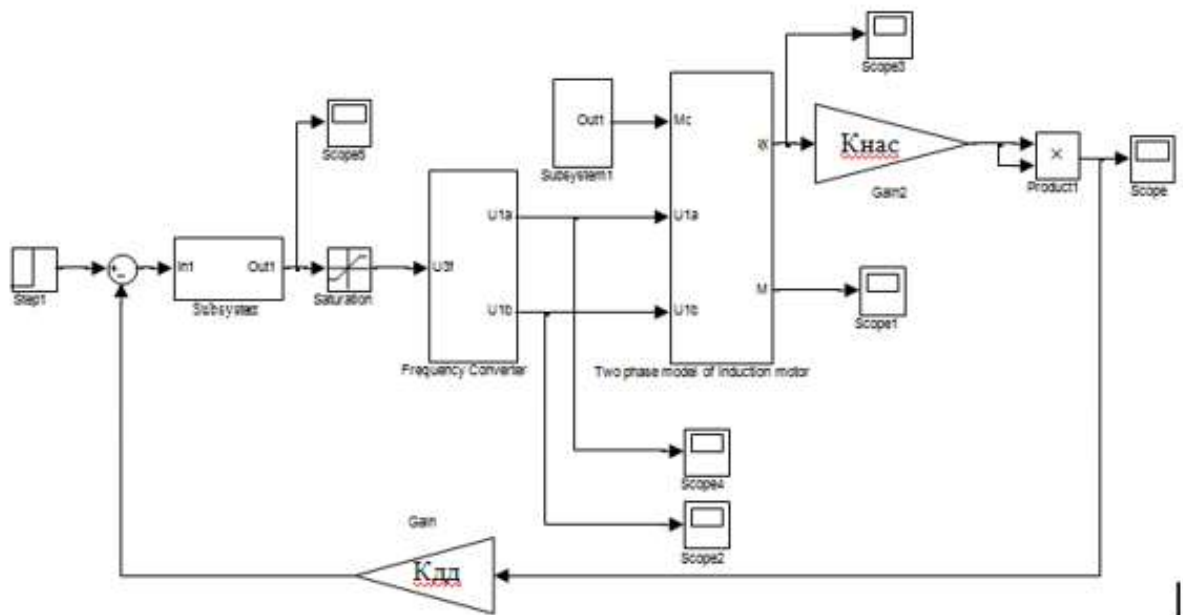


Рисунок 5.5 – Структурна схема системи частотного перетворювача АД з використанням еквівалентної двохфазної моделі.

Моделювання та аналіз роботи БНУ

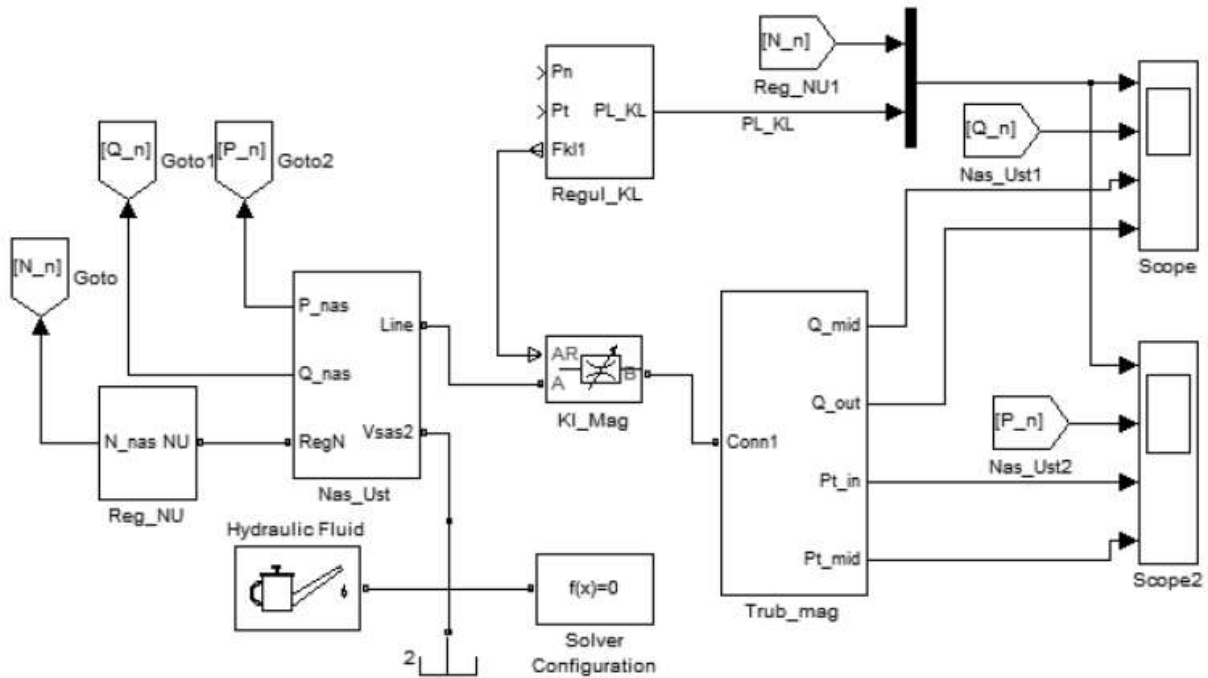


Рисунок 5.6 – Імітаційна модель насосної установки в Matlab

Передбачається, що у всіх гідравлічних елементах системи протікає рідина, що містить нерозчинене повітря. Інші гідравлічні характеристики елементів системи відповідають характеристикам, передбаченим SimHydraulics. Імітаційна модель системи керування БНУ, яку я розробив, включає наступні підсистеми:

- Підсистема Nas_Ust: Містить відцентровий насос з номінальною витратою $630 \text{ м}^3/\text{год}$ при швидкості обертання 157 рад/с , реалізований на елементі Centrifugal Pump. Всмоктувальна магістраль змодельована гідравлічним дроселем (Fixed Orifice), з'єднаним з джерелом постійного тиску (Ideal Hydraulic Pressure Source); в напірній камері насоса пружність газорідинного середовища моделюється гідравлічною ємністю (Constant Volume Chamber).
- Підсистема Reg_NU: Регулятор швидкості обертання вала ЦН, де є блок двигуна постійної частоти обертання (Ideal Angular Velocity Source). Підсистема дозволяє формувати частоту відповідно до заданої програми,

в залежності від тиску у робочій камері ЦН або рівня рідини у заповнюваній ємності.

- Підсистема Regul_KL: Привод засувки з регулятором, де реалізовано алгоритм зміни площі вікна засувки та електричний привод ножа засувки.
- Підсистема Trub_Mag: Магістрального трубопроводу довжиною 6000 м, включає два елементи Segments Pipe LP1 та Segments Pipe LP, які описують рух рідини в трубопроводі, з урахуванням інерційних і пружних властивостей рідини та втрат тиску по довжині ділянок трубопроводу. Крім того, у підсистемі змодельовані заповнювані ємності та датчик вимірювання рівня води в цих ємностях.

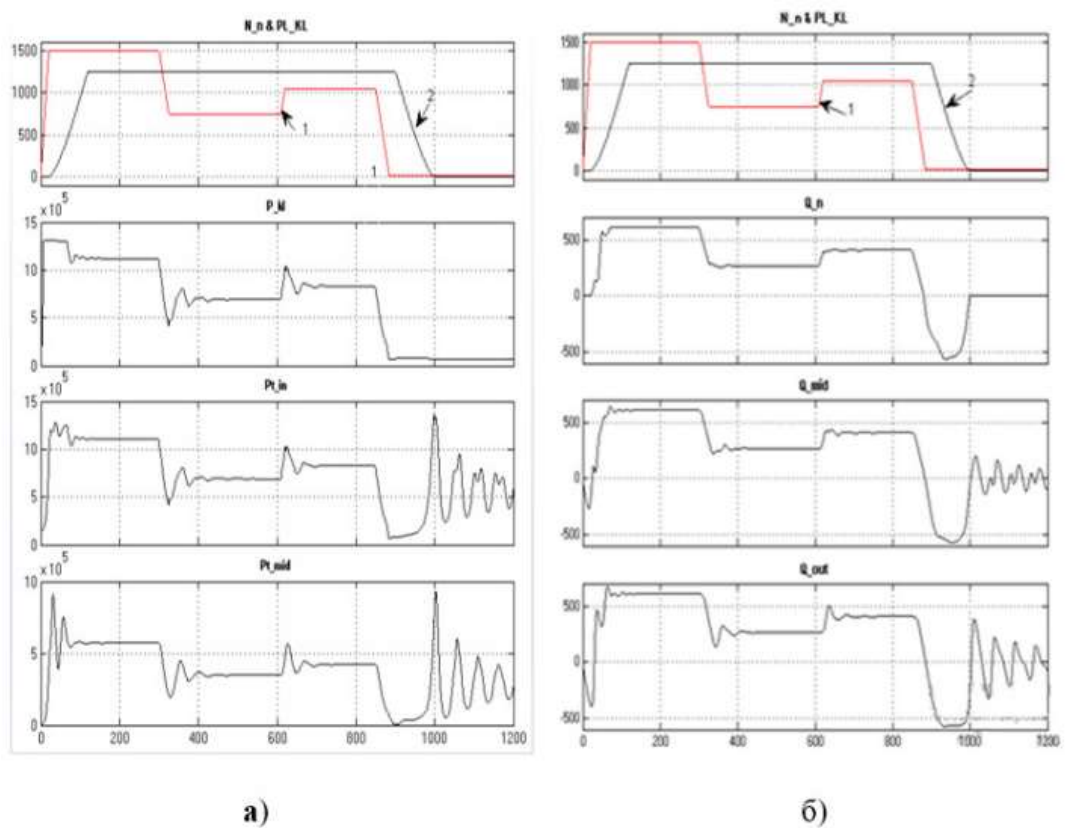


Рисунок 5.7 – Тимчасова діаграма зміни тиску (а) та витрат (б) в гідравлічних елементах БНУ

Аналіз імітаційної моделі

Тимчасові діаграми, отримані за допомогою імітаційної моделі NBU, демонструють зміни частоти обертання вала насоса і площі клапана

магістрального трубопроводу. При запуску насоса і регулюванню швидкості спостерігаються коливання витрати і тиску води в елементах системи.

Перехідні процеси, що виникають при виключенні відцентрового насоса і закритті головного клапана, є особливо складними, що може бути викликано як плановим відключенням насоса, так і аварійною ситуацією. Це пов'язано з наявністю нерозчиненого повітря в рідині, що надходить з відкритого резервуара, кількість якого може змінюватися залежно від температури навколишнього середовища.

Рекомендації по автоматизації

Вивчення імітаційної моделі НБУ показало, що доцільно спроектувати систему автоматичного управління відключенням електродвигуна системи центрального опалення, яка одночасно змінює кількість обертів насоса і площа клапанного вікна. Це дозволяє знизити коливання витрати і тиску як в трубопроводі, так і в робочій камері насоса до прийнятних значень. З огляду на нелінійність процесу відключення двигуна системи центрального опалення, рекомендується використовувати регулятор, заснований на нечіткій логіці.

5.6 Автоматизована система моніторингу та контролю видалення стічних вод

Автоматизована система моніторингу та управління водовідведенням (asmksv)-це програмно-апаратний комплекс, що забезпечує контроль, управління та оптимізацію процесів збору, транспортування та очищення стічних вод. Основні функції такої системи включають збір даних в режимі реального часу, аналіз інформації, що надходить, автоматичне регулювання роботи насосних станцій і очисних споруд, а також надання операторам можливості дистанційно керувати всіма елементами системи.

Основою asmksv є програмно-апаратні комплекси SCADA (диспетчерського управління і збору даних), які забезпечують збір, обробку і зберігання даних про стан всіх компонентів системи скидання стічних вод. Система складається з датчиків, контролерів, мереж зв'язку, серверів і операторських станцій. Датчики встановлюються в ключових точках системи, таких як Насосні станції, очисні споруди, трубопроводи і резервуари. Вони вимірюють такі параметри, як рівень води, тиск, витрата, температура та якість води.

Контролери, що входять до складу ASMKSv, отримують дані від датчиків і передають їх на SCADA-сервери для подальшої обробки. Контролери також виконують алгоритми локального управління, наприклад, включають або вимикають насоси, регулюють роботу клапанів та інших виконавчих механізмів. Вони працюють за графіком, який визначає оптимальні умови для забезпечення належної роботи системи водовідведення.

Комунікаційна мережа забезпечує передачу даних між датчиками, контролерами, серверами і станціями оператора. Для цієї мети використовуються різні комунікаційні технології, такі як дротові мережі, бездротові з'єднання, мобільний зв'язок та інтернет. Важливою вимогою до мережі зв'язку є висока надійність і швидкість передачі даних, оскільки від цього залежить реакція системи на зміни умов експлуатації.

Сервери SCADA-системи зберігають і обробляють дані, що надходять від контролерів. Вони аналізують інформацію, виявляють аномалії та надзвичайні ситуації, формують звіти та надають інформацію операторам у вигляді зручних графічних інтерфейсів. Сервери також забезпечують взаємодію між різними компонентами системи, координуючи їх роботу і забезпечуючи обмін даними.

Операторські станції-це завдання персоналу, який контролює і управляє системою скидання стічних вод. Оператори мають доступ до всіх даних, що надходять від датчиків, можуть відстежувати стан всіх компонентів системи в режимі реального часу, отримувати повідомлення про аварійні ситуації і відхилення від нормальних умов експлуатації. Оператори також можуть порушити роботу системи, Встановити робочі параметри насосів, клапанів та інших виконавчих механізмів, а також провести діагностику і технічне обслуговування.

Автоматизована система моніторингу та управління дренажною системою також включає елементи штучного інтелекту та машинного навчання для прогнозування та оптимізації продуктивності. Наприклад, ґрутуючись на історичних даних і поточних умовах, система може прогнозувати пікові навантаження, визначати оптимальні режими роботи насоса для зниження енергоспоживання і автоматично регулювати роботу очисних споруд для забезпечення високої якості очищення води.

В цілому, впровадження ASMC дозволяє значно підвищити ефективність і надійність систем водовідведення, знизити експлуатаційні витрати, поліпшити екологічну обстановку і забезпечити безпеку населення. Сучасні технології автоматизації та моніторингу дозволяють оперативнo реагувати на зміни умов праці, виявляти і усувати аварійні ситуації, оптимально використовувати ресурси і підтримувати високу якість води.

На додаток до основних функцій збору, обробки та управління даними, автоматизована система моніторингу та управління системою скидання стічних вод має можливість інтеграції з іншими системами міської інфраструктури. Це дозволяє нам створити унікальну платформу для управління міськими ресурсами, що забезпечує комплексний підхід до вирішення екологічних та інфраструктурних проблем.

Однією з важливих функцій такої системи є автоматичне реагування на надзвичайні ситуації. При виявленні таких проблем, як надмірний рівень стічних вод в резервуарах або трубах, система автоматично вживає заходів для мінімізації збитку. Наприклад, потік води може бути перенаправлений в резервні канали або можуть бути задіяні додаткові насоси для швидкого відведення надлишкових стічних вод. Оператори отримують звіт про аварію з детальною інформацією для швидкого реагування та вжиття необхідних заходів.

Інтеграція з іншими системами міської інфраструктури, такими як системи моніторингу якості повітря, системи управління електрикою та теплом, дозволяє підвищити ефективність управління ресурсами. Наприклад, під час сильних дощів, коли навантаження на дренажну систему зростає, система може знизити енергоспоживання інших систем для забезпечення додаткової ефективності роботи насосної станції. Це допомагає уникнути перевантажень і аварійних ситуацій.

ASMKS^V також має вбудовані інструменти для аналізу продуктивності та планування технічного обслуговування. Збір даних про роботу насоса, енергоспоживання і якості стічних вод дозволяє аналізувати продуктивність системи і виявляти неполадки. На основі отриманих даних розробляються рекомендації, спрямовані на підвищення ефективності роботи, а також плануються заходи з технічного обслуговування та модернізації обладнання.

Автоматизація процесів управління також включає використання сучасних технологій, таких як Інтернет речей (IoT), великі дані та хмарні обчислення. Це дозволяє підвищити масштабованість і гнучкість системи, забезпечити доступ до даних в режимі реального часу з будь-якої точки світу, а також підвищити рівень безпеки і захищеності інформації.

Впровадження систем автоматичного управління вимагає відповідної підготовки. Тому важливим аспектом є розробка і впровадження програм підготовки фахівців, що володіють необхідними знаннями і навичками для підтримки і управління такими системами. Навчання персоналу забезпечить успішне впровадження новітніх технологій та їх подальший розвиток.

В цілому, автоматизована система моніторингу та управління системами водовідведення являє собою комплексне рішення, що поєднує в собі сучасні технології для забезпечення ефективної і надійної роботи міських систем водовідведення. Її впровадження сприяє підвищенню рівня автоматизації, зниженню експлуатаційних витрат, поліпшенню екологічної обстановки та надання високоякісних послуг населенню.

Процес фільтрації стічних вод є ключовим етапом в системах водовідведення, що дозволяє видаляти тверді домішки і готувати воду до подальшого очищення. Фільтрація включає в себе кілька етапів, кожен з яких виконує певні функції для забезпечення максимальної ефективності очищення води.

На першому етапі фільтрації використовується груба механічна фільтрація. Цей етап передбачає видалення великих твердих частинок, таких як гілки, пластик, каміння та інші великі відходи, які можуть пошкодити обладнання або порушити подальший процес очищення. Для цього використовуються решітки або сита з великими отворами. Стічні води проходять через ці решітки, захоплюючи великі частинки, які потім видаляються механічно або вручну.

Після грубої механічної фільтрації вода надходить на другий етап - середню механічну фільтрацію, де використовуються сита з меншими отворами. Цей етап дозволяє видаляти менші частинки, такі як пісок, гравій та інші дрібні тверді відходи. Для цієї мети використовуються барабанні сита, сітчасті барабани або шнекові сепаратори, які забезпечують більш точну фільтрацію води.

Наступним етапом є точна механічна фільтрація, яка передбачає використання мікрофільтрів або мікросайтів. Цей етап дозволяє видалити дуже дрібні частинки, такі як мул, дрібний пісок та інші суспензії. Мікрофільтри можуть бути виконані у вигляді дисків або барабанів з дуже маленькими отворами, через які вода проходить під тиском. Цей етап забезпечує високу ефективність видалення твердих частинок і підготовки води до подальшої біологічної або хімічної обробки.

Після механічної фільтрації вода може проходити стадію флотації. Флотація-це процес, при якому дрібні тверді частинки видаляються шляхом утворення бульбашок повітря, які піднімають частинки на поверхню води, звідки їх можна легко видалити. Цей процес часто використовується для видалення масел, жирів та інших легких забруднень, які важко видалити механічним способом.

Наступним кроком може стати біологічна фільтрація. Біофільтри використовують природні процеси розкладання органічних речовин за допомогою бактерій та інших мікроорганізмів. Біофільтри можуть бути виготовлені у вигляді полів фільтрації, де стічні води пропускаються через шари ґрунту, піску і гравію, або у вигляді біореакторів з плаваючими або стаціонарними носіями мікроорганізмів. Біологічна фільтрація дозволяє значно знизити вміст органічних забруднювачів у воді.

Хімічна фільтрація-ще один важливий етап в процесі очищення стічних вод. Сюди входить Додавання реагентів, які реагують з домішками, утворюючи нерозчинні сполуки, які потім можна легко видалити. Наприклад, для видалення фосфатів, що утворюють осад, додають коагулянти, які потім видаляють осадженням або фільтрацією

Останнім етапом фільтрації є ультрафільтрація та нанофільтрація. Ультрафільтрація використовує мембрани з дуже дрібними порами для видалення дрібних частинок, бактерій та вірусів. Нанофільтрація забезпечує ще більш ретельне очищення, дозволяючи видаляти іони і органічні молекули. Ці методи дуже ефективні і використовуються для очищення води відповідно до високих стандартів якості. Таким чином, процес фільтрації стічних вод включає в себе кілька етапів, кожен з яких забезпечує видалення певних видів забруднюючих речовин. Груба механічна фільтрація, Середня механічна фільтрація, тонка механічна фільтрація, флотація, біологічна і хімічна фільтрація, а також ультрафільтрація і нанофільтрація дозволяють досягти високого рівня очищення води, підготувати її для подальшого використання або безпечно повернути в природні водойми.

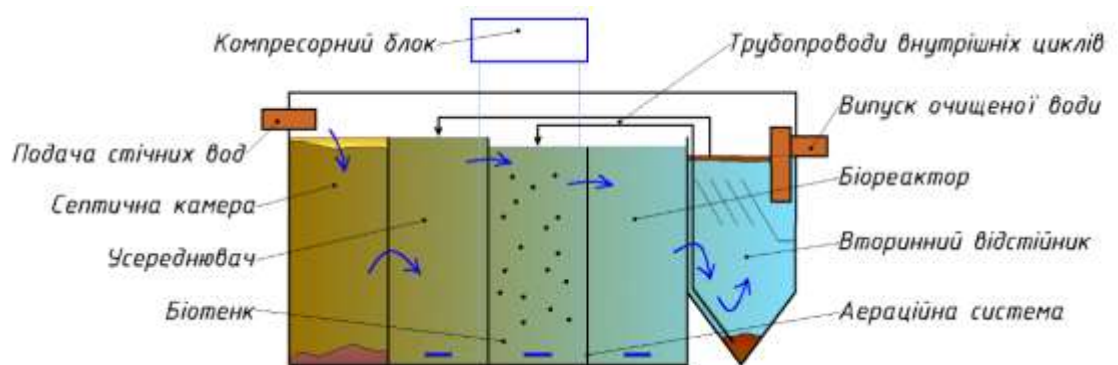


Рисунок 5.8 – Процес очищення стічних вод

5.7 Двигуни станції

Асинхронні двигуни найчастіше використовуються для автоматизованих систем моніторингу та управління системами скидання стічних вод. Асинхронні двигуни з компактним Ротором є найпоширенішим типом двигунів через їх надійність, простоту конструкції та відносно низьку вартість. Вони широко використовуються в насосних станціях, оскільки забезпечують стабільну роботу при великих навантаженнях і мають тривалий термін служби.

Асинхронні двигуни мають кілька переваг, які роблять їх особливо придатними для використання в системах скидання стічних вод. По-перше, вони дуже ефективні, що зменшує споживання енергії і, отже, експлуатаційні витрати. По-друге, асинхронні двигуни мають просту конструкцію, що полегшує їх обслуговування і ремонт. Це особливо важливо в умовах безперервної роботи насосної станції, де мінімізація простоїв є критичним фактором.

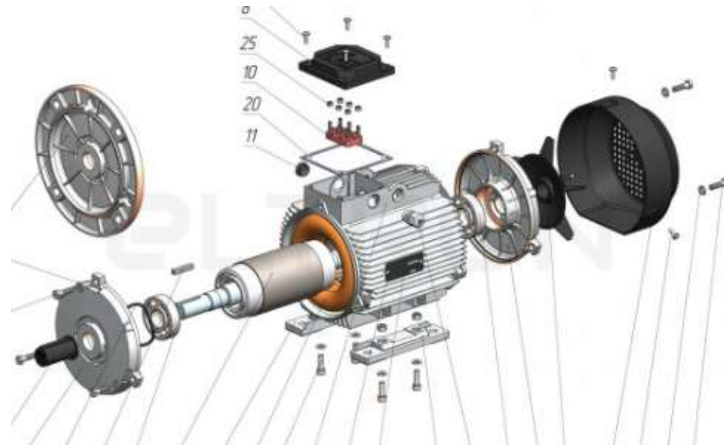


Рисунок 5.9 – 3D модель асинхронного двигуна

Синхронні двигуни також часто використовуються, особливо у великих насосних станціях, де потрібна велика потужність і точне регулювання. Синхронні двигуни забезпечують стабільну швидкість обертання, що може бути важливим для забезпечення постійного потоку води. Вони мають більш високу ефективність в порівнянні з асинхронними двигунами, що знижує витрати енергії, особливо при великих трудовитратах.

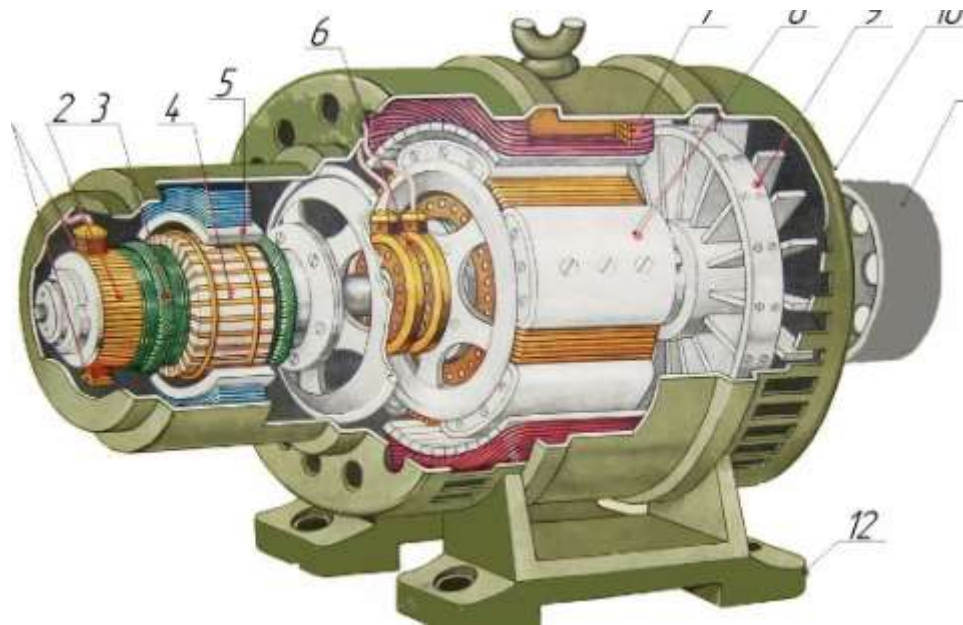


Рисунок 5.10 – Синхронний двигун

В останні роки все частіше використовуються двигуни з перетворювачами частоти. Такі двигуни дозволяють регулювати швидкість обертання насоса в залежності від поточних потреб дренажної системи. Це забезпечує додаткову економію енергії, оскільки в даний час насос працює тільки з необхідною потужністю. Перетворювачі частоти також допомагають уникнути гідравлічних ударів в системі, що знижує ризик нещасних випадків і продовжує термін служби обладнання.

Крім того, двигуни постійного струму можуть використовуватися в особливих умовах. Вони використовуються в тих випадках, коли потрібен високий крутний момент на низьких швидкостях або дуже точний контроль швидкості. Двигуни постійного струму мають високий динамічний відгук, що дозволяє швидко реагувати на зміни навантаження.

Як правило, вибір типу двигуна для автоматичної системи моніторингу та контролю стічних вод залежить від конкретних вимог та умов експлуатації. Асинхронні двигуни із замкнутим Ротором є найпоширенішим вибором через численні переваги, такі як надійність, простота конструкції та висока ефективність. Однак інші типи двигунів можуть використовуватися для спеціальних застосувань, включаючи синхронні двигуни, двигуни перетворювача частоти та двигуни постійного струму.

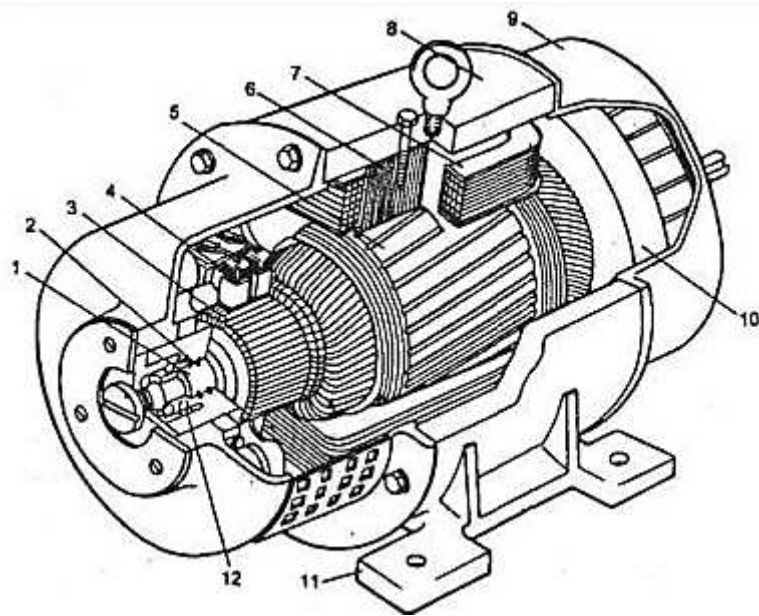


Рисунок 5.11 – Будова двигуна постійного струму

Таблиця 5.2 – Порівняння двигунів

Параметр	Асинхронний двигун	Синхронний двигун	Двигун з частотним перетворювачем	Двигун постійного струму
Тип конструкції	Проста	Складніша	Може бути будь-який	Складніша
Надійність	Висока	Висока	Висока	Висока
Ефективність	Середня	Висока	Висока	Висока
Вартість	Низька	Вища	Вища	Висока
Енергоспоживання	Відносно високе	Низьке	Низьке (залежить від навантаження)	Низьке
Регулювання швидкості	Обмежене	Точне	Дуже точне	Дуже точне
Технічне обслуговування	Просте	Складніше	Складніше	Складніше
Термін служби	Тривалий	Тривалий	Тривалий	Тривалий
Застосування	Насосні станції, вентиляційні системи	Великі насосні станції	Будь-які насосні станції	Спеціальні застосування
Стійкість до навантажень	Висока	Висока	Висока	Висока
Динамічна характеристика	Середня	Висока	Висока	Дуже висока
Вплив на гідравлічні удари	Може виникати	Може виникати	Знижений ризик	Знижений ризик

5.8 Види насосів на станціях відведення стічних вод

Різні типи насосів найчастіше використовуються для автоматичного моніторингу та управління системами скидання стічних вод, кожен з яких має свої переваги та застосування залежно від конкретних умов та вимог. Основними типами насосів, що використовуються в таких системах, є відцентрові насоси, Занурювальні насоси, Гвинтові (Гвинтові) насоси та мембранні насоси.

Відцентрові насоси є одними з найбільш поширених в системах скидання стічних вод. Вони працюють за принципом перетворення кінетичної енергії ротора в гідравлічну енергію потоку рідини. Ці насоси характеризуються високою ефективністю і здатністю перекачувати велику кількість води при відносно низькому тиску. Відцентрові насоси ефективні для транспортування води з низьким вмістом твердих частинок і в основному використовуються для перекачування попередньо очищених стічних вод або води з каналізаційних мереж. Вони надзвичайно надійні і мають тривалий термін служби, що робить їх ідеальними для безперервної роботи при високих навантаженнях.

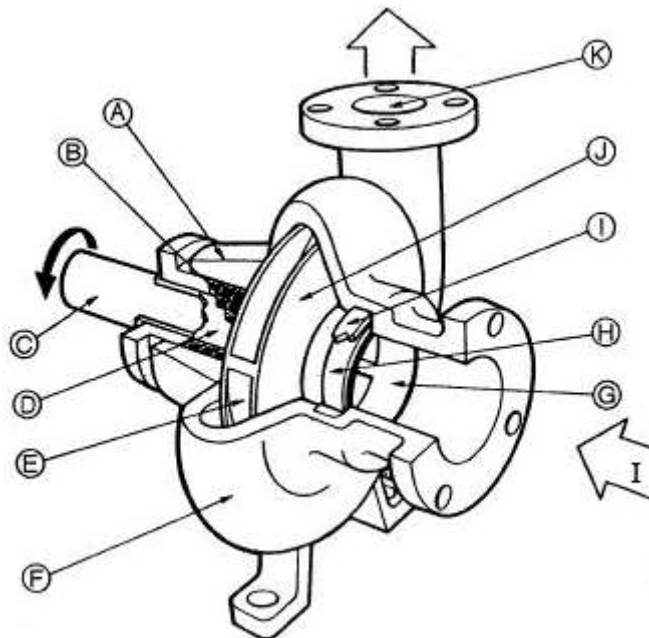


Рисунок 5.12 – Будова відцентрового насоса

Занурювальні насоси, як випливає з назви, призначені для роботи під водою. Вони використовуються для відкачування стічних вод з глибоководних свердловин, резервуарів або відстійників. Занурювальні насоси можуть працювати в агресивних середовищах і перекачувати рідини з високим вмістом твердих частинок і забруднюючих речовин. Як правило, вони мають високу потужність і здатні перекачувати значні обсяги рідини під високим тиском. Завдяки своїй конструкції заглибні насоси стійкі до засмічення і можуть працювати в умовах, коли інші типи насосів неефективні. Це робить їх необхідними для відкачування стічних вод із септиків та інших місць із високим рівнем забруднення.

Гвинтові насоси також широко використовуються в системах відведення стічних вод. Вони працюють за принципом переміщення рідини вздовж гвинтового ротора (шнека), що обертається всередині статора. Ці насоси здатні перекачувати в'язкі рідини з високим вмістом твердих частинок, що робить їх ідеальними для перекачування стічних вод з високим вмістом мулу, піску та інших забруднюючих речовин. Гвинтові насоси мають високу стійкість до засмічення і зносу, що дозволяє їм ефективно працювати в суворих умовах. Вони часто використовуються для перекачування грубозернистих і в'язких стічних вод, а також для транспортування мулу і осадових порід.

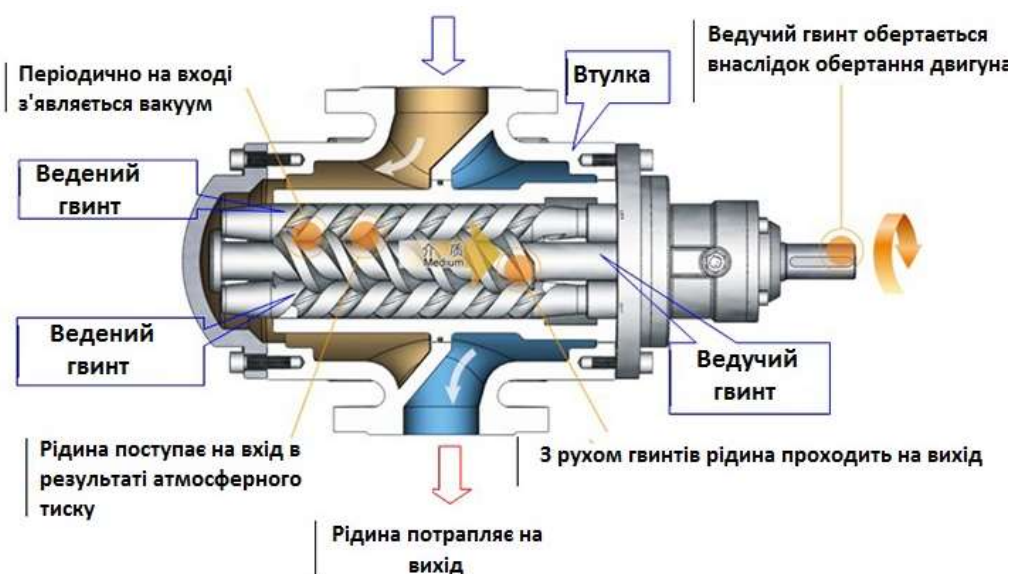


Рисунок 5.13 – Гвинтовий насос

Мембранні насоси, хоча і менш поширені, також знаходять застосування в системах відведення стічних вод. Вони працюють за принципом взаємного руху мембрани, яка перекачує рідину через клапани. Мембранні насоси здатні переносити агресивні та агресивні рідини, а також рідини з високим вмістом твердих частинок. Вони дуже стійкі до хімічних впливів і засмічення, що робить їх придатними для використання в умовах, коли інші типи насосів неефективні. Мембранні насоси часто використовуються для перекачування хімічних відходів, а також для дозування реагентів у процесах очищення стічних вод.

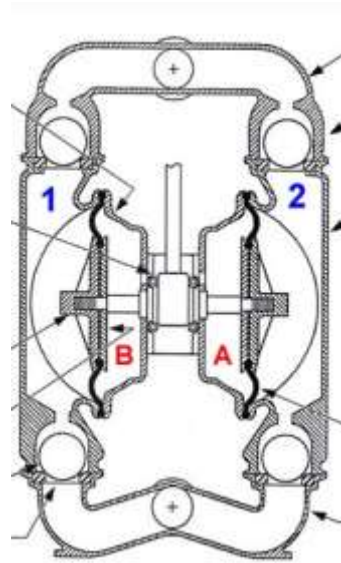


Рисунок 5.14 – Будова мембранного насоса

Таким чином, вибір типу насоса для автоматизованої системи моніторингу та контролю систем скидання стічних вод залежить від конкретних умов і вимог до роботи системи. Відцентрові насоси, Занурювальні насоси, Гвинтові (Гвинтові) насоси і мембранні насоси мають свої переваги і знаходять застосування в різних ситуаціях, забезпечуючи ефективну і надійну перекачування стічних вод різного ступеня забруднення.

Таблиця 5.3 – порівняння насосів

Параметр	Центробіжний насос	Занурювальний насос	Гвинтовий (шнековий) насос	Мембранний насос
Тип конструкції	Проста	Підводна	Складна	Складна
Надійність	Висока	Висока	Висока	Висока
Ефективність	Висока	Висока	Висока	Середня
Вартість	Низька	Вища	Висока	Висока
Продуктивність	Висока	Висока	Середня	Середня
Стійкість до засмічення	Середня	Висока	Висока	Висока
Здатність перекачувати тверді частки	Низька	Висока	Висока	Висока
Технічне обслуговування	Просте	Складніше	Складніше	Складніше
Термін служби	Тривалий	Тривалий	Тривалий	Тривалий
Застосування	Попередньо очищені стічні води, каналізаційні мережі	Глибокі колодязі, резервуари, відстійники	В'язкі рідини, мул, пісок, шлам	Хімічні відходи, дозування реагентів
Здатність працювати у агресивних середовищах	Низька	Висока	Висока	Висока
Ризик гідралічних ударів	Може виникати	Знижений ризик	Знижений ризик	Знижений ризик
Спеціалізація	Висока продуктивність	Робота під водою	Робота з в'язкими рідинами	Робота з агресивними рідинами

5.7 Фільтрування стічних вод

Для автоматичного моніторингу та управління системами водовідведення використовуються різні типи фільтрів, кожен з яких відіграє певну роль в процесі очищення води. Основними типами фільтрів, які зазвичай використовуються на таких станціях, є фільтри грубої очистки, піщані фільтри, Мембранні фільтри (мікрофільтри, ультрафільтри, нанофільтри і зворотного осмосу), а також активоване вугілля.

Чорновий фільтр

Фільтри грубої очистки використовуються для попереднього видалення великих твердих частинок зі стічних вод. Ці фільтри можуть бути виконані у вигляді решіток або сит з великими отворами. Вони ефективно затримують сміття, таке як гілки, каміння, пластик та інші великі предмети, які можуть пошкодити обладнання або перешкодити подальшому очищенню. Фільтри грубої очистки є першою лінією захисту в процесі очищення води і запобігають засміченню наступних систем фільтрації.

Піщані фільтри

Піщані фільтри використовуються для видалення з води дрібних частинок і суспензій. Вони складаються з шару піску, через який вода тече зверху вниз, залишаючи домішки на поверхні піску або всередині нього. Піщані фільтри можуть бути як швидкодіючими, так і повільними. Повільні піщані фільтри ефективно видаляють не тільки тверді частинки, але і деякі органічні забруднювачі в результаті біологічних процесів, що відбуваються в шарі піску.

Мембранні фільтри

Мембранні фільтри-один з найсучасніших і ефективних методів очищення стічних вод. Вони використовуються для видалення дуже дрібних частинок, бактерій, вірусів і навіть розчинених речовин. Існує кілька типів мембранних фільтрів:

Мікрофільтри: використовуються для видалення частинок розміром від 0,1 до 10 мікрметрів, таких як дрібний пісок, мул і бактерії.

Ультрафільтри: використовуються для видалення частинок розміром від 0,01 до 0,1 мікрметра, включаючи віруси та дрібні органічні молекули.

Нанофільтри: видаляють частинки розміром від 0,001 до 0,01 мкм, включаючи деякі солі та органічні сполуки.

Зворотний осмос: найефективніший метод мембранної фільтрації, який видаляє практично всі розчинені речовини, включаючи солі, важкі метали та органічні забруднювачі.

Фільтри з активованим вугіллям

Фільтри з активованим вугіллям використовуються для видалення з води органічних забруднювачів, хлору, пестицидів та інших хімічних речовин. Активоване вугілля має велику площу поверхні, яка ефективно адсорбує забруднення з води. Ці фільтри часто використовуються на останніх стадіях очищення води для поліпшення її смаку і запаху і усунення хімічних відходів.

Системи коагуляції та флоатації

Системи коагуляції використовуються для видалення дрібнодисперсних суспензій і колоїдних частинок, які важко видалити механічним способом. Вони включають додавання коагулянтів, які об'єднують дрібні частинки в більші, які потім легко видаляються. Флоатаційні системи використовують повітряні бульбашки для підняття частинок на поверхню води, де їх можна видалити.

Таблиця 5.4 – порівняння фільтрів

Параметр	Грубі фільтри	Піщані фільтри	Мембранні фільтри	Фільтри з активованим вугіллям	Коагуляційні системи
Тип видалених часток	Великі тверді частки	Дрібні тверді частки	Дуже дрібні частки, бактерії, віруси	Органічні забруднювачі	Суспензії, колоїди
Ефективність	Низька	Середня	Висока	Висока	Висока
Складність обслуговування	Низька	Середня	Висока	Середня	Середня
Вартість	Низька	Середня	Висока	Середня	Середня
Потреба в хімікатах	Ні	Ні	Ні	Ні	Так
Застосування	Первинна фільтрація	Видалення дрібних часток	Видалення дрібних часток, дезінфекція	Видалення органічних речовин	Видалення дрібних часток

5.8 Переробка відфільтрованого сміття

Після фільтрації стічних вод на очисних спорудах їх очищення та утилізація відбувається в кілька етапів, кожен з яких має свої особливості і вимоги. Важливою частиною цього процесу є забезпечення екологічної безпеки та здоров'я людини, а також максимальне повторне використання ресурсів.

На першому етапі відфільтрований гній обробляється механічно. Це включає сортування, пресування та дроблення. Великі частинки сміття, такі як гілки, каміння та великі шматки пластику, відокремлюються та видаляються вручну або за допомогою спеціального обладнання. Потім залишки подрібнюються до більш дрібного розміру для полегшення подальшої переробки. Прасування зменшує кількість сміття, що допомагає знизити витрати на транспортування і подальшу утилізацію.

Після механічної обробки гній піддається біологічній та хімічній обробці. Біологічні методи включають використання бактерій та інших мікроорганізмів для знищення органічної речовини. Це може відбуватися в спеціальних біореакторах або установках для компостування, де створюються оптимальні умови для життєдіяльності мікроорганізмів. В процесі біологічного очищення органічні речовини перетворюються в компост або біогаз, які можуть бути використані в сільському господарстві або в якості джерела енергії.

Хімічна обробка передбачає використання реагентів для нейтралізації токсичних речовин та важких металів, які можуть бути присутніми у відфільтрованому гної. Це допомагає зменшити ризик забруднення та підготувати гній до безпечного зберігання чи утилізації. Залежно від складу відходів можуть використовуватися різні хімічні методи, такі як осадження, окислення або відновлення.

Одним з ключових етапів переробки сміття є термічна обробка. Сюди входить спалювання сміття в спеціальних печах або інсинераторах при високих температурах. Термічна обробка дозволяє знищити органічні забруднювачі і зменшити кількість сміття. Продукти згоряння, такі як зола і вихлопні гази, піддаються додатковому очищенню перед викидом в атмосферу або утилізацією. Попіл, що залишився після кремації, може бути використаний в будівництві або вивезений в спеціальні сховища для поховання.

У деяких випадках відфільтрований сміття може бути перероблений. Особливо це стосується пластикових, металевих та скляних відходів, які можуть бути перероблені та використані повторно. Для цього сміття сортується за матеріалом, очищається і відправляється на відповідні переробні підприємства. Вторинна переробка скорочує кількість відходів, які потрапляють на звалища, і сприяє збереженню природних ресурсів.

Важливою частиною поводження зі сміттям також є його зберігання та поховання. Залишки сміття, які не можуть бути перероблені або спалені, відправляються на спеціально обладнані звалища. Звалища повинні відповідати суворим екологічним вимогам, щоб запобігти забрудненню ґрунту та підземних вод. Вони зазвичай оснащені системами збору фільтрату і газів, що утворюються при розкладанні сміття, і їх подальшої переробки.

Як правило, очищення та видалення відфільтрованих відходів зі стічних вод є складним і багатоступеневим процесом, який включає механічну, біологічну, хімічну та термічну обробку, переробку та безпечне зберігання та поховання. Такий підхід дозволяє звести до мінімуму негативний вплив на навколишнє середовище і максимально ефективно використовувати ресурси, що містяться у відходах.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Впровадження SCADA системи для моніторингу та керування системою водовідведення міста Миколаїв є важливим кроком у підвищенні ефективності, надійності та безпеки технологічних процесів. Ця система дозволяє здійснювати збір, аналіз та управління даними в режимі реального часу, що значно покращує якість обслуговування і знижує експлуатаційні витрати.

Основні функції SCADA системи включають збір даних від різних датчиків і контролерів, зберігання інформації для подальшого аналізу,

відображення параметрів у реальному часі на графічних мнемосхемах, візуалізацію стану обладнання, можливість оператора керувати процесами з центрального диспетчерського пункту, автоматичне керування на основі налаштованих алгоритмів, аналіз даних для оптимізації роботи системи, формування звітів, виявлення аварійних ситуацій і повідомлення про них оператора, а також реєстрацію дій персоналу під час аварій. Це забезпечує високий рівень автоматизації та дозволяє ефективно реагувати на зміну умов та можливі аварійні ситуації.

Компоненти SCADA системи включають середовище розробки, яке містить інструменти для створення графічних мнемосхем, прив'язки сигналів до пристроїв, розробки алгоритмів керування та налаштування прав доступу; середовище виконання, що відповідає за запуск і виконання програмного забезпечення; та сервери вводу-виводу, які забезпечують комунікацію між частинами системи. Автоматизація SCADA системи охоплює середній рівень, який відповідає за збір, обробку і зберігання інформації, вироблення керуючих сигналів і передачу інформації на вищий рівень управління, та верхній рівень, що включає операторську частину, яка займається візуалізацією процесів, підготовкою звітів, аналізом і прогнозуванням на основі даних SCADA.

Впровадження SCADA системи у водовідведення міста Миколаїв дозволить значно підвищити ефективність управління системою, зменшити експлуатаційні витрати, покращити умови праці та підвищити безпеку технологічних процесів. Завдяки автоматизації і сучасним технологіям моніторингу, система стане більш надійною та швидко реагуватиме на зміни умов та аварійні ситуації. SCADA система також сприятиме покращенню якості обробки і очищення стічних вод, забезпечуючи безперебійність їх відведення та перекачування, автоматичну стабілізацію параметрів процесів, оперативну

реакцію на зміни, виявлення та локалізацію аварій, а також збереження та обробку даних.

Крім того, SCADA система покращує документообіг, дозволяючи автоматично готувати документи, що зменшує час їх створення та обробки. Вона знижує витрати на електроенергію, оптимально розподіляє навантаження між насосними станціями, раціонально використовує акумулюючі ємності для зменшення вартості електроенергії. Система забезпечує рівномірне подавання та розподіл стічної води по спорудах, підвищує точність вимірювання показників якості очищеної води, автоматичне дозування реагентів при обробці осадів, автоматичне виявлення та локалізацію аварій, перевірку якості очищення і дезінфекції стічних вод.

SCADA система також дозволяє контролювати технологічні процеси, обладнання насосних станцій та очисних споруд, створюючи автоматизовані робочі місця для всіх спеціальностей на основі сучасних технологій, зменшуючи ручну працю та підвищуючи безпеку і комфорт завдяки дистанційному управлінню. Вона забезпечує дистанційне керування насосними станціями, автоматичне управління залежно від рівня стічних вод, телемеханічне управління з диспетчерського пункту, а також місцеве управління для малих міст і селищ. Важливими аспектами є плавний пуск і частотне регулювання роботи насосів, автоматичне відкриття засувки для запобігання гідравлічним ударами, контроль витрати води, рівнів води у резервуарах та дренажних приямках, тиску в трубопроводах і температури підшипників.

Диспетчерське управління забезпечує централізоване керування і контроль за роботою водовідвідних мереж та насосних станцій, передавання даних на диспетчерський пункт для оперативного управління і контролю. Приміщення диспетчерських пунктів обладнані засобами зв'язку, моніторами, щитами і пультами для ефективного управління системою водовідведення і швидкого реагування на аварійні ситуації. Загалом, впровадження SCADA

системи для водовідведення міста Миколаїв підвищує рівень автоматизації, ефективності роботи системи, зменшує витрати, підвищує надійність і якість обслуговування, що забезпечує стабільне та безперебійне функціонування системи водовідведення.

Отже, впровадження SCADA системи для водовідведення в Миколаєві забезпечує високий рівень автоматизації та ефективності роботи системи, значне зменшення експлуатаційних витрат, підвищення надійності та якості обслуговування. Це сприяє стабільному та безперебійному функціонуванню системи водовідведення, покращує якість життя мешканців міста та забезпечує екологічну безпеку. Система надає можливість інтеграції з іншими міськими інфраструктурними компонентами, такими як системи моніторингу якості повітря, управління електроспоживанням, що створює комплексну платформу для управління міськими ресурсами і дозволяє вирішувати екологічні та інфраструктурні проблеми більш ефективно

6 РОЗДІЛ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

6.1 Аналіз умов праці

У даному дипломному проекті («Розробка підсистеми диспетчерського контролю та управління системи відведення стічних вод підприємства») автоматизація системи здійснюється з диспетчерського пункту, з якого ведеться основний контроль. Диспетчерський пункт знаходиться безпосередньо далеко від самих станцій (з відведення стічних вод). До ризиків можна віднести роботи в аварійних ситуаціях, наприклад: якщо відмовив датчик рівня, то потрібно спуститися в саму ємність і здійснити ремонт або заміну самого датчика, такі роботи відносяться до типу робіт у замкнутому просторі і вимагають наряду допуску. Також можливий ризик удару струмом, якщо, наприклад, десь стався пробій силового кабелю безпосередньо на корпус насоса або ж самого ящика управління, однак цей випадок передбачає заземлення, яке буде розраховано трохи нижче. Щодо можливості займання, то вона незначна, однак, як і в будь-якій електроустановці, слід враховувати цей фактор. Щодо диспетчерського пункту, то там, як і в будь-якому іншому приміщенні, завжди присутній ризик удару струмом, навіть незважаючи на те, що всі струмопровідні елементи ізольовані від звичайної людини.

У населених пунктах і на території промислових підприємств можуть накопичуватися різні відходи мінерального і органічного походження, які створюються в результаті виробничої та життєдіяльності людини. Особливу небезпеку в санітарному відношенні представляють відходи органічного походження. Вони гниють, засмічують повітря шкідливими для здоров'я газами, проникають у верхні шари ґрунту, забруднюють ґрунтові води і, зрештою, потрапляючи у водойми, можуть заражати їх хвороботворними мікробами, поширюючи епідемії серед населення і тварин. Відходи промислових підприємств можуть бути причиною неприпустимого забруднення водойм.

Види стічних систем

На практиці застосовуються два основні види або системи позбавлення від рідких і твердих відходів з території населених пунктів і промислових підприємств: вивізні і сплавні системи. Перша передбачає вивіз усіх відходів, інша — сплав їх рідкої частини по трубах або спеціальних каналах і вивезення твердих відходів.

Умови відведення стічних вод від підприємств різні. Рідше всього їх відводять (господарсько-побутові та виробничі) однією, загальносплавною мережею. Найчастіше на підприємствах влаштовують окрему каналізаційну мережу. Вона сприяє кращому забезпеченню локальної очистки стічних вод від різних забруднень.

Освітлення

Освітлення повинно відповідати наступним вимогам:

- освітленість на робочому місці повинна відповідати характеру виконуваної роботи за СНиП РК 2.04-05-2002 «Природне і штучне освітлення. Загальні вимоги»;
- яскравість на робочій поверхні і в межах навколишнього простору повинна розподілятися якомога рівномірніше;
- різкі тіні на робочій поверхні повинні бути відсутніми;
- освітлення повинно забезпечувати необхідний спектральний склад світла для правильної передачі кольору;
- система освітлення не повинна бути джерелом інших шкідливих факторів.

6.2 Розрахунок штучного освітлення

Освітлення — це невід'ємний елемент умов трудової діяльності людини. Незадовільне освітлення викликає втому, очні хвороби, головні болі і може бути причиною виробничого травматизму.

Штучне освітлення застосовується за відсутності або недостатності природного освітлення, здійснюється за допомогою таких джерел світла, як лампи розжарювання, газорозрядні лампи, плоскі та щілинні світловоди.

Відповідно до теми дипломного проекту необхідно здійснити розрахунок штучного освітлення для диспетчерського пункту. Приміщення має такі розміри: довжина – 10 м, ширина – 7 м, висота – 2,5 м. Має лише штучне освітлення. Оптимальний мікроклімат у приміщенні підтримується установками кондиціонування.

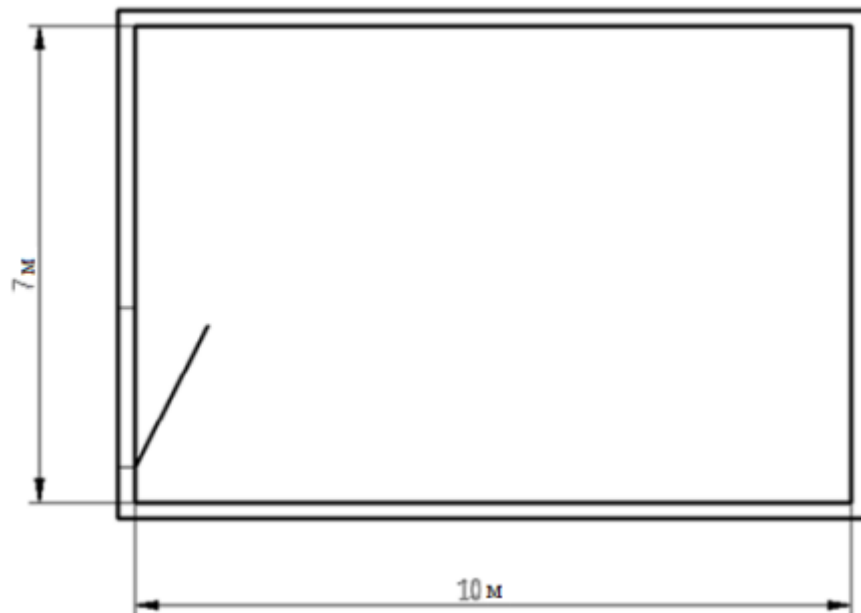


Рисунок 6.1 – план приміщення

План приміщення, обраного для системи автоматизації, зображений на рисунку 6.1.

Світлотехнічний розрахунок може бути виконаний методами:

- коефіцієнта використання;
- точковим;
- питомої потужності.

Метод коефіцієнта використання полягає у визначенні значення коефіцієнта η , рівного відношенню світлового потоку, що подається на розрахункову поверхню, до повного потоку освітлювального приладу.

На практиці розрахунків значення η знаходяться з таблиць, що пов'язують геометричні параметри приміщень (індекс приміщень i) з їхніми оптичними характеристиками (коефіцієнтом відбиття стелі S_{ct} , стін S_{ct} , підлоги $S_{п}$).

Індекс приміщення визначається:

$$i = (B \cdot A) / h \cdot (A + B),$$

де:

- A – довжина приміщення;
- B – ширина приміщення;
- h – розрахункова висота.

Необхідний потік кожного світильника визначається:

$$\Phi = E \cdot K_z \cdot S \cdot z / N \cdot \eta \text{ де:}$$

- E – задана мінімальна освітленість;
- K_z – коефіцієнт запасу;
- S – освітлювана площа, m^2 ;
- z – коефіцієнт нерівномірності освітлення = 1,1-1,2;
- N – кількість світильників (передбачене до розрахунку).

При розрахунку освітлення лампами розжарювання або ДРЛ попередньо треба передбачити кількість світильників, розмістивши їх по площі стелі рівномірно. За отриманим в результаті розрахунку необхідним світловим потоком обирається найближча стандартна лампа розжарювання або ДРЛ. Допускається відхилення світлового потоку лампи не більше, ніж на -10...+20%. При неможливості вибору лампи з таким наближенням змінюють кількість ламп.

При розрахунку люмінесцентного освітлення світловий потік обраної лампи Φ_l відомий і визначено кількість ламп у світильнику n : $\Phi = E \cdot K_z \cdot S \cdot z / n \cdot \Phi_l \cdot \eta$

де поділом загальної кількості світильників N на кількість рядів визначається кількість світильників у кожному ряді, а т.я. довжина світильників

відома, то можна знайти всю довжину світильників ряду. Якщо отримана довжина близька до довжини приміщення, ряд виходить суцільним, а якщо більше – збільшують кількість рядів.

При розрахунку штучного освітлення використовувалися СНиП РК 2.04–05–2002. Природне і штучне освітлення.

Вихідні дані:

- розряд зорової роботи – 4;
- розміри приміщення: 10x7x2,5;
- Коефіцієнт відбиття за 4 розрядом зорових робіт:
 - стелі $\rho_{\text{пот}} = 70\%$;
 - стін $\rho_{\text{ст}} = 50\%$;
 - підлоги $\rho_{\text{пол}} = 30\%$.
- Нормована освітленість – 180 лк.

У приміщенні передбачено освітлювальні прилади типу ПВЛМ21x40 з люмінесцентною лампою і світловим потоком $\Phi_{\text{л}} = 3120$ лм, з характеристиками:

- Тип: ПВЛМ;
- Число (шт) на потужність (Вт): 2x40;
- Модифікація: Без відбивача і решітки;
- Габаритні розміри: Д=1325; Ш=90; В=160;
- Маса, кг: 7,9;
- Виконання: Частково пилонепроникне.

Висота робочої поверхні:

$$h_p = 0,8 \quad m_{h_p} = 0,8$$

Знайдемо розрахункову висоту h_p за формулою: $h_p = N - h_{\text{рп}} - h_{\text{св}} \cdot h_p = N - h_{\text{рп}} - h_{\text{св}} \cdot h_p$

де N – висота приміщення, $h_{\text{рп}}$ – висота робочої поверхні і $h_{\text{св}}$ – висота звису (або висота світильника):

$$h_p = 2,5 - 1,3 - 0,15 = 1,05 \text{ м}$$

Знаючи розрахункову висоту, знайдемо відстань σ між рядами світильників за формулою:

$$\sigma = \lambda \cdot h_p$$

де $\lambda = 1,2-1,4$.

Отже, за формулою (6.4) знаходимо, що необхідна відстань між рядами світильників дорівнює:

$$\sigma = \lambda \cdot h_p = 1,25 \cdot 1,05 = 1,31 \text{ м}$$

Визначимо індекс приміщення за формулою:

$$I = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{7 \cdot 10}{2,5 \cdot (7 + 10)} = 1,64$$

де:

- А – ширина приміщення;
- В – довжина приміщення;
- h – висота приміщення.

Припускаємо 2 ряди світильників з відстанню між їх центрами по 3 метри і 3 метри між рядами. Припускаємо 12 світильників.

Визначимо коефіцієнт використання:

$$\eta = 40\%$$

Як світильник візьмемо ПВЛМ-2x40 з люмінесцентною лампою, розраховану на дві лампи потужністю 40 Вт. Світловий потік лампи ЛБ 40 Вт становить 3120 лм, світловий потік, що випромінюється світильником, дорівнює:

$$\Phi_{\text{св}} = \Phi_{\text{л}} \cdot 2 = 3120 \cdot 2 = 6240 \text{ лм}$$

Визначимо кількість світильників за формулою:

$$N = \frac{E \cdot K_z \cdot S \cdot z}{n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta}$$

де:

- S – площа приміщення, S=85 м²;
- K_з – коефіцієнт запасу, K_з = 1,5;
- E – задана мінімальна освітленість, E = 180 лк;

- z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z = 1,1-1,2$;
- n – кількість ламп у світильнику, $n = 2$;
- $\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік обраної лампи, $\Phi_{\text{л}} = 3120$ лм;
- η – коефіцієнт використання, $\eta = 0,4$.

Світильники розміщуємо в двох рядах по 5 в кожному.

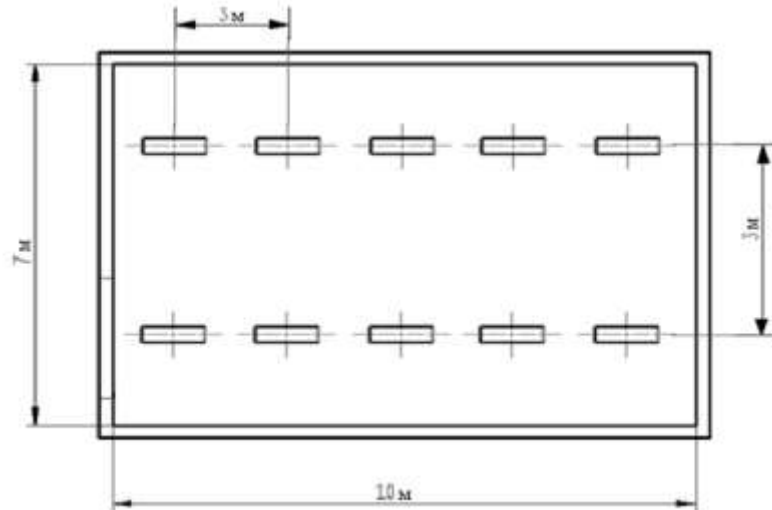


Рисунок 6.2. - Розташування світильників у приміщенні при розрахунку штучного освітлення методом коефіцієнта використання

$$N = \frac{180 \cdot 1,5 \cdot 85 \cdot 1,1}{2 \cdot 3120 \cdot 0,4} = \frac{25,245}{2496} \approx 10 \text{ світильників}$$

Відстань між центрами світильників у 3 метрах. Всього для створення нормованої освітленості 180 лк необхідно 20 ламп ПВЛМ потужністю 40 Вт.

6.3 Розрахунок захисного заземлення

Додатковим заходом захисту є захисне заземлення металевих корпусів всього електрообладнання підприємства. Захисне заземлення передбачає систему з більшою провідністю, завдяки чому напруга дотику знижується до безпечного рівня. Конструктивним елементом захисного обладнання є заземлювачі – металеві провідники, що з'єднують заземлене обладнання із заземлювачами. Захисне заземлення передбачається виконати з вертикальних стрижневих заземлювачів довжиною $L=3$ м і діаметром $d=0,05$ м, заглиблених у

землю на довжину 3 м. Сопротивлення одиничного трубчатого заземлювача, встановленого в землю, визначається за формулою:

$$R_{mp} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \left(\ln \frac{2 \cdot L}{d} + \ln \frac{4t + L}{4t - L} \right);$$

де:

- ρ - питомий опір ґрунту;
- L - довжина труби;
- t – глибина залягання.

Кількість вертикальних електродів визначається за формулою:

$$\rho_{\text{в}} = \rho \cdot \psi_{\text{в}};$$

Сопротивлення металевї смуги, що використовується для з'єднання трубчастих заземлювачів, визначається за формулою:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot L_n} \cdot \ln \frac{2 \cdot L_n}{b \cdot t};$$

де:

- L_n – довжина смуги;
- $\rho_n = 182 \text{ Ом} \cdot \text{м}$;
- $\psi_n = 1,4$.

Сопротивлення ґрунту заземлювача, що складається з 15 стрижневих заземлювачів і сполучної смуги, визначається за формулою:

$$R_{\text{зр}} = \frac{R_{mp} \cdot R_n}{R_{mp} \cdot \eta_{\text{г}} + R_n \cdot \eta_{\text{в}} \cdot n}$$

При $a/L=2$ та $n=16$ за таблицею знаходимо коефіцієнти електродів $\eta_{\text{г}}=0.7$ та $\eta_{\text{в}}=0.36$

$$R_{\text{зр}} = 38,342 \cdot 3,77 / 38,342 \cdot 0,36 + 3,77 \cdot 0,7 \cdot 15 = 144,55 / 53,38 = 2,7 \text{ Ом}$$

Відповідно до вимог, загальний опір заземлення не повинен перевищувати 4 Ом. Таким чином, опір заземлення $R_{гр} \leq 4$ Ом, що відповідає вимогам ПТЕ та ПУЕ.

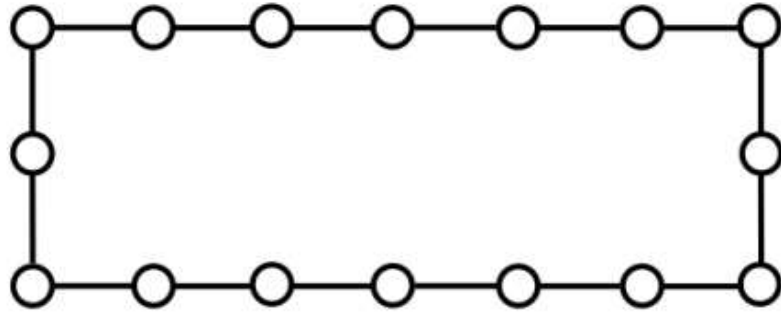


Рисунок 6.4 – Розрахунок заземлювачів у ланцюгах

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

Для даного дипломного проекту було розраховано штучне освітлення в приміщенні диспетчерського пункту з параметрами 10x7x2,5. Встановлено 10 світильників типу ПВЛМ-2x40, розрахованих на дві лампи освітлення. Також був передбачений розрахунок заземлення. Опір заземлювача/електрода для даного диспетчерського пункту становить $R_{гр}=2,7$ Ом. Кількість одиничних заземлювачів склала 16 штук.

ВИСНОВКИ

Моделі та алгоритми, розроблені в рамках даної роботи, можуть стати основою для подальшого вдосконалення систем управління дренажем. Зокрема, впровадження адаптивних алгоритмів управління, що враховують поточні умови роботи і прогнозують можливі зміни, дозволить ще ефективніше використовувати ресурси і знизити ризики виникнення надзвичайних ситуацій. Це допоможе підвищити надійність і стабільність роботи всієї дренажної системи.

Одним з перспективних напрямків є інтеграція розробленої системи з іншими складовими інфраструктури міського господарства, такими як системи моніторингу якості повітря, системи енергоменеджменту та інші. Це дозволить створити єдину інтегровану платформу для управління міськими ресурсами, яка забезпечить більш комплексний підхід до вирішення екологічних та інфраструктурних проблем.

Крім того, важливим аспектом подальшого розвитку є підвищення рівня автоматизації та впровадження елементів штучного інтелекту в системи управління. Використання машинного навчання і предиктивної аналітики дозволить більш точно моделювати і прогнозувати поведінку системи в різних умовах, що допоможе підвищити ефективність і надійність насосних агрегатів.

Варто також відзначити, що впровадження систем автоматичного управління вимагає відповідної підготовки. Тому необхідно розробити і впровадити навчальні програми, що забезпечують підготовку фахівців, що володіють необхідними знаннями і навичками для обслуговування таких систем і управління ними. Це сприятиме не лише успішному впровадженню новітніх технологій, а й їх подальшому розвитку та вдосконаленню.

Загальний висновок роботи підтверджує, що автоматизація процесів управління системами водовідведення не тільки технічно можлива, а й економічно доцільна. Впровадження розроблених рішень забезпечить підвищення ефективності роботи комунальних служб, знизить експлуатаційні витрати і поліпшить екологічну ситуацію. Результати даного дослідження можуть бути використані при розробці нормативно-правових актів і стандартів в області санітарії та раціонального природокористування, які допоможуть підвищити рівень комунального господарства в Україні..

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Водін В.П., Лісовий В.М. Автоматизація водовідведення та каналізаційних систем. — Київ: Вища школа, 2010. — 328 с.
2. Тарасов А.І., Кравчук І.В. Автоматизація технологічних процесів у водопостачанні та водовідведенні. — Харків: ХНУБА, 2015. — 312 с.
3. Шахов В.М., Білоус В.В. Автоматизація технологічних процесів водопостачання та водовідведення. — Львів: ЛНУ ім. І. Франка, 2016. — 275 с.
4. Гребенюк С.М. Системи автоматизації водопостачання та водовідведення. — Дніпро: ДНУЗТ, 2018. — 220 с.
5. Андрієнко В.О., Ковальчук О.В. Автоматизація і диспетчеризація в системах водовідведення. — Одеса: ОНАХТ, 2019. — 305 с.
6. Савченко І.В. Контроль і управління процесами водопостачання та водовідведення. — Полтава: ПНТУ, 2017. — 290 с.
7. Яковенко П.М., Крамаренко Ю.О. Технічні засоби автоматизації систем водовідведення. — Київ: КПІ ім. І. Сікорського, 2020. — 310 с.
8. Левченко О.М., Даниленко А.В. Автоматизовані системи моніторингу та керування водовідведенням. — Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. — 250 с.
9. Мироненко С.О. Технології та засоби автоматизації водопостачання та водовідведення. — Вінниця: ВНТУ, 2017. — 280 с.
10. Федоренко І.В., Марченко Т.В. Системи автоматизації в інженерних мережах водовідведення. — Чернівці: ЧНУ, 2019. — 265 с.
11. Баранов В.П., Мельник О.В. Сучасні підходи до автоматизації процесів водопостачання та водовідведення. — Тернопіль: ТНТУ, 2016. — 240 с.
12. Коваленко І.М., Литвиненко С.М. Інтелектуальні системи керування водовідведенням. — Ужгород: УжНУ, 2020. — 220 с.
13. Степаненко П.А., Шевченко А.В. Основи автоматизації технологічних процесів у водопостачанні та водовідведенні. — Суми: СумДУ, 2015. — 295 с.

14. Козаченко М.П., Гавриленко О.В. Автоматизація процесів водовідведення у промислових підприємствах. — Кривий Ріг: КНУ, 2017. — 230 с.
15. Олексієнко В.М., Дубровський І.Г. Системи автоматизованого контролю якості води у водовідведенні. — Миколаїв: НУК, 2019. — 275 с.
16. Петров В.М., Кравчук М.С. Автоматизація насосних станцій водовідведення. — Рівне: НУВГП, 2018. — 265 с.
17. Іванов О.Г., Смірнов Д.В. Проектування автоматизованих систем керування водовідведенням. — Чернігів: ЧНТУ, 2016. — 285 с.
18. Горобець О.В., Костенко А.П. Технології автоматизації в системах водопостачання та водовідведення. — Луцьк: ЛНТУ, 2021. — 290 с.
19. Бондаренко Л.М., Сидоренко Н.В. Автоматизація управління в інженерних мережах водовідведення. — Житомир: ЖДТУ, 2019. — 270 с.
20. Зінченко В.П., Коломієць О.В. Автоматизовані системи контролю та управління процесами водовідведення. — Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2020. — 255 с.