

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій, автоматизації, електроніки
та радіотехніки

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра Автоматики та телекомунікацій

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

(підпис) В.В. Поцєпаєв
(ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2018 р.

Випускна кваліфікаційна робота

бакалавра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Модернізація системи автоматичного управління шахтного
водовідливу»

Виконав: студент 4 курсу, групи АУП-14
(шифр групи)

спеціальності 6.050202 "Автоматизоване управління технологічними
процесами"

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Лях Андрій Сергійович

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник ст. викладач каф. АТ Жовтобрух С.А.

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

(підпис)

Рецензент _____

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

(підпис)

*Засвідчую, що у цій випускній кваліфікаційній
роботі немає запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.*

Студент _____
(підпис)

Покровськ – 2018 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

Факультет Комп'ютерно–інтегрованих технологій, автоматизації,
електроінженерії та радіоелектроніки

(назва)

Кафедра Автоматики та телекомунікацій

(назва)

Допустити до захисту:

Декан ФКІТАЕР _____ В.П. Тарасюк

(підпис та дата)

Захист відбувся

_____ (дата)

з оцінкою _____

секретар ДЕК

_____ (підпис)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему «Модернізація системи автоматичного управління шахтного
водовідливу»

Виконавець студент групи АУП-14

_____ (підпис, дата)

Лях А.С.

_____ (ініціали, прізвище)

Керівник

_____ (підпис, дата)

Жовтобрух С.А.

_____ (ініціали, прізвище)

Зав. кафедри АТ

_____ (підпис, дата)

Поцепаєв В.В.

_____ (ініціали, прізвище)

Консультанти

_____ (підпис, дата)

Жовтобрух С.А.

_____ (ініціали, прізвище)

_____ (підпис, дата)

Поцепаєв В.В.

_____ (ініціали, прізвище)

_____ (підпис, дата)

_____ (ініціали, прізвище)

Нормоконтролер

_____ (підпис, дата)

Жовтобрух С.А.

_____ (ініціали, прізвище)

Покровськ – 2018 р.

Державний вищий навчальний заклад "Донецький національний
технічний університет"

Факультет комп'ютерно-інформаційних технологій, автоматизації,
електроніки та радіотехніки

Кафедра Кафедра Автоматики та телекомунікацій

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Спеціальність 6.050202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані
технології"

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри В.В. Поцєпаєв

« » 2018 року

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Лях Андрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: « Модернізація системи автоматичного управління шахтного
водовідливу »

керівник проекту Жовтобрух С.А. ст. викладач каф. АТ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

2. Строк подання студентом роботи

3. Вихідні дані до проекту матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналіз технологічного процесу
як об'єкту управління; аналіз існуючих рішень задачі автоматизації;
обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання кваліфікаційної
роботи; заходи і засоби охорони праці та екології; критичний огляд відомих
технічних рішень з автоматизації шахтних водовідливних установок;
обґрунтування напрямку автоматизації системи автоматичного управління
шахтним водовідливом; розробка алгоритму роботи та схемних рішень
пристрою автоматизованого управління; обґрунтування джерел економічної
ефективності; розробка експлуатаційних вимог до системи автоматичного
управління шахтним водовідливом

5. Перелік графічного матеріалу: електронна
презентація

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Загальне керівництво	Жовтобрух С.А.		
Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління	Жовтобрух С.А.		
Аналіз існуючих рішень задачі автоматизації	Жовтобрух С.А.		
Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання кваліфікаційної роботи	Поцєпаєв В.В.		
Охорона праці і екологія			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу як об'єкту управління	20.04.18	
2	Аналіз існуючих рішень задачі автоматизації	25.04.18	
3	Обґрунтування прийнятого напрямку розв'язання завдання кваліфікаційної роботи	08.05.18	
4	Огляд засобів збору інформації	15.05.18	
5	Охорона праці і екологія	17.05.18	
6	Спеціальна частина проекту	30.05.18	
8	Оформлення проекту	10.06.18	
9	Захист проекту	19.06.17	

Студент _____ Лях А.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту _____ Жовтобрух С.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЛИСТ ЗАУВАЖЕНЬ

Посада П.І.Б.	Суть зауваження, оцінка та підпис

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: сторінок 53, рисунків 14, таблиць 6, додатків 1, літературних джерел 9

Об'єкт дослідження - система автоматизації однокінцевої канатної відкатки.

Ціль роботи - підвищення надійності і безвідмовності роботи канатної відкатки за рахунок застосування нових елементів та засобів в системі керування однокінцевої канатної відкатки.

На підставі дослідження технологічного об'єкта, огляду літературних джерел, вивчення сучасного стану елементної бази автоматизації позначеного об'єкта розроблено структурну, функціональну і принципову схеми системи управління однокінцевої канатної відкатки, розроблено алгоритм функціонування, зроблено техніко-економічне обґрунтування прийнятих технічних рішень.

**ПІДЙОМ, ЛЕБІДКА, КАНАТ, ТРАНСПОРТ, СТАЦІОНАРНІ
УСТАНОВКИ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ, АЛГОРИТМ**

ЗМІСТ

ВСТУП.....	
1 Аналіз технологічного процесу як об'єкту автоматизації. Мета проектування і вимоги до системи автоматизації	
2 Критичний огляд відомих технічних рішень	
3 Обґрунтування напрямку автоматизації	
4 Алгоритмізація системи автоматизації	
5 Розробка структурної, функціональної та принципової електричної схеми системи автоматизації.....	
6 Розробка компонувальних рішень системи автоматизації.....	
7 Охорона праці і екологія	
ВИСНОВКИ.....	
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	

ВСТУП

Сучасний напрямок розвитку гірничої галузі України вимагає здійснювати своєчасну автоматизацію технологічних процесів та установок, модернізацію або заміну застарілого обладнання і впровадження комплексної системи автоматизації технологічних процесів з використанням сучасних пристроїв автоматизації. Це не тільки підвищить ефективність та інтенсифікацію технологічних процесів, а отже і роботу шахти в цілому. Тому автоматизація технологічних процесів та установок в умовах шахти „Кураховська”, що є завданням кваліфікаційної роботи, актуальна.

Автоматизація водовідливних установок повинна максимально підвищити надійність відкачки води і безпеку ведення гірничих робіт по здобичі корисної копалини. Розроблена нова система автоматизації насосної установки головного водовідливу, яка складається з апаратури ВАВ.1М, яка застосована на шахті, та нового пристрою автоматичного керування режимами роботи водовідливною установкою. Впровадження системи автоматизації дозволить використовувати роботу насосів у зоні промислової зони, з максимальним к.к.д, максимально звільняти ємність водозбірника від води, що дозволить відключати водовідливну установку в часи максимального навантаження на енергосистему. Тому тематика кваліфікаційної роботи актуальна.

1 Аналіз технологічного процесу як об'єкту автоматизації. Мета проектування і вимоги до системи автоматизації

1.1 Аналіз технологічного процесу водовідливу шахти

Шахтні насосні установки виконують відповідальну задачу – запобігають заповненню гірничих виробок підземними водами, що пред'являє дуже високі вимоги до надійності насосів. Якщо за будь-якої причини шахта терміново зупиняється, то відключаються усі установки, і тільки водовідлив продовжує працювати, щоб не допустити затоплення шахти.

Гідравлічна схема кожної насосної станції однотипна, виконана відповідно до ПБ і приведена на рисунку 1.1.

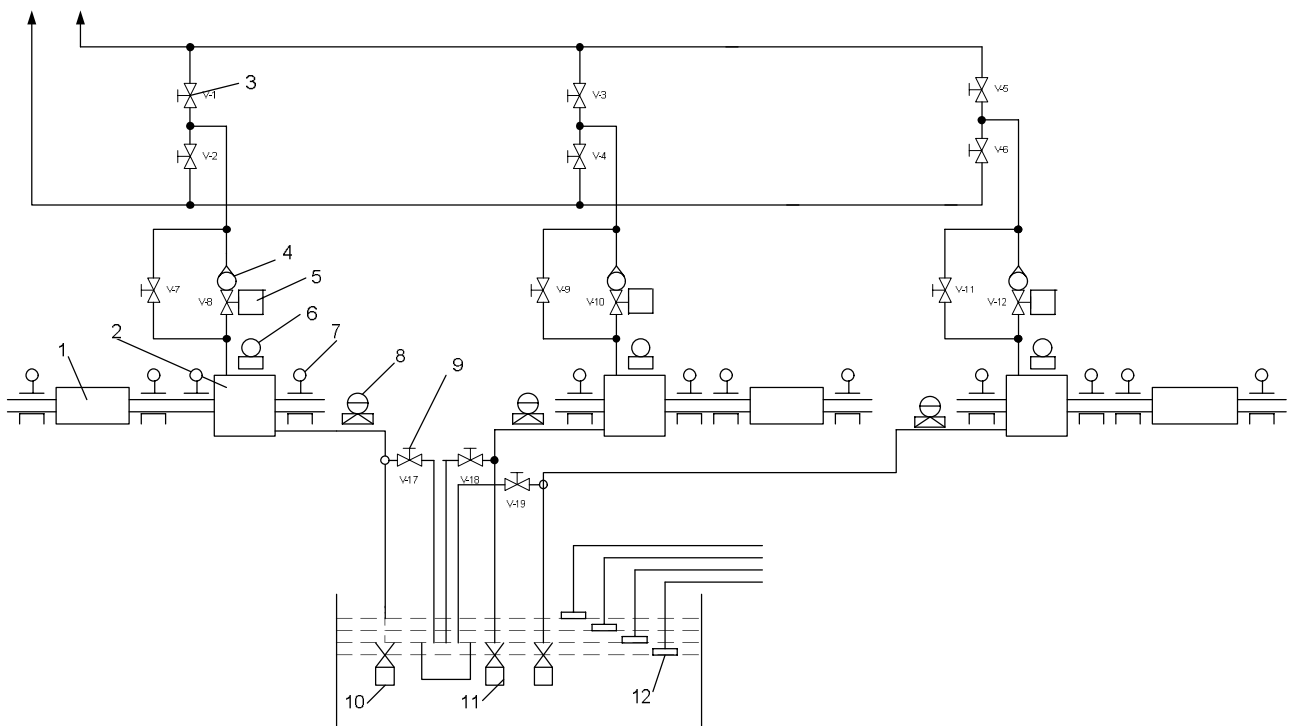


Рисунок 1.1 - Гідравлічна схема насосної станції водовідливу

На рисунку 1.1 позначено 1 - електродвигун головного насоса; 2 - головний насос; 3 - засувка з ручним приводом на нагнітальному трубопроводі; 4 - зворотний клапан; 5 - електропривод засувки; 6 - реле тиску; 7 - термодатчик

для контролю температури підшипників насоса й електродвигуна; 8 - реле продуктивності; 9 - ручний вентиль у системі заливання насоса; 10 - всмоктувальний клапан; 11 - заливальний насос; 12 - електродний датчик рівня.

В у проекті виконано перевірочний розрахунок обладнання і робочих режимів центральної насосної станції водовідливу горизонту 435м шахти „Кураховська”.

Для надійної відкачки води з шахти згідно з ПБ подача кожного насосного агрегату (або декількох одночасно працюючих насосних агрегатів) повинна забезпечувати відкачку максимального добового припливу води не більш, ніж за 20 годин. Тому подача насоса повинна бути не менш:

$$Q_{min} = \frac{Q_{max}}{20}, \quad (1)$$

де: Q_{min} – мінімальна подача насоса, м³/год; Q_{max} – максимальний добовий водоприплив, м³/годину.

$$Q_{max} = \beta * Q_H, \quad (2)$$

де: Q_H – нормальний приплив за добу, м³/добу;

$$Q_H = 197 * 24 = 4728 \text{ м}^3/\text{добу};$$

$\beta = 1,05$.коефіцієнт осінньо-весняної зміни припливу;

$$Q_{max} = 1,05 * 4728 = 4964 \text{ м}^3/\text{доба}$$

отже:

$$Q_{min} = \frac{4964}{20} = 248,2 \text{ м}^3/\text{годину}.$$

Потрібний натиск насоса визначаємо орієнтовно по залежності:

$$H' = H_{\Gamma} + i \cdot (Z + \sum \ell_{EKB}), \quad (3)$$

де: H_{Γ} – геометричний натиск, що визначається як відстань по вертикалі від нижнього рівня води у водозбірнику до злива її з нагнітаючого трубопроводу (різниця відміток), м;

$$H_{\Gamma} = H_{\text{обр}} + H_{\text{всм}} + 1 = 229 + 4 + 1 = 234 \text{ м}$$

$H_{\text{всм}}$ – висота всмоктування насоса, м, $H_{\text{всм}} = 4$ м; 1 – висота прокладання труб над поверхнею землі, м;

Z – довжина трубопроводу, що нагнітає м;

$$Z = \frac{H_{\Gamma}}{\sin \alpha} + \ell_1 + \ell_2 + \ell_3, \quad (4)$$

де: α – кут нахилу стовбура; ℓ_1 – довжина труб в насосній камері от приймального пристрою найбільш віддаленого насоса до трубного ходку, $\ell_1 = 20$ м; ℓ_2 – довжина труб у похилому ходку, $\ell_2 = 15$ м; ℓ_3 – довжина труб на поверхні від ствола до місця зливу, $\ell_3 = 45$ м.; i – оптимальний гідравлічний схил, $i = 0,025/0,05$

$$Z = 234 + 20 + 15 + 45 = 314 \text{ м},$$

$\sum \ell_{\text{ЭKB}}$ – довжина нагнітаючого трубопроводу, м;

$$\sum \ell_{\text{ЭKB}} = 0,177 \cdot \sum \xi \sqrt{\frac{Q_{\min}}{\sqrt{i}}}, \quad (5)$$

$\sum \xi$ – сума коефіцієнтів місцевих опорів трубопроводу, $\sum \xi = 25$;

$$\sum \ell'_{\text{ЭKB}} = 0,177 \cdot 25 \cdot \sqrt{\frac{248,2}{\sqrt{0,05}}} = 147,4;$$

$$\sum \ell''_{\text{ЭКВ}} = 0,177 \cdot 25 \cdot \sqrt{\frac{248,2}{\sqrt{0.025}}} = 175,3;$$

$$H'_{\min} = 234 + 0,025 \cdot (314 + 175,3) = 246 \text{ м.}$$

$$H'_{\max} = 234 + 0,05 \cdot (314 + 147,4) = 257 \text{ м.}$$

Згідно зон промислового використання вибираємо насос типу ЦНС 300 х 360.

Необхідна кількість робочих коліс визначається із залежності:

$$\frac{H'_{\min}}{H_K} \leq Z < \frac{H'_{\max}}{H_K}, \quad (6)$$

де: H_K – тиск, що створюється одним робочим колесом, під час $Q_{\min}$,
 $H_K = 63 \text{ м};$

$$\frac{246}{63} \leq Z < \frac{257}{63};$$

$$3,9 \leq Z < 4,1;$$

Приймаємо насос ЦНС 300 х 360 з чотирма робочими колесами.

Для стійкої роботи насоса повинно виконуватися умова:

$$H_{\Gamma} \leq 0,95 \cdot H_{KO} \cdot z \quad (7)$$

де H_{KO} – тиск, що створюється одним робочим колесом на закриту засувку, м; $H_{KO} = 65 \text{ м.}$

$$234 \leq 0,95 \cdot 65 \cdot 4 \text{ м;}$$

$$234 < 247 \text{ м.}$$

Спрощений розрахунок економічно вигідного діаметра трубопроводу виконується по оптимальній швидкості води як

$$d' = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{HH}}{3600 \cdot \pi \cdot V}}, \quad (8)$$

де: d' – оптимальний внутрішній діаметр труби, м; Q_{HH} – номінальна подача насоса, м³/годину; V – оптимальна швидкість води, м/с;

Середньо годинний приплив води до водозбірника шахти складає:

$$Q_{\text{пп}} = \frac{305 \cdot Q_H + 60 \cdot Q_{\text{max}}}{365} = \frac{305 \cdot 197 + 60 \cdot 1,05 \cdot 197}{365} = 198,6 \text{ м}^3/\text{Год.}; \quad (9)$$

Відносна притока:

$$\bar{Q} = \frac{Q_{\text{пп}}}{Q_{HH}} = \frac{198,6}{300} = 0,66. \quad (10)$$

Тоді орієнтовне значення швидкості буде дорівнювати $V = 2,18$ м/с.

$$d' = \sqrt{\frac{4 \cdot 300}{3600 \cdot 3,14 \cdot 2,18}} = 0,22 \text{ м.} \quad (11)$$

Приймаємо сталі безшовні гаряче деформовані труби зі сталі марки Ст4сп, що має тимчасовий опір на розрив $\sigma_B = 420$ МПа.

Найбільший тиск, який повинен витримати водовідливний трубопровід:

$$P_p = 1,25 \cdot \rho \cdot g \cdot H' \quad (12)$$

де: P_p – розрахунковий тиск, МПа; $\rho \approx 1000$ – щільність води, кг/м³;

$g = 9,81$ – прискорення вільного падіння, м/с²; H' – необхідний натиск насоса, м.

$$P_{p1} = 1,25 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 246 = 3,02 \text{ МПа}$$

$$P_{p2} = 1,25 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 257 = 3,15 \text{ МПа,}$$

Згідно ДГСТ 3845-75 мінімальна товщина стінки труби визначається по рівнянню:

$$\delta_0 = \frac{P_p \cdot d'}{0,8 \cdot \sigma_B}, \quad (13)$$

де δ_0 – мінімальна (з урахуванням мінусового допуску) товщина стінки труби, мм.

$$\delta_0 = \frac{3,15 \cdot 0,22}{0,8 \cdot 420} = 2,1 \text{ мм.}$$

З урахуванням корозійного зносу товщина стінок сталевих труб, що прокладаються у вертикальних стовбурах, повинна бути:

$$\delta' = \frac{100 \cdot [\delta_0 + (\delta_{KH} + \delta_{KB}) \cdot t]}{100 - K_D}, \quad (14)$$

де: δ' – розрахункова товщина стінок, мм; $\delta_{KH} \approx 0,25$ мм/рік – швидкість корозії зовнішньої поверхні матеріалу труби; $\delta_{KB} = 0,20$ – швидкість корозії внутрішньої поверхні труби, мм/рік; $t = 10$ – термін служби трубопроводу, років; $K_D = 10$ – коефіцієнт, що враховує мінусовий допуск товщини стінки, %.

$$\delta' = \frac{100 \cdot [2,1 + (0,25 + 0,20) \cdot 10]}{100 - 10} = 7,33 \text{ мм.}$$

Приймаємо товщину стінки 8 мм.

Розрахунковий зовнішній діаметр труби:

$$d'_H = d' + 2 \cdot \delta = 0,22 + 2 \cdot 0,008 = 0,236 \text{ м.}$$

Приймаємо трубу із зовнішнім діаметром $d_H = 0,245$ м і товщиною стінок 10 мм. Тоді $\delta_{вн} = 0,225$ м.

Рівняння напірної характеристики для прийнятого діаметра трубопроводу:

$$H = H_r + a \cdot Q^2, \quad (15)$$

де: a – гідравлічний опір трубопроводу;

$$a = \frac{Z + \sum \ell_{EKB}}{3600^2 \cdot K^2} \text{ с}^2/\text{м}^5, \quad (16)$$

$$K^2 = \frac{\pi^2 \cdot d^5 \cdot g}{8 \cdot \lambda} \approx 576 \cdot d^{5.3} = 0,212 \frac{m^6}{c^2} \quad (17)$$

$$a = \frac{314 + 147,4}{3600^2 \cdot 0,212} = 0,000168 \text{ с}^2/\text{м}^5. \quad (18)$$

По рівнянню напірної характеристики визначаємо ряд тисків для ряду подач (від 0 до $Q > Q_{\min}$). Результати розрахунків надані у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Розрахунок напірної характеристики мережі

$Q, \text{м}^3/\text{год.}$	0	50	100	150	200	250	300
$H, \text{м}$	234	234,4	235,7	237,8	240,7	244,5	249,1

Приймаємо $Q_p=272, \text{м}^3/\text{год.}$; $H_p=246\text{м.}$

На основі отриманих результатів будуємо напірну характеристику (див. рисунок 1.2). На рисунку 1.2 крапкою А позначений робочий режим насосу.

Для забезпечення безкавітаційної роботи насоса необхідно виконати умову:

$$H_{BAK} \leq H_{BAK}^{доп} \quad (19)$$

де $H_{BAK}^{доп} = 5,3$ – допустима вакууметрична висота всмоктування, м; H_{BAK} – розрахункова вакууметрична висота всмоктування.

Розрахункова вакууметрична висота всмоктування визначається як

$$H_{BAK} = H_{BC} + \frac{\ell_B + \sum \ell_{EKB.B}}{3600^2 \cdot K^2} \cdot Q_p^2, \quad (20)$$

де: H_{BC} – задана геометрична висота всмоктування, м; ℓ_B – довжина всмоктуючого трубопроводу найбільш віддаленого від приймального колодязя

насоса, м; $\sum \ell_{EKB.B}$ – еквівалентна довжина місцевих опорів всмоктуючого трубопроводу (20% від $\sum \ell_{ЭKB}$)

$$H_{BAK} = 4 + \frac{10 + 29,48}{3600^2 \cdot 0,212} \cdot 272^2 = 5,06 \text{ м}$$

Тобто трубопровід, що всмоктує, приймаємо того ж діаметру, що і трубопровід, нагнітає.

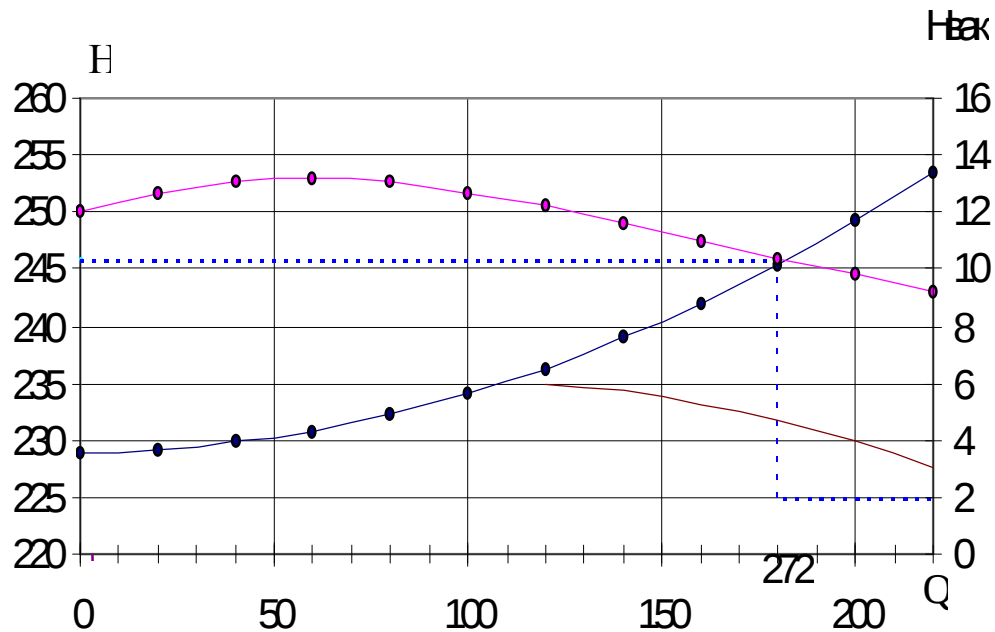


Рисунок 1.2 – Робочі характеристики насосу ЦНС 300...600

На рисунку 1.2 позначено: 1 – напірна характеристика насосу; 2 - напірна характеристика мережі; 3 – вакууметрична характеристика насосу; А – робоча точка насосу

Визначаємо необхідну потужність його привідного електродвигуна як

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot H_p \cdot Q_p}{1000 \cdot 3600 \cdot \eta_p} = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 246 \cdot 272}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,72} = 243 \text{ кВт.} \quad (21)$$

Приймаємо привідний двигун ВАО2-450М-4 потужністю 250 кВт і напругою живлення $U=6000\text{В}$. Як пускова апаратура в проекті прийнят високовольтний осередок типа КРУВ-6.

Водовідливна насосна установка працює за твердою програмою, яка визначає послідовність виконання операцій [8,9].

Режими роботи насосної установки водовідливу:

- а) пуск;
- б) робочий режим;
- в) аварійний режим;
- г) зупинка.

Режим пуску починається при досягненні водою верхнього допустимого рівня у водозбірнику. По перше, необхідно підготувати головну водовідливну установку до роботи. Для цього треба перед включенням насосного агрегату здійснити заливку робочого насоса водовідливної установки. Закінчення процесу заливки насосу необхідно проконтролювати. Після заливки необхідно включити насосний агрегат і почати процес відкриття засувки на напірному трубопроводі. У цьому випадку, коли насос запускається на закриту засувку, процес пуску проходить найбільш сприятливо. Якщо пуск проходить нормально, то насос приймає навантаження, у нагнітальному трубопроводі встановлюється номінальний тиск, насос працює з повною продуктивністю, то на цьому режим пуску завершується.

У процесі робочого режиму йде контроль за процесом відкачування води за допомогою контролювання гідравлічних параметрів роботи водовідливної установки. При цьому рівень води у водозбірнику повинен знижуватися. У випадку, коли рівень води продовжує підвищуватися та досягає аварійного рівня, то це означає, що приплив води у шахту перевищив нормальний і подачі одного насосу недостатньо. Тоді необхідно включити паралельно у роботу наступний насосний агрегат, повторив перед цим усі операції режиму пуску, які були виконані для першого насоса. Це є один із часних випадків аварійного режиму роботи, який може виникнути у процесі відкачування води.

Аварійний режим характеризується виявом відхилень від нормального режиму роботи водовідливної установки з метою уникнення негативних явищ і повернення технологічного процесу водовідливу до робочого режиму. До

аварійного режиму можуть призвести ряд обставин: перегрів підшипників насосу чи приводного електродвигуна, зниження продуктивності насосу, зниження тиску у трубопроводі, досягнення водою аварійного рівня у водозбірнику. У цих випадках, крім останнього, насосний агрегат відключається і до роботи вступає резервний.

Аварійний режим може виникнути і у процесі пуску. Якщо після включення привідного електродвигуна у мережу насос не розвиває номінального тиску чи номінальної подачі, то засувка зачиняється і електродвигун відключається від мережі, після чого призводиться запуск другого насосного агрегату.

Якщо процес відкачування йде нормально, то рівень води знижується до контролюємого нижнього рівня. При його досягненні треба зачинити засувку та відключити насосний агрегат.

Одна з існуючих особливостей функціонування насосної установки водовідливу - непостійність робочих параметрів (подачі та напору) насосу в процесі експлуатації. Пояснюється це важкими умовами експлуатації, особливо перекачуванням кислих та забруднених вод. Шахтна вода містить велику кількість нерозчинних твердих сумішей. При попаданні у насос, ці суміші викликають їх швидке абразивне зношення. Освітлення шахтної води здійснюється у водозбірниках і спорудженнях поперед них - попередніх відстійниках. В існуючих типових схемах шахтного водовідливу конструкція водозбірників у вигляді горизонтальних виробок із похилими вхідними ділянками недосконалі. Водозбірники досить швидко замулюються і не забезпечують освітлення шахтної води. Крім того, їх очищення здійснюється з великими затратами тяжкої ручної праці. В результаті змінюється робочий режим насосу, можливий вихід за зону промислового використання насосу, що вимагає координацію режиму насосної установки, наприклад, шляхом регулювання.

Також особливістю насосних станцій водовідливу є значна їх енергоємність (приблизно 15÷30% від загального споживання). Насосна

установка водовідливу є значним електрорегулятором, особливо у часи позапікового споживання електроенергії [1]. Як відомо, добові графіки електричних навантажень енергосистеми характеризуються значною нерівномірністю. Вони, як правило, вони мають два явно виражені піки: ранковий і вечірній (під час максимуму електроенергія значно дорожча). Енергосистема зобов'язує шахту знижувати навантаження в годину максимуму. Це приводить до певних труднощів при виконанні виробничих планів і зниженню техніко-економічних показників діяльності підприємств. На гірничих підприємствах заходу щодо створення споживачів-регуляторів зводяться до організації виконання технологічних процесів з урахуванням встановлених періодів максимуму енергосистеми і до повного або часткового відключення енергоємних споживачів на періоди максимуму. До останніх в основному відносяться споживачі з переривчастим режимом роботи, серед яких особливе місце займає водовідлив. Останній з точки зору можливості ущільнення графіка навантаження підприємства володіє поряд особливостей, що ставлять його у вигідніше положення в порівнянні з іншими споживачами-регуляторами. Так графік роботи водовідливу – циклічний, тому наявність технологічних перерв в роботі, коли відбувається заповнення водозбірника водою, дозволяє суміщати останні з періодами, максимуму навантаження енергосистеми.

При організації роботи водовідливу насосні агрегати не повинні працювати в періоди максимуму навантаження енергосистеми; у позапіковий період необхідно провести корекцію графіка роботи водовідливу, а у всю решту часу доби керування насосними агрегатами може здійснюватися залежно від рівня води у водозбірнику. Аналіз показує, що ефективність заходів щодо перекладу водовідливу в режим регулятора навантаження енергосистеми досягає максимального значення, якщо до початку періоду максимуму забезпечується повне звільнення водозбірника від води, а об'єм його регулювальної частини достатній для акумуляції притоки за період максимуму.

Метою спеціальної частини дипломного проекту є підвищення ефективності роботи насосної станції головного водовідливу шахти шляхом застосування пристрою автоматичного керування, який здійснює контроль та керування роботою водовідливних установок.

Вимоги до пристрою автоматичного керування насосною станцією головного водовідливу наступні:

а) автоматичний пуск насосного агрегату станції в залежності від рівня води у водозбірнику насосної станції, а також у водозбірнику насосної станції верхнього обрію;

б) автоматичну зупинку насосного агрегату в залежності від рівня води у водозбірнику;

в) автоматичне включення додаткового насоса при досягненні аварійного рівня води чи виходу зі строю робочого;

г) автоматичне суміщення технологічних перерв в роботі водовідливу з встановленими періодами максимуму електричного навантаження у енергосистемі;

д) автоматичне регулювання подачі насосного агрегату;

є) автоматичний контроль процесу заливки та подачі насосу;

ж) автоматичний контроль основних параметрів роботи насосних агрегатів: подачу насосу; тиск води в трубопроводі, витрату електроенергії, припливу води до водозбірника; температуру підшипникових вузлів насосів;

з) можливість передачі інформації та сигналізації диспетчеру шахти про стан і режим роботи насосного агрегату і рівня води у водозбірнику водовідливної станції.

2 Критичний огляд відомих технічних рішень

Критичний огляд існуючих технічних рішень по автоматизації насосних установок водовідливу виконаний в двох напрямках. Перший - це огляд технічних засобів контроль параметрів, які розроблені і можуть використовуватися в пристрої управління насосною установкою водовідливу шахти. Другий напрямок - це аналіз комплектної апаратури автоматизації водовідливних установок.

Рівень води у водозбірнику. У сучасних автоматизованих системах водовідливу для контролю рівня води у водозбірнику широко застосовують електродні датчики рівня типу ЕД. Завдяки простоті конструкції, довговічності і дешевині ці датчики одержали широке застосування при автоматизації водовідливних установок. Електродний датчик підвішують на кабелі, на рівні води, при котрому необхідно вмикання або відключення насоса. Ці датчики не можуть бути використані для контролю поточного (аналогового) рівня води у водозбірнику.

Для контролю можуть бути застосовані різноманітні види перетворювачів: резистивні, ємнісні й електромеханічні.

До датчиків із резистивними перетворювачами можна віднести поплавкові рівнеміри. Метод, використовуваний у цих перетворювачах, є найбільш простим при зміні рівня [1, 2]. Загальна конструктивна схема резистивного перетворювача показана на рисунку 1.3.

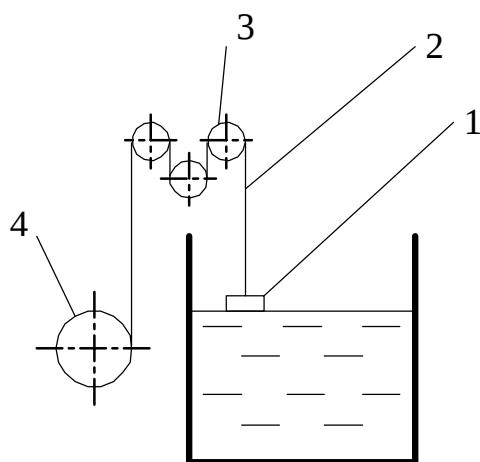


Рисунок 1.3 - Конструктивна схема резистивного перетворювача

Основним елементом перетворювача є поплавець 1, що сприймає вимірюваний рівень, тросом 2 пов'язаний із направляючими роликами 3 і реостатним перетворювачем 4. Зміна рівня води викликає переміщення поплавця, а відповідно переміщення движка реостатного перетворювача, що включається в електричний ланцюг приладу. Напруга, що знімається з реостатного перетворювача пропорційна рівню рідини h . Основна погрішність виміру складає $\pm 0,5\%$ від границі виміру. До переваг такого перетворювача можна віднести таке: простота конструкції вимірювального перетворювача; довговічність; дешевина; можливість одержання на виході вимірювального перетворювача розмірів (напруги або току) зручних для наступного опрацювання й аналізу у системі автоматизації. Недоліки : наявність частин, що рухаються (редуктора), що знижує надійність даного вимірювального перетворювача.

Дія ємнісних рівнемірів заснована на вимірі ємності датчика, що представляє собою конденсатор із подовженими електродами, які перетинають границю поділу контрольованих речовин. Ємність цього конденсатора залежить не тільки від розміру вимірюваного рівня, але і від електричних властивостей рідини, що знаходиться між його електродами. На рисунку 1.4 показана конструктивна схема коаксіального датчика.

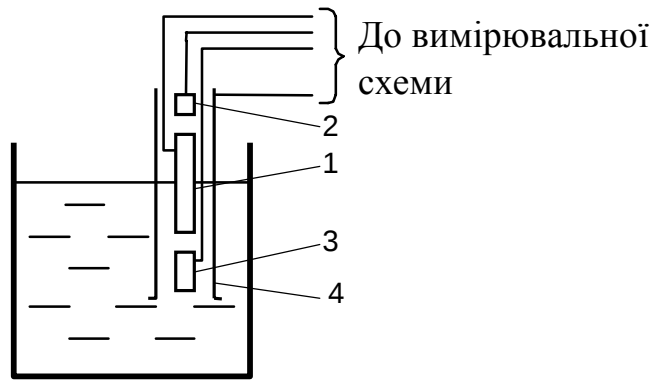


Рисунок 1.4 – Конструктивна схема коаксіального датчика

У цьому датчику вимірюється ємність між зовнішнім електродом 4, загальним для всіх чутливих елементів, тобто робочого 1, нижнього компенсаційного 3 і верхнього компенсаційного 2. Нижній компенсаційний конденсатор призначено для зменшення впливу зміни діелектричної проникності вимірюваної рідини, що може змінюватися в залежності від температури рідини і від зміни її складу. Нижній чутливий елемент повинен бути в процесі виміру занурений у досліджувану рідину. У зв'язку з тим, що простір над досліджуваною рідиною буде забруднюватися парами досліджуваної рідини діелектрична постійна у верхній частині датчика буде відрізнятися від діелектричної постійної повітря. Для усунення впливу цієї зміни використовується другий компенсаційний перетворювач 2, розташований у верхній частині датчика. Приведена погрішність перетворення рівня звичайних ємнісних перетворювачів складає 2...5...5%

Чутливим елементом індуктивного датчика є поплавець, переміщення якого передається на індуктивний датчик. Рівнемір з індуктивним датчиком показано на рисунку 1.5.

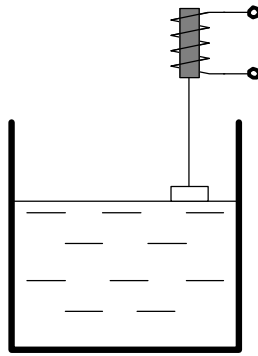


Рисунок 1.5 – Конструктивна схема індуктивного рівнеміра

Для точних вимірів необхідна установка механічних направляючих прямуювань поплавця і феромагнітного сердечника індуктивного датчика.

Контроль заливки водою насоса. Для автоматичного контролю заливки водою насосу використовують мембранні реле. Для цієї мети в апаратурі автоматизації водовідливу використовується реле типу РДВ [11]. Чутливим елементом реле є мембрана. Мембрана приймає тиск стовпа води та передає його крізь шток на мікроперемикач. Перевагами реле мембранного типу є: висока чутливість, швидке реагування на зміну розрядження у всмоктуючому трубопроводі, економічність у виготовленні та довготривалий міжремонтний строк.

Подача насосу. У сучасних автоматизованих системах водовідливу для контролю подачі використовується реле подачі типу РПН, яке дискретно свідчить тільки є потік води у трубопроводі чи ні [11]. Для аналогового виміру витрати рідини в шахтному напірному трубопроводі можуть бути використані наступні методи і засоби:

- витратоміри перемінного перепаду тиску.
- витратоміри постійного перепаду тиску (ротаметри).
- електромагнітні витратоміри.
- ультразвукові витратоміри.

В основу принципу дії витратомірів перемінного перепаду тиску покладений вимір перепаду тиску на місцевому звуженні, введеному в потік речовини [14]. Але витратоміри перемінного перепаду тисків мають наступні недоліки:

- область застосування звужуючих пристроїв обмежується граничними значеннями чисел Рейнольдса Re і модулем m ;
- відбірники тиску забиваються твердими частками, що присутні у шахтних водах;
- відбувається знос крайок звужуючого пристрою і як наслідок цього зменшується точність вимірів;
- збільшується місцевий опір трубопроводу;
- порушується структура потоку.

Принцип дії ультразвукових витратомірів заснований на визначенні доплерівської частоти, пропорційної об'ємній витраті рідини в трубопроводі. Основним недоліком витратоміру є жорсткі вимоги до забруднення води, витрата якої контролюється. А це для умов шахтних вод виконати практично не можливо.

Температура підшипникових вузлів. Для автоматичного контролю перегріву підшипникових вузлів насосів та двигунів у водовідливних установках застосовують температурні датчики типу ТДЛ – 2. Принцип дії цього датчика заснована на властивості сплаву вуда, який плавиться при температурі $70^{\circ}C$. Перевагами цього датчика є невеликі габарити, візуалізація спрацьованого приладу, простота конструкції та велика надійність.

Активна потужність. Контроль активної потужності, що споживає насосний агрегат може здійснюватися перетворювачем активної потужності, який може бути підключеним до високовольтного розподільчого пристрою КРУВ-6. Огляд літератури показав, що існує потрібний для наших умов пристрій контролю режимів електроспоживачів ділянок шахт УКЕШ, який призначено для оперативного контролю режимів роботи підземних електроспоживачів шахт і видачі інформації про витрачену енергію на пульт

диспетчера [15]. Використання других датчиків, наприклад, вимірювального перетворювача активної потужності ЕП8509 не можливо, так як це потребує 2 трансформатори струму та 2 трансформатори напруги. Однак у високовольтному осередку типу КРУВ – 6 є лише два трансформатори струму та один трансформатор напруги.

Для автоматизації водовідливних установок в цей час сучасною є апаратура типу ВАВ.1М, яка випускається Конотопським заводом шахтної автоматики «Красный металлист» м. Конотоп.

Апаратура ВАВ.1М призначена для автоматичного дистанційного і місцевого управління головними високовольтними, низьковольтними водовідливними установками, а також автоматичного і місцевого керування одиночними водовідливними установками шахт, небезпечних по газі і пилу [4].

У залежності від умов застосування і комплектності постачання апаратура виготовляється в трьох модифікаціях : ВАВ.1М, ВАВ.2.1М, ВАВ.3.1М. Апаратура ВАВ.1.1М застосовується для автоматизації низьковольтного водовідливу. Апаратура ВАВ.2.1М застосовується для автоматизації високовольтного водовідливу з однією керованою засувкою. Апаратура ВАВ.3.1М застосовується для автоматизації високовольтного водовідливу з двома керованими засувками.

Один комплект апаратури ВАВ.1М призначений для автоматизації до 3 насосних агрегатів. При більшій кількості насосних агрегатів апаратура дозволяє стикування комплектів. Комплект постачання апаратури приведений у таблиці 1.2.

В таблиці 1.2 позначено:

- БУН.1М – блок управління насосами, призначений для вибору режиму роботи насосів, обробки сигналів, що надходять від датчиків, з наступною видачею команд на виконавчі пристрої, а також для сигналізації про стан водовідливної установки;

Таблиця 1.2 - Комплект постачання апаратури ВAB.1М

Шифр виробів основного устаткування	Кількість виробів по модифікації		
	ВAB.1.1М	ВAB.2.1М	ВAB.3.1М
БУН.1М	1	1	1
СТВ.1М	1	1	1
ТДЛ.1М	12	12	12
РПН.1М	3	3	3
РВД.1М	-	3	3
ЭД.1М	8	8	8
БРЦ	1	1	1
НЗП	1	1	1
ПЗ.1М	-	3	6
ПРА	-	3	6
ЯРВ.1М	-	1	1
ПЦУ.4.1М	-	-	3
КЯ.1.1М	2	2	4
ВПБ.15/12	1	1	1

– СТВ.1М - табло сигнальне водовідливу, призначене для прийому і відображення інформації про стан водовідливної установки.

– ТДЛ.1М - термодатчик, призначений для контролю нагрівання підшипників

– РПН.1М - реле продуктивності, призначене для контролю подачі насоса;

– РВД.1М - реле тиску, призначене для контролю заливання водою головного насоса;

– ЭД.1М - датчик електродний - призначений для контролю рівня води у водозбірнику;

– БРЦ - блок розв'язки іскробезпечних ланцюгів, призначений для управління пускачами і високовольтними пристроями з іскробезпечними ланцюгами управління;

– НЗП - насос заливальний заглибний, призначений для одночасного заливання перед пуском від одного до трьох головних насосів;

– ПЗ.1М - привід засувки, призначений для відкриття-закриття засувки нагнітальних трубопроводів;

– ПРА - пускач автоматики рудниковий, призначений для управління і захисту приводів засувки;

– ПЦУ.4.1М - перемикач ланцюгів управління, призначений для переключення ланцюгів управління.

Апаратура ВАВ.1М забезпечує:

- автоматичне управління роботою насосних агрегатів в функції рівня води;

- дистанційне та місцеве ручне управління роботою насосних агрегатів;

- у випадку відмови робочого насоса автоматичне ввімкнення резервного;

- черговість роботи насосів;

- послідовність запуску та зупинки насосів при їх паралельній роботі;

- заборону ввімкнення в роботу зламаної насоса;

- корекцію графіка роботи насоса з метою його не включення на період максимуму навантаження енергосистеми;

- облік часу роботи насосних агрегатів;

- відображення сигналів на табло диспетчера про рівень води у водозбірнику, роботу насосів, відмови та види несправності в роботі установки, часи періодів максимуму навантаження енергосистеми.

3 Обґрунтування напрямку автоматизації

Незважаючи на великі переваги, організація роботи водовідливу на приток не отримала достатньо широкого розповсюдження, оскільки вирішені не всі питання, які зв'язані з такими режимами роботи, і, вчасності, о доцільності та економічно вигідній глибині регулювання відцентрованих насосів, і о економічній доцільності способу регулювання відцентрованих насосів.

На сьогоднішній день відомо багато способів регулювання насосів, але всі їх можна поділити на два принципово можливих:

- зміною частоти обертання;
- при постійній частоті обертання.

Самим економічним являється регулювання шляхом змінення швидкості обертання робочих коліс, але в умовах роботи на зовнішню мережу з геодезичною висотою використовується рідко.

Дроселювання здійснюється шляхом введення в мережу додаткового гідравлічного опору. Цим методом можна тільки зменшити подачу відцентрованих насосів, енергетична ефективність його дуже низька, так як витрачається значна потужність на регулювання. Дроселювання на всмоктувальному трубопроводі збільшує небезпечність кавітації. Дросельне регулювання на автоматизованих водовідливних установках вимагає використання керованих засувов, що ускладнює гідравлічні й електричні схеми автоматизації.

Спосіб регулювання скиданням частини рідини із нагнітаючого трубопроводу тільки зменшує подачу відцентрованого насоса. Значна частина потужності витрачається на циркуляцію рідини - водозбірник - насос - водозбірник. Стосовно автоматизації характеристика цього способу аналогічна способу регулювання дроселюванням.

Зменшення діаметра робочого колеса за рахунок його обрізання не більш, ніж на 15% від початкового діаметра колеса - спосіб, який припускає ступінчате

регулювання, зменшує подачу відцентрованих насосів і при організації роботи водовідливу на приток не використовується.

Спосіб регулювання подачею повітря в усмоктувальний трубопровід дуже простий і не потребує складних пристроїв для свого здійснення на практиці, може бути легко автоматизований. Регулювання повітрям дозволяє тільки зменшити подачу насоса, цей спосіб знижує КПД насосної установки.

4 Алгоритмізація системи автоматизації

Блок схема алгоритму керування насосною установкою водовідливу приведена на рисунку 4.1. На першому етапі керування відбувається опитування всіх датчиків. При заповненні водозбірника до верхнього рівня чи при надходженні команди від зовнішнього керуючого пристрою, видається команда на включення насосного агрегату. Після цього насосна установка починає працювати в режимі пуску. При цьому, здійснюється заливання відразу всіх насосних установок (включається заливальний насос чи відкривається засувка від бакового акумулятора). По завершенню заливання (контролюється за допомогою реле тиску) відбувається пуск насосного агрегату і відкриття засувки на нагнітальному трубопроводі при цьому відбувається контроль положення засувки. Після невеликої витримки часу здійснюється перевірка, якщо насос набрав задану продуктивність (реле продуктивності), то апаратура автоматизації переходить у режим, що стежить.

У режимі стеження здійснюється контроль температури підшипників, продуктивності насоса і поточний рівень води у водозбірнику. При зниженні рівня води до нижнього рівня чи при подачі команди від зовнішнього керуючого пристрою відбувається закриття засувки на нагнітальному трубопроводі і відключення насосної установки. Після цього апаратура повертається у вихідний стан.

При виникненні аварійного режиму (насос не вийшов на задану продуктивність, зниження продуктивності нижче припустимого значення, перегрів підшипників) відбувається відключення насоса і включення резервного. При підвищенні рівня води у водозбірнику відбувається включення додаткового насоса. При цьому здійснюється звукова і світлова сигналізація. При всіх аварійних режимах спочатку інформація про аварію і зміни, що відбулися, у роботі насосної установки передається на пульт гірничого диспетчера до ЕОМ.

При подачі насосу нижче норми приводиться відключення насосного агрегату, що працював; з'являється сигнал включення приводу засувки на закриття останньої. На пульті диспетчера сигнал "Нормальна робота" змінюється на сигнал "Аварійне відключення насосу". Пристрій керування перемикається на програмний запуск наступного насосного агрегату. Таким чином відбуваються переключення у системі автоматизації при появі сигналу від датчиків контролю температури підшипників.

При досягненні аварійного рівня води у водозбірникові датчик рівня видає сигнал аварійного рівня на пульт гірничого диспетчера та у систему автоматизації, в результаті чого у диспетчера з'являється сигнал аварійного рівня, а пристрій керування видає по програмі сигнали увімкнення резервного насосного агрегату, що буде працювати спільно з тими, що включилися при верхньому рівні води до тих пір, доки рівень води не знизиться нижче аварійного.

Одночасно пристрій керування контролює витрату води у трьох точках насосної установки: перша точка - на нагнітанні насоса Q_1 , друга - на кінці нагнітального трубопроводу (на поверхні шахти) Q_2 , третя - на розвантажувальному трубопроводі Q_r . Якщо $Q_1 > Q_2$, тобто витік у трубопроводі (якщо різниця порядку 15%) чи порив, то формується команда на перехід на резервний трубопровід. Якщо $Q_r > 0,05Q_n$ (тут Q_n - номінальна подача насоса - паспортні дані на насос), то формується інформаційний сигнал про зношення розвантажувального диска насосу і необхідності ремонту насосу. Також при контролі Q_1 одночасно контролюється величина тиску p_n на виході насосу. Якщо їхнє співвідношення відрізняється від установлених для заданої напірної характеристики, то формується сигнал про необхідність ремонту насосу.

Вся необхідна інформація надходить на пульт оператора насосної станції головного водовідливу і до ЕОМ гірничого диспетчера шахти.

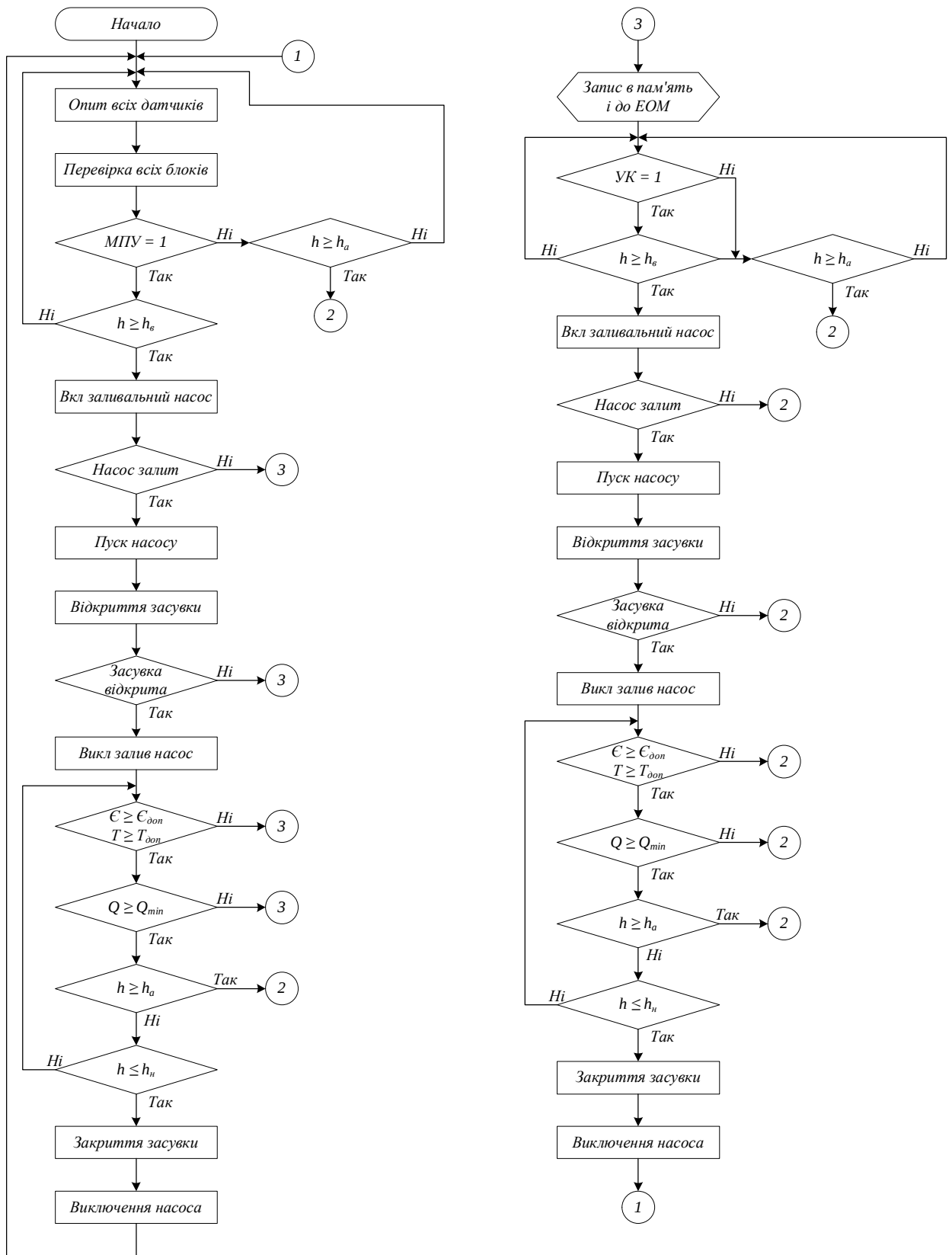
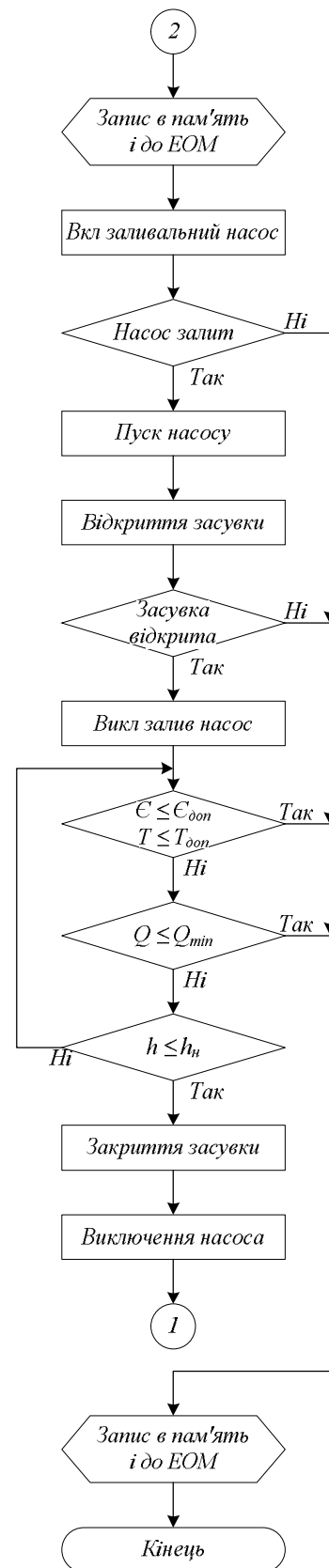
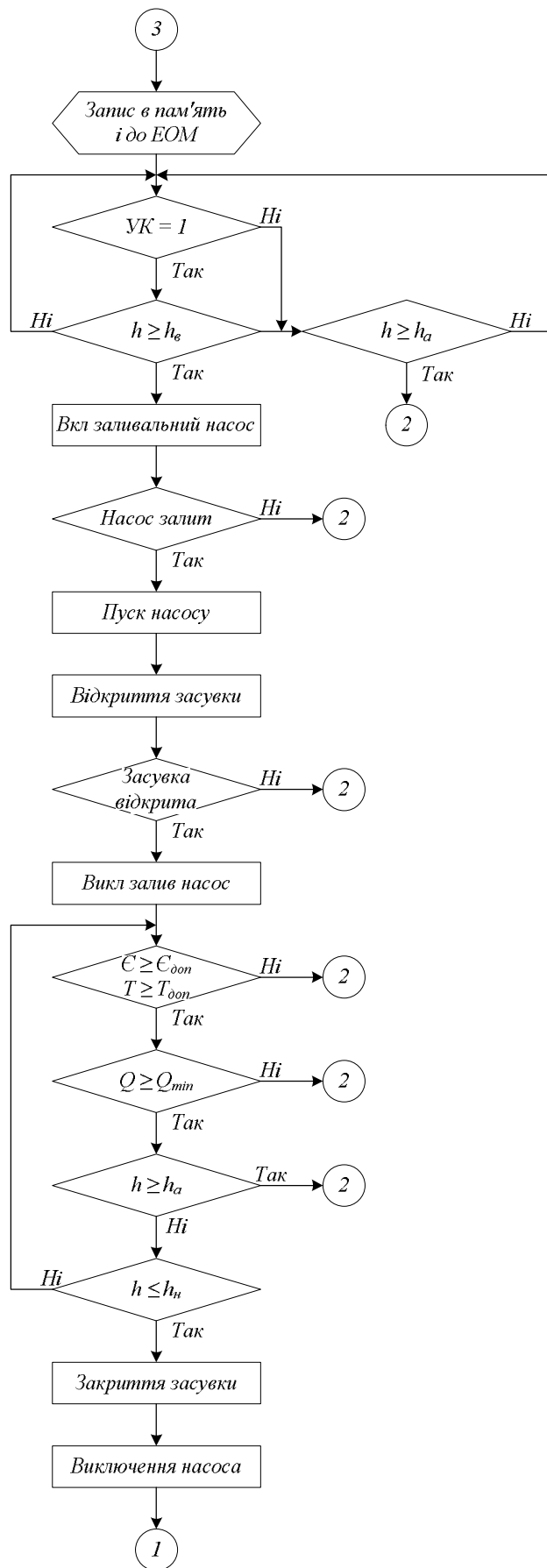


Рисунок 4.1 - Блок схема алгоритму керування насосною установкою водовідливу



5 Розробка структурної, функціональної та принципової електричної схеми системи автоматизації.

Виходячи з основних принципів побудови мікропроцесорних пристроїв автоматизації, розроблена структурна схема пристрою управління насосом, яка приведена на рисунку 5.1.

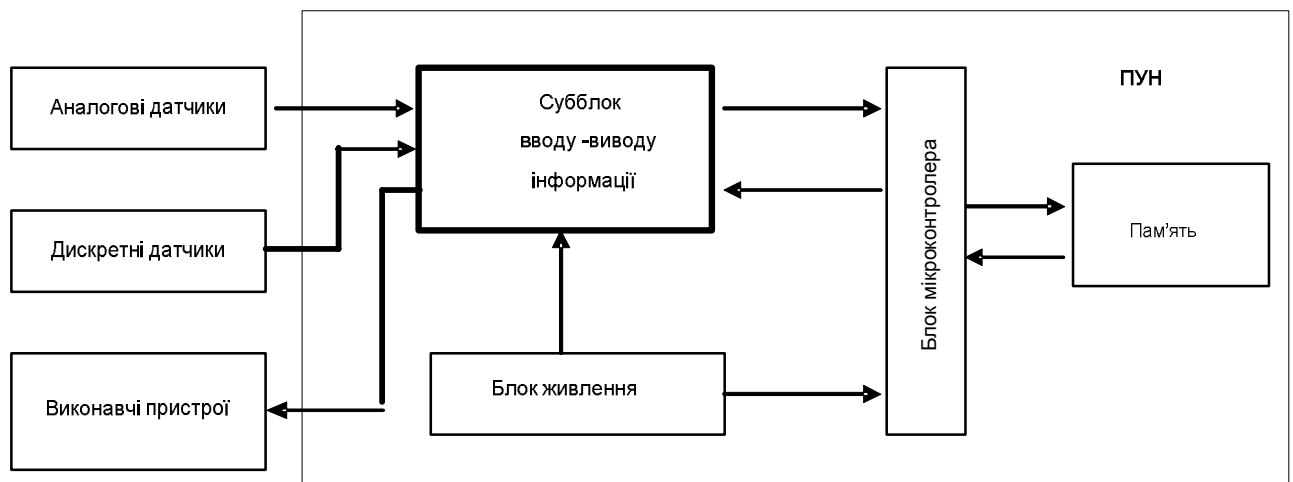


Рисунок 5.1 - Структурна схема пристрою управління ПУН

Основним блоком пристрою є блок мікроконтролера, що приймає всі сигнали від датчиків, обробляє інформацію та формує керуючі сигнали на виконавчі механізми насосної установки.

Блок вводу-виводу інформації (БВВІ) призначений для сполучення входів і виходів мікроконтролера з ланцюгами датчиків і комутаційних апаратів. Крім того, блок БВВІ служить для гальванічної розв'язки іскробезпечних зовнішніх ланцюгів (датчиків і комутаційних апаратів) з іскробезпечними внутрішніми ланцюгами мікроконтролера, забезпечуючи тим самим іскробезпечність пристрою в цілому, що дозволяє застосовувати пристрій в підземних умовах шахти, у тому числі небезпечних по газу і пилу. Сигнали від аналогових

датчиків в блоці БВВІ перетворюються в цифрові й у такій формі надходять у мікроконтролер.

Блок живлення БЖ складається з двох субблоків – іскробезпечної і искронебезпечної напруги. Перша напруга використовується в ланцюгах дискретних датчиків, друге – у ланцюгах мікроконтролера і субблока БВВІ.

Структурна схема блоку БВВІ приведена на рисунку 5.2.

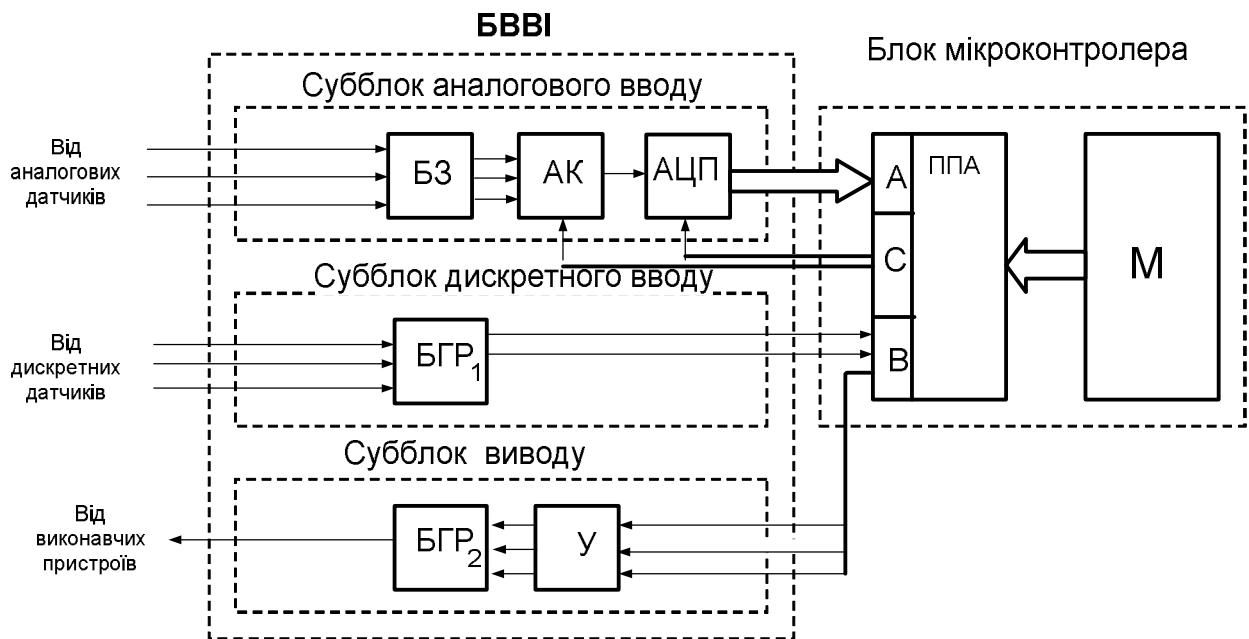


Рисунок 5.2 – Структурна схема блоку БВВІ

Структурно блок БВВІ складається з трьох субблоків: аналогового вводу; дискретного вводу; виводу.

На рисунку 5.2 позначено: БЗ – елементи захисту; АК – аналоговий комутатор; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; БГР₁ і БГР₂ – елементи гальванічної розв'язки електричних кіл; У – підсилювач; ППА – периферійний паралельний адаптер; БМ – блок мікроконтролера.

АЦП здійснює перетворення аналогового сигналу від датчика в дискретний, котрий використовується в мікроконтролері. Аналоговий комутатор дозволяє по командах мікроконтролера підключати до АЦП

необхідний датчик. Програмувальний адаптер ППА призначений для реалізації програмно керованого обміну по рівнобіжним восьми розрядним каналам між блоком мікроконтролера і різними зовнішніми пристроями, розташованими безпосередньо біля мікроконтролера (на відстані не більш 100м.). Підсилювач У призначений для нормалізації вхідних сигналів і узгодженні їхньої величини з параметрами мікросхеми АЦП. Елементи БЗ призначені для захисту схеми від перенапруг, іскробезпечності схеми, що необхідно при використанні пристрою у підземних шахтних умовах (вибухобезпечне середовище).

Принципальна електрична схема пристрою управління насосною установкою має основні мікросхеми:

1. DD4 - мікроконтролер;
2. DD12 – адаптер;
3. DD9, DD16, DD17 – шинний формувач;
4. DD14 – ПЗУ;
5. DD15 – ОЗУ .

Мікроконтролер. Конструктивно МК виконаний у корпусі БІС з 40 зовнішніми виводами. Усі виводи електрично сумісні з елементами ТТЛ; входи являють собою одиничне навантаження, а виходи можуть бути навантажені однієї ТТЛ-нагрузкой.

Адаптер. Програмувальний адаптер ППА призначений для реалізації програмно керованого обміну по рівнобіжним восьми розрядним каналам між мікропроцесором і різними зовнішніми пристроями, розташованими безпосередньо біля мікроконтролера (на відстані не більш 100м.). Адаптер

Шинний формувач. Шинний формувач інвертує сигнали локальної шини даних і видає їх на зовнішню шину при звертанні МП до зовнішніх пристроїв, зокрема, при роботі з прийомом передатчиком інформації. Шестнадцятирозрядна адресна шина підключена до двох рівнобіжних буферів: буферу локальної адресної шини DD9 і буферу адреси DD16, DD17, які інвертують системну шину. Шинний формувач двох направлений і може передавати адреса

зовнішнього пристрою, що захопив системну шину, на локальний адресний канал.

Селектори адреси. Селектори адреси DD2, DD3, DD6 формують сигнали вибору пристроїв ведення-виводу і пам'яті, а також сигнал, що вказує на те, що МП видав адресу пристрою поза мікроконтролером. Порядок завершення циклів обміну інформацією визначається станом на виході адресних селекторів, що аналізуються схемою керування DD7.

Пам'ять. У схемі пристрою використані два типу пам'яті: оперативна (DD15) та постійна (DD14). В постійній пам'яті зберігаються системні програми, які здійснюють функції пристрою управління. В оперативній пам'яті зберігається поточна інформація по контролю та управління насосною установкою.

Субблок аналогового вводу. Відповідно до структурної схеми блоку БВВІ (див. рисунок 5.2) розроблена принципова електрична схема субблоку аналогового вводу інформації, яка приведена на рисунку 5.3.

Основними елементами схеми є:

- АЦП - здійснює перетворення аналогового сигналу датчика в дискретний, котрий використовується в мікроконтролері;
- АК - аналоговий коммутатор дозволяє по командах мікроконтролера підключати до АЦП необхідний датчик. Керується мікросхема по трьох сигналах, що надходить на входи 1, 2 і 3 із шини керування мікроконтролера.
- ОУ - операційний підсилювач для нормалізації вхідних сигналів і узгодженні їхньої величини з параметрами мікросхеми АЦП.

При розробці схеми врахована і специфіка застосування пристрою в підземних умовах – шляхом застосування стабілітронів VD1- VD8 (КС213Б) і резисторів R3-R18 (МЛТ-0,5-2,0 кОм) – елементи захисту БЗ (позначення по структурній схемі). Також для забезпечення гальванічної розв'язки ланцюгів датчика з електронною частиною схеми застосований трансформатор Тр (на схемі не показаний), напруга на виході якого також буде пропорційна вимірюваній величині. У зв'язку з тим, що цей трансформатор призначений

тільки для гальванічної розв'язки, число витків первинної і вторинної обмоток буде однаковим.

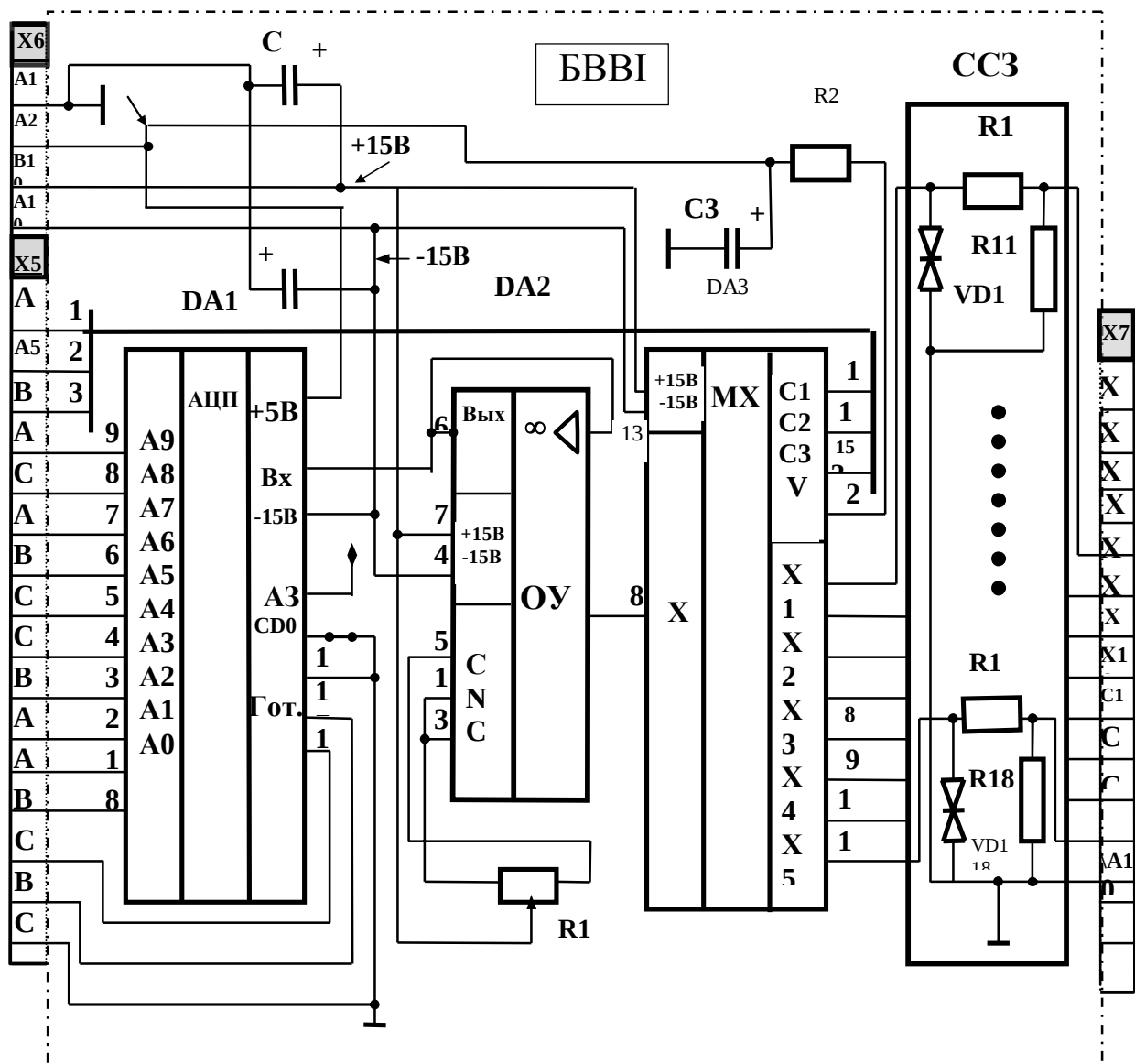


Рисунок 5.3 – Принципова електрична схема субблоку аналогового вводу інформації

Субблок дискретного вводу. На рисунку 5.4 наведена принципова схема субблоку дискретного вводу для вводу одного сигналу від одного дискретного датчика. Для других дискретних сигналів схема однакова. Схема побудована на оптронах. По довідковим даним електричних параметрів оптронів в проекті

прийнятий оптрон типу АОТ123А, в якому кремнієвий фото транзистор має час переключення 2 мкс, що досить для надійної роботи пристрою. Вхідна напруга оптрону $U_{\text{вх}} = 2 \text{ В}$ при вхідному струмі $I_{\text{вх}} = 20 \text{ мА}$.

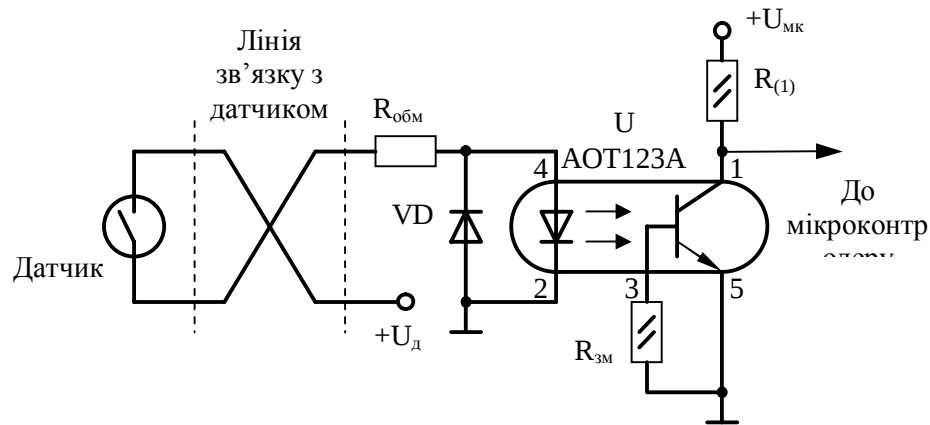


Рисунок 5.4 – Фрагмент принципової електричної схеми субблока дискретного вводу одного сигналу

Діод VD служить для захисту світлодіода оптопари від сплесків зворотної ЕДС, що наводиться в протяжній лінії зв'язку з датчиком. Діод VD повинний бути розрахований на прямий струм 20 мА, тому можливо використання практично будь-якого типу діода. У даній схемі застосовується діод типу КД102А, гранично припустимий прямий струм якого складає 100 мА.

Між виводами 3 і 5 оптрону U повинний бути включений резистор $R_{\text{зм}}$ опором 100 кОм (довідкове значення). Резистор $R_{(1)} = 47 \text{ кОм}$ служить для створення високого рівня на вході цифрової мікросхеми при розімкнутому фотоприймачі оптрону.

6 Розробка компонувальних рішень системи автоматизації

Виготовлення друкованої плати відбувається в кілька етапів.

1. *Підготовка заготовки.* На цьому етапі відбувається підготовка заготовки, при цьому здійснюється вирізання заготовки потрібного розміру, свердлення отворів, механічна обробка (усунення задирок і т.д.)

2. *Нанесення рисунка.* На цьому етапі відбувається нанесення малюнка на заготовку. Спочатку відбувається перенесення рисунка друкованої плати на плівку (виготовлення фотошаблону). Після цього заготовки покривається спеціальним світлочутливою і короткочасно засвічується.

3. *Травлення плати.* Травлення можна робити декількома способами, основні це: із застосуванням як активну речовину – кислоти чи хлорного заліза. В обох випадках травлення плати відбувається досить швидко.

4. *Підготовка плати до пайки.* Підготовка друкованої плати до пайки полягає в луженні друкованих провідників. Лудіння друкованих провідників здійснюється за допомогою сплаву Вуда.

Техніка безпеки при травленні друкованої плати. При виготовленні плати застосовують різні хімічні реактиви. Вони легко випаровуються й отрутні, тому при роботі з ними потрібно виявляти обережність. Роботи проводити під витяжкою. При влученні реактивів на шкіру – негайно змити під проточною водою. Застосовувані розчинники, крім того вогнебезпечні і вибухонебезпечні, тому приміщення, у якому проводяться роботи з розчинниками і лаком повинні мати витяжну вентиляцію.

Для охорони шкіри від опіків повинен застосовуватися спецодяг, а для захисту очей від улучення різних хімічних розчинів повинні застосовуватися захисні окуляри.

Монтаж пристрою повинен задовольняти наступним вимогам:

- забезпечити нормальну роботу електричної схеми;
- забезпечити високу надійність електричних з'єднань;

- забезпечити зручність і безпеку обслуговуючому персоналу при експлуатації і ремонту пристрою.

Перед монтажем пристрою у шахті, слід познайомитись з принципом роботи. Перевірка апаратури відбувається на поверхні шахти. Під час доставки апаратури до місця установки необхідно слідкувати, щоб вона не підлягала під удари та струси. Кнопки, сигнальні та смотрові вікна повинні бути захищені від пошкоджень

Після доставки пристрою до місця встановлення – камеру насосної станції головного водовідливу необхідно:

- оглянути внутрішні елементи блоків апаратури;
- підключення апаратури і окремо поставляємих апаратів призводять відповідно до схеми зовнішніх з'єднань;
- приєднанні до апаратури кабелі ущільнити гумовими кільцями , броню кабелів закріпити і затиснути гайками;
- заземлити апаратуру шляхом з'єднання заземлюючої жили насосної станції з заземлюючими затискувачами оболонки пристрою.

Підключення пристрою здійснюється відповідно до схеми монтажних з'єднань з використанням марок кабелів указаних на схемі.

Перевірити параметри вибухозахисту оболонки пристрою. Перед перевіркою болти, які кріплять кришки до фланців оболонок, повинні бути повністю затягнуті. Ширина щілин перевіряється за допомогою набору щупів ГОСТ 882-64 і не повинна перевищувати значень для даної групи вибухозахисту.

Особу увагу повернути на якість ущільнення кабелів у кабельних вводах. Гайки повинні бути повністю притиснути до гумових ущільнених кілець, а пристрої, запобігаючи проворот та видергування кабелів, повинні бути надійно затиснуті.

До обслуговування апаратури повинні допускатися тільки кваліфікований персонал.

Ремонт пристрою здійснюється в майстерні шахти чи на спеціалізованому ремонтному підприємстві.

Під час експлуатації забороняється безпосередньо у шахті ремонтувати та регулювати елементи електронних панелів.

Щодобовий огляд апаратури здійснюється в ремонтну зміну електрослюсарем чи механіком без зняття напруги.

При щодобовому огляді апаратури перевіряється:

- цілісність оболонок та смотрових вікон, наявність пломб;
- наявність болтів кріплення та їх затиснення;
- надійність заземлення корпусів;
- ущільнення та закріплення у ввідних пристроях.

Якщо дефекти знайдені, апаратура повинна бути відключена й прийняти міри для їх уникнення. Щомісячна ревізія проводиться бригадою електрослюсарем під керівництвом лиця назначеного головним енергетиком.

Огляди та ревізії вибухозахищених елементів оболонки призводять в обсязі та строки, вказані в “Инструкции по осмотру и ревизии взрывобезопасного шахтного электрооборудования напряжением до 1000 В” та п. 474 діючих “Правил безпеки у вугільних і сланцевих шахтах” відповідно з графіком планово-попереджувальних ремонтів (ППР) підприємства.

Поточний ремонт апаратури проводиться регулярно по графіку планово-запобіжних ремонтів. При поточному ремонті апаратури, проводиться ремонт із заміною зношених деталей, а також весь об'єм робіт, передбачений при щодобовому огляді і щомісячній ревізії. При виявленні порушення вибухобезпечності, пристрій ПКН повинен бути виданий з шахти і направлений на ремонт.

При середньому і капітальному ремонтах апаратури проводиться відновлення вибухозахисних поверхонь, деталей або заміна їх. Середній і капітальний ремонти проводяться в ЦЕММ або на ремонтних заводах, що мають на той дозвіл. У середній і капітальний ремонти входить весь перелік робіт, вироблюваний при щомісячній ревізії і поточному ремонті.

7 Охорона праці і екологія

Пожежна безпека

Пожежна безпека в насосній станції водовідливу забезпечується у відповідності із діючими "Правилами безпеки у вугільних шахтах", а кількість і види технічних засобів протипожежного захисту, використовувані вогнегасні засоби, джерела і засоби подавання води для пожежогасіння, запас спеціальних вогнегасильних речовин (порошкових, пінних та ін.) визначаються Інструкцією з протипожежного захисту вугільних шахт (ДНАОП 1.1.30-5.34-96), затвердженою наказом Держнаглядохоронпраці від 18.01.96 №7, ДНАОП 11.1.30-5.18-96, КД 12.01.401-96 [20].

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно здійснити наступні заходи:

1. Армівка камери на станції водовідливу де встановлюється пристрій повинна бути виконана з негорючих матеріалів;
2. В камері водовідливу повинні бути засоби пожежогасіння:
1 порошковий вогнегасник, шухляда з 0,2 м³ інертного пилю та лопата;
3. В камері водовідливу повинен бути прокладений протипожежний трубовід діаметром не менше 100 мм., який постійно повинен бути заповнений водою й забезпечувати в будь-якому місці необхідні для гасіння пожежі витрату й тиск;
4. Згідно із планом ліквідації аварій камера водовідливу повинна мати два незалежних виходи на свіже повітря, один - до центрального квершлягу, а другий - до камери головної водовідливної установки;

Заходи для виключення виробничих небезпек та охорони праці при експлуатації насосних установок водовідливу

Для виключення виробничих небезпек та охорони праці при експлуатації насосних установок водовідливу треба:

1. До обслуговування механізмів і устаткування насосних установок допускаються обличчя, що закінчили курси по спеціальних програмах і

позитивно здали іспити на право обслуговування цих механізмів і устаткування відповідно до Правил безпеки.

2. Напірні трубопроводи перед здачею в експлуатацію піддавати гідравлічному іспиту на тиск, що перевищує нормальне у 1,25 рази.

3. На трубопроводах водовідливних установок встановлювати запобіжні пропускні клапани, гасителі ударів для зменшення гідравлічних ударів. Встановлюване устаткування повинне мати клеймо з указівкою дати іспиту, а також величини робочого тиску

4. У камерах і приміщеннях насосних станцій необхідно вивішувати схеми розташування основного устаткування, а також комунікації трубопроводів, засувки, вентилів і іншої запірної арматури насосної станції.

5. Перед початком провадження робіт старший механік по водовідливі проводить інструктаж з безпечними методам ведення робіт і техніку безпеки і розписує в книзі інструктажів індивідуально кожного робітника, що одержав убрання на виконання робіт на насосних установках.

Для виключення випадків електротравматизма при експлуатації пристрою в насосній станції водовідливу обслуговуючий персонал повинний строго дотримувати, інструкцію з техніки безпеки, правила внутрішнього розпорядку й у першу чергу знати і розуміти загальні положення, що обумовлюють електробезпечність.

Апаратура повинна експлуатуватися тільки зі справною оболонкою і механічним блокуванням кришки її апаратного відділення.

Лиця, що обслуговують пристрій ПКН, повинні приступити до роботи з апаратурою тільки після уважного вивчення відповідних розділів керівництва.

Не допускається постійне затиснення або тривале утримання кнопки «Пуск» для дистанційного керування високовольтним осередком електродвигуна насоса.

Підключати пристрій ПКН тільки при наявності надійного заземлення корпусу виконавчого пристрою.

Перед проведенням у шахті робіт, що вимагають розкриття іскро небезпечного вступного відділення пристрою або відділення блокувального роз'єднувача, необхідно зняти напругу з апаратури.

Забороняється проводити ланцюги керування сигналізації, контролю, лінії зв'язку мегомметрами або іншими приладами, що мають велику (понад 5В) вихідну напругу, тому що в схемі використані низьковольтні напівпровідникові прилади. Для цих цілей необхідно користуватися омметром типу М-4125/1 або іншими приладами, що мають малу (не більш 5 В) вихідну напругу постійного струму з дотриманням «Правил безпеки у вугільних і сланцевих шахтах».

Забороняється робити ремонт залитих епоксидним компаундом вузлів, що вийшли з ладу, у яких розміщені елементи, що забезпечують іскробезпеку пристрою.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі виконаний аналіз режимів роботи водовідливних установок шахти як об'єктів автоматизації. Встановлено, що вони побудовані однаково і для розробки пристрою керування можна розглядати типову водовідливну установку, яка складається з трьох насосів типу ЦНС. Сформульовані вимоги до пристрою автоматичного керування водовідливною установкою. Для керування режимами роботи насосів обґрунтований і прийнятий спосіб регулювання засувкою на трубопроводі. Регулювання здійснюється у залежності від притоку води до водозбірника. Для керування водовідливною установкою розроблений новий пристрій з використанням мікроконтролера. Пристрій має спеціальний блок вводу-виводу інформації, який призначений для сполучення входів і виходів мікроконтролера з ланцюгами датчиків і комутаційних апаратів, для гальванічної розв'язки іскро безпечних зовнішніх ланцюгів з іскро небезпечними внутрішніми ланцюгами мікроконтролера, забезпечуючи тим самим іскро безпечність пристрою в цілому, що є важливим для використання пристрою в підземних умовах шахти. Для здійснення регулювання засувки, пристрій має блок автоматичного регулювання подачі насосу.

Для контролю притоку води до водозбірника в роботі розроблено новий блок автоматичного контролю притоку.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Батицкий В.А., Куроедов В.И., Рыжков А.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности: Учебник для техникумов.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1991.– 303 с.
2. Автоматизация процессов подземных горных работ / Под ред. проф. А.А.Иванова. – К.; Донецк: Вища школа. Головное изд-во, 1987. – 328 с.
3. Автоматизация и автоматизированные системы управления в угольной промышленности / Под ред. Б.Ф.Братченко – М.: Недра, 1976. – 383с.
4. В. Н. Сирченко, С. Н. Андрусенко, А. В. Мезников, инженеры, В. В. Синенко, канд. техн. наук. Уголь Украины. №9, 2006г. стр. 34-35.
5. Электрослесарю добычного и проходческого оборудования: Справочник / Под. общ. ред. В.А. Антипова – Донецк: Донбасс, 1989 - 159 с.
6. Автоматизация производственных процессов угольных шахт /Н.Г.Попович, Г.И.Данильчук, В.С.Лисовский, Г.М. Янчук.– К.: Вища школа, 1978.-336с.
7. Гаврилов П.Д., Гимельшейн Л.Я., Медведев А.Е. Автоматизация производственных процессов. Учебник для вузов.- М.: Недра, 1985 - 215с.
8. Крюков І.В., Пономарев А.К. Рудникова автоматика: Навч. Посібник. – К. Вища шк..., 1994. – 266с.
9. Автоматизация технологических процессов угольных шахт /Л.Г.Мелькумов, Н.Я.Лазукин, Б.Х.Богопольский, Р.Л.Розенберг. -М.: Недра,1973.-352 с.