

Шифр «Прокачаємо все!»

ПОКРАЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ
ШЛЯХОМ ВИКОРИСТАННЯ КОНТРОЛЕРІВ

Суми 2011

ЗМІСТ

ВВЕДЕННЯ.....	3
1.СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ.....	4
1.1.Джерела водопостачання.....	4
1.2.Система водопостачання.....	5
1.3.Класифікація систем водопостачання.....	6
2.СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МЕХАНІЧНИМ УСТАТКУВАННЯМ.....	7
2.1.Апаратне забезпечення системи керування механічним устаткуванням.....	7
2.2.Програмне забезпечення системи керування механічним устаткуванням.....	12
3.МЕХАНІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ.....	17
3.1.Вентиль.....	17
3.2.Частотний перетворювач.....	19
4.ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ.....	21
4.1.Основні визначення.....	21
4.2.Показники безвідмовності.....	23
ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ.....	28
ДОДАТОК А – Граф роботи програми.....	29
ДОДАТОК Б – Схема підключення насосів та вентилів.....	30

ВВЕДЕННЯ

Системи водопостачання встановлені в значній кількості виробничих цехів різних підприємств. Технічна вода потрібна для таких агрегатів, як радіатори, станки, печі, турбіни, тощо.

Коли відбувається процес подачі води, необхідно контролювати багато параметрів, таких як тиск, протік, температура. На багатьох підприємствах усі ці параметри контролює декілька робітників за допомогою вентилів, вмикання та вимикання насосів, тощо. Саме при виконанні цих керуючих дій і проявляється людський фактор. Виходячи з того, що людина по своїй природі схильна до помилок, вона керує цим процесом у багатьох випадках дуже не ефективно. Не ефективність полягає в тому, що відбувається завчасне або запізніле вмикання та вимикання насосів, що знижує показники енергоефективності. Те саме стосується і вентилів, неправильне використання яких може спричинити аварії та вивід устаткування з ладу.

Саме використання сучасного високоефективного механічного устаткування та системи керування механічним устаткуванням систем водопостачання дозволяє усунути усі недоліки управління цим процесом, покращити енергоефективність та досягти в значній мірі вищих показників надійності.

Створенню подібної системи і присвячена ця робота. У ній розглянуті основні аспекти будови механічного устаткування, апаратної та програмної частини системи керування, описана робота основної програми, розглянуті показники надійності.

1. СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Водопостачання – подача поверхневих або підземних вод споживачам води в необхідній кількості та у відповідності з цільовими показниками якості води у водних об'єктах. Інженерні споруди, призначені для вирішення завдань водопостачання, називають системою водопостачання, або водопроводом[1].

Вода використовується різними споживачами на різні потреби. Однак, більшість цих розходів може бути зведено до трьох основних категорій:

- розхід на господарсько-питні потреби
- розхід на виробничі потреби
- розхід для пожежогасіння.

1.1. Джерела водопостачання

Вибір джерела є однією з найбільш відповідальних задач при улаштуванні системи водопостачання, так як він визначає в значній мірі характер самої системи, наявність в її складі тих чи інших споруд, а отже, і будівництва, і експлуатації. Джерело водопостачання має відповідати наступним вимогам:

- здійснювати отримання з нього необхідної кількості води з урахуванням росту водоспоживання на перспективу розвитку об'єкту;
- здійснювати непереривність подачі води споживачам;
- давати воду такої якості, яке в найбільшому ступені відповідає потребам споживачів або дозволяє досягнути потрібної якості шляхом простого та дешевого очищення;
- здійснювати можливість подачі води до об'єкта за найменшої витрати ресурсів[1];

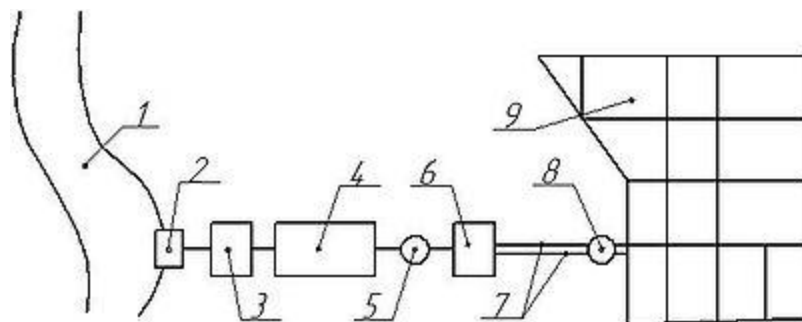
- мати таку потужність, щоб відбір води з нього не порушував екологічної системи, яка склалася.

Правильний розв'язок питання про вибір джерела водопостачання для кожного даного об'єкта потребує вивчення та аналізу водних ресурсів району, в якому розташований об'єкт. Практично усі природні джерела, які використовуються для цілей водопостачання, можуть бути віднесені до двох основних груп:

- поверхневі джерела – моря та їх окремі частини, водотоки, водоймища, болота, природні виходи підземних вод, льодовики;
- підземні джерела – басейни підземних вод, водоносні горизонти.

1.2. Система водопостачання

Система водопостачання являє собою комплекс споруд для забезпечення певної групи споживачів води у потрібних кількостях та потрібної якості. Крім того, система водопостачання повинна мати певний ступінь надійності, тобто здійснювати постачання води споживачам без зниження показників роботи, які були встановлені, у відношенні до кількості та якості води[1].



Принципова схема водопостачання: 1 — джерело водопостачання, 2 — споруда-водоприймач, 3 — насосна станція I підйому, 4 — очисні споруди, 5 — резервуар чистої води, 6 — насосна станція II підйому, 7 — водоводи, 8 — водонапорна башта, 9 — водорозподільна сіть

1.3. Класифікація систем водопостачання

Системи водопостачання можуть класифікуватися низкою основних ознак.

За призначенням:

- системи водопостачання населених місць,
- системи виробничого водопостачання,
- системи сільськогосподарського водопостачання,
- системи протипожежного водопостачання,
- комбіновані системи водопостачання.

За способом подачі води:

- в яких вода тече сама,
- з механізованою подачею води (за допомогою насосів),
- зонні.

За характером природних джерел, що використовуються :

- приймаючі воду з поверхневих джерел,
- приймаючі воду з підземних джерел,
- мішаного типу.

За способом використання води:

- системи прямоточного водопостачання,
- системи оборотного водопостачання,
- системи з повторним використанням води[1].

2. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МЕХАНІЧНИМ УСТАТКУВАННЯМ

2.1. Апаратне забезпечення системи керування механічним устаткуванням

Апаратне забезпечення – головна частина будь-якої системи управління. Для створення системи управління, за основу був прийнятий контролер W-8747 китайської фірми ICP DAS. Також обрані відповідні модулі вводу / виводу: модуль аналогових входів і-8090, два модулі дискретних входів і-8040 і модуль дискретних виходів і-8041.

WinCon-8000 є флагманом компактних вбудованих контролерів виробництва ICPDAS. Його провідна технологія дає всі кращі риси традиційних ПЛК і ПК з підтримкою Windows. WinCon-8000 система працює на WindowsCE.NET і приносить Windows стиль програмування і вміння в світ на базі ПК PLC. Розробники додатків можуть безпосередньо розробляти свої власні програми в Visual Studio від Microsoft.NET і Embedded Visual інструментів з WinCon SDK, а потім завантажити їх в WinCon-8000 для застосування. Або, вони можуть перенести свої улюблені програми SCADA на WinCon-8000 для більш простої розробки додатків. Для програм SCADA, також забезпечуються моделі продукту з вбудованою версією InduSoft Web Studio. [2]



Рис. 2.1.1 – Можливості контролера

Модель типу WinCon-8000 визначається як W-8X4X. Друга цифра показує номер слотів основного блоку управління. Останній номер визначає підтримувану контролером платформу. Номер 1 вказує користувачеві на необхідність розробки прикладної програми самому. Номер 7 вказує на застосування ISaGRAF SoftPLC платформи і це означає, що користувач може розробити і запустити програму SoftPLC в контролері. Номер 9 надає платформу SCADA-додаток з InduSoft. [2]

WinCon 8000 системи конкурує в продуктивності промислових ПК, але нижче в ціні. Система забезпечує VGA і PS / 2 для клавіатури і миші для місцевих візуалізації та керування. Користувальницькі програми і дані можуть бути збережені в постійне сховище Compact Flash і USB інтерфейси. Крім того, існує можливість зв'язку через вбудований Ethernet і RS232/485 інтерфейси.

На наступному малюнку показано, апаратні системи WinCon8000. Вона включає в себе основний контролер з HMI, послідовної зв'язком, FR мережевий інтерфейс і інтерфейс розширення введення / виводу. [2]

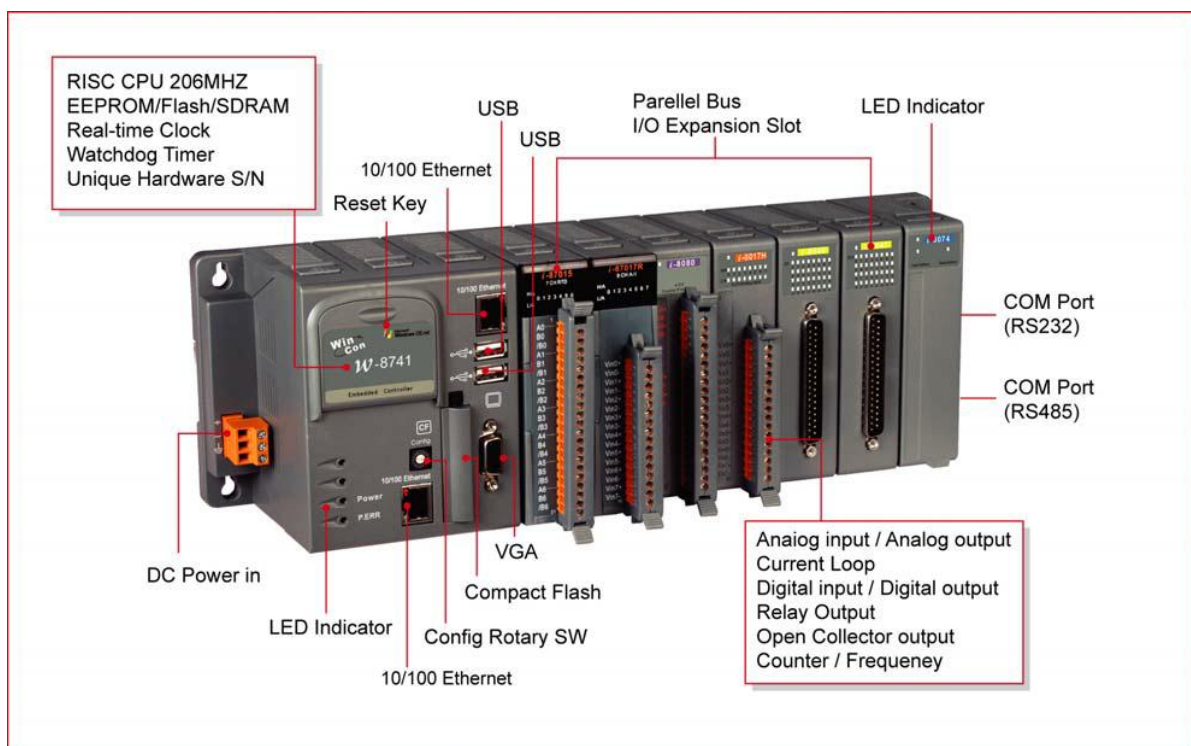


Рис. 2.1.2 - Апаратні системи WinCon8000

Габарити контролера W-8747 показані на рис. 2.1.3.

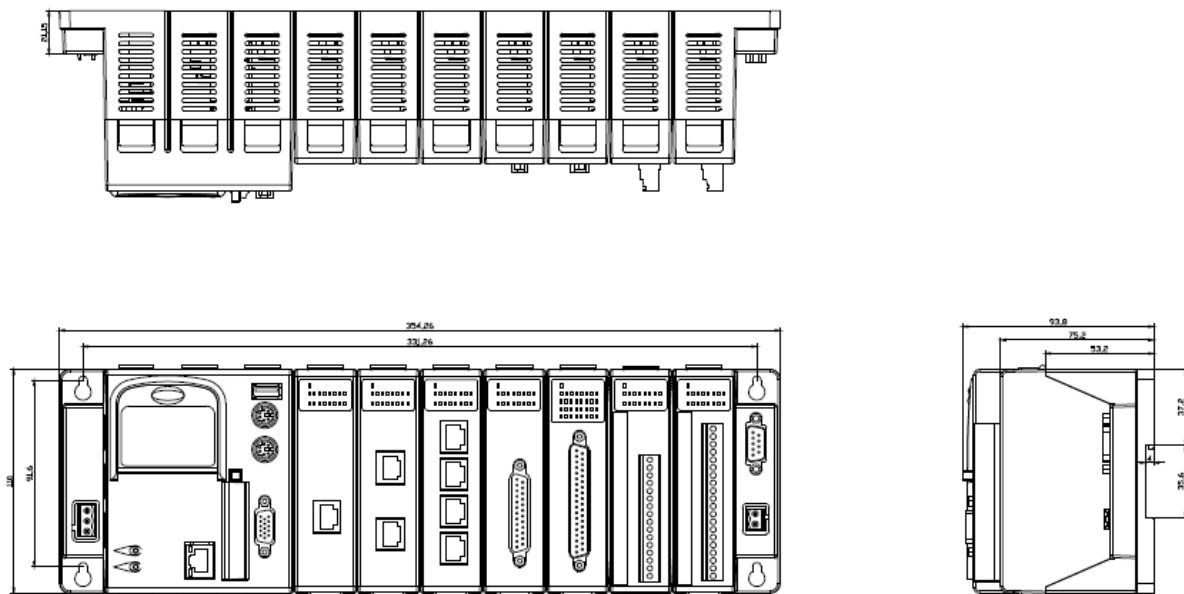


Рис. 2.1.3 – Габарити контролера W-8747

Опис модулів вводу/виводу:

Модулі дискретних входів i-8040



Рис. 2.1.4 – Модулі дискретних входів i-8040

Кількість каналів дискретного вводу: 32

Вхідна напруга: Логічний 0: 0 ~ 1 В

Вхідна напруга: Логічна 1: 3.5 ~ 30 В

Напруга ізоляції цифрового вводу: 3750 В

Частота вхідного сигналу: 100 Гц

Потужність, яка споживається: 0.3 Вт

Індикатори: світлодіоди

Робоча температура: -25 ~ +75°C

I-8040 - 32-канальний модуль дискретного вводу типу джерело/споживач, ізольований, зі спільною точкою.[2]

Модуль дискретних виходів i-8041



Рис. 2.1.5 – Модулі дискретних виходів i-8041

Кількість каналів дискретного виводу: 32

Тип дискретного виводу: відкритий колектор

Напруга ізоляції цифрового виводу: 3750 В

Максимальне навантаження цифрового виводу: +30 В, 125 мА

Потужність, яка споживається: 1.7 Вт

Індикатори: світлодіоди

Робоча температура: -25 ~ +75°C

I-8041 - 32-канальний модуль дискретного виводу типу споживач з ізованим відкритим колектором.[2]

2.2. Програмне забезпечення системи керування механічним устаткуванням

Програмне забезпечення - важлива частина будь-якої системи управління. У даному контролері встановлена операційна система Windows CE.NET 4.1. Керуюча програма створювалася за допомогою середовища розробки програм ISaGRAF.

2.2.1. Програмне забезпечення контролера ICP DAS W-8747

Windows CE (вона ж WinCE) - це варіант операційної системи Microsoft Windows для надолонних комп'ютерів, мобільних телефонів та вбудованих систем. Сьогодні Windows CE (Consumer Electronics - побутова техніка) не є «урізаною» версією Windows для настільних ПК, вона заснована на зовсім іншому ядрі і є операційною системою реального часу з набором додатків, заснованих на Microsoft Win32 API.

Windows CE - це компонентна, багатозадачна, багатопотокова, багатоплатформенна операційна система з підтримкою реального часу. Розробникам доступні близько 600 компонентів, використовуючи які вони можуть створювати власні образи операційної системи, які включає тільки необхідний даному конкретному пристрою функціонал.

Windows CE оптимізована для пристроїв, що мають мінімальний обсяг пам'яті: ядро Windows CE може працювати на 32 КБ пам'яті. З графічним інтерфейсом (GWES) для роботи Windows CE знадобиться від 5 МБ. Пристрої часто не мають дискової пам'яті та можуть бути сконструйовані як «закриті» пристрої, без можливості розширення користувачем (наприклад, ОС може бути «зашита» в ПЗУ).

Windows CE надає розробникам додатків набір API, заснований на стандартному Win32 API і доповнений спеціалізованим API для вбудованих пристроїв. Оскільки CE підтримує лише частина Win32 API і має певну

специфіку, пов'язану з вбудовуваною природою операційної системи, додатки, написані для настільних версій операційної системи Windows, можуть вимагати додаткової адаптації і модифікації для запуску їх на вбудованих пристроях, і в будь-якому випадку, для запуску програм на пристрої потрібно їх перекомпіляція.

Але так само, як і настільні версії Windows, Windows CE використовує стандартний формат виконуваного файлу - Portable Executable (PE). Це дозволяє розробникам використовувати більшість стандартних утиліт, що працюють з форматом PE, наприклад Dependency Walker (перевірка залежностей) або DumpBin. [4]

На базі Windows CE засновано безліч платформ, включаючи Handheld PC, Palm-size PC, Pocket PC, Pocket PC 2002, Pocket PC 2003, Pocket PC 2003 SE, Smartphone 2002, Smartphone 2003, Windows Mobile, Meizu OS, а також безліч промислових пристроїв і вбудованих систем. Приставка Sega Dreamcast мала підтримку Windows CE. Самою Windows CE в початковій поставці не було, але вона могла запускатися на приставці з CD. Деякі ігри використовували цю можливість.

2.2.2. Середовище розробки програм ISaGRAF

ISaGRAF - інструмент розробки прикладних програм для програмувальних логічних контролерів на мовах стандарту IEC 61131-3 і IEC 61499, який дозволяє створювати локальні або розподілені системи управління. Основа технології - середовище розробки додатків (ISaGRAF Workbench) і адаптується під різні апаратно-програмні платформи виконавча система (ISaGRAF Runtime). В даний час ISaGRAF виробляється і поширюється компанією ICS Triplex ISaGRAF. [3] BIsaGRAF підтримуються всі п'ять мов стандарту IEC 61131-3 (International Electrotechnical Commission, MEK):

- IL (Instruction List) Мова інструкцій

- ST (Structured Text) Структурований текст (адаптований варіант мови Паскаль)
- LD (Ladder Diagram) Мова релейних діаграм (графічна мова в термінах контактів і котушок)
- FBD (Function Block Diagram) Мова функціональних блоків
- SFC (Sequential Function Chart) Мова послідовних функціональних схем

У версії ISaGRAF 5.0 реалізована підтримка нового типу функціональних блоків, що визначаються стандартом IEC 61499. У ISaGRAF реалізований ряд розширень специфікації стандарту IEC 61131-3, зокрема мова Flow Chart. На основі обчислювального ядра ISaGRAF розроблені розширення, які дозволяють розглядати ISaGRAF в якості універсальної середовища для створення інтегрованих рішень в області АСУ ТП. [3]

Основні розширення ISaGRAF:

- ISaGRAF 5 ++ ACE Target
- Система швидкого доступу до даних, FDA (ISaFDA, FDA-OPC та конфігуратор FDA).
- ISaGRAF Archive System - IAS (IAS Logger, IAS Configurator, IAS Collector, Integrated Project Designer).
- Модуль JIT-компіляції в машинний код x86.
- Графічний інтерфейс ISaGUI
- Додаткові бібліотеки функцій (Fast_array, Fast_matrix, вимірювання часу з високою роздільною здатністю, обробки сигналів, роботи з COM-портами, ПД-регулятор)
- Реалізація протоколу IEC (МЕК) 60870-5-104

2.2.3. Керуюча програма

Керуюча програма – визначальний фактор у роботі системи управління. У ній міститься весь алгоритм роботи керуючого контролера, а, отже, і всієї системи управління. У керуючу програму закладені функції збору інформації з усіх датчиків, підключених до модулів вводу / виводу контролера, а також управління всіма виконавчими механізмами.

Була розроблена керуюча програма, що реалізує алгоритм управління трьома насосами та трьома вентилями. Граф керуючої програми представлений у додатку А. Алгоритм даної програми складається з кількох етапів:

- Тиск у напірних патрубках контролюється частотним перетворювачем Allen-Bradley PowerFlex 70 (норма 0,497 МПа). За відсутності тиску або потоку – відключення відповідного насосу.
- Керування трьома насосами (1 працює / 2 у резерві). Забезпечення автоматичного керування та ручного з панелі управління. Вмикання по робочому різню води у баку, вимикання – по нижньому. Вмикання насосів тільки при відкритих вентилях на вході насосів. При вмиканні насосу, відбувається відкривання відповідного вентиля на напірному патрубку. Автоматичний вибір резервного насоса, індикація робочого насосу, звукова сигналізація при аварії або холостому ходу насосів.
- Автоматичне керування вентилями на напорі БЗБ та ручне з панелі управління. Керування командами «відкрити», «закрити», «стоп». Відкриття вентиля при вмиканні відповідного насосу, закриття при вимиканні. Індикація «відкрита», «закрита».
- Обробка сигналів вентилів на вході насосів. Блокування з вмиканням насосу. Індикація «відкрита», «закрита».

У додатку Б наведена схема підключення насосів та вентилів.

Розглянемо роботу вентиля 1.2.1. Функціонування інших вентилів аналогічне. За допомогою автомату SF подається живлення до всієї системи, з контролера подається сигнал «valve_stop» на нормально замкнений контакт К3 у разі, якщо потрібно припинити роботу вентиля. Для відкриття вентиля подається сигнал «valve_open» протягом однієї секунди, після чого реле KV1 стає на само-підхват, і вентиль починає відкриватися. Коли вентиль досягне кінцевого положення, кінцевий вимикач LS3 спрацює, і вентиль зупиниться. У цей же час вимкнеться KV1 та лампа HL1 увімкнеться, сигналізуючи про своє положення. Для закривання вентиля подається сигнал «valve_close» протягом однієї секунди, після чого реле KV4 стає на само-підхват, і вентиль починає закриватися. Коли вентиль досягне кінцевого положення, кінцевий вимикач LS4 спрацює, і вентиль зупиниться. У цей же час вимкнеться KV4 та лампа HL2 увімкнеться, сигналізуючи про своє положення. Також наявне блокування одночасного закриття та відкриття вентиля.

Розглянемо роботу насосу 1.1. Функціонування інших насосів аналогічне. За допомогою автомату QF1.1 подається живлення до всієї системи. Для вмикання частотного перетворювача подається сигнал «pump_on» з контролера, при цьому спрацьовує контактор KM1.1, і частотний перетворювач починає працювати. Також на перетворювач частоти з контролера подається цифровий сигнал регулювання частоти обертання двигуна насосу, для цього використовується інтерфейс Ethernet. Регулювання частоти необхідне для підтримання потрібного тиску в трубі. У разі, якщо потрібно вимкнути насос, сигнал «pump_on» знімається, або натискається кнопка аварійного вимикання SB1, яка розриває електричне коло, та контактор розмикається, припиняючи подачу живлення насосу.

3. МЕХАНІЧНЕ УСТАТКУВАННЯ

3.1. Вентиль



Рис. 3.1.1 – Швидкодіючий вентиль БЗБ

Використання вентиля БЗБ обумовлюється тим, що завдяки великій швидкодії, він дозволяє уникнути втрат води та неточності у керуванні та водопостачанні.

Вентилі швидкодіючі серії БЗБ (далі засувки) призначені для:

- а) перекриття прохідних перетинів аспіраційних та самопливних продуктопроводів за сигналами автоматичного виявлення пилового вибуху, перевищення температури, рівня тощо;
- б) запобігання розповсюдження продуктів вибуху, що горять частинок і полум'я на суміжні ділянки виробництва;
- в) перекриття прохідних перетинів аспіраційних та самопливних продуктопроводів при нормальних режимах роботи при ручному й автоматичному управлінні.

Вентилі призначені для установки на відкритому повітрі, під навісом, в закритих не опалювальних приміщеннях, і можуть застосовуватися при статичному і динамічному дії пилу і при дії дощу.

Вентилі застосовуються спільно з шафами управління серії ШУЗ-1, що випускаються за ТУ 3435-012-51969725-05.

Вентилі застосовуються в промисловості та сільському господарстві, на підприємствах галузі хлібопродуктів.

Вентилі можуть застосовуватися для будь-яких сипучих матеріалів.

Вентилі випускаються в кліматичного виконання У, категорія розміщення - 1 по ГОСТ 15150-69.

Умови експлуатації:

Висота над рівнем моря до 2000 м.

Температура навколишнього повітря від мінус 40 ° С до 40 ° С.

Відносна вологість повітря до 100% при температурі 25 ° С.

Навколишнє середовище не повинно містити газів і пари в концентраціях, що руйнують метали і покриття.

Вентилі повинні встановлюватися в самопливу і аспіраційних повітроводах з відхиленнями від горизонтальній площині не більше, ніж на 5 °.

Згідно ПБ 14-586-03 місця встановлення засувок у самопливу і аспіраційних повітроводах визначаються в технологічної частини проекту і повинні бути обгрунтовані.

Вентилі стійкі до впливу сонячного випромінювання, дощу, випадання роси й інею.

В частині дії механічних факторів зовнішнього середовища засувки відповідають групі умов експлуатації М6 по ГОСТ 30631-99.

Вимоги безпеки по ГОСТ 12.2.124-90.

Вимоги пожежної безпеки за ГОСТ 12.1.004-91.

Вентилі виготовляються для внутрішньодержавних поставок і поставок до країн СНД.

Вентилі відповідають Технічному регламенту «Про безпеку машин та устаткування» (Постанова

Уряду РФ від 15.09.2009 р. № 753), ГОСТ 26582-85 і ТУ 5141-002-51969725-2000.

3.2. Частотний перетворювач



Рис. – 3.2.1 – Частотний перетворювач Allen-Bradley PowerFlex 70

Використання саме цього частотного перетворювача обумовлюється тим, що показники його роботи відповідають показникам надійності, швидкодії та енергоефективності, яких потребує подібна система. Також його особливістю є наявність інтерфейсу Ethernet для зв'язку з контролером.

PowerFlex 70 пропонує компактний комплект потужності, контролю і інтерфейсу для оператора, розроблений для відповідності вимогам по габаритності, простоті і надійності при цьому пропонує широкий спектр характеристик, які дозволяють користувачеві легко конфігурувати привід для більшості потреб програми

»0,37 ... 7,5 кВт, 200 ... 240В, 3-фазний,

0,37 ... 22кВт, 400 ... 480В, 3-фазний,

0,37 ... 15кВт, 500 ... 600В, 3-фази

»Режим управління V / Hz з бессенсорним векторним керуванням, компенсація ковзання

»Несуча частота 2 ... 10кГц

»Температура навколишнього повітря 0 ... 50 ° С, ступінь захисту IP20

»Вбудований фільтр ЕМС в стандартній комплектації

»Спеціальний терморегулятор для використання" без розчеплення "

»Локальна індикація стану

»Варіанти систем комунікацій: DeviceNet, ControlNet, Ethernet, Remote I / O, RS485 DF1, ProfiBus, InterBus, CanOpen, LonWorks, HVAC, ModBus, Metasys

»Допустимі перевантаження:

- В додатках з нормальним режимом роботи 110% - 60сек., 150% - 3сек.;

- В додатках з важким режимом роботи 150% - 60сек., 200% - 3сек.

»Стандарти: UL, CE, CSA, C-Tic

4. ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ

4.1. Основні визначення

Надійність - властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, зберігання і транспортування.

Інтуїтивно надійність об'єктів пов'язують з неприпустимістю відмов у роботі. Це є розуміння надійності в «вузькому» розумінні - властивість об'єкта зберігати працездатний стан протягом деякого часу або деякого напрацювання. Інакше кажучи, надійність об'єкта полягає у відсутності непередбачених неприпустимих змін його якості в процесі експлуатації та зберігання. Надійність тісно пов'язана з різними сторонами процесу експлуатації. Надійність в «широкому» розумінні - комплексне властивість, яка в залежності від призначення об'єкта та умов його експлуатації може включати в себе властивості безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності і зберігання, а також певне поєднання цих властивостей.

Для кількісної оцінки надійності використовують так звані одиничні показники надійності (характеризують тільки одна властивість надійності) і комплексні показники надійності (характеризують кілька властивостей надійності)[1].

В англійській мові використовується термін MTBF (Mean Time Between Failures) - середній час між відмовами або напрацювання на відмову, а також MTTF (Mean Time To Failure) - середнє напрацювання до відмови. Слід зауважити, однак, що публікуються величини MTBF / MTTF часто ґрунтуються на результатах прискорених випробувань - протягом обмеженого часу, що дозволяє виявити переважно частку виробничого браку. У такому випадку заявлене значення MTBF говорить не стільки про власне

надійності, і тим більше не одолговечності, скільки про відсоток забракованих виробів. Наприклад, МТBF близько 1 млн год для комп'ютерного накопичувача на жорстких дисках, очевидно, не означає 114 років безперервної безвідмовної роботи - і не тільки тому, що експеримент такої тривалості не міг бути проведений, але й тому, що сам виробник призначає ресурс (строк служби) не більше 5-10 років і гарантійний термін 1-5 років[1].

Безвідмовність - властивість об'єкта безупинно зберігати працездатний стан протягом деякого часу або напрацювання.

Ремонтопридатність - властивість об'єкта, що полягає в пристосованості до підтримання та відновлення працездатного стану шляхом технічного обслуговування і ремонту.

Довговічність - властивість об'єкта безупинно зберігати працездатність від початку експлуатації до настання граничного стану, тобто такого стану, коли об'єкт вилучається з експлуатації.

Збереженість - властивість об'єкта зберігати працездатність протягом всього періоду зберігання та транспортування.

Живучість - властивість об'єкта зберігати працездатність в екстремальних ситуаціях.

Відмова - подія, що полягають у повній або частковій втраті працездатності.

Збій - самоусуваються відмову або одноразовий відмову, усувається незначним втручанням оператора.

Напрацювання - час або обсяг роботи.

Ресурс - напрацювання від початку експлуатації до настання граничного стану.

Термін служби - календарна тривалість від початку експлуатації до настання граничного стану.

4.2. Показники безвідмовності

4.2.1. Ймовірність безвідмовної роботи

Ймовірність безвідмовної роботи - це ймовірність того, що в межах заданої напрацювання або заданому інтервалі часу відмова об'єкта не виникає. Ймовірність безвідмовної роботи оборотна ймовірності відмови і разом з інтенсивністю відмов визначає безвідмовність об'єкта[1]. Показник ймовірності безвідмовної роботи визначається статистичною оцінкою:

Вероятность безотказной работы — это вероятность того, что в пределах заданной наработки или заданном интервале времени отказ объекта не возникает. Вероятность безотказной работы обратна вероятности отказа и вместе с интенсивностью отказов определяет безотказность объекта. Показатель вероятности безотказной работы определяется статистической

оценкой:
$$P(t) = \frac{N_0 - n(t)}{N_0} = 1 - \frac{n(t)}{N_0}$$
 де N_0 — вихідне число роботоздатних об'єктів, $n(t)$ — число об'єктів, які відмовили за час t .

Ймовірність безвідмовної роботи групи об'єктів дорівнює добутку ймовірностей безвідмовної роботи кожного об'єкта в цій групі:

$$P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t) = \prod_{k=1}^n P_k(t)$$

де n — число об'єктів у групі.

Чим більше об'єктів у групі, тим нижче надійність усієї групи, тому що, якщо $P_1(t) = P_2(t) = \dots = P_n(t)$, тоді $P(t) = [P_1(t)]^n$.

4.2.2. Напрацювання на відмову

Напрацювання на відмову - технічний параметр, що характеризує надійність відновлюваного приладу, пристрою або технічної системи.

Середня тривалість роботи пристрою між ремонтами, тобто показує, яка напрацювання в середньому припадає на одну відмову. Виражається зазвичай у годинах.

Для програмних продуктів зазвичай мається на увазі строк до повного перезапуску програми або повного перезавантаження операційної системи.

Напрацювання до відмови - еквівалентний параметр для неремонтоздатності пристрою. Оскільки пристрій не лагодиться, то це просто середній час, який пропрацює пристрій до того моменту, як зламається.

Напрацювання - тривалість або обсяг роботи об'єкта, яка вимірюється в годинах, мото-годинах, гектарах, кілометрів пробігу, циклів включень та ін.

Вимірюється статистично, шляхом випробування безлічі приладів, або обчислюється методами теорії надійності[1].

$$T = 1/m * \sum t_i$$

де t_i — напрацювання i -го об'єкта між відмовами; m — число відмов.

Середній час безвідмовної роботи (середнє напрацювання на відмову) T_0 — для не відновлювальних систем - це математичне очікування часу роботи системи до відмови:

$$T_0 = M = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt = - \int_0^{\infty} t dP(t)$$

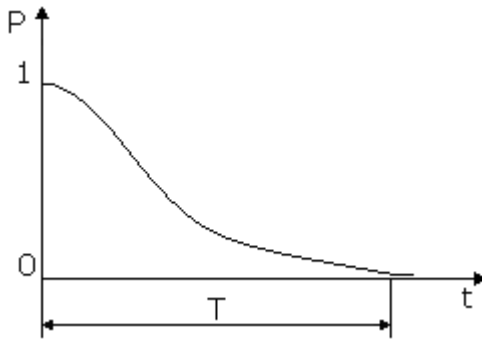
Межі невластного інтеграла змінюються від 0 до ∞ , так як час не може бути від'ємним; $f(t)$ - є щільність ймовірності виникнення відмов системи або її не відновлювані елемента. $P(t)$ - є ймовірність безвідмовної роботи в інтервалі часу $0 < t < T$. В начальну мить вірогідність $P(t)$ рівна одиниці. В кінці часу роботи системи ймовірність $P(t)$ дорівнює нулю. Ймовірність $P(t)$ пов'язана з щільністю ймовірності виникнення відмов системи або її не відновлювані елемента наступним чином:

$$f(t) = - \frac{dP(t)}{dt} .$$

Проінтегрувавши вираз для t_0 по частинам, отримаємо:

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt$$

Графічно отриманий вираз для t_0 представлено на малюнку як площа під графіком ймовірності безвідмовної роботи $P(T)$ від часу T . У початковий момент ймовірність $P(T)$ дорівнює одиниці. В кінці часу роботи системи ймовірність $P(T)$ дорівнює нулю.



Тут $T \geq 0$ — випадковий час роботи системи до відмови або напрацювання на відмову для не відновлювальних елемента або системи.

4.2.3. Інтенсивність відмов

Інтенсивність відмов - співвідношення числа відмовили об'єктів (зразків апаратури, виробів, деталей, механізмів, пристроїв, вузлів і т. п.) в одиницю часу до середнього числа об'єктів, справно працюють в даний відрізок часу за умови, що відмовили об'єкти не відновлюються і не замінюються справними. Іншими словами, інтенсивність відмов чисельно дорівнює числу відмов в одиницю часу, віднесена до числа вузлів, безвідмовно пропрацювали до цього часу[1].

$$\lambda(t) = \frac{n(t)}{N_{cp} \Delta t} = \frac{n(t)}{[N - n(t)] \Delta t} = \frac{f(t)}{P(t)}$$

де N — загальне число виробів, що розглядається;

$f(t)$ — частота відмов вузлів (деталей);

$P(t)$ — ймовірність безвідмовної роботи;

$n(t)$ — число зразків, що відмовили в інтервалі часу від $t - (\Delta t / 2)$ до $t + (\Delta t / 2)$;

Δt — інтервал часу;

N_{cp} — середнє число добре працюючих зразків у інтервалі

$$\Delta t: N_{cp} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2}$$

де N_i — число добре працюючих зразків на початку інтервалу Δt ;

N_{i+1} — число добре працюючих зразків у кінці інтервалу Δt .

4.2.4. Щільність розподілу часу безвідмовної роботи

Щільність розподілу часу безвідмовної роботи - безумовна щільність ймовірності відмов за нескінченно малий інтервал часу[1].

$$f(t) = P(t)\lambda(t)$$

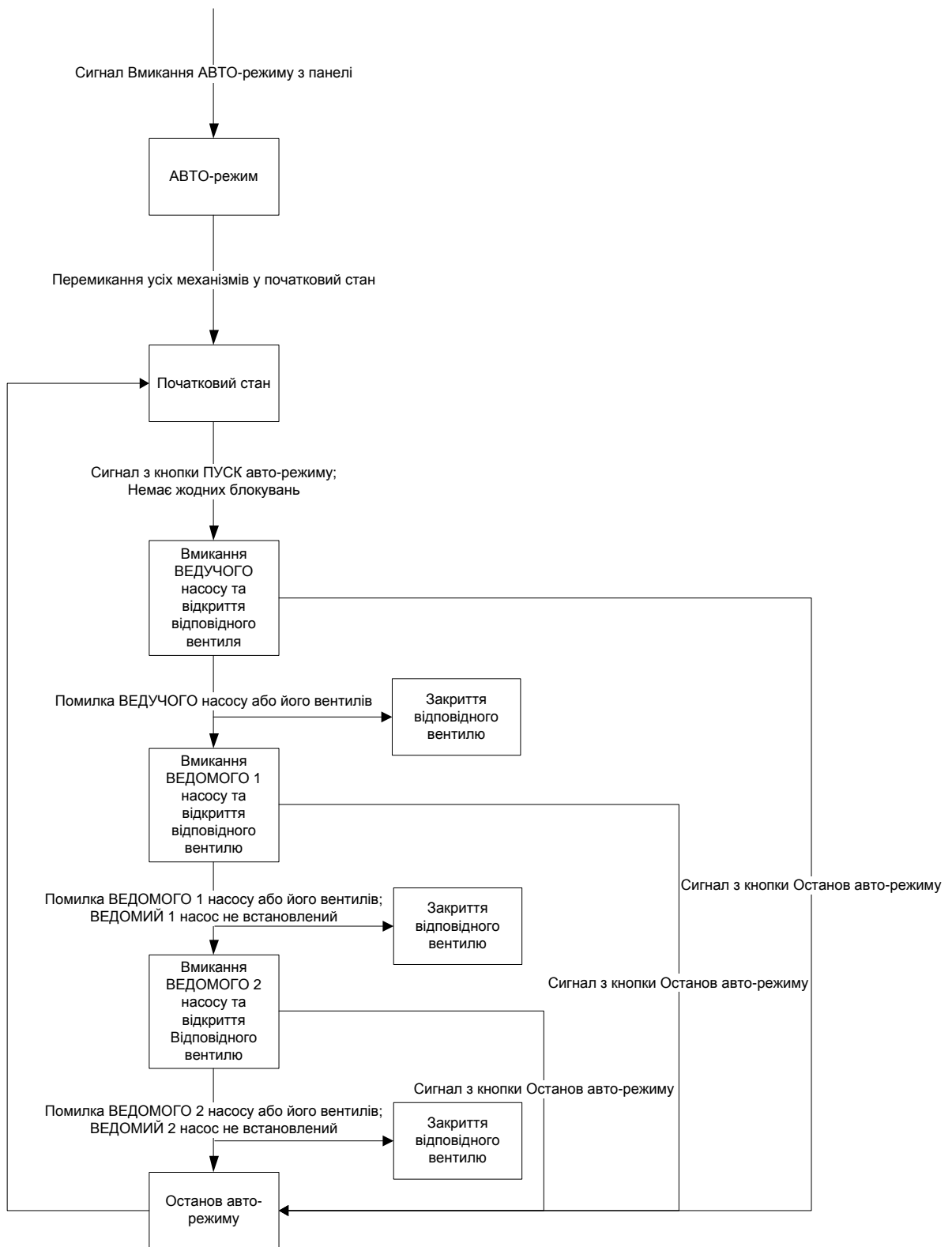
ВИСНОВКИ

В результаті виконання даної роботи була розроблена система керування системою водопостачання, яка складається з трьох насосів та трьох вентилів. У процесі розробки використовувались сучасні технології комп'ютеризованих систем управління та теорія надійності. Отримана система є конкурентоздатною альтернативою іншим методам вирішення подібних завдань. Зважаючи на порівняно малу вартість компонентів системи, гнучкість та її велику швидкодію, вона є економічно найбільш вигідним рішенням для задоволення потреби в керуванні системою водопостачання. Дана система була успішно протестована на імітаційних стендах, які повністю імітували усі виконавчі органи системи та давачі. Результати, отримані в ході даного тестування, показали, що енергоефективність, точність та надійність системи в цілому підвищуються у кілька разів при використанні системи керування, що була розроблена.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Вікіпедія – вільна енциклопедія.
2. www.icpdas.com.
3. www.isagraf.com.
4. www.microsoft.com.
5. Ключев А.С. «Проектирование систем автоматизации технологических процессов» 1990р.

ДОДАТОК А – Граф роботи програми



ДОДАТОК Б – Схема підключення насосів та вентилів

