

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(повна назва факультету)

Комп'ютерно-інтегрованих технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розробка автоматизованої системи управління насосною**

станцією водопостачання на базі програмованого логічного контролера

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи КТ-41

спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-

інтегровані технології

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Дильовий О.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Тотосько О.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Чихіра І.В.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Микитишин А.Г.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Медвідь В.Р.

(прізвище та ініціали)

Тернопіль 2023

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра комп'ютерно-інтегрованих технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Микитишин А.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології
(шифр і назва спеціальності)

студенту Дильовий Олексій Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка автоматизованої системи управління насосною станцією водопостачання на базі програмованого логічного контролера

Керівник роботи Тотосько Олег Васильович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 07 » 02 2023 року № 4/7-131

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи технічна документація

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітична частина 2. Проектна частина 3. Спеціальна частина 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Актуальність роботи. 2. Мета роботи. 3. Цілі і завдання які необхідно було вирішити.

4. Об'єкт автоматизації. 5. Елементи системи керування. 6. Обладнання дискретного вводу-виводу та частотний перетворювач. 7. Давачі систем автоматизації. 8. Алгоритм роботи АСУ ТП

9. Функціональна схема автоматизації технологічного процесу. 10. Схема підключення ПЛК Овен 150. 11. Вікно програми CoDeSys HMI. 12. Висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Семчишин В.С., доцент кафедри МТ		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітична частина	07.02-28.02	
2	Проектна частина	01.03-30.03	
3	Спеціальна частина	01.04-08.05	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	09.05-10.06	

Студент

_____ (підпис)

Дильовий О.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Тотосько О.О.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра має такі складові:- пояснювальна записка та графічна частина(ілюстративний матеріал – слайди).

Об'єм графічної частини роботи становить 13 слайдів.

Об'єм пояснювальної записки складає 70 друкованих сторінок формату А4(210×297), об'єм додатків – - друкованих сторінок формату А4.

Робота складається з чотирьох розділів, в яких нараховується рисунків та 3 таблиць з даними.

В роботі використано 16 літературних джерел.

Метою даної роботи є розробка автоматизованої системи управління насосною станцією водопостачання на базі програмованого логічного контролера.

У даній роботі розроблено програмно-апаратний комплекс для контролю водопостачання на базі програмованого логічного мікроконтролера ОВЕН ПЛК150.

В результаті роботи були отримані такі результати:

- розроблено архітектуру системи програмування програмованого контролера Овен ПЛК150.
- обґрунтовано доцільність застосування програмованого логічного контролера Овен 150 та зовнішні пристрої контролю параметрів
- реалізований модуль, що підключається для програмованого контролера ОВЕН
- розроблений код програми мовою візуальних діаграм

Ключові слова: **МІКРОКОНТРОЛЕР, ПРОГРАМУВАННЯ, АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ, КОД ПРОГРАМИ.**

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	9
1.1. <i>Постановка задачі</i>	9
1.2 <i>Вимоги до системи автоматизації</i>	12
2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА	23
2.1. <i>Вибір технологічного устаткування</i>	23
2.2. <i>Вибір модулів вводу-виводу</i>	25
2.3. <i>Частотний перетворювач</i>	30
2.4. <i>Давачі системи автоматизації</i>	32
2.5. <i>Перетворювач витрат</i>	34
3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	355
3.1 <i>Середовище розробки</i>	35
3.2. <i>Мови програмування</i>	36
3.3. <i>Склад каналів та вимоги до них</i>	39
3.4 <i>Призначення та цілі створення системи</i>	42
3.5 <i>Алгоритм збору та обробки інформації</i>	44
3.6. <i>Алгоритм керування свердловинами</i>	47
3.7. <i>Опис автоматизованої системи керування</i>	49
3.8. <i>Обґрунтування вибору засобів автоматизації</i>	56
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	59
4.1. <i>Значення та завдання безпеки життєдіяльності</i>	59
4.2. <i>Вплив шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці</i>	60

<i>4.3. Санітарно-гігієнічні вимоги до приміщень</i>	<i>62</i>
<i>4.4. Виробничий шум та вібрації</i>	<i>63</i>
<i>4.5. Розрахунок освітлення.....</i>	<i>64</i>
<i>4.6. Пожежна безпека.....</i>	<i>66</i>
<i>Висновки.....</i>	<i>68</i>

ВСТУП

Вода одна із найважливіших природних ресурсів у нашому житті. Цей природний елемент використовується практично у всіх галузях нашого життя. Отже, постає питання покращення надійності технологічного процесу видобутку води.

Насосні станції водопроводу є комплексом споруд та обладнання, що надає водопостачання відповідно до споживчого попиту. Склад споруд, їх складові частини, тип і загальний вміст обладнання визначаються за методикою спільного використання ресурсів води і збереження природи враховуючи потреби насосної станції та технологічних вимог, що висувуються до неї.

Введення автоматизації управління насосними станціями є одним із більш задіяним напрямів технічного прогресу в галузі подачі та відведення води у населених пунктах та на промислових підприємствах.

Теперішні системи водопостачання, що мають розгалужену мережу та достатньо спроможну кількість водоживильників, розташованих на великій території, не можуть забезпечити достатню надійність та економічність роботи насосних станцій лише за допомогою візуального контролю за станом технологічного обладнання та ручного керування агрегатами. Автоматизація систем водозабезпечення дає значні переваги у багатьох аспектах видобутку води, такі як позитивний економічний ефект, покращення умов праці персоналу, зменшення впливу людського фактора, зниження ймовірності виникнення аварійних ситуацій. Для автоматичного керування водопостачанням на практиці частіше використовують програмований логічний контролер (ПЛК).

ПЛК – це електронний компонент, що застосовується в сучасних системах автоматизації. Програмовані логічні контролери використовуються головним чином при автоматизації промислових та виробничих процесів. ПЛК різних типів також застосовуються для організації автоматизованого

керування системами вентиляції та кондиціонування, для забезпечення встановленого температурного режиму у приміщенні тощо. Застосування логічних контролерів дозволяє створити практично повністю автономну систему управління, що здійснює свою роботу з урахуванням властивостей, характеристик та стану об'єкта, що контролюється. Участь оператора зводиться до загального спостереження за процесом управління та, за потребою – переналагодити встановлену програму роботи.

Контролери ПЛК, як пристрої реального часу, відрізняються від інших подібних пристроїв за призначенням та архітектурою. Вони містять значну кількість суттєвих відмінностей. Зокрема, головна відмінність програмованих логічних контролерів від звичайних комп'ютерів полягає у розвиненій системі обробки вхідних та вихідних сигналів виконавчих механізмів та різних датчиків. Також, основною відмінністю від систем управління є схема монтажу, яка є відокремленою від об'єкта управління.

Компанія ОВЕН вже багато років виготовляє широкий ряд приладів первинної автоматики. Вона розробила систему керуючих контролерів широкого застосування. Де використовується сучасна елементна база і від початку закладалися потужні апаратні ресурси та широкі програмні можливості.

Для програмування контролерів задієно середовище *CodeSys*, що було реалізовано компанією *3S – Software*. Крім того, контролери ОВЕН можуть програмуватись за допомогою інтегрованої SCADA та SoftLOGIC системи MasterSCADA.

У роботі розглядається автоматизація системи побутового водопостачання, що містить дві групи по три свердловини, резервуару та насосної другого підйому. Кінцевим завданням даної системи водопостачання є безперебійне подання води споживачеві з оптимальним тиском.

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Постановка задачі

Короткий опис передбачуваного технологічного рішення

Мета роботи будь-якого виробництва полягає в досягненні ефективного функціонування, забезпеченні оптимального використання ресурсів, а також неперервному просуванні науково-технічного прогресу і задовільному використанні потреб користувачів та виробників.

. Тому підвищення ефективності у будь-якій галузі базується на створенні автоматичних систем керування.

Насосні станції водопостачання - це кількість споруд та обладнання, які забезпечує водопостачання відповідно до потреб споживачів. Вміст споруд, їх складові особливості, тип і кількість головного та допоміжного обладнання визначаються з урахуванням принципів значимість застосування на практиці ресурсів води у взаємозв'язаному підході та збереження навколишнього світу, а також враховувати мету застосування насосної станції та технологічних потреб, що до неї пред'являються.

Впровадження автоматизації керування насосними станціями на даний час являється важливим напрямком перспективного застосування в напрямку подачі та відведення води в містах та промислових об'єктах.

Теперішні системи водопостачання мають достатньо розповсюджену мережу та багато водоживильників, що розміщуються на широкій території. Оглядова перевірка стану технологічного обладнання та керування агрегатами в ручному режимі не дають потрібної для використання надійності та економічної доцільності.

.Використання автоматичного керування насосною станцією приносить значні переваги :

- дає можливість зменшити місткість баків водонапірних веж та збірний резервуар завдяки підвищеній частоті поступового запуску та

зупинки агрегатів, або повністю не використовувати у застосуванні водонапірних веж за рахунок частотного регулювання;

- знижує витрати на експлуатацію шляхом скорочення кількості задіяних в обслуговуванні людей, а також затрати на обігрівання та освітлення приміщень;

- збільшує термін служби обладнання та пристроїв за рахунок своєчасного відключення обладнання у разі виникнення неполадок у їх роботі;

- знижує вартість будівництва, оскільки розміщення обладнання на меншій площі робочого цеху дозволяє уникнути необхідності в побутових та допоміжних приміщеннях;

- дозволяє централізувати керування кількома автоматичними однокотковими насосними станціями, що забезпечує більшу гнучкість та надійність системи;

- виключає участь персоналу станції у технологічній роботі, які задіяні в роботі при антисанітарних умовах.

Очікуваний ефект від автоматизації:

- зниження споживання струму за рахунок автоматичної підтримки оптимального тиску;

- вилучення кидків струму, що перевантажують система електропостачання за рахунок плавного пуску;

- зниження середньої частоти обертання насосної станції підвищує ресурс насоса та двигуна в 1,5 рази, а також виключає резонансні ефекти конструкції;

- зменшення гідравлічного навантаження на трубопровід та повне виключення гідроударів, що викликають часті пориви;

- зменшення витрати води за рахунок зниження тиску до оптимального.;

- виключення денних відключень води за рахунок того, що глибинні

насоси встигають накачувати воду в кейсон;

- додаткове енергозбереження завдяки зменшенню роботи глибинних насосів.

Після модернізації система забезпечуватиме цілодобову подачу води, автоматично переходячи в економний режим та витрачаючи мінімум електроенергії. Забезпечені схеми резервування системи та індикація режимів роботи, можливість ручного керування.

Недоліки рішення, що використовується

Керування насосами свердловин та водозабором буде проводитись в ручному режимі. На станції водозабору відсутній ефективний контроль над різними параметрами, такими як стан насоса, водяний тиск, поточні та сумарні витрати води. Диспетчер, який відповідає за забезпечення потрібного рівня води в резервуарах, повинен особисто обходити всі свердловини та включати або вимикати насоси за допомогою пульта керування. В даний момент, він також повинен в ручному режимі моніторити тиск і розхід води в трубопроводі для побутових та господарських потреб, і також особисто запускати або зупиняти мережеві насоси.

- . Щоб відбувалося цілодобове чергування на станції водозабору, підприємству необхідно мати шість осіб у штаті, кожному з яких потрібно оплатити працю.

В даному випадку ми маємо велику міру ймовірності прояву людського фактора, що може призвести до непоправних наслідків:

- рішення повинно бути вартісно-ефективним;
- є потреба у автоматизації всіх процесів видобутку води та транспортування її споживачеві;
- оператор при потребі повинен мати доступ в процес керування та віддалено управляти всіма насосами з комп'ютера;

- необхідно забезпечити оперативну перевірку в реальному часі роботи свердловин та приміщенні де відбувається збір води, також контроль рівнів води в накопичувальних баках та збереження вибраних параметрів у комп'ютерному архіві;

- потрібно записувати у протокол події, що були в процесі виконання роботи.

ПІДСТАВА ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ

Проект системи контролю та управління процесом водопостачання розробляється відповідно до завдання на дипломне проектування, а також з необхідністю вдосконалення реально існуючої системи.

Система контролю технологічним процесом варта виконання заданого технологічного регламенту. Розроблена система має забезпечити:

- безперебійну подачу води із заданим тиском у мережі;
 - протипожежний запас води;
 - надійність системи з допомогою контролю технологічного устаткування;
 - архівування статистичних даних;
 - подання графіків роботи свердловин та ведення обліку споживаної води;
 - постійний необхідний запас води у резервуарах;
 - зменшення часу реагування на позаштатні ситуації;
- мінімізацію експлуатаційних витрат за рахунок зниження споживаної електроенергії та зменшення кількості працівників для обслуговування обладнання.

1.2 Вимоги до ситеми автоматизації

ВИМОГИ ДО ДОКУМЕНТАЦІЇ

Необхідна розробка схем автоматизації, регулювання, сигналізації, живлення, зовнішніх проводок, переліку приладів щита.

Інформаційний обмін між верхнім та нижнім рівнями системи контролю. Необхідно забезпечити обмін інформацією шляхом передачі сигналу за протоколом інтерфейсу RS-485.

Система контролю повинна мати можливість поновлювати втрачену базу даних за допомогою резервної бази даних та даних які були за архівовані.

Потреби для реалізації застосування різних мов програмування та їх взаємодії з апаратною частиною системи, а також потреби створенні коду та розкодуванні визначаються набором засобів техніки, що приймаються в експлуатацію АСУ ТП.

Під час введення та виведення інформації в системі контролю на верхньому та нижньому рівнях повинна забезпечуватися взаємодія між людиною та машинами в інтерактивному режимі використовуючи клавіатуру або дисплей з сенсорним набором.

Необхідно забезпечити спільність та визначеність кодування інформації на етапах рівнів системи.

При використанні програмного забезпечення системи контролю має бути притаманно достатньо функцій для реалізації поставленої задачі. Програмне забезпечення повинно мати в своєму комплекті і усі технічні засоби для виконання.

Для створення прикладного програмного забезпечення підсистеми нижнього рівня може бути застосовано налаштування типових програмних модулів за допомогою інструментального набору частин різних технічних засобів. Якщо не реалізовано з використанням стандартизованих елементів, то при потребі можуть бути створено додаткові модулі та інструменти.

Для забезпечення верхнього рівня системи контролю необхідно використовувати персональні комп'ютери, а на нижньому рівні системи -

комплекс технічних засобів, які містять мікропроцесорну систему. Головною метою комплексу технічних засобів системи контролю є гарантування безперебійної роботи системи.

ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проектуванні необхідно врахувати вимоги нормативних матеріалів для пожежо- та вибухонебезпечних приміщень класу Д.

Електроустаткування, що входить до комплексу засобів автоматизації, має бути заземлено відповідно до вимог Держстандарту.

ПРОТИПОЖЕЖНІ ЗАХОДИ

Вибір електрообладнання та приладів контролю, кабелів повинен бути здійснений у відповідності від категорії виробництва щодо вибухової та пожежної безпеки.

Монтаж системи контролю має відповідати діючій науково-технічній документації.

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

Загальні відомості

Система водопостачання є досить складним об'єктом автоматизації та складається з кількох складових частин, які розміщені один від одного на різні відстані до 1 кілометра.

Основними завданнями системи автоматизації водопостачання є безперервна подача води у водопровід споживача, підтримка в ньому заданого тиску, а також захист від аварійних ситуацій, таких як нестача води в свердловині, переповнення резервуара та інших, які будуть детально розібрані в наступних розділах цього звіту. Тому, найголовнішою складовою даного об'єкта автоматизації є свердловина, т.к. власне вона є джерелом так званої сировини, у ролі якої у разі виступає вода. Ця система водопостачання спрямована працювати з кількома свердловинами. У разі передбачається

наявність двох груп по дві свердловини, віддалених друг від друга з відривом близько 500 метрів. Дані свердловини обладнані занурювальними насосами,

Другою складовою даного об'єкта автоматизації є резервуар, що служить для накопичення деякого обсягу води, що є необхідним для систем водопостачання такого типу. Резервуар з'єднаний трубопроводами з усіма свердловинами з одного боку (насосна першого підйому) та насосною другою підйому з іншого боку.

Третьою, заключною ланкою даної системи водопостачання є станція підйому води за номером два. Це приміщення обладнане насосами, з'єднаними трубопроводом із резервуаром. Дані насоси здійснюють безпосередній забір води з резервуара та подачу її у трубопровід споживача.

Як було зауважено раніше, основними завданнями перед системою водопостачання є:

- безперервна подача води;
- підтримання заданого тиску у трубопроводі споживача;
- захист від різноманітних аварійних ситуацій;
- можливість контролю технологічного процесу з єдиного диспетчерського пункту;
- можливість переведення системи в режим ручного управління технологічним процесом.

Поставлені завдання є непростими та їх неможливо вирішити належним чином без застосування сучасних засобів автоматизації. У роботі висвітлено процес проектування системи автоматизації даної системи водопостачання.

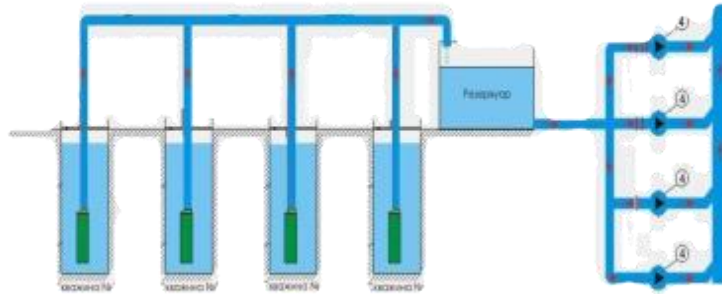


Рисунок 1.1 – Об'єкт автоматизації

- На станціях водопостачання автоматизуються: пуск та зупинка насосних агрегатів та додаткових насосних установок; контроль та підтримання заданих налаштувань (таких як, рівень води в агрегаті, подача та тиск у системі, тощо); прийом імпульсів параметрів та передача сигналів на пункт контролю та керування. Для моніторингу характеристик роботи насосних станцій застосовуються різні типи датчиків, які призначені перетворити параметр, що контролюється системою на сигнал для виконавчого механізму.

В автоматизованих пристроях керування насосними агрегатами використовуються такі типи датчиків та реле:

- Датчики рівня - для включення та вимикання насосів при зміні тиску у трубопроводі.
- Датчики або електроконтактні манометри - для керування автоматикою при зміні тиску в трубопроводі.
- Струменеві реле - для управління автоматикою, що враховує напрям потоку води.

- Реле часу - для вимірювання часу, необхідного для певних процесів під час роботи агрегатів.
- Термічні реле - для контролю температури підшипників і сальників.
- Вакуум реле - для підтримки певного рівня вакууму в насосі або втягуючому трубопроводі.
- Проміжні реле - для переключення окремих ланцюгів в певній послідовності.
- Реле напруги - для встановлення роботи агрегатів при певному рівні напруги.
- Аварійні реле - для вимкнення пристроїв, коли було порушено встановлений режим роботи.

Принципи та можливості регулювання:

- точну підтримку заданого тиску;
- можливість ручної або автоматичної добової зміни тиску;
- енергозбереження за рахунок виключення надлишкового тиску;
- енергозбереження за рахунок оптимізації пускових режимів;
- багаторухове керування;
- захист обладнання та водопроводу;
- індикація, диспетчеризація та архівація параметрів.

Основна ціль застосування приладів керування та контролю техпроцесом на насосних станціях полягає в узгодженні показниками роботи на станції насосів з режимом роботи водопостачальної та каналізаційної мережі. Водоспоживання постійно змінюється згідно з випадковими та ймовірнісними законами. Широкий діапазон змін водоспоживання вимагає постійного регулювання режиму роботи насосних агрегатів для забезпечення ефективної роботи системи.

Процес налагодження не простий через несумісність характеристик відцентрових насосів та трубопроводів. Для покращення подачі води трубопроводом потрібно збільшувати напір насосної станції, але характеристики відцентрових насосів призводять до падіння напору, коли подача води збільшується. У час роботи коли знижено водоспоживання системи водозабезпечення працює з надлишковим тиском, який частково компенсується за допомогою дроселюючих пристроїв або водорозбірних пристроїв у споживача. Це призводить до витікання та непродуктивних втрат води через підвищений тиск, а також збільшує механічне навантаження на стінки труб.

Шляхом регулювання швидкості насоса, його робочі параметри можуть бути налаштовані відповідно до вимог водопровідної та водовідвідної мережі. Для керування швидкістю насоса використовується регульований привід, який з'єднує електродвигун із насосом за допомогою частотного перетворювача. Значення швидкості, при якій насос повинен працювати в конкретний момент, визначається автоматичною системою керування, яка контролює режим роботи насосного агрегату.

Необхідне значення частоти обертання встановлюється АСУ автоматично залежно багатьох чинників. До факторів, що впливають на частоту обертання насоса, відносяться: витрата води в системі, рівень води в резервуарах, значення статичного і динамічного протитиску, кількість паралельно працюючих насосів, кількість насосних установок, які надсилають воду в систему.

Досі найбільш поширеним способом регулювання залишається дроселювання напірної засувки. Перевагою цього методу є простота його реалізації, а істотним недоліком – неекономічність.

Насосна установка працює з підвищеним натиском через збільшення гідравлічного опору системи трубопроводів. Підвищення напору внаслідок зміни гідравлічного опору перестав бути постійним, а заздрості від витрати

рідини, тобто. впливає значення динамічної складової напору, що розвивається насосної установкою, змінює крутизну характеристики трубопроводу.

При роботі насосної установки з подачею менше розрахункової виникає невідповідність між напором, насосом, що розвивається, і напором, необхідним для подачі тієї чи іншої кількості рідини (тобто перевищення напору насоса). Порівняння характеристики відцентрових насосів і трубопроводів показує, що при зменшенні подачі необхідний напір також зменшується, а напір, що розвивається, напір збільшується.

Різниця цих напорів і є перевищенням напору понад необхідне. З графіка спільної роботи насоса та трубопроводу видно, що значення перевищення напору тим більше, чим крутіше характеристики насоса та трубопроводу, і чим менша фактична подача насоса порівняно з розрахунковою. При стані більшого за норму напору нераціонально використовується додаткова потужність.

Отже, найкращим є режим роботи, при якому насос, що розвивається, напір дорівнює натиску, необхідному для подачі води. Такий режим, зокрема, може бути реалізований при керуванні частотою обертання насоса з використанням частотно-регульованого електроприводу.

Вимоги до насосних станцій

В системі дуючого водопостачання використовуються різні типи насосних станцій, такі як 1-го та 2-го підйому, станції зворотнього водозабезпечення (циркуляційні), піднімаючі рівень, шламові та водовідвідні.

Насосні станції 1-го підйому (НС1) використовуються для відкачування води з джерела та подальшого направлення її до очисних споруд або безпосередньо до резервуара або розподільної мережі, залежно від обраної схеми водопостачання.

Зазвичай насосні станції розташовуються за межами підприємства точніше на березі водойми. Для насосних станцій 1-го підйому (НС1) важливо обирати місця, які не піддаються затопленню під час повені, але при цьому забезпечують надійний забір води з нижчого рівня. Часто використовують станції заглибленого типу, де основа станція знаходиться в порівнянні з рівне води нижче.

Насосні станції 1-го підйому мають циліндричну форму. Особлива увага приділяється компактному розміщенню обладнання та зменшенню діаметра будівлі. Часто використовуються вертикальні насоси, де двигун та арматура розташовані на другому поверсі. Кількість насосів у таких станціях зводиться до мінімуму.

На виробництвах, які мають високі вимоги до якості води, на насосних станціях 1-го підйому (НС1) можуть бути встановлені агрегати подачі води, які постачають як очищену воду на очисні споруди, так і неочищену воду споживачам. Таким чином, НС1 та НС2 поєднуються.

Крім того, часто НС1 об'єднуються з водоприймальними камерами в одне середовище.

Водонасосні елементи 2-го підйому застосовуються для постачання води споживачам, в основному з місткостей з чистою водою. Ці агрегати зазвичай об'єднуються зі станціями оборотного водопостачання, утворюючи циркуляційні станції. Вони взаємодіють з одною або кількома системами зворотного водопостачання, тому також мають пару відповідних насосів.

Станція циркуляційної розміщені у будівлях квадратної форми з прольотами шириною 6, 12 або 18 метрів. Насоси цих станцій використовуються для перекачування води з резервуарів теплої та охолодженої води, що вже була використана. Зазвичай ці резервуари розташовані нижче рівня ґрунту. Тому машинний зал насосної станції також знаходиться на пониженому рівні, щоб забезпечити достатню всмоктувальну висоту для насосів.

Якщо температура води більша 3°C насоси встановлюються таким чином, що їх входи знаходяться під поверхнею води у резервуарі. Крім того, при температурі води понад 60°C необхідно забезпечити достатній гідравлічний опір на вході до насосів.

Насоси розташовуються в залі таким чином, щоб уникнути непотрібних поворотів у трубопроводах. Прокладання трубопроводів може здійснюватися у каналах або при потребі і по підлозі, причому останній варіант є більш економічним. Для перетинання трубопроводів зазвичай встановлюють перехідні мостки.

Заглиблені насосні станції передбачають заходи для захисту від затоплення під час аварій. Це може бути система зливу в каналізацію або розміщення дренажного насоса.

Насосні станції для підкачки (або станції підкачування) використовуються для збільшення тиску води для деяких об'єктів, цехів або елементів.

Станції перекачки води використовуються для підйому застосованої води від окремих низькорозташованих користувачів до загальної системи водопровідних труб, які відводять воду.

Насосні станції, де відбувається відстій призначені для перекачування різних відходів виробництва, таких як шлами, хвости гірських порід, шлаки та інші, у відстійники або копичувачі.

Система водопроводів і агрегатів для відводу води та установки використовуються для відкачування ґрунтової або випадкової води з різних низькорозташованих місць.

Вимоги щодо надійності для кожної системи водопостачання та насосної станції можуть бути розподілені на три категорії:

Категорія 1: В цю категорію входять системи водопостачання та насосні станції підприємств металургійної, нафтопереробної, нафтохімічної, хімічної промисловості та електростанцій. На таких підприємствах недопустимі

перерви у подачі води. Зниження подачі допускається лише до 30% від розрахункової подачі, і це може тривати лише 3 дні. Зниження витрати води нижче цих меж допускається не більше ніж на 10 хвилин.

Категорія 2: Системи підприємств вугільної, гірничорудної, нафтовидобувної, машинобудівної та інших галузей промисловості відносяться до цієї категорії. На таких підприємствах можливі перерви у подачі не більше 5 годин, а також зниження подачі до 30% протягом 15 днів.

Категорія 3: Системи дрібних промислових підприємств відносяться до цієї категорії. Вони можуть допускати перерву у подачі води до однієї доби, а також зниження подачі до 30% протягом місяця.

2 ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

Розробка концепції автоматизованої системи керування

2.1 Вибір технологічного устаткування

ВИБІР ПРОГРАМОВАНОГО ЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЕРА

Програмований логічний контролер (ПЛК) є спеціалізованим пристроєм на базі мікропроцесора, призначений для моніторингу на швидкого реагування процесами та різним обладнанням у реальному часі, в тому числі для економічного варіанту заміни застарілого електрообладнання та релейної логіки при модернізації вже існуючого технологічного обладнання. ПЛК є універсальним технічним засобом, що дозволяє на проміжку короткого часу створювати технічні комплекси для різних галузей застосування. Алгоритм управління описується у вигляді сукупності логічних виразів (програми) спеціально розробленою мовою програмування, що в сукупності з потужними засобами налагодження визначає легкість введення в експлуатацію і подальше обслуговування технічних комплексів.

Основною властивістю ПЛК є циклічний характер виконання програми, час циклу (10 мс) і визначає межу застосування даного типу пристроїв у системах реального часу.

Кожен цикл ПЛК поділяється на три етапи

- прийом інформації від об'єкта управління
- ухвалення рішення на підставі алгоритму управління (програми)
- формування керуючого на об'єкт управління.

Вхідна інформація представлена у вигляді дискретних сигналів, що надходять від різноманітних датчиків і перемикачів, що відображають поточний стан обладнання, положення виконавчих механізмів та органів ручного управління.

Процес прийняття рішення полягає у послідовному обчисленні логічних

виразів, що становлять тіло програми.

Дії ПЛК полягають у включенні та виключенні дискретних вихідних сигналів, що управляють зовнішніми пристроями, як яких можуть бути застосовані пускачі, пристрої сигналізації та індикації.

Для цієї автоматизованої системи управління було обрано розробку компанії «Овен» контролер «ПЛК150».

Важливе застосування даної лінійки контролерів: створення розподілених систем керування та централізованого контролю, причому як на базі провідних, так і бездротових засобів.

Набір напрямків, у яких контролери в більшості випадків використовуються:

- організація виготовлення та оновлення автоматичних систем для котелень;
- контроль та керування цеховим обладнанням;
- пристроями контролю кліматичних умов;
- обладнання, що задіяне у торгівлі;
- апарати для харчового виробництва;
- системи централізованої подачі води та водоканали;
- контроль процесу у будівництві;
- обладнання з різними типами давачів для збору інформації поточного стану.

Контролер ОВЕН ПЛК150 розроблений згідно вимог до стандарту, що дає можливість підтримати надійність системи.

Даним контролера підтримує критерій А за електромагнітною сумісністю, що підтверджено багаторазовими випробуваннями.

Дані контролери використовуються без потреби в операційній системі, що підвищує їх стійкість до відмов.

Спочатку в контролери відповідного типу закладені потужні апаратні ресурси, потужний процесор і досить велика кількість пам'яті як оперативної

так і постійної.

Програмування контролерів відбувається у середовищі, поширеному і безкоштовному для покупців ОВЕН середовищі CoDeSys v.2.3.x.

Особливістю контролерів є незначна кількість для вхідних елементів і більшою кількістю інтерфейсів для обслуговування. Кожен контролер має порт Ethernet та від 2 до 3 послідовних портів RS232 (RS485) залежно від моделі.

Крім підтримки широко використовуваних протоколів взаємодії, таких як ModBus (RTU, ASCII), ОВЕН, DCon, контролер також надає можливість напряму управляти портами, що дає можливість під'єднувати зовнішні пристрої використовуючи нестандартні протоколи. Контролер обладнаний вбудованим таймером, що дозволяє будувати систему керування у реального часу.

Наявність встроєного акумулятора дає можливість реалізувати різноманітні додаткові сервісні функції, наприклад, можливість очікування на короткий період часу перед переходом вихідного елемента в безпечний стан у випадку відключення живлення. Наявність Flash пам'яті дає можливість створювати архівування даних на ПЛК.



Рисунок 2.1 – Програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК150

2.2 Вибір модулів вводу-виводу

Модулі введення та виведення є обов'язковою частиною системи автоматизації. Вибраний програмований логічний контролер спочатку поставляється з незначною кількістю входів і виходів, яких недостатньо для побудови повноцінної АСУ. Також перед нами постає проблема розподіленості - вся система розподілена по території і відстань між її частинами може досягати 1 кілометра.

У цій ситуації нам необхідні модулі введення та виведення, які дозволяють працювати з датчиками та виконавчими механізмами локально та передавати сигнал іншим пристроям за інтерфейсом RS – 485.

Під ці вимоги добре підходять розробки фірми «Овен», у яких і було зупинено вибір.

Модуль аналогового введення (МВА8)

Восьмиканальний універсальний вимірювальний модуль для розподілених систем управління в мережі RS-485.

Модуль введення МВА8 може бути використаний як розширювальний модуль входів для ПЛК ОВЕН або програмованих контролерів інших виробників.

Для підключення МВА8 в мережі RS-485, потрібно, щоб сама мережа мала режим "майстра", але сам МВА8 не виступає "майстром" у мережі.



Рисунок 2.2 – Модуль введення аналоговий ОВЕН МВА8

Основні функції:

- 8 входів для підключення великого спектру датчиків температури, сили тиску, різної вологості, витрат, рівня та інших характеристик;
- виконується цифрова фільтрація та корекція вхідних сигналів, а також масштабування показань датчиків з однорідним вихідним сигналом для активних датчиків.
- виміряні значення передаються за допомогою інтерфейсу RS-485.
- підтримка найпоширеніших протоколів Modbus (ASCII, RTU), DCON, OVEN;
- завадостійкість отримуємо з використанням джерела живлення, який є імпульсного типу від 90 до 264 В частотою від 47 до 63 Гц;
- можливість конфігурування на ПК.

МОДУЛЬ ВИВЕДЕННЯ КЕРУЮЧИЙ (МВУ8)

- Восьмиканальний модуль керування механізмами виконання призначений для систем, що розташовані у мережі RS-485 і використовують протоколи OVEN, Modbus або DCON.

Цей модуль може використовуватися у наступних варіантах:

- як блок віддаленого керування вихідних елементів для SCADA-системи або контролерів, таких як OVEN ПЛК або інші.
- для прогнозованого управління виконавчими механізмами.
- модуль МВУ8 застосовується в мережі RS-485, коли в цій мережі присутній "майстер", але сам МВУ8 не виступає як "майстер" мережі.

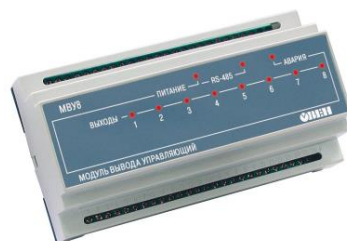


Рисунок 2.3 – Модуль виведення керуючий OVEN МВУ8

Основні функції модуля:

- Модуль має до 8 каналів для моніторингу і управління різними виконавчими механізмами, включаючи 2-х елементні (нагрівальні елементи, двигуни, клапани), 3-х елементні (засувки, крани) з або без датчика положення, а також механізми з аналоговим керуванням.
- Вбудовано до 8 вихідних елементів, які можуть бути розширені до 16 шляхом підключення 8-канального модуля цифрових вихідних елементів ОВЕН МР1.
- Забезпечує пряме керування виконавчими механізмами з SCADA-системи або контролера за допомогою точного ШІМ-сигналу або простого включення/виключення.
- Генерує ШІМ-сигнал або аналоговий сигнал залежно від розрахункової потужності, отриманої з мережі RS-485 від ПІД-регулятора або SCADA-системи. Здатний керувати складними системами виконавчих механізмів, такими як "обігрів-охолодження", керування різними нагрівальними елементами або дискретна сигналізація.
- Забезпечує контроль значень фізичних величин, що передаються по мережі RS-485, в межах встановлених значень. При відмові в мережному обміні переключає виконавчі механізми в аварійний режим.
- Підтримує найпоширеніші протоколи передачі даних, такі як Modbus (ASCII, RTU), DCON та ОВЕН.
- Імпульсне джерело живлення модуля працює в діапазоні від 90 до 264 В з частотою від 47 до 63 Гц, що забезпечує стійкість роботи навіть при перешкодах.
- Можливість налаштувань

МОДУЛЬ ДИСКРЕТНОГО ВВОДУ-ВИВОДУ

Модуль цифрових поступаючих або відступаючих сигналів для

розподілених систем у RS – 485 (ОВЕН, Modbus, DCON).

Пристрій також використовують спільно з контролерами виробника ОВЕН або ін.

Робота МДВВ в системі RS – 485 коли є режим "master", при цьому сам МДВВ не є "master" в системі.



Рисунок 2.4 – Модуль цифрового вводу-виводу ОВЕН МДВВ

Основні функції:

- містить 12 числових входів для з'єднання контактних давачів та комутуючих ключів -прп типу;
- при потребі застосування будь-якого цифрового входу в режимі лічильника (межа величини сигналу по частоті – 1 кГц);
- вісім вбудованих цифрових вихідних частинок у різноваріантних можливостях: е/м реле 8 А 220 В; оптотранзисторний ключ 400 мА 60 В; оптосимістор 0,5 А 300 В; для керування твердотілим реле;
- можливість генерації шим-сигналу будь-яким із виходів;
- покрокове встановлення робочого елемента в аварійний режим роботи при пошкодженні мережного обміну;
- доступ до найпоширеніших протоколів *Modbus* (ASCII, RTU), DCON, ОВЕН;
- завадостійкість при використанні цифрового електропостачання від 90 до 264 В та характеристиками частоти від 47 до 63 Гц, гальванічної

розв'язки в схемах вихідних, живлення та інтерфейсу RS-485 та використання елементів захисту у схемах цифрових входів;

- можливість конфігурування на ПК.

2.3 Частотний перетворювач

Частотні перетворювачі використовуються для зміни швидкості асинхронних двигунів у системах з використанням приводів, які використовуються в промислових установках, системах нагрівання та кондиціонування. Частотний перетворювач також називають: частотник, векторний перетворювач частоти, частотний регулятор, частотний регулятор потужності, частотний перетворювач.

Особливості частотних перетворювачів цієї серії:

- Можливість вибору локальна панель управління, з РКІ дисплеєм та вбудованим потенціометром, дозволяє зробити програмування та оперативне налаштування параметрів 4 перетворювачів «ОВЕН ПЧВ», в стадії «гаряче підключення»;
- вихідні перетворювачі серії «ОВЕН ПЧВ» виконані на базі нових IGBT-модулів «SEMIKRON»;
- інтелектуальна будова системи охолодження може зменшити температуру перегріву силових елементів за допомогою діючого вентилятора та методу «холодної пластини».

Основні функціональні риси:

- послідовність дій при управлінні: частотний (U/F) та векторний (V+);
- автоматичне пристосування до навантаження двигуна (автоматичний вимір та зберігання даних параметрів двигуна для задіювання в алгоритмах керування);
- захист від аварійних режимів, за напругою, струмом, температурою, ізоляцією;

- керування групою двигунів;
- робота з кількома наборами параметрів (для кількох режимів праці або електроприводів);
- копіювання комплектів (створення програми декількох приводів з використанням тільки однієї панелі оператора);
- ручне управління (присутній змінний резистор на локальному пульті оператора);
- інтерфейс RS-485;
- задіяний алгоритм покращення роботи енергоспоживання;
- постійний контроль енергоспоживання;
- лічильник мотогодин;
- індикація портів та параметрів;
- запуск логічних операцій присутнім ПЛК;



Рисунок 2.5 – Частотний перетворювач ОВЕН ПЧВ

- пошук частоти обертання в реальному часі;
- вибір налаштування «прискорення/тормоз»;
- створення програми S-подібної характеристики швидкості;
- створення програми для ПІ – регулятора;

- збереження відомостей про відмову та підрахунок подій;
- керування механічним тормозом;
- доступ до середовища за допомогою пароля.

2.4 Давачі системи автоматизації

2.4.1 Давачі тиску

Датчики серії ОВЕН ПД100-ДІ використовуються для неперервного перетворення надлишкового тиску середовища на постійний струмовий сигнал в діапазоні від 4 до 20 мА, що дозволяє передавати його на значні відстані.

Ці датчики надлишкового тиску призначені для використання в обладнанні з автоматичним регулюванням, управління та індикації в різних галузях виробництва, житлово-комунальному господарстві, теплових пунктах та інших областях.

Основні функції та особливості перетворювача включають:

- Вимірювання надлишкового тиску, що опосередковане через матеріали з нержавіючої сталі AISI 316L або кераміки (Al₂O₃), з урахуванням впливу атмосферних факторів, таких як повітря, пара та різні рідини.
- Перетворення фізичного тиску на уніфікований постійний струмовий сигнал в діапазоні від 4 до 20 мА.
- Критична межа вимірюваного тиску (ВП) варіюється від 125 Па до 10 (25*) МПа.
- Висока перевантажувальна здатність, що становить 200% ВП та більше.
- Клас точності датчика - 0,25.
- Захист оболонки датчика від впливу вологи та пилу досягає рівня IP65.
- Датчики відповідають вимогам класу А стандарту ГОСТ Р 51522 щодо електромагнітної сумісності.



Рисунок 2.6 – Перетворювач тиску ОВЕН ПД100

2.4.2 Давачі рівня

Датчики рівня кондуктометричного варіанту виконання, застосовують у вимірювання та повідомлення знаходження рідин на відповідному рівні.

Принцип роботи датчиків ґрунтується на визначенні електропровідності між загальним та сигнальними елементами у відповідності від від рівня знаходження речовини.

Споживач має право вкорочувати або нарощувати довжину датчиків, що поставляються, до потребуючої на конкретному випадку застосуванні.



Рисунок 2.7 – Датчик рівня ОВЕН ДС.1

2.5 Перетворювач витрат

Коли є потреба об'ємні витрати рідини та об'єм електропровідних рідин перетворити в відповідні показники застосовують пристрій перетворювач витрат типу ПРЕМ-ГФ. Зауважемо, що протікання рідини може бути в будь-якому напрямку.

Перетворювачі типу ПРЕМ випускаються із трьома класами

застосування з неоднаковими руховими діапазонами В1, С1, D; мають різні динамічні діапазони у прямому та зворотному напрямках; число імпульсних виходів володіють такими станами (реверсивний, що також враховує напрямок потоку; порівнювач; показник помилки виміру), що налагоджуються при замовленні; за промовчанням встановлюється реверсивний режим.

Прилад містить у собі елементи захисту від стороннього доступу для зміни уточнюючих коефіцієнтів, в ньому обмежений варіант регулювання параметрів і ціна імпульсу встановлюється на заводі.

Прилад має наступні характеристики:

- показник температури середовища в межах від 0 до +150°C;
- показник температури навколишнього середовища від -10 до +50°C;
- актуальний працюючий тиск вимірюваного середовища до 1,6 МПа;
- перетворювач живиться від джерела постійного струму з напругою 12 В та потужністю до 5 Вт.
- оптимальна довжина відрізків трубопроводу до та після перетворювача – 2 Ду;
- вихідні сигнали: один або два дискретних сигналів;
- показник струмових сигналів в межах (4-20) мА, пропорційний вимірюваній витраті;
- дискретний сигнал у стандарті інтерфейсу RS485 чи RS232.



Рисунок 2.8 – Перетворювач витрат Теплоком ПРЕМ-80

3 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Вибір програмного забезпечення

3.1 Середовище розробки

CoDeSys є комплексом програмних засобів, що використовується у промислових керуючих пристроях, який винайдений та розповсюджений компанією 3S-Smart Software Solutions GmbH зі штаб-квартирою в Кемптені. Назва CoDeSys є акронімом від Controller Development System. Перша 1.0 була випущена в 1994 році, а у 2012 року програмний продукт став на CODESYS.

Основним компонентом комплексу CODESYS є середовище для створення коду роботи у логічних контролерів. Це середовище розповсюджується безкоштовно і може бути встановлено на декількох системах контролю параметрів без обмежень.

CODESYS надає можливість програмувати за всіма п'ятьма мовами, визначеними стандартом IEC 61131-3 (МЕК 61131-3):

1. IL (Instruction List) – листок з інструкціями.
2. ST (Structured Text) – текст, що був структурований.
3. LD (Ladder Diagram) – діаграми, у яких вигляд сходинок.
4. FBD (Function Block Diagram) – блоки, в яких закладено різні функції.
5. SFC (Sequential Function Chart) – для створення програм з використанням автоматики.

Крім FBD, CODESYS підтримує також мову програмування CFC (Continuous Function Chart), яка дозволяє вільно розміщувати блоки та встановлювати послідовність їх виконання.

CODESYS розроблено з урахуванням інших можливостей, що надає стандарт ІЕС 61131-3. Хорошим аспектом є підтримка об'єктно-орієнтованого програмування (ООП).

Під час під'єднання до контролера, інтерфейс програмування CODESYS переходить у режим налагодження, де надається можливість моніторингу, зміни та корекції значень змінних, встановлення точок зупину, контролю потоку виконання, гарячого оновлення коду, побудови графіків у реальному часі та інших інструментів налагодження. Компілятори, що входять до складу CODESYS, здатні перетворювати програмний код на машинний код (двійковий код), який потім завантажується в контролер. CODESYS підтримує широкий спектр основних 16- та 32-розрядних процесорів, таких як Infineon C166, TriCore, 80x86, ARM, PowerPC, SH, MIPS, Analog Devices Blackfin, TI C2000/28x та інші.

3.2 Мови програмування

Мова релейних діаграм (LAD - Ladder Diagram) відображає програму у вигляді графічного представлення, схожого на схему підключення. У цій мові логічна схема може імітувати струм від джерела напруги шляхом використання логічних умов на вході, які впливають на умови на виході. Зліва у схемі зображена шина, що представляє джерело напруги.

Основними елементами LAD є нормально замкнуті (NC) та нормально розімкнені (NO) контакти. Коли контакти з'єднані. То вони дозволяють сигналу проходити через них до відповідного елемента, тоді як розімкнені контакти заперечують прходу сигналу.

Програма на мові LAD поділена на сегменти (Network), і виконується зліва направо та зверху вниз.

Особливостями редактора LAD є простота у використанні та розумінні для програмістів-початківців.

Функціональні блокові діаграми (FBD - Function Block Diagram) є середовищем, яке відображає програму у вигляді простих логічних схем. У цьому редакторі відсутні з'єднання, але присутні взаємозамінні функціональні блоки. На відміну від LAD, FBD не використовує поняття "струмінь сигналу". Замість цього, використовується аналогічне значення потоку керування через функціональні блоки FBD.

Потік сигналу в FBD відноситься до шляху стану "1" через елементи. Логіка програми визначається зв'язками між функціональними блоками, які представляють команди. Графічне відображення функціонального плану добре відображає процес виконання програми.

ІЛ (Instruction List) — перелік інструкцій. Даний редактор працює для створення програм, вводячи менімонічні позначення команд. У даному середовищі є можливість конструювати програми, які неможливо відтворити у середовищі LAD та FBD. Програмування в ІЛ дуже схоже на програмування на Ассемблері, дещо специфічне.

ПЛК виконує команди в порядку, що визначається програмою, зчитується від початку до вниз, потім починає ще раз.

За допомогою редактора ІЛ завжди можна переглянути або редагувати програми, створені на LAD або FBD, зворотне не завжди можливе.

ЗАСОБИ РОЗРОБКИ ЛЮДИНО-МАШИННОГО ІНТЕРФЕЙСУ

CoDeSys HMI - це система виконання візуалізацій, створених серед програмування CoDeSys. Якщо проект містить візуалізацію, після запуску CoDeSys HMI вона відкривається в повноекранному режимі. Користувач може керувати нею за допомогою миші або клавіатури. Це можливо, навіть якщо файл проекту CoDeSys доступний лише для читання. На екрані відображається лише візуалізація.

Користувач не має змоги редагувати програму. Меню та панелі керування CoDeSys не доступні в операційній версії. Якщо необхідно, функції

управління та контролю проекту мають бути зіставлені елементам візуалізації під час її створення. І тому існують спеціальні команди, доступні у діалогах конфігурації елемента візуалізації. Глибока інтеграція системи програмування CoDeSys та CoDeSys HMI дає такі переваги:

- Відсутність потреби визначати допоміжні списки змінних. Усі змінні проекти доступні у візуалізації безпосередньо.
- Можливість застосування виразів у візуалізації. Наприклад, "Variable1 + Variable2 + 5".
- Концепція заступників дозволяє створювати об'єктно-орієнтовані візуалізації та використовувати їх так само, як екземпляри функціональних блоків.
- Трасувальник значень змінних та Менеджер рецептів CoDeSys доступні у CoDeSys HMI.

CoDeSys HMI надає можливість розробляти людино-машинний інтерфейс в інтегрованому середовищі розробки та використовувати його у будь-якому іншому сумісному оточенні.

Розробка людино-машинного інтерфейсу проводиться у середовищі CoDeSys, яке одночасно використовується і для програмування ПЛК. Для використання розробленого людино-машинного інтерфейсу використовується спеціальна програма, яка дозволяє запускати його на будь-якому комп'ютері, який використовує одну з операційних систем, що підтримуються.

Перерахуємо плюси використання CoDeSys HMI:

1) Швидкодія, надійність, дуже скромні вимоги до комп'ютера. CoDeSys HMI працює з контролером безпосередньо за рідним протоколом зв'язку. Тобто. час оновлення даних і час реакції на команди оператора HMI за визначенням краще, ніж через OPC і тим більше DDE. Даний вид візуалізації невимогливий до таких ресурсів, як процесорний час та оперативна пам'ять, що дозволяє скоротити витрати на придбання обладнання

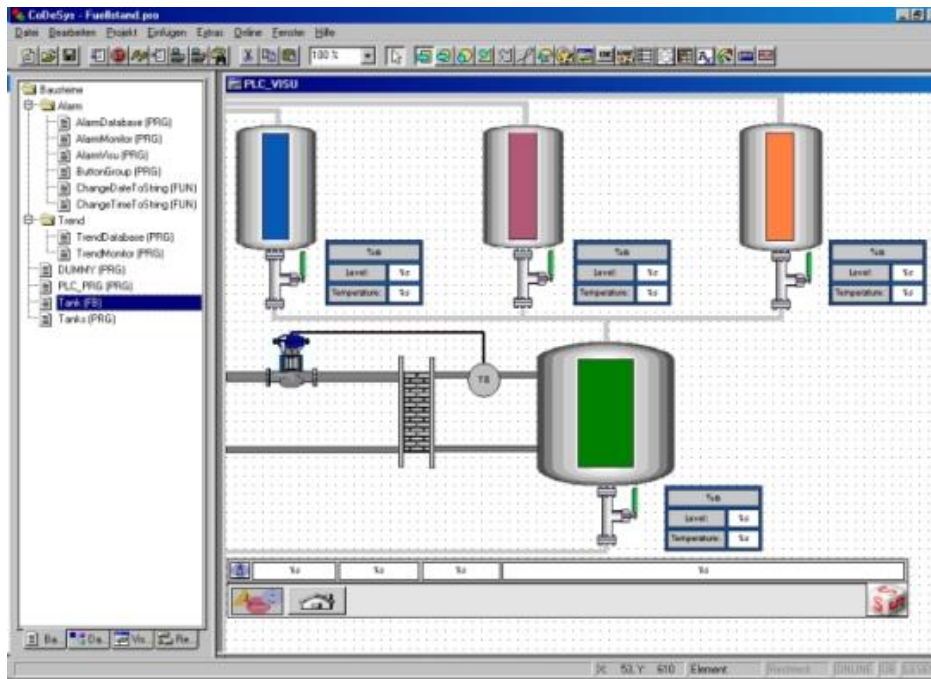


Рисунок 3.1 – Вікно програми CoDeSys HMI

- 2) Всі обчислення відбуваються у контролері. Можна працювати з даними, що швидко змінюються, навіть при повільному і не надійному каналі зв'язку.
- 3) Візуалізацію CoDeSys можна запустити не лише на комп'ютері. Якщо ПЛК оснащений панеллю або виходом для підключення дисплея, візуалізацію можна запустити прямо в ПЛК. При цьому немає необхідності робити будь-які зміни в програмах.
- 4) Простота застосування. Усі картинки малюються у середовищі програмування і елементарно пов'язуються зі змінними проекту. Відпадає необхідність у конфігуруванні серверів, а так само потреба в сторонніх інструментах – все інтегровано в одному середовищі.

3.3 Склад каналів та вимоги до них

САУ аналізованої установки має у своєму складі велику кількість каналів різного типу. Вимірювальні канали САУ забезпечують вимірювання технологічних параметрів та порівняння із заданими значеннями уставок

(попереджувальних та аварійних). По каналах управління проводиться видача команд управління виконавчими механізмами.

Всі сигнали в системі можуть бути поділені на вхідні та вихідні, аналогові та дискретні. Як вхідні САУ приймає аналогові та дискретні сигнали. Під дискретними сигналами розуміються сигнали від датчиків виду "сухий" контакт. Датчики тиску передають сигнал у систему аналогового типу. Використання кінцевих вимикачів вказує на положення технологічного об'єкта. На пульті керування розміщені кнопки, які є дають команди у виді дискретних сигналів.

Вихідні дискретні сигнали забезпечують видачу сигналів управління пускачі виконавчих механізмів, обмотки соленоїдів кранів та інше технологічне обладнання об'єкта. Вихідні аналогові сигнали необхідні виконання завдань регулювання.



Рисунок 3.2 ПЛК Овен 150

Контроль обриву датчиків.

До складу САУ входить велика кількість аналогових та дискретних датчиків. Очевидно, що контроль та діагностика обриву в ланцюгах датчиків

відіграє важливу роль у підвищенні надійності та якості системи.

Відстежування мережі аналогових датчиків виконано через програмне та апаратне забезпечення. Коли дані про вимірюваний параметр знаходяться в межах діапазону вимірювання та з'єднання між датчиком та перетворювачем не порушене, напруга на виході перетворювача буде знаходитись у діапазоні від 1 до 5 В. У випадку, коли напруга, виміряна на виході аналогового перетворювача, виходить за межі робочого діапазону, це свідчить про обрив зв'язку між датчиком та перетворювачем і виникає діагностичне повідомлення

Контроль справності насосів.

Контроль справності насосів реалізовано програмно. Усі насоси системи приводяться в дію пристроями планового запуску або частотними перетворювачами. Кожен з таких пристроїв повідомляє про свій статус через дискретні сигнали, за якими оператор має можливість спостерігати з диспетчерського пункту.

Крім контролю стану пускових пристроїв кожна свердловина оснащується датчиками тиску. Тиск у водопроводі дозволяє судити про те, відбувається забір води зі свердловини чи ні. Якщо система подає сигнал старту пускового пристрою, але тиск з часом у трубопроводі не зростає, то ситуація розцінюється як позаштатна.

Резервування.

У даній системі водопостачання використовується резервування мережевих насосів, що є мірою підвищення надійності. Схема резервування, що використовується, передбачає, що в роботі зазвичай знаходиться не більше двох мережевих насосів, залежно від поточного тиску. У години малого завантаження працює лише один мережевий насос, проте, якщо тиск продовжує знижуватися, а перший насос працює на першу потужність, в

роботу вмикається другий насос.

Алгоритм керування насосами розрахований на послідовну зміну провідного першого насоса в залежності від часу напрацювання кожного, що дозволяє продовжити загальний ресурс роботи.

АРМ оператора

Створення ефективного автоматизованого робочого місця (АРМ) - серйозне завдання автоматизації будь-якого виробництва. Архітектура АРМ СІ (змінного інженера) з роками змінювалася разом із розвитком технічних засобів та змінами вимог замовників. У сучасних умовах основа створення АРМ — це персональні комп'ютери.

Основним фактором при виборі комп'ютера як основа АРМ послужила широта поширення цієї архітектури, з чого випливає простота придбання та модернізації, а також наявність у замовника фахівців з обслуговування, не кажучи вже про таку перевагу, як доступність системного програмного забезпечення.

У цій системі використовується комп'ютер, де інстальована програма CoDeSys HMI, основним завданням роботи якого є наочний контроль за стан усієї системи, а також збір статистики та архівування даних. ПЕОМ обмінюється даними з програмованим логічним контролером у вигляді інтерфейсу Ethernet, який разом із протоколом передачі забезпечує гарантію досягнення одержувача пакетами інформації.

3.4 Призначення та цілі створення системи

У цій кваліфікаційній роботі розробляється система автоматизації водозабором. Метою створення автоматизованої системи управління водозабором є покращення роботи технологічного процесу, зниження витрат та максимальне виключення людського фактора.

Коротка інформація про об'єкт автоматизації

Об'єктом автоматизації є існуюча система водопостачання, що складається з двох груп свердловин, територіально віддалених один від одного приблизно на відстані до 1 км, резервуару, каналу споживання та насосів 1-го та 2-го підйомів.

У насосних 1-го підйому відбувається забір води зі свердловин за допомогою занурювальних насосів. Вода з усіх свердловин потрапляє в загальний резервуар, звідки забирається насосами другого підйому і подається споживачеві в загальний водопровід.

Перелік завдань автоматизації та вимоги до технічних характеристик системи

Автоматизація управління має забезпечувати оптимальний режим роботи системи водозабору, застерегти встановлення від аварій, сприяти підвищенню продуктивності праці та скорочення експлуатаційних витрат.

Проект має передбачати такі функції автоматизації:

- автоматику безпеки;
- екстрену зупинку у разі відхилення поточних технологічних параметрів у зону аварійного значення;
- аварійну сигналізацію, що повідомляє про відхилення поточних технологічних параметрів у зону аварійного значення;
- попереджувальну сигналізацію, що сповіщає про відхилення поточних технологічних параметрів від нормального регламентованого значення, але ще не досягло значення, при якому можливо аварійної сигналізації.
- чергування використання технічних засобів на продовження їх терміну служби;
- дистанційну передачу даних між складовими системи та їх облік під час регулювання.

Регулювання наступних параметрів:

- тиск води у водопроводі споживача;
- рівень води у резервуарі.

Комплекс технічних засобів має забезпечувати:

- збирання даних про стан технологічних параметрів на всіх об'єктах системи;
- реєстрацію даних та використання цих даних для прогнозування навантаження;
- моніторинг поточного стану АСУ як реального часу.

3.5 Алгоритм збору та обробки інформації

Для АСУ ТП ПОВ та АСУ ТП ПРВ збір та обробка інформації передбачаються таким чином:

- вимірювання, контроль та облік поточних значень параметрів шляхом циклічного опитування датчиків з подальшою фільтрацією отриманих показань (для усунення різких випадкових викидів), порівнянням сигналу, отриманого після фільтрації, з межами допуску та видачею сигналу диспетчеру у разі виходу показань за допустимі межі;
- вимірювання, контроль та облік інтегральних значень параметрів шляхом запам'ятовування кількості імпульсів з виходів лічильників та накопичення їх в інтегруючих пристроях телемеханіки;
- вирішення завдань контролю та обліку параметрів, отриманих за допомогою телесигналізації, методом логічного аналізу.

У задачах оперативного обліку та розрахунку техніко-економічних показників використовується метод прямого рахунку.

Критерієм під час вирішення завдань оптимізації роботи станцій I підйому та очисних споруд є технологічна собівартість води, поданої споживачам.

Завдання розрахунку графіка роботи насосної станції I підйому, що працює на резервуар, вирішується методами нелінійного програмування. Для

спрощення розв'язання її можна звести до завдання, яке вирішується методом прямого рахунку при виконанні наступних умов: на ділянці наростання водоспоживання в момент рівності подачі та споживання води об'єм її в резервуарі має бути максимальним; на ділянці спаду водоспоживання в момент рівності подачі та споживання води обсяг води в резервуарі має бути мінімальним. З цих умов визначаються моменти включення додаткових насосних агрегатів.

Завдання розподілу води по технологічних лініях полягає у визначенні подачі води кожною лінією так, щоб мінімізувати загальну технологічну собівартість обробки води на станції при заданій загальній подачі води станцією та заданих технологічних обмежень на пропускну здатність лінії. Це завдання вирішується шляхом проекції градієнта. Вихідні дані виходять з розв'язання задачі розрахунку оптимальних доз реагентів при різних величинах подачі води.

Розрахунок оптимальних доз реагентів полягає у знаходженні доз реагентів, що забезпечують мінімальне значення технологічної собівартості обробки води за умов, які визначають зв'язок між входами технологічних ланок, та врахування технологічних обмежень на продуктивність споруд та якість обробленої води. Завдання вирішується шляхом лінійного програмування. Для коригування моделі застосовано релаксаційний алгоритм ідентифікації (алгоритм Качмажу).

Розрахунок оптимального режиму роботи фільтрів полягає у визначенні подачі води кожним фільтром так, щоб сумарна витрата води на потреби станції за заданий час була мінімальною при заданих технологічних обмеженнях та загальній подачі води станцією. Завдання вирішується шляхом проекції градієнта. Розрахунок здійснюється за математичними моделями фільтрів. Коефіцієнти моделей коригуються за допомогою алгоритму Качмажу.

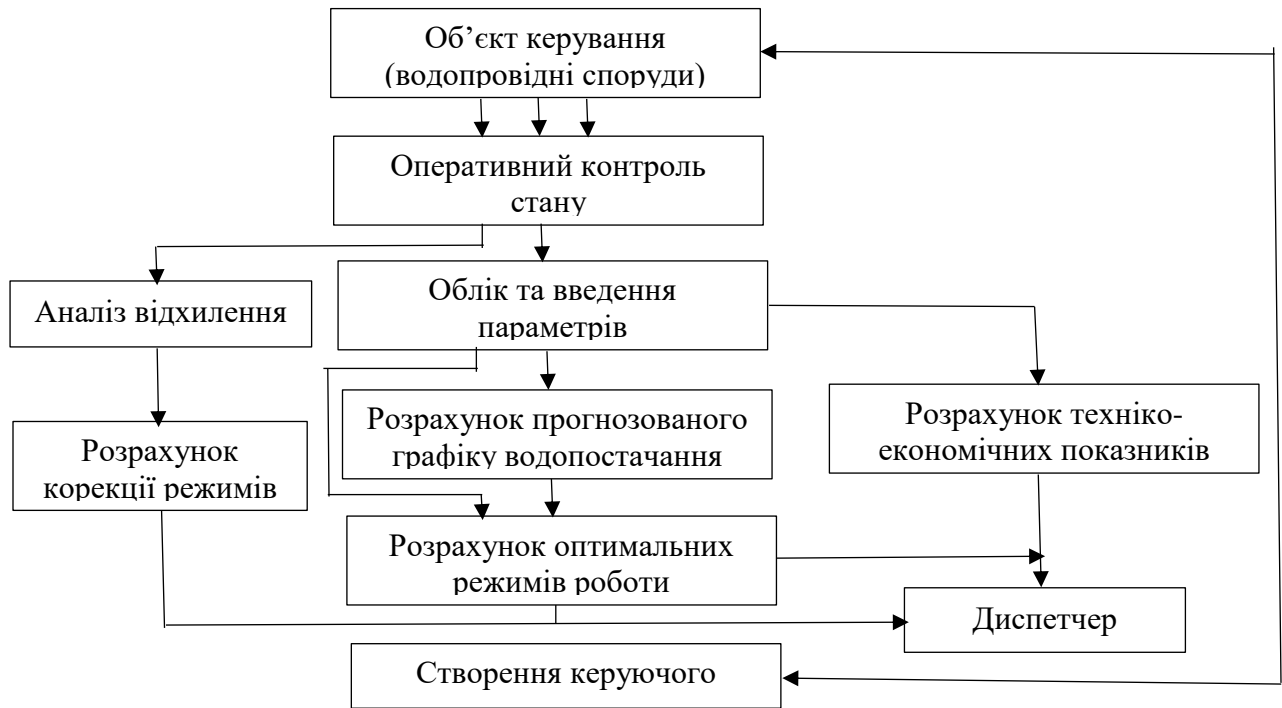


Рисунок 3.3 – Загальний алгоритм функціонування АСУ ТП

Розв'язання задачі прогнозування добового графіка водопостачання в різних проектах ЛСУ ТП може здійснюватися кількома методами: побудовою моделей авторегресії або проінтегрованого ковзного середнього, методом „граничних циклів” та ін.

Для розрахунку оптимальних режимів роботи насосних станцій використовуються математичні моделі, що пов'язують натиск і подачу насосних станцій та тиску в точках мережі, що диктують. Такі модулі мають вигляд поліномів, коефіцієнти яких визначають на основі статистичної обробки даних про параметри роботи системи за минулі дві-три педелі.

Для розрахунку оптимальних режимів роботи систем із кількома насосними станціями можуть бути використані методи лінійного програмування.

Завдання оптимального управління групами артезіанських свердловин (колодязь) передбачає розрахунок для кожної години доби необхідної

кількості працюючих артезіанських свердловин з урахуванням їхньої економічності, тривалості роботи та рівня води у свердловинах. При збільшенні водоспоживання передбачається включення найбільш економічних свердловин, а при зменшенні відключення найменш економічних. Завдання вирішується шляхом логічного аналізу.

Взаємозв'язок завдань АСУ ТП, послідовність, періодичність та зумовленість їх вирішення визначаються загальним алгоритмом функціонування, який відбиває прийняту стратегію оперативного управління.

Завдання централізованого контролю мають вирішуватись цілодобово-безперервно. Облікові завдання, як правило, вирішуються щогодини, тоді як розрахунок техніко-економічних показників повинен проводитись один раз на зміну або один раз на добу.

Оперативне планування режимів проводиться один раз на добу, а також при різкій зміні водоспоживання або умов водопроводу. Завдання корекції режимів вирішуються у разі необхідності зміни розрахункового плану роботи споруд.

Управління спорудами здійснюється відповідно до розрахункового оперативного плану-графіка оптимального режиму або в результаті вирішення завдань корекції режиму.

На блок-схемі загального алгоритму функціонування АСУ ТП водопостачання показано взаємозв'язок завдань.

3.6 Алгоритм керування свердловинами

Управління підземними вододжерелами (артезіанськими свердловинами, шахтними колодзями, променевими водозаборами та ін.) має низку особливостей і має враховувати такі фактори:

експлуатаційні особливості свердловин (колодязь);

гідравлічні умови свердловин (колодців) та аспекти спільної роботи групи свердловин (колодців);

економічні показники свердловин (колодязь).

Експлуатаційні особливості накладають ряд обмежень на роботу свердловин (колодязь). Необхідно уникати частих „ривків”, тобто включень та вимкнень свердловин, оскільки це може призвести до висипання піску (піскування свердловин). У багатьох випадках пуск свердловин пов'язаний з необхідністю короткочасного випуску води з домішкою піску. Свердловини необхідно періодично зупиняти для профілактичного огляду чи ремонту насоса.

Щоб уникнути перевантажень збірного водоводу та енергетичних ліній, необхідно здійснювати пуск кількох свердловин поступово через певні часові інтервали (наприклад, через 10 хв). Свердловини, які працюють на спеціальних споживачів, не можна відключати. У шахтних колодязях, що мають два насоси, доцільно, щоб один насос постійно перебував у роботі, а другий вмикався та вимикався за необхідності.

Необхідно забезпечити контроль рівня води у свердловинах і не допускати його зниження нижче за гранично допустиме значення.

Алгоритми управління артезіанськими свердловинами передбачають поділ їх на три групи:

- перша (група А) - свердловини, що працюють зараз;
- друга (група В) - свердловини, що знаходяться в резерві;
- третя (група С) - свердловини, що знаходяться у простій (готові до роботи).

Масиви номерів свердловин упорядковуються у пам'яті ЕОМ за величиною питомої витрати електроенергії. При необхідності зменшення подачі води від водозабору необхідно виключити з масиву А свердловину, що має найбільшу питому витрату електроенергії. Номер цієї свердловини слід перенести з масиву А масив С. Зворотні дії слід робити при потребі підняти подачу води. Одночасно слід контролювати тривалість дії кожної свердловини з бажанням своєчасного проведення профілактичного огляду чи ремонту. При

цьому номер виведеної з роботи свердловини слід перевести з масиву А масив В.

3.7 Опис автоматизованої системи управління

Опис схеми автоматизації

У роботі розглядається система водозабезпечення, що включає три віддалених один від одного приміщення. Два приміщення являють собою насосні першого підйому, в яких розміщуються дренажні насоси. У кожному з таких приміщень знаходиться по три дренажні насоси, які приводяться в роботу за допомогою пристроїв плавного пуску Siemens Sirius 3RW40. Пристрій плавного пуску дозволяє запобігти кидкам струму і знизити навантаження на трубопровід, тим самим продовжуючи термін служби насосів і зменшуючи ймовірність виникнення прориву водопроводу.

Кожна свердловина оснащена модулями аналогового введення ОВЕН МВА8 та модулями цифрового введення-виведення ОВЕН МДВВ. Дані модулі об'єднані в мережу з контролером ОВЕН ПЛК150 за допомогою інтерфейсу RS-485, який дозволяє обмінюватись даними на відстанях до 1 кілометра. Управління даними блоками введення-виведення повністю покладається на програмований логічний контролер. Для контролю рівня води кожна свердловина оснащується кондуктометричним датчиком рівня, який сигналізує про низький рівень води у свердловині. Даний сигнал надходить на модуль введення МВА8, що робить його доступним для контролера, який, виходячи з цього сигналу, подає попереджувальні сигнали оператору і зупиняє відповідний дренажний насос для запобігання сухому ходу. Також на водопроводі кожної свердловини встановлено датчик тиску, який дозволяє визначити наявність води та тиск, створюваний нею у водопроводі, що є необхідною інформацією з точки зору автоматичного керування. На виході з кожної свердловини на початку трубопроводу встановлено зворотний клапан, який унеможливорює рух води у зворотному напрямку.

Вода, що забирається дренажними насосами зі свердловини, надходить у загальний резервуар. Даний резервуар обладнаний трьома кондуктометричними датчиками рівня, які дозволяють судити про рівень води в резервуарі та запобігти його спустошенню або переповненню.

Завдання подачі води безпосередньо споживачам покладається на мережеві насоси, які знаходяться у тій самій будівлі, де знаходиться диспетчерський пункт. Мережеві насоси працюють із резервуванням, що дозволяє підвищити коефіцієнт надійності. Кожен мережевий насос працює через частотний перетворювач. Всі частотні перетворювачі підключені до контролера та керуються ним. Це дозволяє реалізувати оптимальні алгоритми управління, які можуть продовжити ресурс обладнання та знизити ймовірність його виходу з ладу.

Наприкінці загального трубопроводу встановлено датчик тиску та витратомір. Тиск у трубопроводі споживача є основною величиною, що регулюється. Підтримка оптимального тиску дозволяє знизити витрати води та електрики, що позитивно впливає на економічні показники. Витратомір дозволяє вести облік води, що необхідне в даній системі.

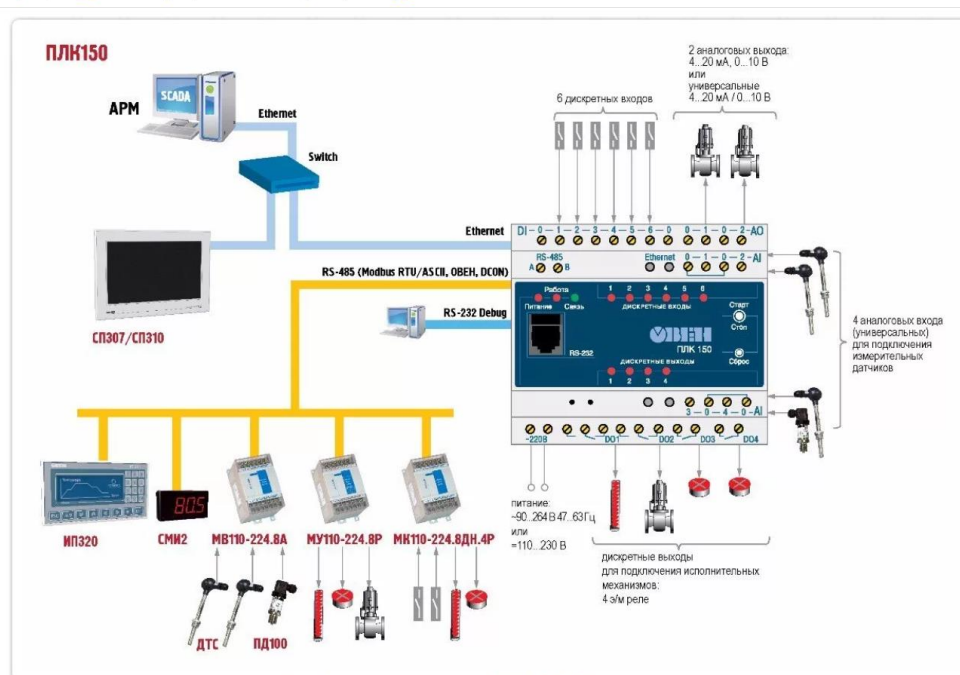


Рисунок 3.4 Схема автоматизації

Опис схеми регулювання

Схема регулювання визначає способи підключення всіх пристроїв та з'єднання їх воедино. На розробленій схемі представлені всі технічні засоби, що практикують застосування в автоматизації окремого технологічного процесу. Так як деякі компоненти системи віддалені один від одного на відстані більше 100 метрів, виникає проблема з'єднання всіх пристроїв воедино. Для досягнення поставленої мети використовується інтерфейс RS-485, який дозволяє з'єднати програмований логічний контролер та модулі введення та виведення воедино. Це дозволяє працювати з даними віддалених датчиків так само, як і з локальними. Для з'єднання пристроїв використовується топологія шина. Контролер є провідним пристроєм, інші компоненти системи, такі як модулі введення і виведення – веденими.

На схемі регулювання можна побачити лінії підведення живлення. Тут використовується трифазна напруга для підключення пристроїв плавного пуску та частотних перетворювачів, яке, відповідно, подають його на дренажні та мережеві насоси.

Пристрої плавного пуску управляються дискретним сигналом, що виробляється модулем вводу-виводу. Інформація про стан пристрою плавного пуску також надходить на вхід даного модуля. Інформація такого роду виводиться на дисплей оператора, забезпечуючи наочний контроль за справністю системи. Частотні перетворювачі працюють із мережевими насосами за такою ж схемою. Датчики тиску та рівня підключаються до модуля введення MVA8 і передають дані мережі RS-485 головному контролеру.

Опис схеми сигналізації

Кожна автоматизована система керування має передбачати світлову та звукову сигналізації, які дозволяють своєчасно сповіщати оператора про

позаштатні ситуації, оскільки рівень шкоди сильно залежить від того, наскільки швидко будуть вжиті відповідні заходи щодо усунення проблеми.

Система сигналізації в даній системі водопостачання є рядом світлових і звукових сигналів, що подаються при виникненні позаштатної ситуації. До там ситуацій належать:

- низький рівень води у свердловині;
- низький рівень води у резервуарі;
- високий рівень води у резервуарі;
- низький тиск у трубопроводі споживача;

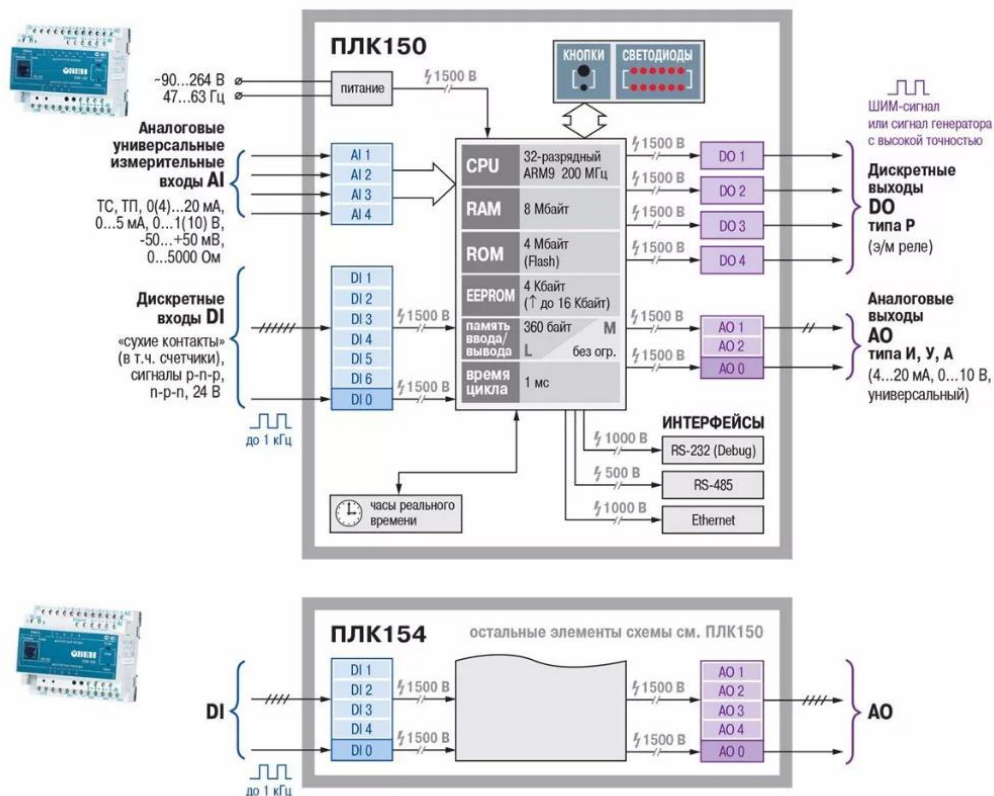


Рисунок 3.5 Функціональна схема підключення ПЛК Овен 150

- високий тиск у трубопроводі споживача;
- відсутність потоку води на вході у водобак;

При виникненні однієї з цих ситуацій загоряється відповідна сигнальна лампа на щиті автоматики. У разі критичних ситуацій, до яких відносяться

відсутність потоку води у водопроводі подається звуковий сигнал. Так само в системі є дві сигнальні лампи, які сигналізують про наявність однієї з проблем і є дублюючими.

Програмований логічний контролер дозволяє спростити реалізацію системи сигналізації. На вхід контролера надходять сигнали з датчиків системи і, на підставі цих даних, контролер виробляє сигнали, що управляють, для включення відповідних світлових і звукових індикаторів.

Опис схеми живлення

Система водопостачання, що розглядається, використовує трифазне живлення з напругою мережі 380 вольт. Необхідність використання трифазного живлення обумовлена використанням потужних дренажних та мережевих насосів. Розроблена схема живлення визначає підключення технічних засобів до електромережі.

У цій схемі живлення використовуються автоматичні вимикачі різних номіналів, які дозволяють захистити обладнання від короткого замикання. Також тут використовуються запобіжники як додатковий захід захисту.

Для пристроїв, які працюють від напруги 24 В, використовуються спеціальні блоки живлення.

На щиті автоматики є окрема сигнальна лампа, яка показує наявність напруги в мережі.

Опис схеми підключення зовнішніх проводок

Схеми підключення зовнішніх проводок показують спосіб з'єднання технічних засобів. У цій автоматизованій системі управління використовуються двоконтактні датчики рівня та тиску. Для їх підключення використовується двожильний кабель, вибраний відповідно до типу виробництва та категорії приміщень. Кожен датчик знаходиться на різній відстані від модуля введення. Дані про довжину кабелю відображені на

розробленій схемі. Усього на схемі присутні 8 віддалених один від одного точок кріплення датчиків – шість місць встановлення дренажних насосів, водобак та вихід у водопровід споживача.

Опір навантаження аналогового виходу ПЛК150:

$$R \leq 900 \text{ Ом при вихідному сигналі «струм } 4\text{...}20 \text{ мА}»,$$

$$R > 2 \text{ кОм при вихідному сигналі «напруга } 0\text{...}10 \text{ В}$$

Підключення зовнішнього блоку електроживлення для аналогових виходів не доцільно, так як блок електроживлення вбудований в контроллер.

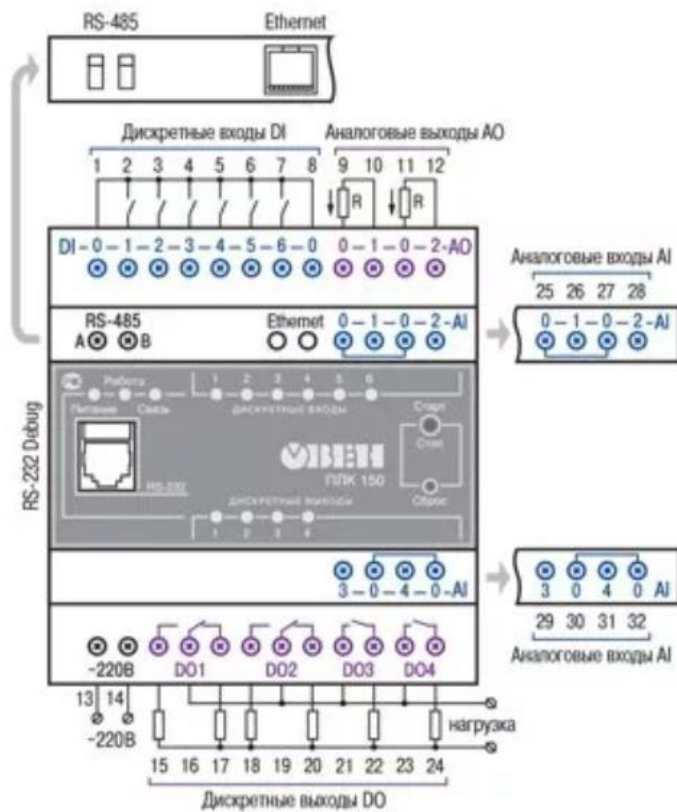


Рисунок 3.6 Схема під'єднання до ПЛК.

Опис структурної схеми

Структурна схема системи водопостачання визначає розташування устаткування приміщеннях. Всього на території знаходиться три приміщення категорії Д. Дані приміщення знаходяться на відстані від 200 до 400 метрів

один від одного.

Дві будівлі є насосними станціями першого підйому. У кожній з таких станцій розташовується група з трьох дренажних насосів, які виробляють забір води із свердловин. У кожному з цих приміщень знаходиться шафа керування насосами, яка містить у собі модулі аналогового введення та дискретного вводу-виводу. Так само в приміщеннях знаходяться пристрої плавного пуску, які безпосередньо підключаються до дренажних насосів і управляються сигналами, що управляють, що надходять з модулів дискретного виведення. Також пристрої плавного пуску передають сигнали про свій стан на модулі введення, що дозволяє відстежувати справність роботи насосів з єдиного диспетчерського пункту.

Третій будинок є одночасно насосною другою підйому і диспетчерський пункт. У цьому приміщенні знаходиться основна шафа управління, яка включає в себе головний контролер, а також модулі введення-виводу. Також тут знаходяться мережеві насоси, які приводяться в дію частотними перетворювачами, які в свою чергу отримують керуючі сигнали від головного контролера. Два насоси є резервними та включаються в роботу лише при виході основних насосів з ладу.

Приміщення операторської є кімнатою, в якій знаходиться місце оператора. Воно обладнане ПЕОМ, де встановлено програмне забезпечення CoDeSys HMI. Дане програмне забезпечення є SCADA системою і дозволяє стежити за стан всієї системи водопостачання з одного місця. Також дане ПЗ дозволяє здійснювати на систему управління. Зв'язок між ПЕОМ та ПЛК здійснюється за допомогою Ethernet-інтерфейсу.

3.8 Обґрунтування вибору засобів автоматизації

Всі приміщення об'єкта автоматизації, що розглядається, відносяться до категорії Д. Виходячи з цих та інших даних був обраний відповідні елементи автоматизації: програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК150, частинка контролера, що містить дискретне введення-виведення ОВЕН МДВВ, модуль

аналогового введення ОВЕН МВА8, перетворювач тиску ОВЕН ПД100, датчик рівня ОВЕН ПДУ, витратомір ПРЕМ 80, пристрій плавного пуску Siemens Sirius 3RW40, частотний перетворювач ОВЕН ПГВ.

При виборі засобів автоматизації найбільшу перевагу надавали продукції фірми «Овен» з двох основних причин: відповідність ціни якості і великий обсяг якісної документації, у тому числі російською мовою.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА ТИСКУ ОВЕН ПД100

Датчики ОВЕН ПД100-ДІ використовуються для неперервного перетворення надлишкового тиску вимірюваного середовища на стандартизований постійний струмовий сигнал в діапазоні від 4 до 20 мА. Ці датчики застосовуються для систем автоматичного регулювання, управління та відображення даних в різних галузях промисловості, комунального господарства, а також на теплових пунктах та інших об'єктах. Метрологічні характеристики датчиків включають:

- Вихідний сигнал: постійний струм в діапазоні від 4 до 20 мА.
- Діапазон робочих температур для контрольованого середовища: від мінус 40 до 100 °С.
- Діапазон робочих температур для навколишнього повітря: від мінус 40 до 80 °С.
- Межі допустимої основної похибки виміру: не більше $\pm 0,25\%$.
- Напруга постійного живлення: від 12 до 36 В.
- Споживана потужність: незначно більше 0,8 Вт.
- Середній час безвідмовної роботи: не менше 50 000 годин.
- Середня тривалість служби: принаймні 12 років

ХАРАКТЕРИСТИКИ ДАТЧИКА РІВНЯ ОВЕН ДС.1

Використання датчів кондуктометричного типу, дає можливість вимірювання та моніторингу рівнів рідин.

Сам датчик спрацьовує коли відбувається зміна електропровідності між загальним та сигнальними електродами у відповідності від межі вимірюваної речовини.

Датчики мають такі характеристики:

- матеріал ізолятора: фторопласт;
- матеріал електрода: 12Х18Н10Г;
- довжина електрода: 0,5 м;
- напруга, яка подається на електроди датчика: не більше 24 В;
- робоче положення: вертикально та горизонтальне;
- робочий надлишковий тиск: трохи більше 2,5 МПа;
- температура: трохи більше 100 °С;
- середній термін служби: щонайменше 12 років.

Перевірка датчика тиску ОВЕН ПД100

Розглянемо методику перевірки перетворювача тиску ОВЕН ПД100.

Перетворювачі використовуються для безперервного перетворення значень вимірюваних величин тисків (абсолютного, надлишкового, гідростатичного, диференціального, розрідження та інших фізичних величин, що визначаються за тиском або різницею тисків (наприклад, рівень і щільність рідини, витрата рідини, газу або пари)) у уніфікований вихідний аналоговий сигнал постійного струму від 4 до 20 мА та (або) цифровий сигнал у стандарті протоколів HART або RS-485.

При проведенні первинної та періодичної перевірок виконують вказані дії:

- загальний стан об'єкту;
- випробування;
- обрахунок основної похибки виміру;
- визначення варіації вихідного сигналу

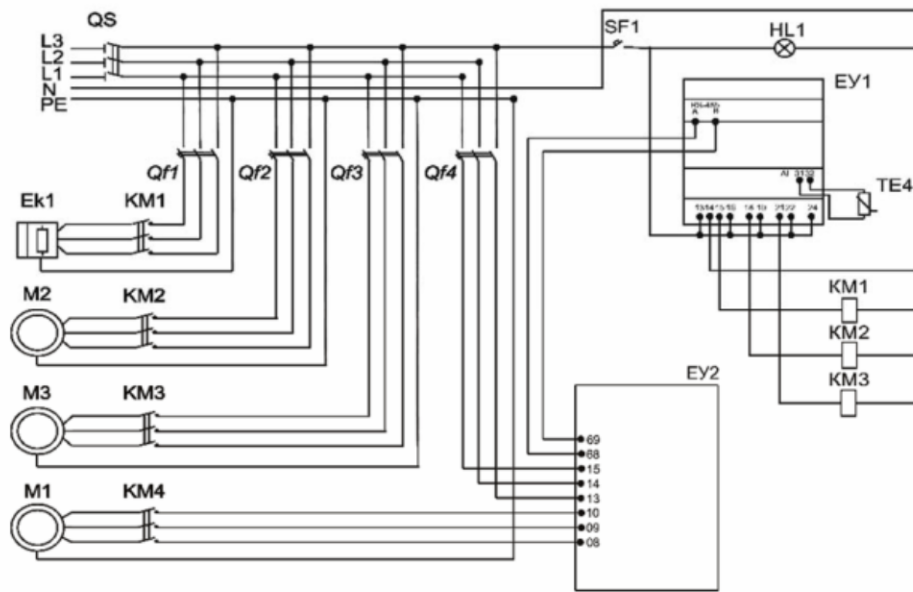


Рисунок 3.7 Принципова електрична схема керування

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Значення та завдання безпеки життєдіяльності

Безпека життєдіяльності – система забезпечення безпеки життя та здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, що включає правові, соціально-економічні, організаційно-технічні, санітарно-гігієнічні, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи.

Вона включає такі групи норм:

- правила з техніки безпеки та виробничої санітарії;
- спеціальні норми охорони праці осіб, які працюють у важких, шкідливих та небезпечних виробничих умовах;
- норми з охорони праці жінок, неповнолітніх та осіб зниженою працездатністю;
- норми, що регулюють діяльність органів державного нагляду та громадського контролю, а також встановлюють відповідальність за порушення законодавства про охорону праці;
- норми, що регулюють планування та організацію роботи з охорони праці.

Основні функції БЗ:

- Характеристики життєвого простору.
- Створення вимог безпеки до елементів з негативним впливом – призначення ГДК, ПДК, допустимого ризику тощо.
- Організація тестування стану довкілля в реальному часі та перевірка стану джерел негативного впливу.
- Розробку та використання засобів біо-захисту.
- Реалізацію методів та дій, щодо передбачення негативного впливу та усунення наслідків НС.
- Навчання співробітників основ БЖД, підготовку спеціалістів.

Вирішення проблеми безпеки полягає у забезпеченні нормальних умов

діяльності людей, захисті людини та навколишнього середовища від впливу шкідливих факторів, які мають місце на об'єкті, що розглядається в даній роботі, – системі водопостачання.

4.2 Вплив шкідливих та небезпечних факторів на робочому місці

Широке використання електротехніки, комп'ютеризованих систем для домашнього вжитку, високоефективних пристроїв зберігання та пошуку інформації, передових технологій зв'язку та електронних мереж ставить перед охороною праці нові проблеми. Розглянута система автоматизації використовує велику кількість таких технічних засобів.

Робота працівників, що безпосередньо пов'язана комп'ютерами, а відповідно до додаткових шкідливих впливів цілої групи факторів, що істотно знижує продуктивність їхньої праці. Робота обслуговуючого персоналу проводиться сидячи, стоячи, або пов'язана з ходьбою, не вимагає систематичної фізичної напруги і відноситься до категорії «легка». Монотонна робота за комп'ютером викликає швидку стомлюваність людини, призводить до погіршення її здоров'я та підвищує витрату енергії від 60 до 100 %. Оператор, на якого покладаються обов'язки контролю справного функціонування всієї системи водозбагачення за допомогою ПЕОМ і SCADA-системи, піддається впливу шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища:

- безпека ураження електричним струмом при контакті з струмопровідними проводами, корпусами ЕОМ, що опинилися під напругою внаслідок пробією ізоляції;
- електромагнітні поля;
- шум;
- несприятливі метеорологічні умови;
- недостатня освітленість;
- психоемоційна напруга зорового апарату з появою скарг на

незадоволеність роботою, головний біль та ін.

Режим роботи персоналу, що обслуговує систему водозабору, становить 8 годин на зміну за безперервного технологічного процесу виробництва. Основною перервою є перерва на обід. У режимі праці мають бути передбачені додатково дві перерви. Перерва на обід встановлюється за 4 години від початку роботи.

Персонал обслуговує обладнання на майданчику, а також працює із ПЕОМ, які розташовані в операторній. Час роботи на ПЕОМ має перевищувати двох годин поспіль. Додаткові регламентні перерви необхідно надавати через 2 години роботи після початку зміни та через 1.5 - 2 години після обідньої перерви.

Працюючи з ПЕОМ необхідно виконувати комплекси вправ для очей, вправи виконуються сидячи чи стоячи, відвернувшись від екрану при ритмічному диханні, з максимальною амплітудою руху очей.

Робочі місця з дисплеями розташовуються між собою з відривом щонайменше 1,5 м. Організація робочих місць оператора в УОГ складає основні сучасних ергономічних вимог. Конструкція робочих меблів (крісла оператора) забезпечує можливість індивідуального регулювання відповідно до зростання робочого та створення зручної пози.

Обов'язки працівника із забезпечення охорони праці на цьому підприємстві:

- а) дотримуватись норм, правил та інструкцій з охорони праці;
- б) правильно застосовувати колективні та індивідуальні засоби захисту;
- в) негайно повідомляти свого безпосереднього керівника про будь-який нещасний випадок, що стався на виробництві, про ознаки професійного захворювання, а також про ситуацію, яка створює загрозу життю та здоров'ю людей.

Коли повністю усунути шкідливий вплив на організм працівника неможливо, законодавець встановлює інші заходи та засоби індивідуального

захисту та застосування інших речовин, що оптимально нейтралізують шкідливість, недопущення до важких і шкідливих робіт осіб, чиє здоров'я не відповідає необхідним вимогам.

4.3 Санітарно-гігієнічні вимоги до приміщень

Метеорологічні умови виробничих приміщень (мікроклімат) визначаються поєднаннями температури, відносної вологості, швидкості руху повітря, барометричного тиску, що діють на організм людини.

Несприятливі умови різко погіршують самопочуття людини, знижують продуктивність праці та часто призводять до різних захворювань.

ДОСТ 12.1.005 встановлює оптимальні та допустимі метеорологічні норми у робочих приміщеннях залежно від сезону, категорії робіт, надлишків явного тепла, які показані у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Оптимальні норми температури, відносної вологості, швидкості руху повітря в робочій зоні

Період року	Категорія робіт	Температура, оС	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с, трохи більше
Холодний	1а	21...25	75	0,1
	б	20...24	75	0,2
Теплий	а	22...28	55	0,1...0,2
	б	21...28	60	0,1...0,3

Цей об'єкт знаходиться на території Херсонської обл. У приміщенні диспетчерського пункту системи водопостачання, що розглядається, параметри мікроклімату на робочих місцях відповідають вимогам нормативів.

4.4 Виробничий шум та вібрації

Шум та вібрації негативно впливають на здоров'я людини і можуть призвести до травм або професійних захворювань. Шум на робочих місцях не повинен перевищувати допустимі рівні ДОСТ 12.1.003. У таблиці 4.2 наведено допустимі рівні шуму робочих місцях.

Таблиця 4.2 - Допустимі рівні шуму на робочих місцях

Робочі місця	Рівні звукового тиску, дБ в октанових смугах із середньгеометричними частотами, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Приміщення управління, робочі кімнати	79	70	63	58	55	52	50	49
Приміщення для розміщення галасливих машин	94	87	82	78	75	71	70	80

Основними джерелами шуму в даній системі водопостачання є дренажні та мережеві насоси. До автоматизації передбачалося, що персонал перебуватиме в приміщенні водозабору поблизу дренажних насосів щогодини протягом деякого часу, достатнього для перевірки стану та включення/вимкнення насосів. Після автоматизації необхідність знаходитись у будівлі водозабору повністю відсутня, тому персонал не підпадає під вплив шуму від дренажних насосів.

Мережевий насос знаходиться в окремій кімнаті і має низький рівень шуму за рахунок використання частотного перетворювача і роботи не на повну потужність.

У диспетчерському пункті основним джерелом шуму є ПЕОМ, рівень якого зведений до мінімуму за рахунок використання більшості місць системного блоку пасивного охолодження.

4.5 Розрахунок освітлення

Розрахуємо освітлення для диспетчерського пункту системи водопостачання, що розглядається, де персонал проводить більшу частину часу. Розрахунок будемо проводити за допомогою методу коефіцієнта використання. Метод коефіцієнта використання є базовим методом ручного розрахунку освітлення та широко застосовується у проектній практиці, дозволяючи швидко оцінити запропоноване рішення.

Основними припущеннями методу є:

- однорідність (тобто рівномірний розподіл) світності відбивають поверхонь (як вторинних випромінювачів), що оточують освітлюване приміщення;
- дифузність (тобто ламбертовський характер) світності цих поверхонь;
- усереднення коефіцієнтів відображення по поверхнях, що відбивають.

Необхідні дані:

- таблиця коефіцієнтів використання;
- таблиця коефіцієнтів відбиття;
- таблиця рекомендованих рівнів освітленості;
- таблиці номінального світлового потоку ламп.

Приміщення диспетчерського пункту, для якого розраховується штучне освітлення, є кімнатою зі стінами бежевого кольору, довжиною 4 метри і шириною 4 метри. Висота приміщення складає 2,5 метри. Коефіцієнт відбиття стелі дорівнює 70, стін – 50, підлоги – 20. Для штучного освітлення використовуватимемо світильник ЛПО46-2x36-604 Luxe - ККД - 80%, розрахункова висота підвісу - 70 мм та люмінесцентні лампи Т8 36 Вт, Фламп в одному світильнику 2 лампи).

Забезпечення електробезпеки

У відповідність до ДСТУ 12.1.009 електробезпека - це система

організаційних та технічних заходів та засобів, що дає можливість захистити людину від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики.

Усі випадки ураження струмом є результатом дотику людини щонайменше ніж до двох точок ланцюга, між якими існує напруга. У таблиці 12.3 наведено гранично допустимі значення напруги дотику та струму ДОСТ 12.1.038.

Кожне приміщення системи водопостачання, що розглядається, має достаток електротехнічного обладнання. Кожна одиниця такого обладнання має передбачати будь-які засоби захисту.

Таблиця 4.3 - Гранично допустимі значення напруги дотику та струму

Вид струму	Напруга, В	Сила струму, ма
	не більше	
Змінний, 50 Гц	2,0	0,3

Заходи захисту, що застосовуються в електроустановках, поділяються на заходи, що забезпечують безпеку за нормального режиму роботи електроустановок, та заходи, що забезпечують безпеку при аварійному режимі.

Електрообладнання в приміщеннях даної системи водопостачання обрано відповідно до класифікації приміщень щодо небезпеки ураження електричним струмом та за класифікацією обладнання за способом захисту людини.

До заходів з електробезпеки відносяться:

- недоступне розташування струмопровідних частин;
- надійна ізоляція;
- застосування малої напруги;
- використання блокувань;

- використання систем захисного відключення;
- заземлення (опір заземлення не перевищує 4 Ом);
- захисне занулення електрозахисних пристроїв та інше.

Захистом від електромагнітних полів служить герметизація агрегатів, пристроїв, що екранують, захисне обладнання, електротехнічні пристрої.

4.6 Пожежна безпека

Кожне приміщення цієї системи водопостачання має безліч пристроїв, які працюють під напругою і мають велику потужність, що тягне за собою можливість виникнення короткого замикання і в результаті може призвести до пожежі.

Для забезпечення пожежної безпеки у приміщеннях водозабору обов'язково мають бути засоби пожежогасіння: вогнегасники, ємності з піском, пожежні крани, гідранти та ін. т.д.

На підприємстві обов'язково мають проводитися дії щодо пожежної профілактики. Заходи щодо пожежної профілактики поділяються на організаційні, технічні, режимні та експлуатаційні.

Організаційні заходи щодо забезпечення належного функціонування обладнання, навчання працівників пожежної безпеки та гасіння, організація добровільних пожежних формувань, технічних рад з питань запобігання та гасіння пожеж, видання наказів щодо посилення пожежної безпеки. .

До технічних заходів відноситься дотримання протипожежних правил, стандарти будівельного проектування, при влаштуванні електропроводів та обладнання, опалення, вентиляції, освітлення, правильне розміщення обладнання.

Заходи режиму полягають у забороні куріння у невстановлених місцях, проведення зварювальних та піротехнічних на вибухонебезпечних об'єктах т.д.

Безпека життєдіяльності у надзвичайних ситуаціях

Будівля, в якій розташовані мережеві насоси та диспетчерський пункт, відноситься до типу Б. Пошкодження будівель цього типу відбувається при землетрусі від 6 балів. Землетрусів такої сили в Краснодарському краї не зафіксовано, тому вживати заходів щодо захисту від землетрусів не доцільно.

Захист будівель та споруд від ураганів забезпечується на етапі будівництва.

Захист від блискавок полягає у застосуванні громовідводів.

Для попередження аварій та аварійних ситуацій, збереження обладнання та охорони здоров'я та життя обслуговуючого персоналу необхідно суворе дотримання правил техніки безпеки, регулярна перевірка працездатності засобів автоматики, сигналізації та блокування.

Автоматизація даної системи водопостачання ставить собі за мету як досягнення позитивно економічного ефекту, а й поліпшення ситуації у сфері безпеки життєдіяльності. Внаслідок автоматизації даного технологічного процесу досягається підвищення рівня безпеки, а також зниження шкідливих впливів на робочий персонал. Після автоматизації зникає необхідність перебувати в насосних першого підйому, де персонал може потрапляти під такі шкідливі фактори, як шум і вібрація, що створюються дренажними насосами, що працюють на повну потужність. До впровадження системи автоматизації потрібно було мати вдвічі великий штат співробітників. Для контролю стану системи та її регулювання необхідно було обходити насосні першого підйому, відстежувати рівень води у свердловині та тиску в трубопроводі та на підставі цих показань приймати рішення про вмикання або вимкнення насосів. Використання SCADA дозволить здійснювати контроль та управління всією системою з одного місця – диспетчерського пункту, який обладнаний відповідно до всіх правил та виключить будь-які шкідливі впливи.

ВИСНОВКИ

У роботі було детально описано питання автоматизації системи водопостачання із використанням SCADA-системи. Було доведено економічну доцільність цього заходу, проведено аналіз вихідних даних, обрано комплекс необхідних технічних засобів та розроблено документацію до автоматизованої системи управління.

У даній роботі розроблено програмно-апаратний комплекс для контролю водопостачання на базі програмованого логічного мікроконтролера ОВЕН ПЛК150.

В результаті роботи були отримані такі результати:

- розроблено архітектуру системи програмування мікроконтролера Овен ПЛК150.
- обґрунтовано доцільність використання програмованого логічного контролера Овен 150 та зовнішні пристрої контролю параметрів
- реалізований модуль, що підключається для мікроконтролера ОВЕН
- розроблений код програми мовою візуальних діаграм

У роботі доведено, що автоматизація об'єктів даного типу більш ніж виправдана і покращує не тільки економічні показники, а й умови праці персоналу, а також знижує ймовірність виникнення аварійних ситуацій. У процесі дипломного проектування було розроблено SCADA систему, яка кардинально полегшує контроль та управління автоматизованими системами даного типу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні рекомендації з виконання, оформлення та захисту кваліфікаційних робіт магістрів спеціальності 151 – «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» / ТНТУ ім. І. Пулюя; уклад. А.Г. Микитишин, М.М. Митник, В.В. Левицький, Р.І. Королюк – Тернопіль: ТНТУ, 2022. – 84 с.
2. Автоматизовані системи керування на програмованих логічних контролерах: Навчальний посібник / Куцик А., Місюренко В.. — Львів: Львівська політехніка, 2011. — 200 с.
3. В.Трегуб Проектування систем автоматизації. Навчальний посібник / Вид. Ліра-К, 2014- 334с.
4. В.Д. Романенко. Методи автоматизації прогресивних технологій. К.: Вища школа, 1999.- 384 с.
5. Житецький В.Ц. Основи охорони праці.- Львів: Афіша, 2000.- 350 с.
6. Губський А. І., Цивільна оборона.- К.: Міністерство освіти, 1995. - 216 с.
7. Пістун І.П., “Безпека життєдіяльності” – Суми: Університетська книга, 2000, - 302с.
8. Губський А.І. Цивільна оборона. – К.: Міністерство освіти, 1995. – 216 с.
9. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона. Навчальний посібник / За ред. Полковника В.С.Франчука. – Львів : Афіша, 2000. – 336с.