

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Мартинчука Сергія Ігоровича

УДК 620.91

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Автоматизована система управління артезіанською свердловиною

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня *магістр*
Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне
джерело

_____ Мартинчук С.І.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Палійчук Володимир Костянтинович
(прізвище, ім'я, по батькові)
к. т. н., доц.
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Мартинчук С.І. "**Автоматизована система управління артезіанською свердловиною**" - кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – електроенергетика електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

У даній кваліфікаційній роботі виконано розробку автоматизованої системи управління артезіанською свердловиною.

Система призначена для керування роботою артезіанської свердловини в автоматичному і ручному режимах.

В роботі розроблені алгоритм, структурна і принципова схеми системи, які реалізовано в вигляді програми для мікроконтролера.

SUMMARY

Martynchuk S. "**Automated control system of artesian well**" – Manuscript.

Master's work for "Master" specialty 141 «Electric power, electrical engineering and electromechanics». Polyssya National University, Zhytomyr, 2020.

The automated control system chamber of artesian well is developed in the project.

The system is intended for management of job of of artesian well in automatic and manual modes.

The structural and basic circuit of system and algorithm of its work is developed. The program for the microcontroller is developed.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Розділ 1. Аналіз засобів автоматизації систем водопостачання.....	6
Розділ 2. Розробка структурної схеми системи.....	10
Розділ 3. Розробка електричної принципової схеми	19
3.1. Вибір мікроконтролера.....	19
3.2. Вибір датчика температури.....	20
3.3. Вибір датчика струму	21
3.4. Вибір датчика тиску.....	24
3.5. Вибір пожежного сповіщувача	25
3.6. Вибір охоронного сповіщувача	27
3.7. Вибір датчика сухого ходу	28
3.8. Вибір датчика протікання води	29
3.9. Розробка схеми електричної принципової	30
Розділ 4. Розробка алгоритму роботи системи.....	33
Висновки	41
Література	42
Додатки	44

Вступ

Актуальність теми дослідження: Автоматизація виробництва в сучасних умовах забезпечує подальшу інтенсифікацію процесів, зниження витрат сировини, матеріалів, енергоносіїв, збільшення виходу продукції, покращення її якості, а також підвищує культуру виробництва в цілому. У сучасному суспільстві автоматизація виробничих процесів створює умови для скорочення тривалості робочого дня та ліквідації різниці між розумовою та фізичною працею.

Мета і завдання роботи: Метою кваліфікаційної роботи є пошук шляхів реалізації з використання автоматизованих систем автоматики для забору води з скважин.

Предмет та об'єкт дослідження. Предметом та об'єктом дослідження є інформація про задачі управління та вимірвальні та задаючі пристрої ті, що виконують аналіз отриманої інформації, на основі якого формують сигнали про необхідну зміну управляючої дії.

Мета дослідження: Методи дослідження носять теоретичний характер з використанням вимог до запропонованих у відповідних інформаційних джерелах.

Практична цінність: Дане рішення застосування розробленої системи автоматизованого керування артезіанською свердловиною забезпечує виконання заданої задачі управління об'єктом. При вивченні процесу управління розглядається сумісна робота управляючого пристрою та об'єкту управління, так як вони взаємозв'язані та певним чином діють одне на одне. Об'єкт управління в комплексі з управляючим пристроєм створюють систему управління.

Перелік публікацій автора за темою дослідження

1. Палійчук В. К. Прядко В. А. Мартинчук С. І. Дослідження та аналіз автоматизованого керування електронасосними установками. Біоенергетичні системи: Матеріали IV міжнародної науковопрактичної конференції «Біоенергетичні системи». Частина 2, 29 травня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. – 175 с.

2. Палійчук В. К. Прядко В. А. Мартинчук С. І. Розробка алгоритму роботи системи управління артезіанською свердловиною. Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. – 400 с.

3. Мартинчук С. І. Розробка структурної схеми автоматизованої системи управління артезіанською свердловиною. Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. – 400 с.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ СИСТЕМ ВОДОПОСТАЧАННЯ

Для підйому й роздачі води застосовують водо насосні установки, що складаються з водоприймачів, очисних споруд, резервуарів чистої води або водонапірних башт, сполучної водогінної мережі й електронасосів зі станціями керування. Найбільше широко в сільському господарстві поширені відцентрові й осьові насоси. Насоси виконують у моноблоці з електродвигунами й занурюють у воду або розташовують на поверхні землі.

У водопостачанні використовують водонасосні установки трьох типів: баштові з водонапірним баком, без баштові з водонапірним котлом і безпосередньою подачею води у водогінну мережу. Майже в 90 % випадків використовують баштові водо насосні установки з витратою води до 30 м³/годину. Якщо витрата води становить 30...65м³/год, то рекомендують двох агрегатні насосні станції з водонапірним котлом. При витраті води більше 65 м³/годину економічно доцільно використовувати насосні установки з безпосередньою подачею води в розподільну мережу. [Кигель Е.М. **Експлуатація водозабірних споруд. - К.: Будівельник, 1978**]

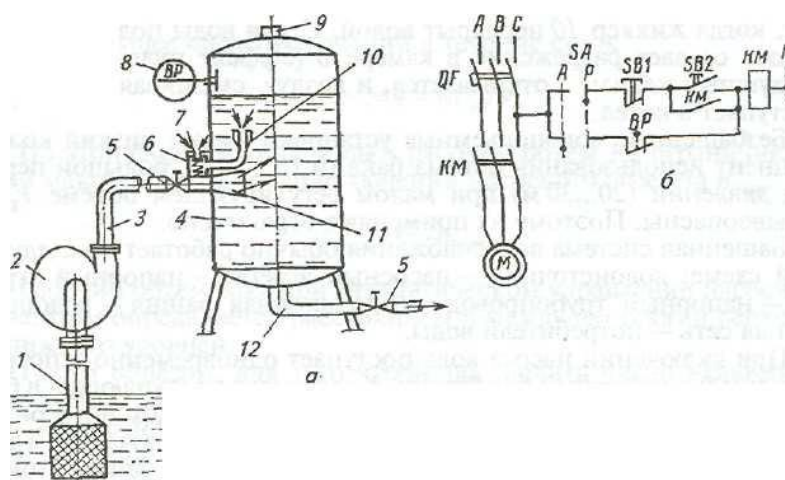


Рис. 2.1. Технологічна схема водопідйомної установки типу ВУ (а) і її принципова електрична схема (б):

1 - всмоктувальна труба; 2 - насосний агрегат; 3 - нагнітальна труба; 4 - повітряно-водяний бак; 5 - замикаючий вентиль; 6 - камера змішування; 7 - повітряний клапан; 8 - датчик тиску; 9 - запобіжний клапан; 10 - жиклер; 11 - дифузор; 12 - водозабірна труба

Тиск включення, Мпа, розраховують по формулі

$$P_1 = (H_{вл} + H_p + H_{вт}) 10^{-2} \quad (1.1)$$

де $H_{вл}$ – вільний напір у споживача, м (для одноповерхових будинків 8 м, для двоповерхових – 12 м); H_p – різниця оцінок розрахункових крапок водогінної мережі й мінімального рівня води в баку, м; $H_{вт}$ – втрати напору у водогінній мережі, м.

При збільшенні рівня води тиск у котлі підвищується до заданого значення, при якому контакти ВР розмикаються й насос відключається.

Тиск вимикання, Мпа, визначають по формулі

$$P_2 = 1,7 P_1 + 0,7 \text{ Па} \quad (1.2)$$

Ручне керування електронасосом здійснюється кнопками SB2 «Пуск» і SB1 «Стоп».

Без баштові водопідйомні установки мають низький коефіцієнт використання обсягу бака $(0,15...0,2)V$, великий перепад тисків (20...30 м) при малому регулюючому обсязі V_p і вибухонебезпечні. Тому їх застосовують обмежено.

Баштова система водопостачання звичайно працює за наступною схемою: водо джерело - насосний агрегат - напірний агрегат - напірний трубопровід - водонапірна башта - водогінна мережа - споживачі води.

Запасний обсяг повинен зберігати господарсько-виробничий запас на випадок перерви в електропостачанні й, головне, пожежний запас води, розміри якого визначаються будівельними нормами й правилами.

Регулюючий обсяг V_p (м^3), подача насоса G_H ($\text{м}^3/\text{ч}$) і поточне споживання води G_p ($\text{м}^3/\text{ч}$) визначають тривалість роботи насосного агрегату. [Кигель Е.М. **Експлуатація водозабірних споруд. - К.: Будівельник, 1978**]

Тривалість паузи

$$T_{\text{п}} = V_p / G_p. \quad (1.3)$$

Відповідно час циклу $T_{\text{ц}} = T_p + T_{\text{п}}$

Максимальне число включень буде при :

$$n = 0,25(G_H / V_p). \quad (1.4)$$

Найбільше число включень протягом доби

$$n_{\text{max}} = 24n = 6(G_H / V_p). \quad (1.5)$$

По цій формулі визначають робочий обсяг V_p , що обмежує максимальне число включень насосного агрегату n_{max} :

$$n = 6 G_H / n_{\text{max}} \quad (1.6)$$

Робочий обсяг бака при автоматичному керуванні насосним агрегатом визначається відстанню h між датчиками верхнього й нижнього рівнів.

Таким чином, для того щоб забезпечити число включень заглибного насоса не більше припустимого по технічних умовах, відстань між датчиками верхнього й нижнього рівнів (зона неоднозначності двохпозиційного регулятора) повинно бути

$$n = 6 G_H / (n_{\text{max}} F) \quad (1.7)$$

де F – площа дзеркала води в баку, м^3 .

Експлуатація заглибних насосів показує те, що n_{max} не повинно перевищувати 50...70 (залежно від конструкції) з інтервалом між включеннями не менш 5 хв. [Таварткиладзе **И.М.**, Тарасюк **Т.П.**, **Водопостачання і водозабір. Довідник - К.: Будівельник, 1988.**]

РОЗДІЛ 2 РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СИСТЕМИ

Автоматизована система управління артезіанськими свердловинами АСУ АС призначена для дистанційного і локального управління обладнанням артезіанських свердловин.

Система автоматизації свердловини здійснює контроль стану обладнання та технологічних параметрів з центрального (або локального) диспетчерського пункту за допомогою кабельної лінії зв'язку або GSM каналу

Автоматизація свердловин за допомогою АСУ АС забезпечує безперервний контроль обладнання без постійної присутності обслуговуючого персоналу. Схема павільйону артезіанської свердловини наведена на рис. 2.1.

На жовтих виносках нижчеподаній схеми, цифрами позначено обладнання контроль і управління яким здійснює безпосередньо система автоматизації свердловини. На зелених виносках цифрами позначено обладнання, яке контролює АСУ за допомогою силової шафи управління насосами НАПОР-3.1м.

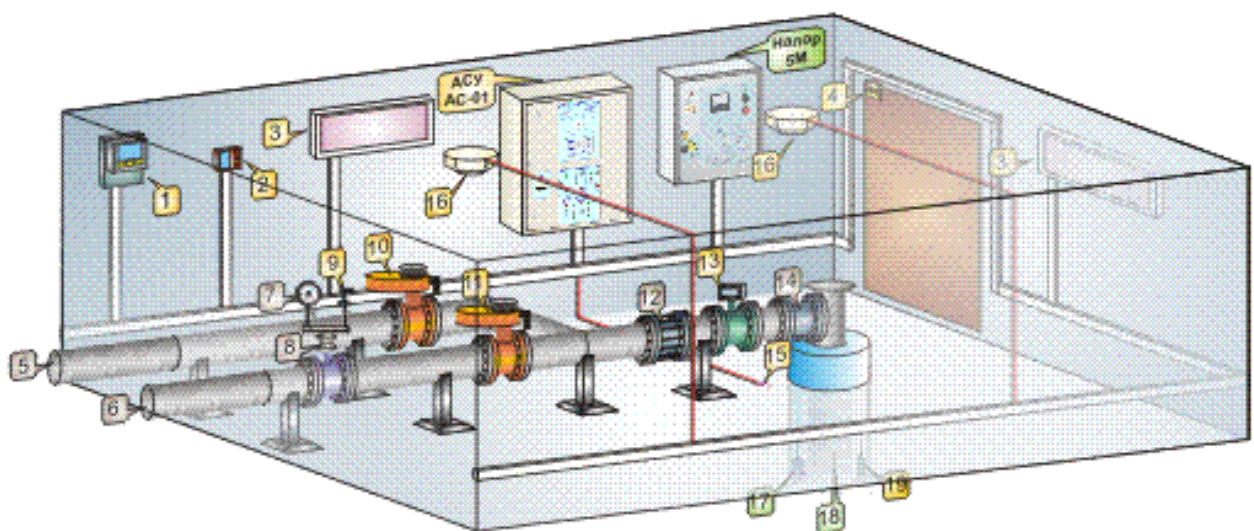


Рис. 2.1. Схема павільйону артезіанської свердловини

Опис елементів схеми відповідає таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Опис елементів схеми

Елемент схеми	Примітки
1 - Лічильник електроенергії	Покази фіксує АСУ АС
2 - Датчик температури	Покази фіксує АСУ АС
3 - Інфрчервоний обігрівач	Управління здійснює АСУ АС
4 - Датчик охоронний	Контролюється АСУ АС
5 - Зливна труба	----
6 - Магістральна труба	----
7 - Манометр	----
8 - Вал	----
9 - Датчик тиску	Управління здійснює АСУ АС
10 – Електро засувки зливу	Управління здійснює АСУ АС
11 - Електро засувки магістралі	Управління здійснює АСУ АС
12 - Зворотний клапан	----
13 - Регулятор потоку	Покази фіксує АСУ АС
14 - Фільтр	----
15 - Датчик затоплення	Контролюється АСУ АС
16 - Датчик пожежний	Контролюється АСУ АС

17 - Датчик сухого ходу	Контролюється шафою управління насосами НАПОР-3.1М
18 - Насос	Управління здійснює АСУ АС за допомогою ШУ НАПОР-3М
19 - Датчик гідростатичного тиску	Покази фіксуються АСУ АС

Автоматизована система керування артезіанською свердловиною АСУ АС призначена для керування роботою артезіанської свердловини в автоматичному й ручному режимах.

Система містить у собі наступні вироби.

- шафа керування ,що містить спеціалізований мікропроцесорний контролер з (ШК);
- силова шафа керування насосом «Напір-5М» з датчиком струму споживання;
- компресор з датчиком тиску (рівня води);
- датчик тиску води на виході свердловини;
- датчик температури в павільйоні;
- датчик затоплення павільйону;
- датчик охоронний (відкриття дверей);
- ПК із установленим ПЗ центрального диспетчерського пункту (ЦДП) і підключеним блоком модему.

В системі передбачене підключення наступних пристроїв, що входять до складу встаткування свердловини:

- засувка зливу води;
- засувка подачі води в магістраль;
- електрокалорифер для обігріву павільйону;

- датчик сухого ходу в свердловині;
- датчик пожежної сигналізації.

Система забезпечує:

Вимір:

- температури в павільйоні в діапазоні від мінус 20°C до +150°C з похибкою не більше $\pm 1^\circ\text{C}$;
- струму споживання двигуна насоса в діапазоні (0...300) А з похибкою не більше 5%;
- тиску води на виході свердловини (P_c) у діапазоні (0,0...1,5) Мпа з похибкою не більше 3%;
- висоти водяного стовпа (Н) у діапазоні (0...100,0) м.

Керування:

- приводом засувки зливу;
- приводом засувки магістралі;
- електрокалорифером;
- компресором;
- проміжним пускачем насоса.

Зв'язок SMS повідомленнями по каналі GSM контролера ШУ зі ЦДП.

Дистанційне (зі ЦДП) і місцеве керування процесом пуску й зупинки роботи свердловини в автоматичному режимі.

Контроль стану свердловин зі ЦДП і на екрані дисплея контролера ШУ.

Індикацію фактичних значень параметрів:

- температури в павільйоні (Т);
- тиску води на виході свердловини (P_c);
- висоти водяного стовпа в свердловині щодо насоса (Н);
- струму двигуна насоса (І).

Індикацію поточного стану механізмів:

- насоса (Н);
- компресора (Кп);
- електрокалорифера (Кф);
- засувки магістралі (Зм);
- засувки зливу (Зс).

Індикацію поточного стану дискретних датчиків:

- датчика затоплення (Дзат);
- датчика сухого ходу (Дсх);
- датчика пожежного (Дпож);
- датчика охорони (Дохр).

Оперативна зміна заданих параметрів процесу із клавіатури панелі керування:

- температури включення обігріву (електрокалорифера) (Твкл);
- температури вимикання обігріву (Твикл);
- тиск у свердловині (Рс_вкл_насоса), при якому виробляється включення насоса;5
- тиск у свердловині (Рс_всвердловинкл_насоса), при якому виробляється вимикання насоса;
- час зливу води при пуску свердловини.

Включення (відключення) режиму автоматичної постановки на охорону й завдання охоронного часу.

Установку неприпустимих величин параметрів технологічного процесу із клавіатури панелі шафи керування (параметри аварійних зупинок).

Оперативне реагування на виникнення аварійних ситуацій і зупинок (звукова й текстова індикація).

Настроювання й діагностику встаткування з пульта керування.

Ручне керування й світловою індикацією стану встаткування свердловини з панелі шафи керування системи.

Система диспетчеризації артезіанських свердловин складається із центрального диспетчерського пункту, і систем керування артезіанськими свердловинами. Обмін інформацією між ЦДП і системами керування артезіанськими свердловин виробляється по каналі GSM за допомогою SMS повідомлень.

Завдання центрального диспетчерського пункту складається:

- контроль станів артезіанських свердловин;
- керування артезіанськими свердловинами з метою досягнення заданого тиску;
- документування процесу роботи ЦДП.

Завдання системи керування:

- контроль станів датчиків і механізмів артезіанських свердловин;
- керування артезіанською свердловиною (пуск і зупинка) у ручному, автоматизованому режимі й дистанційному режимі від ЦДП;
- підтримка заданої температури в павільйоні в холодну пору року;
- формування тривожних сигналів і повідомлень на ЦДП при виникненні аварійних ситуацій.

Блок-схема системи керування артезіанською свердловиною представлена на рис. 2.2.

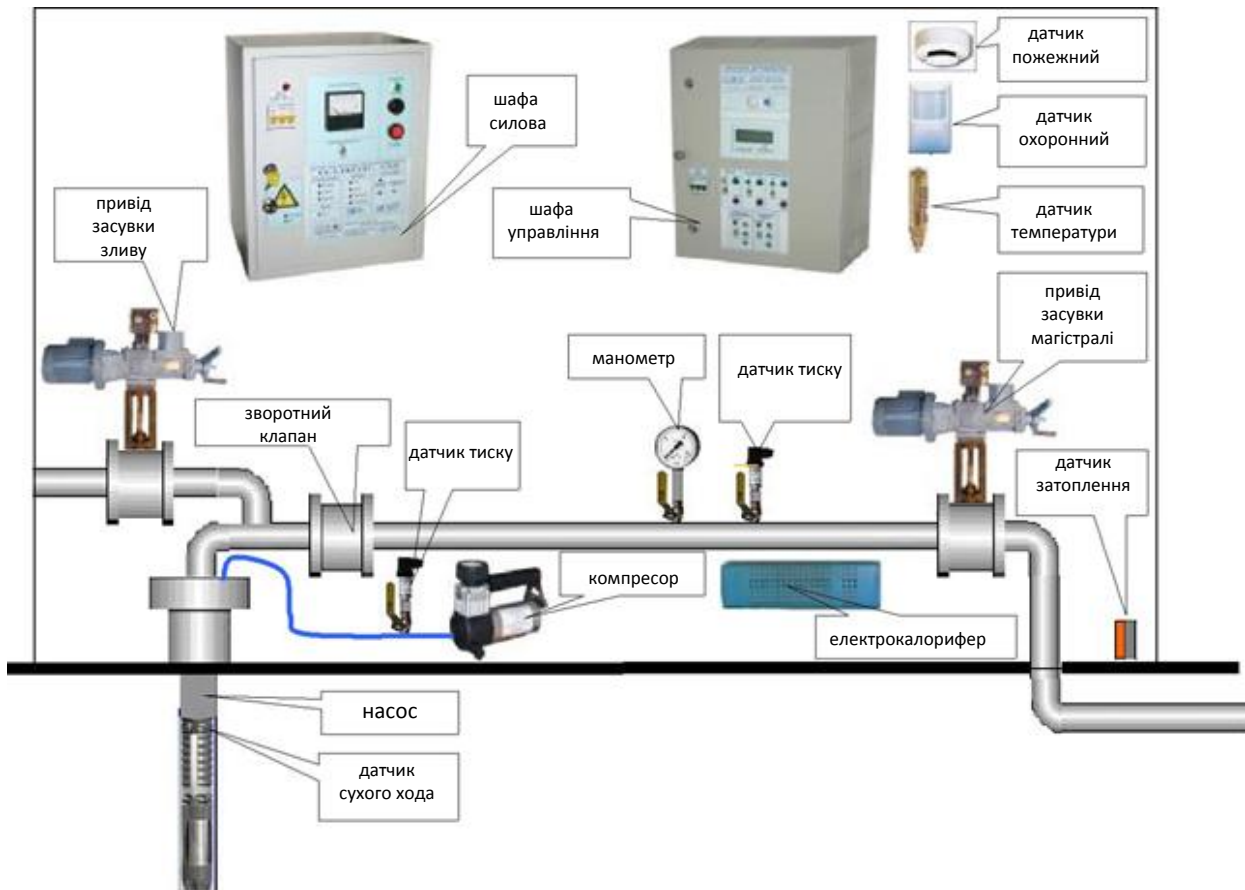


Рис. 2.2. Блок-схема системи керування артезіанською свердловиною

Структурна схема автоматизованої системи управління артезіанською свердловиною наведена на рис. 2.3.

В АСУ АС є наступні датчики:

- датчик температури;
- датчик тиску на виході свердловини;
- датчик тиску повітря від компресора;
- датчик струму двигуна насоса;
- датчик пожежний;
- датчик охоронний;
- датчик сухого ходу;
- датчик затоплення.

В АСУ АС є наступні об'єкти керування:

- дві засувки з електроприводом;

- електрокалорифер;
- компресор;
- насос.

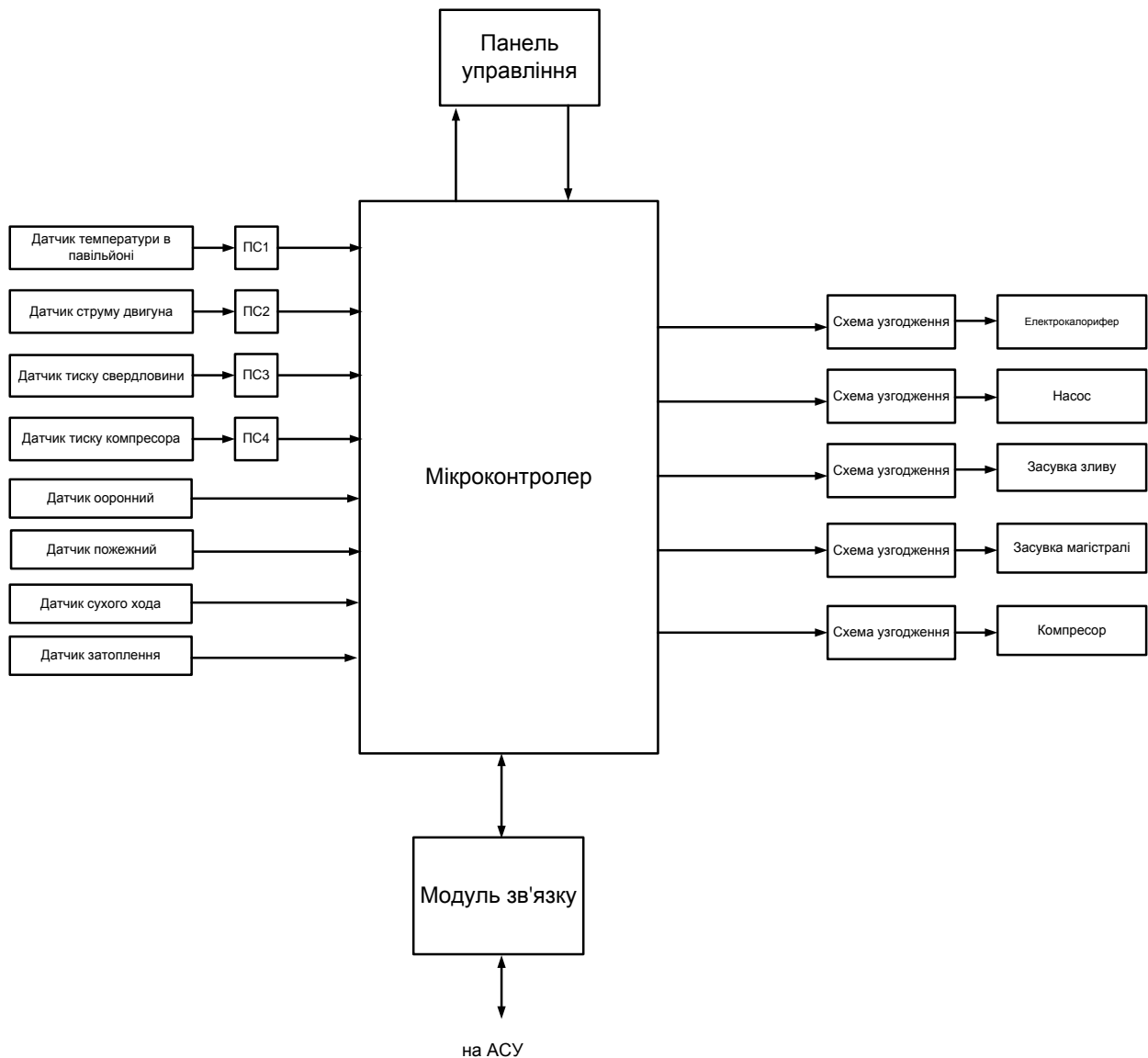


Рис. 2.3. Структурна схема автоматизованої системи управління артезіанською свердловиною

Датчик температури, датчик тиску на виході свердловини, датчик тиску повітря від компресора, датчик струму двигуна насоса є аналоговими і потребують переведенні в цифрову форму за допомогою аналого-цифрового перетворювача, що вбудований в мікроконтролер. Датчик пожежний, датчик охоронний, датчик сухого ходу і датчик затоплення мають дискретний вихід і можуть безпосередньо підключатися до портів мікроконтролера.

Шафа керування АСУ АС виконує функції опитування датчиків і адекватного керування (залежно від команд зі ЦДП і станів датчиків) механізмами по заданій програмі.

Керування насосом виробляється через шафу силову, яка виконує функції включення й захисту двигуна.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

3.1. Вибір мікроконтролера

В якості основного елемента автоматизованої системи управління артезіанською свердловиною вибрано мікроконтролер PIC16F884. Зовнішній вигляд мікроконтролера зображений на рис. 3.1.

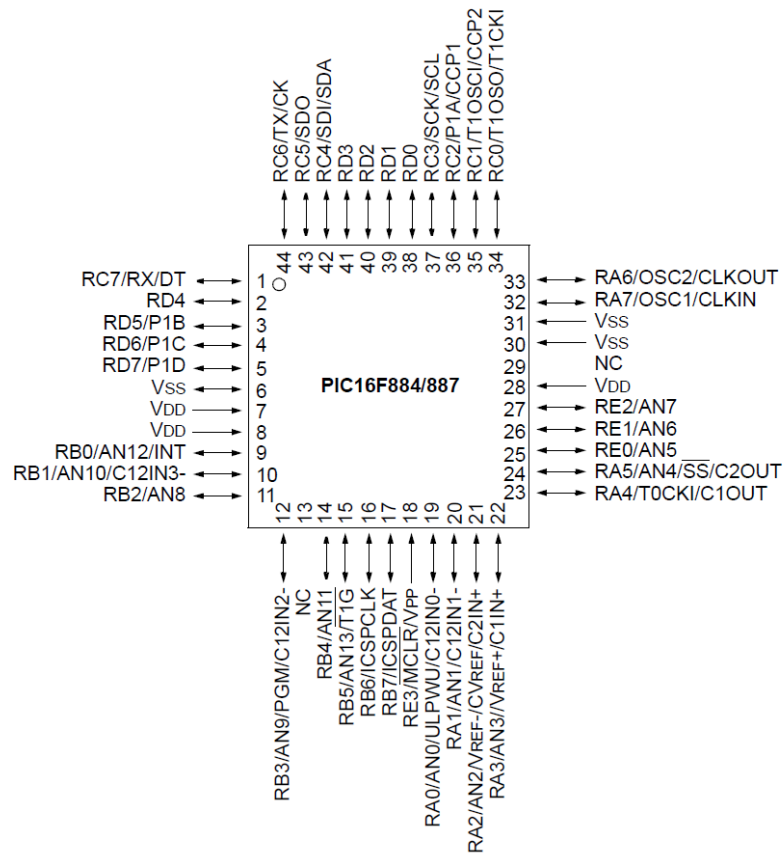


Рис. 3.1 Зовнішній вигляд мікроконтролера PIC16F884

Характеристики:

- Тактова частота: 20 МГц;
- Технологія використовуваної пам'яті (Тип пам'яті): Flash;
- Дозвіл і кількість каналів аналого-цифрового перетворювача (АЦП) (АЦП): 11x10-bit;

- Типи послідовних інтерфейсів і кількість каналів (Послідовні інтерфейси): 1-UART, 1-A/E/USART, 1-SPI, 1-I2C, 1-MSSP (SPI/I2C);
- Напруга живлення (min) ($U_{пит (min)}$): 2 В;
- Напруга живлення (max) ($U_{пит (max)}$): 5.5 В;
- 35 команд.

3.2. Датчик температури STP

Датчик температури STP призначено для визначення температури в приміщенні павільйону. Датчик кімнатної температури резистивний застосовується для вимірювань температури повітря всередині приміщень. Датчик можна встановлювати на стінах житлових, офісних або виробничих приміщень.



Рис. 3.2. Датчик температури STP

Технічні характеристики:

Поперечний переріз проводів від 0,14 до 1,5 мм².

Підключення здійснюється тільки на безпечну малу напругу (до 24 В постійного струму).

Максимальний вимірюваний струм 1 mA.

Клас захисту IP30.

Вимірювальні елементи в датчику STK1M - Ni 1000 TK5000.

Температурний режим роботи - від -30°C до $+90^{\circ}\text{C}$.

Відносна вологість повинна бути менше 95%, без конденсату.

3.3. Датчик струму T201-DCH-100-LP

Безконтактні трансформатори струму можуть перетворювати в аналоговий сигнал 4 ... 20 мА як рівень змінного, так і постійного струму в провіднику, протягнути крізь нього.



Рис. 3.3. Датчик струму T201-DCH-100-LP

Особливості та переваги датчика струму T201-DCH-100-LP

- Високий клас точності 0,5% (для T201DCH-300) і 1% (для T201DCH-100)
- Захист від перевантаження до 2000 А
- Вихідний аналоговий сигнал 4 ... 20 мА
- Широкий діапазон напруги живлення
- Допускається накладення змінного струму і імпульсного струму.
- Перетворювач не є шунтом, тому відсутні втрати потужності при вимірюванні.
- 2 діапазони, настроюються DIP-перемикачами
- Можливість монтажу на DIN рейку за допомогою спеціального кріплення, що входить в комплект.

- Живлення від струмової петлі 4 ... 20 мА напругою 6 ... 100 В, короткочасна перенапруга до 120 В.

Технічні характеристики датчика струму T201-DCH-100-LP

Вхід	
Межі вимірювань	0...100 А
Тип чутливого елемента	TRMS
Настроюється діапазон, що настроюється(виставляється за допомогою DIP-перемикачів)	0..50А, 0..100А AC 0..50А, 0..100А, -50..50А, -100..100А DC
Вхідна частота	1 кГц
Ізоляція	залежить від параметрів ізоляції проводу, при використанні неізольованого проводу - 3 кВ
Перевантажувальна здатність	імпульс до 2000 А чи 300 А протягом тривалого часу
Вихід і напруга живлення	
Тип	0 ... 10 В, мінімальне навантаження $R_n = 2$ кОм; мінус виходу суміщений з мінусом живлення
Клеми	Vout і GND
З'єднання	знімний клеммник: крок 5,08 мм,

	макс.
Перетин провідника	2,5 мм ²
Діаметр прохідного отвору	20,8 мм
Напруга живлення	= 11,5 ... 28 В (клеми Vcc і GND)
Захист	від переполюсовки і перегріву
Енергоспоживання	21 мА (без навантаження)
Точність	
Клас точності (струм більше 2% від діапазону)	діапазон 100 А: 0,5% діапазон 50 А: 1%
Клас точності (струм менше 2% від діапазону)	діапазон 100 А: 1% діапазон 50 А: 2%
Дозвіл АЦП	12 біт (4000 дискрет)
Температурний дрейф	< 0,02 %/°C
Вплив ЕМП	< 0,5 %
Час відгуку	короткочасний фільтр: 800 мс, стандартний фільтр 2000 мс
Гістерезис вимірювань	0,15% від верхньої межі вимірювань

Умови експлуатації	
Ступінь захисту	IP20
Робоча температура	-10...+65 °C
Вологість	10...90% без конденсації
Температура зберігання	-40...+85 °C
Висота	2000 метрів над рівнем моря
корпус	
вага	47 мм
Розміри	96,5×68×26 мм (без клемника)
Матеріал корпусу	Пластик (PBT), чорного кольору
Відповідність стандартам	
Стандарти	EN 61000-6-4/2007-01 EN 64000-6-2/2006-10 EN 61010-1/ 2001

3.4. Датчик тиску Danfoss MBS 1700

Складається з первинного перетворювача і електронного пристрою. Рідина під тиском подається в камеру первинного перетворювача і деформує

його мембрану, що призводить до зміни електричного опору розташованих на ній резисторів, первинний перетворювач видає сигнал напруги.



Рис. 3.4. Датчик тиску Danfoss MBS 1700

- Вихідний сигнал 4-20 мА
- Діапазон вимірювання 0 - 25 бар
- Штуцер з зовнішньою різьбою G 1/4 A (EN 837) або G 1/2 A (EN 837)
- Температурна компенсація і лазерна калібрування
- Відмінна вібростійкість
- Простота установки і висока надійність
- Матеріали, що контактують із середовищем: нержавіюча сталь (AISI 316)

3.5. Сповіщувач пожежний тепловий ПП 101-1А-А3

Призначений для роботи в складі систем автоматичних установок пожежогасіння і пожежної сигналізації. Сповіщувач розрахований на безперервну цілодобову роботу в закритих опалювальних приміщеннях. Сповіщувач видає сигнал «Пожежа» шляхом збільшення споживаного струму при перевищенні температури навколишнього повітря встановленого порогового значення. Оптичний індикатор спрацьовування.



Рис. 3.5. Сповіщувач пожежний ІП 101-1А-А3

Технічні характеристики

Номінальна температура спрацювання	+64...+76 °С
Час спрацювання при підвищенні температури зі швидкістю 3 ° С / хв *	770 ±190 с
Інтервал між вимірами температури	6...8 с
Час повернення в черговий режим після зняття напруги живлення, не менше	2 с
Робоча напруга, не більше	10...25 В
Допустимий струм замикання в тривожному режимі, не більше	20 мА
струм	60 мкА
Залишкова напруга в режимі «Пожежа» (внутрішня), не більше	5,5 В
Ступінь захисту оболонкою	IP30

Діапазон робочих температур	-30...+76 °С
Середнє напрацювання на відмову, не менше	70 000 год.
Термін служби, не менше	10 р.
Габаритні розміри: висота / діаметр, не більше	34 мм / 62 мм

3.6. Сповіщувач охоронний точковий магнітоконтактний 943WG-WH

Сповіщувач охоронний точковий магнітоконтактний 943WG-WH використовується для блокування дверних, віконних та інших прорізів, для створення охоронного ланцюга за принципом дії "пастка" в приміщеннях будь-якого типу. При спрацьовуванні ІВ видає тривожний сигнал на ПКП або пульт чергового. Має довжину кабелю 1,5 метра і компактний розмір.



Рис. 3.6. Сповіщувач охоронний магнітоконтактний 943WG-WH

Тип сповіщувача	магнітогерконовий, накладний
Контакти	НЗ (нормально замкнуті)
Відстань між герконом і магнітом	13 мм (при розмиканні контактів)
Максимальна напруга, що комутується	30 В
Максимально комутований струм	0,3 А
Ступінь захисту	-
температура експлуатації	-50°С...+50°С

Розміри геркона	26x12x6 мм
Розміри магніту	26x12x6 мм
Маса	0,015 кг

3.7. Датчик сухого ходу LP-3

Датчик сухого ходу LP-3 застосовується в автоматичних системах водопостачання, поливальних установках, установках пожежогасіння, системах кондиціонування і інших випадках. Даний датчик сухого ходу призначений для роботи з водою. При відсутності води в системі водопостачання автоматично відключає насоси (поверхневі, свердловини), станції автоматичного водопостачання, що запобігає поломки обладнання при роботі без води (режим «сухого ходу»).



Рис. 3.7. Датчик сухого ходу LP-3

Технічні характеристики датчика сухого ходу

- Напруга (частота), В (Гц): 220 (50)
- Максимальний комутований струм, А: 16
- Робочий діапазон температур води, ° С: 1 ... 40
- Робочий діапазон тиску, бар: 0,5 ... 2,8
- Приєднувальний розмір, дюйм: 1/4
- Клас електричного захисту: IP44

Пристрій і принцип дії

Датчик сухого ходу LP-3 являє собою двоконтактний реле комутації електричних ланцюгів, що спрацьовує по тиску води. Спочатку група контактів реле розімкнута, щоб замкнути групу необхідно при першому запуску натиснути і утримувати кнопку розташовану на кришці реле. Контакти реле замикаються. Якщо тиск падає до рівня 0,4-0,05 бар, то контакти реле розмикаються. Завдяки цьому датчик сухого ходу можна використовувати в якості запобіжника від «сухого ходу», наприклад, для насосів.

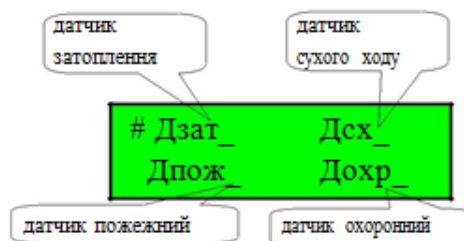
3.8. Датчик протікання води H2O-Контакт

Датчик протікання води H2O-контакт виявлення рідини є реле, 2х-дротовий, 5-24В Працює на зміну опору.

Напруга живлення 5...24 В, Споживання в режимі очікування до 1 мкА; Споживання в режимі тривоги до 200 мА; "Сухий контакт" нормально відкритий і може комутувати ланцюг 24В 80мА; IP55; вага 0,02 кг; Розміри: 25 x 25 x 15 мм; Підключення: 20 см кабель;



Рис. 3.8. Датчик протікання води H2O-Контакт



3.9. Розробка схеми електричної принципової

Схема узгодження виконана на основі симісторного оптрдрайвера МОС3063М та симістора ВТ139-600.

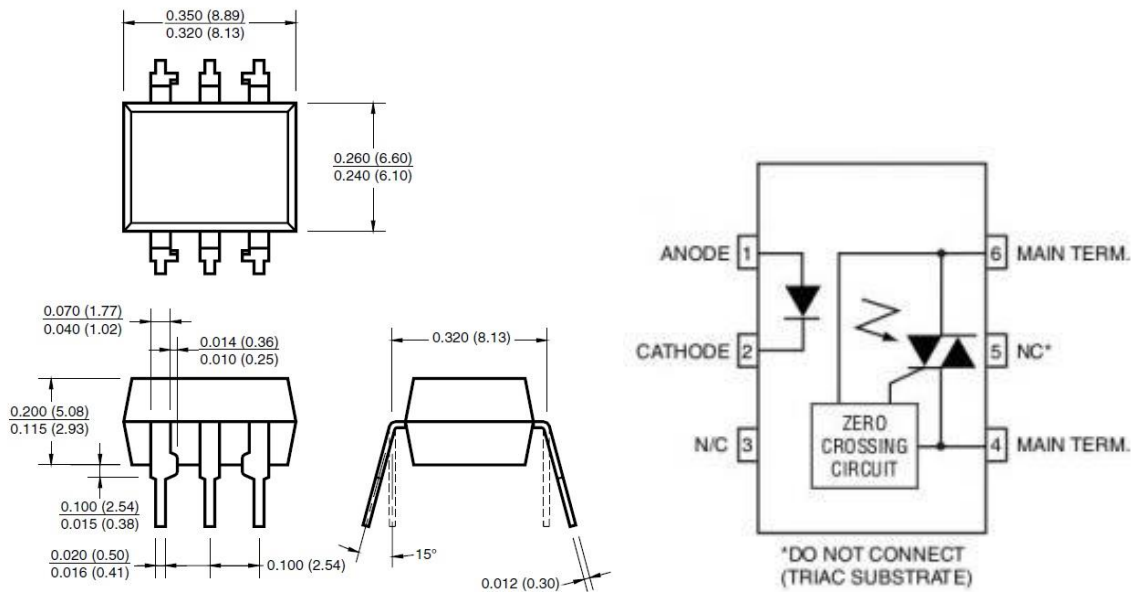


Рис. 3.9.1. Схема оптодрайвера МОС3063М

Характеристики симісторного оптодрайвера:

- Прямий струм: 50 мА
- Зворотна напруга на виході: 400 В
- Напруга ізоляції: 5000 В
- Струм включення: 15 мА

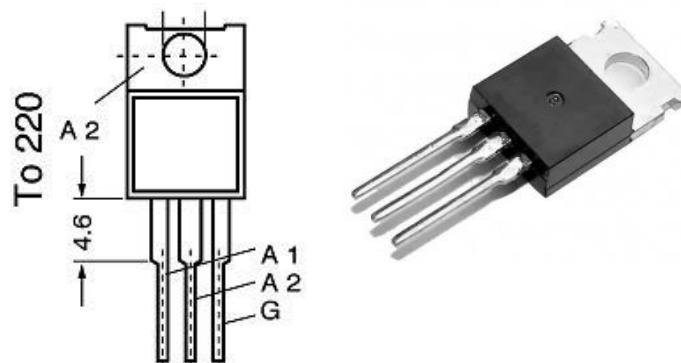


Рис. 3.9.2. Симістор ВТ139-600

- Максимальна напруга 600 В
- Комутований струм 16 А
- Напруга утримання 1,6 В
- Ток УЕ 25 мА
- Час включення 2 мкс.

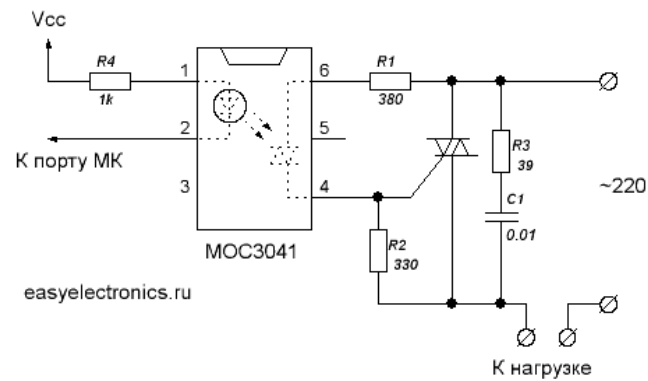


Рис. 3.9.3. Типова схема підключення МОС 3063М

Схема підключення виконавчих механізмів наведена на рис. 3.9.3

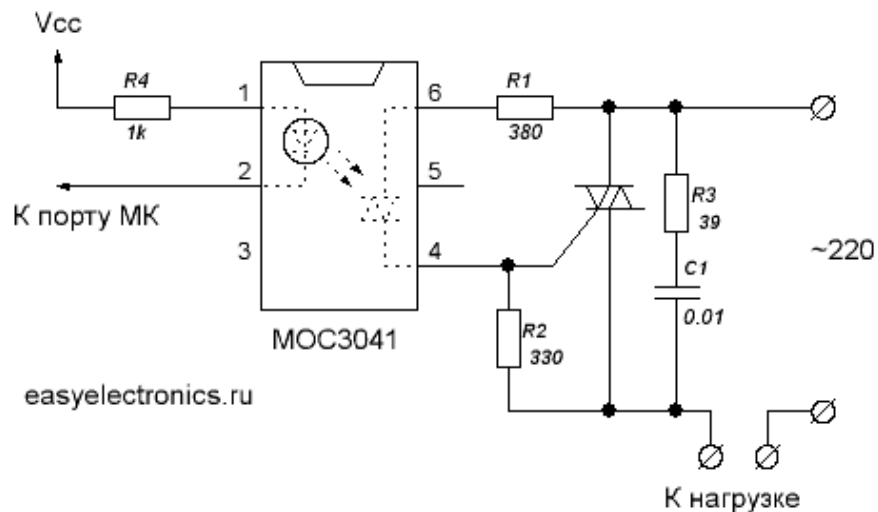


Рис. 3.9.4. Типова схема підключення оптодоайвера

Для підсилення сигналу від датчика виберемо підсилювач МС1456 [9].

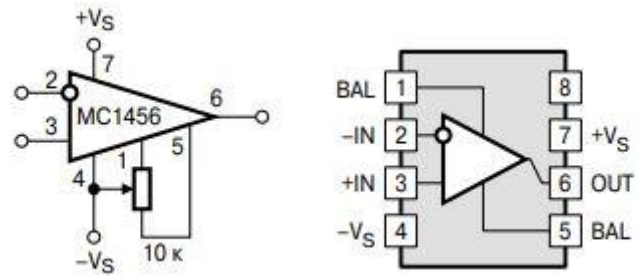


Рисунок 3.9.5. – Підсилювач MC1456

На основі обраної елементної бази була розроблена електрична принципова схема пристрою (приведена в додатках).

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОБОТИ СИСТЕМИ

Відповідно до завдання був виконаний загальний алгоритм роботи системи.



Рис 4.1. Загальний алгоритм роботи системи

Схема алгоритму керування свердловиною представлена на рис. 4.2.

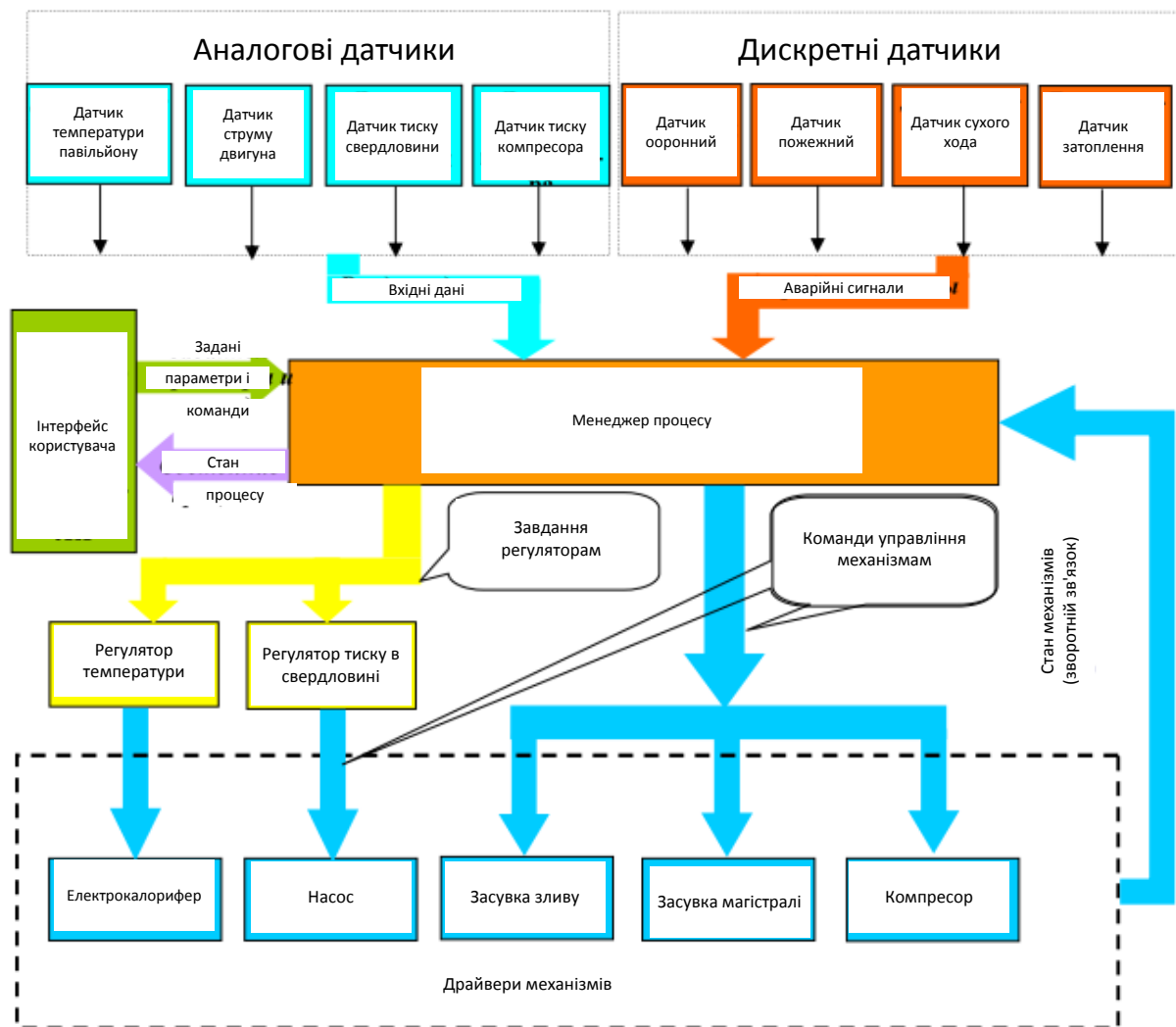


Рис. 4.2 Схема алгоритму керування свердловиною

1. Менеджер процесу:
 - робить збір інформації про поточний стан датчиків;
 - забезпечує інтерфейс користувача (обробку натискань клавіатури, вивід інформації на екран дисплея);
 - забезпечує обмін інформацією й командами зі ЦДП;
 - відслідковує й обробляє аварійні ситуації;
 - визначає завдання керування для регулятора й механізмів.
2. Регулятори забезпечують підтримку контрольованого параметра на заданому рівні. Регулятор порівнює поточне значення параметра із заданим

менеджером процесу й формує вихідний сигнал управління для механізму, спрямований на досягнення заданого параметра.

3. Драйвери механізмів служать для адекватного керування менеджером процесу механізмами з обліком його поточного стану й специфічних особливостей.

Можливі стани й переходи менеджера процесу представлені на рис. 5.2.

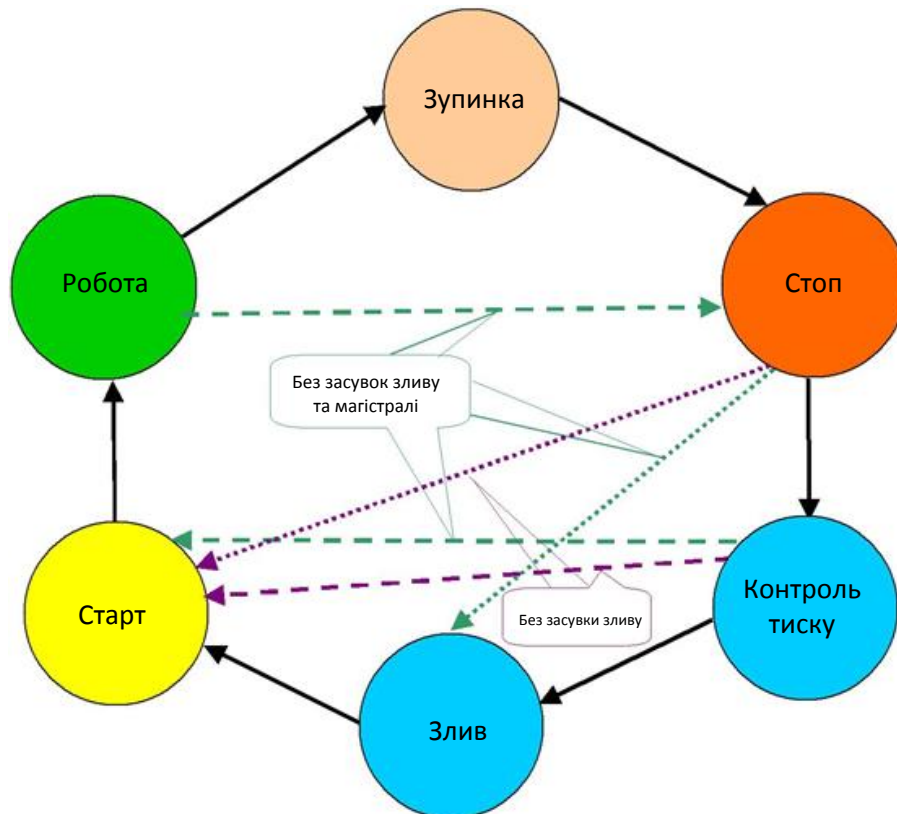


Рис. 4.3. Можливі стани й переходи менеджера процесу

Стрілками зазначені можливі напрямки переходу станів. Перехід зі стану «робота» у стан «стоп» і назад виробляється по команді зі ЦДП або з пульта шафи керування. Стану «контроль тиску», «зупинка», «старт» і «слив» є проміжними. Штриховими лініями відзначені переходи при відсутності в устаткуванні засувок. Стан «контроль тиску» - це стан при якому система очікує зниження тиску в свердловині для початку регулювання. У цей стан система переходить при наступних умовах:

- w була отримана команда «старт»;
- w технологічний параметр «тип регулювання» установлений «по зниженню тиску»;
- w тиск у свердловині більше $P_{вкл}$.

Штатний стан механізмів при повному составі встаткування свердловини (установлені обидві засувки) залежно від стану АСУ АС і переходи по станам наведені на рис. 5.3.

стан механізм	СТОП або КОНТРОЛЬ Р	ЗЛИВ		СТАРТ	РОБОТА	ЗУПИНКА
Засувка зливу	закрита	відкривається	відкрита	закривається	закрита	
Засувка магістралі	закрита	закрита		відкривається	відкрита	закривається
Насос	виключений	виключений	включений		управляється регулятором тиску	виключений

Рис. 4.4. Штатний стан механізмів при повному составі встаткування свердловини

Штатний стан механізмів при відсутності засувки зливу залежно від стану АСУ АС і переходи по станах наведені на рис. 5.5.

стан механізм	СТОП або КОНТРОЛЬ Р	СТАРТ		РОБОТА	ЗУПИНКА
Засувка магістралі	закрита	закрита (10сек)	відкривається	відкрита	закривається
Насос	виключений	включений		управляється регулятором тиску	виключений

Рис. 4.5. Штатний стан механізмів при відсутності засувки зливу

Перехід у стан "стоп" можливо також з появою аварійних ситуацій.

Стан "стоп" – штатний статичний стан АСУ АС. У даному стані - насос виключений, засувка зливу закрита, засувка магістралі закрита . У цей стан система переходить після включення живлення шафи управління («холодний старт»), а також при одержанні команди «завершити роботу» з пульта шафи керування або команди «STOP» зі ЦДП. Також, перехід у даний стан можливий при перемиканні з режиму ручного керування відповідними механізмами на автоматичний, при цьому насос повинен бути виключений, засувка зливу закрита, заслінка магістралі закрита.

Крім того, у цей стан система автоматично переходить при виникненні однієї або декількох з описаних далі аварійних ситуацій.

Стан "контроль тиск" – у цей стан система переходить при одержанні команди «почати роботу» з пульта шафи керування або «START » зі ЦДП, включення й вимикання насоса виробляється по величині тиску в свердловині (технологічний параметр «тип регулювання) і тиск більше величини Рвкл. Якщо тиск менше цієї величини або регулювання по тиску заборонене

(включення насоса тільки по командах), цей стан буде пропущений й система відразу перейде в стан «злив» або «старт».

Стан "злив" – у цей стан система переходить при отриманні команди «почати роботу» з пульта шафи керування або «START» зі ЦДП, якщо в складі встаткування є засувка зливу й технологічний параметр «час зливу» не дорівнює 0. При переході в цей стан починає відкриватися засувка зливу й після повного її відкриття, включається насос. Тривалість зливу визначається технологічним параметром «час зливу», після закінчення якого система автоматично переходить у стан «Старт».

Стан "старт" - це проміжний стан, що є попереднім для стану "робота". Перехід у даний стан виробляється автоматично після завершення зливу , а якщо засувки зливу немає в складі встаткування свердловини - при одержанні команди «почати роботу» з пульта шафи керування або «START» зі ЦДП. При переході в цей стан починає відкриватися засувка магістралі, і, після її повного відкриття, починає закриватися засувка зливу. Після повного закриття засувки зливу система переходить у стан "робота".

Якщо зливу немає, при переході в цей стан спочатку включається насос і після закінчення 10 секунд після його включення, починає відкриватися засувка магістралі.

Якщо засувок немає в складі системи - у цей стан система переходити не буде - відразу переходить у стан «робота».

Стан "робота" – штатний статичний стан АСУ АС. Перехід у цей стан можливий по команді зі ЦДП, з пульта шафи керування . А також, при перемиканні ручного керування відповідними механізмами на автоматичний, при цьому насос повинен бути включений, засувка зливу закрита, засувка магістралі відкрита. У цьому стані засувка зливу закрита, засувкою магістралі й насосом управляє регулятор тиску. Залежно від налаштувань регулятора керування виробляється в такий спосіб:

1. Якщо технологічний параметр «Тип регулятора» визначений «по командам» насос включений і засувка магістралі відкрита постійно до одержання команди «STOP» зі ЦДП або із клавіатури пульта.

2. Якщо цей параметр установлений « $R_{вкл} < P < R_{викл}$ » - керування насосом і засувкою магістралі здійснюється по величині тиску: якщо тиск P_c знизиться менше заданого технологічного параметра $P_{c_вкл_насоса}$, насос включається, засувка відкривається, якщо тиск досягне величини технологічного параметра $P_{c_викл_насоса}$ - насос вимикається, засувка закривається.

3. Якщо цей параметр установлений « $R_{вкл} < P$ на час» - включення насоса й відкриття засувки магістралі відбувається якщо тиск P_c знизиться менше заданого технологічного параметра $P_{c_вкл_насоса}$, а вимикання - після закінчення часу заповнення (технологічний параметр визначається в годинниках).

Стан "зупинка" – це проміжний стан, що є попереднім стану "стоп". Перехід у цей стан можливий по команді «STOP» зі ЦДП або із клавіатури пульта шафи керування. При цьому починає закриватися засувка магістралі. Після повного закриття засувки вимикається насос, і система переходить у стан "стоп".

Крім того, у цей стан система автоматично переходить при виникненні однієї або декількох з описаних далі аварійних ситуацій.

Аварійні зупинки – непрацездатність системи, без можливості автоматичного поновлення штатного режиму роботи.

При виникненні аварійної ситуації система видає повідомлення на екрані дисплея шафи керування й переривчасті звукові сигнали сирени. Аварійними вважаються ситуації:

- 1) спрацьовування датчика затоплення;
- 2) вимикання насоса - при помилці керування насосом;

- 3) тиск на виході свердловин вище заданого (P_{max}) протягом заданого часу;
- 4) тиск на виході свердловин нижче заданого (P_{min}) протягом заданого часу;
- 5) перевантаження двигуна по струму протягом заданого часу;
- 6) недовантаження двигуна по струму протягом заданого часу;
- 7) перегрів температури павільйону;
- 8) замерзання павільйону;
- 9) вимикання живлення шафи керування;
- 10) перекіс фаз;
- 11) спрацьовування датчика сухого ходу протягом технологічного часу.
- 12) аварія засувки - помилка керування засувками.

Помилки – система виявляє помилки, але не перериває штатний режим роботи. У цьому випадку видається текстове попередження й переривчастий звуковий сигнал. Попередження видаються в наступних випадках:

- 1) помилка вимірників;
- 2) помилка механізмів;
- 3) рівень води в свердловині вище максимального ($H_v \max$);
- 4) рівень води в свердловині нижче мінімального ($H_v \min$);
- 5) перевантаження по струму споживання двигуна насоса;
- 6) недовантаження по струму споживання двигуна насоса;
- 7) спрацьовування пожежної сигналізації;
- 8) спрацьовування датчика сухого ходу.

ВИСНОВКИ

В даній роботі виконано розробку системи автоматизованого управління артезіанською свердловиною. Надано опис технологічного процесу управління артезіанською свердловиною. Розглянуто питання автоматизації процесу управління артезіанською свердловиною. Розроблена система автоматизованого управління забезпечує точну підтримку всіх режимів процесу управління артезіанською свердловиною.

В процесі розробки було обрано елементну базу системи, розроблено структурну та принципову схеми системи. Розроблено алгоритм роботи та програму для мікроконтролера.

Таким чином розроблена система повністю відповідає технічному завданню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кигель Е.М. Эксплуатация водозабірних споруд. - К.: Будівельник, 1978
2. Таварткиладзе И.М., Тарасюк Т.П., Водопостачання і водозабір. Довідник - К.: Будівельник, 1988.
3. Иванов Б.А. Инженерная экология. - Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. - 152 с.: ил.
4. Попкович Г. С., Гордеев М.А. Автоматизация системы водоснабжения и водоотведения. – М.: Высш. шк., 1986. - 162 с.: ил.
5. Певзнер Л. Д., Теория автоматического управления: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 2006. - 240 с.: ил.
6. Певзнер Л. Д., Дмитриева В.В. Лабораторный практикум по дисциплине «Теория автоматического управления»: Учеб. пособие для студентов вузов. – М.: Изд-во МГГУ, 2007. - 340 с.: ил.
7. Рульнов А. А., Евстафьев К. Ю. Автоматизация систем водоснабжения и водоотведения. – М.: Инфра-М, 2010. - 152 с.: ил.
8. Жмаков Г. Н.. Эксплуатация оборудования и систем водоснабжения и водоотведения. – М.:Инфра-М, 2010. - 300 с.: ил.
9. <http://cci.glasnet.ru/mc> - методичний центр Еколайн.
10. <http://ecolife.org.ua/> - громадський екологічний проект Еколайф.
11. <http://osk-group.org/avtomatika-korf/datchik-komnatnoi-temperature-stp-3-regeltechnik-7102-dlya-izmereniya-temperature-komnatnogo-vozduha-1153.html>
12. <https://megakip.by/seneca.php#T201-DCH-100>
13. <https://enertec.ua/datchiki-i-rele/datchiki-davleniya-danfoss-mbs-1700/datchik-davleniya-danfoss-mbs-1700-0---10-bar-420ma-1-2-g.html>
14. https://arsenal-sib.ru/pozharnye_izveshateli/teplovye/ip101_1a_a3/
15. <http://abars.ru/katalog-oborudovaniya/ohrannye-sistemy/ohrannye-izveschateli/item/943wg-wh-izveshhatel-ohrannyj-tochechnyj-magnitokontaktnyj>

16. https://nasos-m.com.ua/prinadlezhnosti/rele_suhogo_hoda
17. https://garantgroup.com/katalog/okhranno_pozharnye_sistemy/h2o_kontakt_new_isp_01_datchik_protechki_vody_2kh_provodnyy_5_24v_belyy_korpus_nr/
18. <https://yms.com.ua/nastrojka-i-upravlenie-avtomatikoj-sistemy-vodosnabzheniya/>
19. <http://nasos-a.com.ua/avtomatika/bytovoe-vodosnabzhenie/>
20. <https://skvagina.com.ua/kontrollery-davleniya/>
21. <https://m-strana.ru/articles/avtomatika-dlya-skvazhinnogo-nasosa/>
22. <https://istina.msu.ru/journals/211480/>
23. https://vodyanoy.com.ua/article/avtomatika_dlya_nasosov_rele_davleniya_opisanie_instruktsiya_po_nastrojke
24. <https://sbv-company.by/nashi-uslugi/avtomatika-dlya-skvazhinyi>
25. <https://themechanic.ru/avtomatika-dlja-nasosa-skvazhiny/>
26. <https://scherbinka-dom.ru/sad/kak-podklyuchit-avtomatiku-k-nasosu-2.htm>