

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»
Факультет комп'ютерно–інтегрованих технологій, автоматизації, електроінже-
нерії та радіоелектроніки
(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра Автоматики та телекомунікацій
(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри

(підпис) (ініціали, прізвище)
“ ____ ” _____ 2020 р.

Випускна кваліфікаційна робота
магістра
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Автоматизація дренажної системи збагачувальної фабрики Свято – Варваринська»

Виконав : студент 2 курсу, групи

АТПм-19
(шифр групи)

напряму підготовки (спеціальності)

151

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

«Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Попіль О.С.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник

к.т.н. доцент Поцєпаєв В. В.

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

(підпис)

Рецензент

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

(підпис)

Рецензент

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

(підпис)

*Засвідчую, що у цій випускній кваліфіка-
ційній роботі немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.*
Студент _____

(підпис)

Покровськ – 2020 р.

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

Факультет Комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації, електроінже-
нерії та радіоелектроніки

(назва)

Кафедра Автоматики тателекомунікацій

(назва)

Захист відбувся _____
(дата)

з оцінкою _____

секретар

ДЕК _____
(підпис)

Випускна кваліфікаційна робота

магістра

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему «Автоматизація дренажної системи збагачувальної фабрики Свято –
Варваринська»

Виконавець студент групи АТПм-19 _____ Попіль О.С.
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Керівник _____ Поцєпаєв В.В.
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Зав. кафедри «АТ» _____
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Консультанти _____
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

_____ (підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Нормоконтролер _____ Жуковська Д.О.
(підпис, дата) (ініціали, прізвище)

Покровськ– 2020 р.

ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, автоматизації електроінженерії та радіоелектроніки

Кафедра автоматика та телекомунікації

Освітній ступінь магістр

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

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

“ ” 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Попіль Олександр Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Автоматизація дренажної системи збагачувальної фабрики
Свято – Варваринська

керівник роботи: Поцепасєв В.В.

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

затверджені наказом від “ 23 ” 09 2020 року № 693

2. Строк подання студентом роботи

3. Вихідні дані до роботи: на основі переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

- 1) Аналіз технологічного процесу як об'єкту автоматизації.
- 2) Розробка математичної моделі управління.
- 3) Розробка схемотехнічних рішень по системі автоматизації.
- 4) Алгоритм роботи пристрою.
- 5) Устаткування автоматизації, опис і критерії вибору, з порівняльним аналізом.
- 6) Обґрунтування факторів техніко – економічної ефективності прийняття технічних рішень з автоматизації.
- 7) Правила експлуатації електрообладнання в умовах фабрики зі збагачення вугілля.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
електрона презентация.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу як об'єкту автоматизації.	18.09.20	
2	Розробка математичної моделі управління.	01.10.20	
3	Розробка схемотехнічних рішень по системі автоматизації.	14.10.20	
4	Алгоритм роботи пристрою.	25.10.20	
5	Устаткування автоматизації, опис і критерії вибору, з порівняльним аналізом.	02.11.20	
6	Обґрунтування факторів техніко – економічної ефективності прийняття технічних рішень з автоматизації.	10.11.20	
7	Правила експлуатації електрообладнання в умовах фабрики зі збагачення вугілля.	14.11.20	
8	Оформлення магістерської роботи	17.11.20	
9	Підготовка до захисту магістерської роботи	10.12.20	
10	Захист магістерської роботи	22.12.20	

Студент

(підпис)

Попіль О.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Поцєпась В.В.

(прізвище та ініціали)

Лист зауважень

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

АНОТАЦІЯ

Попіль О.С. Автоматизація дренажної системи збагачувальної фабрики Свято – Варваринська. Випускна / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». ДВНЗ ДонНТУ, Покровськ, 2020.

Пояснювальна записка: 86 сторінок, 20 рисунків, 1 таблиця, 29 посилання на використану літературу.

Об'єкт розробки – дренажна система збагачувальної фабрики "Свято – Варваринська".

Мета роботи – розробка автоматизованої дренажної системи збагачувальної фабрики "Свято – Варваринська".

Методи дослідження – у процесі досліджень застосовані методи теоретичного дослідження, кількісні, проектування.

Результат розробки – результати можуть бути використані на збагачувальній фабриці "Свято – Варваринська", при модернізації поточної дренажної системи.

Ключові слова: СИСТЕМА, УПРАВЛІННЯ, ЗБАГАЧЕННЯ, ВУГІЛЛЯ, ДРЕНАЖНИЙ, НА-СОС, ШВИДКІСТЬ, РЕГУЛЮВАННЯ, АНАЛІЗ, ПОТУЖНІСТЬ.

Список публікацій здобувача:

1. Попіль О.С., «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно – інтегровані технології: зб. доповідей Всеукр. наук. – практ. конф. молодих вчених, 25-26 листопада 2020 р. / ДВНЗ «ДонНТУ»; відп. ред. Г.В. Ступак. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 167 с.

2. Попіль О.С., Бурлака О.М. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАВАНТАЖЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ПРОХІДНИЦЬКОГО КОМБАЙНУ / Всеукраїнська науково – технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Автоматизація, контроль та управління: пошук ідей та рішень» (АКУ-2020), 21.05.2019 р. – Покровськ ДВНЗ «ДонНТУ», 2020р.

ABSTRACT

Popil O.S Automation of the drainage system of the concentrator Svyato – Varvarynska. Graduation / Graduation qualification work for the degree of "master" in the specialty151 "Automation and computer-integrated technologies". SHEE DonNTU, Pokrovsk, 2020.

Explanatory note: 86 pages, 20 figures, 1 table, 29 references to the used literature.

The object of development – the drainage system of the concentrator "Svyato – Varvarinskaya".

The purpose of the work – is to develop an automated drainage system of the Svyato – Varvarinska concentrator.

Research methods - in the process of research methods of theoretical research, quantitative, design are applied.

The result of the development - the results can be used at the concentrator "Svyato – Varvarinskaya", during the modernization of the current drainage system.

Keywords: SYSTEM, MANAGEMENT, ENRICHMENT, COAL, DRAINAGE, PUMP, SPEED, ADJUSTMENT, ANALYSIS, POWER.

List of publications of the applicant:

1. Popil O.S, "TAK": telecommunications, automation, computer-integrated technologies: coll. reports All-Ukrainian. Science. - practice. conf. young scientists, November 25-26, 2020 / SHEI "DonNTU; resp. ed. G.V. Stupak. - Pokrovsk: DonNTU, 2020. - 167 p.

2. Popil O.S, Burlaka O.M AUTOMATION OF THE PROCESS OF LOADING THE WORKING BODY OF THE PROKHDNYTSKY COMBINE / All-Ukrainian scientific and technical conference of young scientists, graduate students and students "«Автоматизація, контроль та управління: пошук ідей та рішень» (AKY-2020)". Pokrovsk: DonNTU, 2020.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	11
ВСТУП	12
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТУ АВТО- МАТИЗАЦІЇ.....	14
1.1 Опис процесу збагачення вугілля.....	14
1.2 Загальні відомості про дренажні установки.....	16
1.2.1 Підвищення надійності роботи установки	18
1.2.2 Операції по керуванню дренажної установки.....	20
1.3 Вимоги до автоматизації дренажної системи	25
1.4 Обґрунтування розробки пристрою	26
1.4.1 Негативні фактори при застоюванні суспензії на нульовій поз- начці фабрики	26
1.4.1.1 Вплив навколишнього середовища на металеві конструкції	26
1.4.1.2 Вплив вологи на здоров'я людини.....	27
1.5 Контроль стану насосного агрегату	29
1.5.1 Аварійні перевантаження електродвигуна	29
1.5.2 Контроль температури нагрівання електричних двигунів	31
1.6 Аналіз існуючих технічних рішень задачі автоматизації	32
1.7 Порівняльний аналіз методів управління процесом автоматизації .	34
1.7.1 Метод дросельного регулювання	35
1.7.2 Метод об'ємного регулювання.....	37
Висновок до розділу 1	40
2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ.....	41
2.1 Передавальна функція двигуна ВАО2 – 450	42
2.2 Передавальна функція термоперетворювача ТСП (ТСМ)/1 – 1088.	44
2.3 Передавальна функція віброперетворювача ВК-310С 48.....	45
2.4 Моделювання підсистеми управління двигуна з використанням програмного пакета Simulink.....	46

Висновок до розділу 2	52
3 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ ПО СИСТЕМІ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	53
3.1 Структурна схема системи автоматизації	53
3.2 Функціональна схема системи автоматизації	54
Висновок до розділу 3	56
4 АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРИСТРОЮ.....	57
Висновок до розділу 4	59
5 УСТАТКУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ, ОПИС І КРИТЕРІЇ ВИБОРУ, З ПОРІВНЯЛЬНИМ АНАЛІЗОМ.....	60
5.1 Датчики рівня	60
5.1.1 Ємнісний сигналізатор рівня RFNIVO RF3000	63
5.2 Реле подачі насоса РПН.....	63
5.3 Реле тиску	64
5.4 Вимірювальний перетворювач потужності.....	65
5.5 Гідророзподільник	66
5.5.1 Гідравлічний розподільувач WE16	67
5.6 Термоперетворювач ТСП (ТСМ) / 1–1088	68
5.7 Пневмозадвижка XSC.....	68
5.8 Віброперетворювач ВК-310С	69
5.9 Промислові мікроконтролери	70
5.10 Промислові мережі	72
Висновок до розділу 5	76
6 ОБҐРУНТУВАННЯ ФАКТОРІВ ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	77
Висновок до розділу 6	77
7 ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ В УМОВАХ ФАБРИКИ ЗІ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ.....	78
Висновок до розділу 7	80

ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82
ДОДАТОК А. Блок-схема	85

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧОК І СКОРОЧЕНЬ

ПЗН – погрузной заливний насос;

ЗН – заливний насос;

ГНУ – головна насосна установка;

АНУ – аварійна насосна установка;

РПН – реле подачі насосу;

ДТД – датчик току двигуна;

РП – регулятор потоку;

БК – блок керування;

RS485 – recommended Standard 485;

АСУ – автоматизована система управління;

АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

МК – мікроконтролер;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПО – програмне забезпечення;

ПТЕ – правила технічної експлуатації;

ПТБ – правила техніки безпеки;

ПБ – правила безпеки.

ВСТУП

Актуальність теми. Застосовувана в даний час на збагачувальній фабриці Свято – Варваринської апаратура автоматизації дренажної системи не відповідає умовам експлуатації і не може виконувати поставлені завдання. У зв'язку з цим, актуальною є розробка та впровадження вдосконаленої автоматизованої системи, яка повинна вирішити недоліки які виникли при експлуатації. Яка б мала широкі функціональні можливості по управлінню, контролю і діагностики, що дозволить істотно підвищити надійність процесу відкачування некондиційної суспензії з нульової позначки фабрики.

Мета і завдання даної роботи полягає у розробці автоматизованої дренажної системи збагачувальної фабрики "Свято – Варваринська".

Задачі дослідження:

Вивченні процесу збагачення вугілля та роботи насосних установок як процесу автоматизації, його характеристики і фактори, які впливають на коректність роботи устаткування що розробляється;

Пошук наявних шляхів вирішення питання з автоматизації дренажної установки.

Розробка функціональних вимог та схемотехнічних рішень по системі автоматизації;

Розробка алгоритму роботи системи;

Обґрунтування факторів техніко – економічної ефективності прийняття рішень та експлуатаційних вимог для роботи приладу в умовах збагачувальної фабрики.

Об'єктом дослідження є дренажна система збагачувальної фабрики "Свято – Варваринська".

Предметом дослідження є розробка автоматичної дренажної системи.

Методи дослідження у процесі досліджень застосовані методи теоретичного дослідження, кількісні, проектування.

Наукова новизна одержаних результатів. Застосування нових типів датчиків дозволяє застосовувати дренажну систему в поточних умовах експлуатації, що було неможливо без внесення змін. Система контролю стану основних вузлів насосного агрегату, підвищує надійність використовуваного обладнання. Додавання візуалізації диспетчеру, допомагає підвищити швидкість оповіщення персоналу про поточний стан системи.

Практична цінність отриманих результатів. Результати можуть бути використані на збагачувальній фабриці "Свято – Варваринська", при модернізації поточної дренажної системи.

Структура та обсяг роботи. Випускна магістрорська робота обсягом 86 машинописних сторінок, складається з вступу, десяти розділів, висновків, переліка використаних джерел, що складається з 29 найменувань і розташованих на 3 сторінках 1 додаток. Робота містить 20 рисунків.

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЯК ОБ'ЄКТУ АВТОМАТИЗАЦІЇ

1.1 Опис процесу збагачення вугілля

Добуте кам'яне вугілля в не залежності від способу видобутку має багато домішок, оскільки видобувається в перемішку з різною породою. Вугілля з домішками має невелике значення кпд горіння. Щоб позбавити вугілля від таких домішок, на спеціалізованих підприємствах проводиться його очищення, тобто збагачення. Під час процесу збагачення зменшується вміст мінеральних домішок, здійснюється його поділ на розмір фракції. Після процесу поділу відбувається подальше збагачення одним з двох способів: сухим або мокрим. Після цих маніпуляцій воно надходить до кінцевого споживача.

Безпосереднє збагачення вугілля проходить на збагачувальній фабриці і відбувається в три основних етапи: підготовчий, основний і заключний.

У підготовчому етапі здійснюється розділити вугілля по крупності фракції на класи. Цей етап включає такі операції: просіювання та класифікації, дроблення і подрібнення. Мета процесу подрібнення спрямована на зменшення вугілля до необхідних розмірів в залежності від замовлення. Проводяться у спеціальних установках для дроблення – дробарках. Наступною дією здійснюється – просіювання, з подальшим сортуванням за фракцією за допомогою віброгуркота. Кам'яне вугілля проходить через сита різного розміру і ділиться на групи.

Мокре збагачення є найбільш поширеним через більш простий і дешевий технологічний процес. Метод спирається на розходженні густини самого вугілля і більш легких домішок. У водній масі відбувається їх відділення одна від одної. Відбувається це в пристроях гравітаційного збагачення а саме за допомогою відсаджувальних машин. Вугілля подається на сито, через яке поступово піднімається вода. Більш важка порода опускається до низу, а відносно легке

вугілля піднімається нагору. Відсортована порода транспортується в відвал це 10 до 15% від маси. Концентрат тобто вже саме вугілля, відправляється на відвантаження. Також інколи воду можуть замінювати більш важким жидкостями, а саме водною суспензією змішану з магнетитом високої щільності.

Флотаційне збагачення застосовується якщо є необхідність у збагаченні велику кількість класу нижче 0,5 мм і менше. Затрати вище в 5 – 7 разів, собівартість обробки вище в 2 – 3 рази, застосування хімічних реагентів (в тому числі, токсичних і вогнебезпечних, які потрібно: купувати та зберігати, вони потрапляють в воду яка використовується повторно, що може призвести до екологічного забруднення, більш високі вимоги до рівня професіоналізму обслуговуючого персоналу, дорогі елементи системи управління (витратоміри, густиноміри і т.д.), більш висока закрита займана площа.

Збагачення за допомогою пневмосепарації з використанням пневмо відсадження: збагачення в повітряному середовищі дозволяє проводити якісне збагачення вугілля, при середній вологості не більше 7% без глиняних домішок. Пневмосипарація має декілька відмінностей з класичним способом, здійснюється з використанням процесу відсадження в машинах з рухомим решетою, в цих машинах: концентрат більш якісний, порівнянно з мокрими методами збагачення, енерговитрати і запиленість – нижче, завдяки технології низького тиску.

При використанні пневмосепаратора: відбувається зменшення зольності на 5 – 10% за прохід в залежності від кінцевого вугілля, при відносній вологості не більше 5%. Неможливе застосування при високій вологості навколишнього середовища. Також не допускається домішок глини. Мається і ряд витратних операцій по транспортуванню, складності зберігання, утилізації великої кількості відходів у вигляді дрібнодисперсного пилу. Неможливість отримання низькозольний концентрату. Пневмосепаратори використовують для попередньої вибірки породи.

При застосуванні сухої сепарації для роботи при будь – яких умовах навколишнього середовища необхідно сушити весь вихідний продукт. Це основним критерієм при виборі технології збагачення.

Остаточна мета сухого збагачення точно така ж, як і мокрого. З тією різницею, що замість води використовується пісок. У такому випадку процес проходить в стаціонарному сепараторному корпусі. Замість води в рух лопаті сепаратора приводить пісок.

Заключна операцією є сушка продуктів збагачення, яка потрібна в разі мокрого метода. На виході збагачувальні фабрики отримують концентрат, який містить найбільшу кількість горючої маси з мінімальним числом зайвих домішок [1].

1.2 Загальні відомості про дренажні установки

Дренаж – пристрій або система для відводу (скидання) скупчується у внутрішніх порожнинах рідини (дощової води, зайвого палива, масел і т.п., при випаданні атмосферних опадів або при виникненні протікання при порушеннях герметичності) назовні за межі пристрою, вузла або виробу, з метою запобігання пошкоджень і руйнувань пристрою [2].

В процесі збагачення вугілля застосовується велика кількість води з різними домішками так званої некондиційна суспензія, яка в свою чергу через особливості проекту Свято – Варваринської фабрики, скидується на нульову позначку і накопичується в дренажних приямках. Цикл виробництва є закритим, що передбачає повторне використання суспензії при надалі збагаченні.

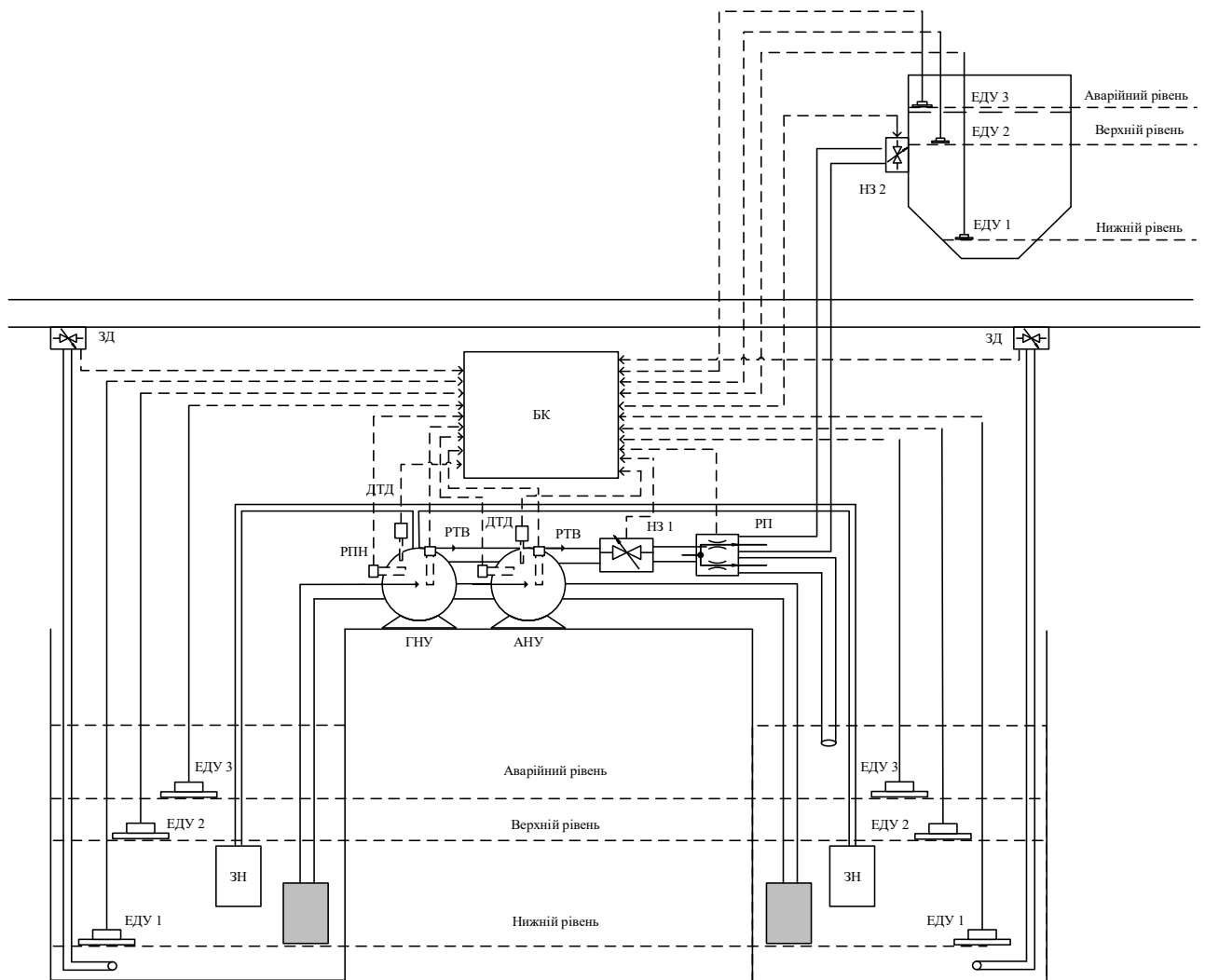


Рисунок 1.1 – Технологічна схема дренажної системи

На рис.1.1 позначено:

ЕДУ 1 – 3 – нижній, верхній та аварійний датчики рівня;

ЗН – заливний насос;

ГНУ – головна насосна установка;

АНУ – аварійна насосна установка;

РПН – реле подачі насосу;

РТВ – реле тиску для контролю заливки водою насоса перед запуском;

ДТД – датчик току двигуна (перетворювач потужності);

НЗ 1 – ножова засувка гідралінії;

НЗ 2 – ножова засувка бака некондиційної суспензії;

РП – регулятор потоку;

ЗД – задвижка;

БК – блок керування.

1.2.1 Підвищення надійності роботи установки

У дренажній системі одним з основних елементів є водозбірник, в який відбувається безпосередній збір води, що поступає. Який в свою чергу складається з акумулюючих та резервних ємностей. Необхідність акумулюючої ємності пояснюється відсутністю водовідливних засобів з економічним плавним регулюванням продуктивності. Щоб забезпечити тривалу роботу насосних агрегатів без простоїв та стабільній продуктивності насосів більшої припливу, необхідна ємність для збору води, місткість якої повинна визначатися на основі техніко – економічного аналізу та з урахуванням експлуатаційних умов об'єкта.

При застосуванні автоматизованих дренажних установок можливо значно підвищити надійність їх роботи, тому для нормальній роботі зазвичай забезпечується зміна рівня води в водозбірнику в межах наявної ємності таким чином, щоб не допустити аварійного рівня. Сповіщення обслуговуючому персоналу про підвищення рівня води понад встановлений верхнього рівня проводиться спеціальним сигналом. Для запобігання затоплення навіть у автоматичному режимі роботи інколи необхідне втручання людини: пуск аварійних насосів, ліквідація аварії. Дотримання основних умов надійності процесу відкачування, залежить від стану обладнання системи. Іноді водозбірники виконують функцію відстійника, їхнє дно заповнюється мулом, що призводить до їх забруднення, а отже до швидкого виходу з ладу. При таких умовах нормальне функціонування системи неможливо. Ця проблема є досить частою і шляхи її вирішення на пряму залежать від типу об'єкта. Тому водозбірник необхідно періодично очищати від мула, для запобігання зупинки системи. Кращі результати дає розмежування функцій водозбірника і відстійника. Коли перед водозбірником розташований відстійника з безперервною змішуванням та очищенням.

Надійна автоматизована дренажна система характеризується стабільною роботою насосних агрегатів як в перехідних так і в усталених режимах. Далі повинна бути забезпечена можливість своєчасного перемикання режимів управління в разі необхідності. Необхідна також і контрольна сигналізація.

Специфічні умови експлуатації: робота у вологому середовищі, корозія деталей, налипання бруду. Вимагає регулярного огляду установок і періодичності роботи діючих насосів, так як тривала стоянка насоса унеможливорює його пуск без участі людини. Коли є декілька агрегатів, які знаходяться в резерві, розробляється графік їх роботи. Якщо ж агрегат один простої устаткування повинні бути максимально знижені. Через наведені вище умови експлуатації, до електроустаткування пред'являються підвищені вимоги безпеки.

Дренажні установки можна поділити на три основні групи, в залежності від специфіки застосування:

- водовідливні установки з низьковольтними електродвигунами, обладнані одним діючим насосом: водовідливи зумпфа, шурфу, перекачувальних;
- насосні установки з низьковольтними електродвигунами, обладнані двома або трьома діючими агрегатами: головні, допоміжні, дільничні або перекачувальних водовідливи;
- насосні установки з високовольтними двигунами, що складаються з трьох чи більше агрегатами.

Перед запуском насосного агрегату необхідно проводити контроль положення засувки на нагнітальному трубопроводі, для запобігання гідравлічного удару. Для вивчення даного питання було проведено дослідження про допустимість застосування насосних агрегатів з незакритою засувкою. Котрі показали можливість такого застосування, однак далеко не на всіх насосних агрегатах, тому що у більшості водовідливних установок ударні тиску не перевищували максимальних при перевірці на міцність запірної арматури.

Однак при гідравлічному ударі відбувається коливальний рух стовпа води, що призводить до розгойдування трубопроводу, здатного викликати пору-

шення щільності з'єднань, а в певних умовах і руйнування трубопроводу. З цього слідує що необхідно максимально убезпечити захист двигуна від гідравлічного удару. Щоб цього домогтися можливе застосування наступних рекомендацій:

- керовані засувки, що повільно закриваються перед зупинкою насоса.
- додаткові зворотні клапани або спеціальні протиударні засоби [3].

1.2.2 Операції по керуванню дренажної установки

Майже всі насоси що використовуються на водовідливних установках обладнуються відцентровими насосами, робочий простір яких треба попередньо заповнити водою перед пуском тобто провести заливку. В даний час найбільшого поширення набув спосіб заливки за допомогою заливного зануреного насоса ЗПН, який знаходиться в водозбірнику нижче нижнього рівня і постійно залитий водою.

Існують також інші способи заливки насосу:

- подача води з нагнітального става;
- застосування бакових акумуляторів;
- сифонний спосіб;
- допоміжними насосами;
- використання заглиблених насосних камер.

Заглиблені насосні камери – застосовуються з розташуванням насосів нижче рівня води в водозбірнику вода надходить до них з натиском. Це створює сприятливі умови для експлуатації насосів, тому що веде до зменшення ймовірності кавітації і підсосу повітря через нещільності всмоктуючої лінії. Спосіб є надійним, так як можливе застосування економічні та швидкохідні відцентрові насоси. Але є і недоліки його застосування створює небезпеку затоплення камери. Факторами при яких можливе застосування заглиблених ка-

мер, є гідрогеологічні умовами та рівнем техніки зведення водонепроникних перемичок.

Занурені вертикальні насоси – у цих насосах вода до робочих частин як і у заглиблених насосних камер надходить під тиском, що створює сприятливі умови для їх експлуатації. Незважаючи на свою простоту і надійність, контролю та експлуатації за обладнанням є трудомістким. Використання автоматизованих водовідливних установок з зануреними насосами широко застосовуються на перекачувальних та дільничних водовідливах шахт і копалень.

Сифонний спосіб – принцип дії базується на підводі сифонну до насоса з більш високого горизонту, що забезпечує його постійне заповнення при стоянці. Щоб система функціонувала правильно на всмоктуючому трубопроводі повинен бути встановлений приймальний клапан, а на сифонному – зворотний. Спосіб простий і надійний.

При застосуванні сифонного способу заливки насосів можуть бути застосовані гідрорегулятори, які слугують для перепусканні води и з нагнітального трубопроводу або від стороннього джерела водопостачання в спеціальний бак, а з нього в насос.

Баків акумулятори – знайшли широке поширення, монтуються на всмоктуючій лінії насосних агрегатів. Баковий акумулятор рис.1.2 являє собою герметично закрити циліндричну посудину – бак (3) з двома па трубками за допомогою яких він монтується на всмоктуючому трубопроводі. При цьому бак розташовується на 50 – 100 мм вище насоса в горизонтальному положенні. У середині бака між патрубками приварюється труба (2) так, що між нею і нижнім патрубком утворюється вузька кільцеподібна щілина (сопло).

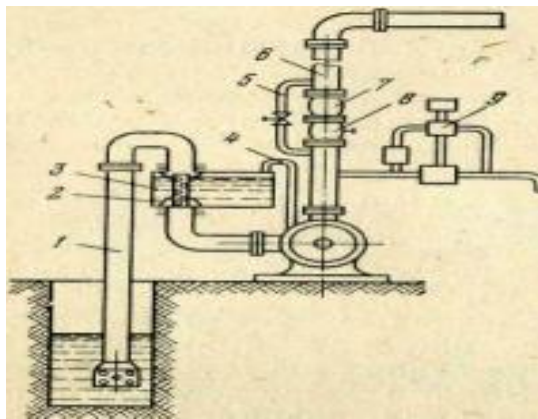


Рисунок 1.2 – Гідравлічна схема заливки насоса за допомогою бака – акумулятора

Робота водовідливної установки з баковим акумулятором полягає в наступному. Для забезпечення первісного пуску насоса бак (і насос) заповнюється водою з нагнітального трубопроводу (6) через обвідну трубку (5) або штуцер зрівняльної трубки (4). При включенні насоса вода з бака з великою швидкістю проходить через кільцеву шпарину, в результаті чого разом з водою захоплюється повітря, що надходить з верхньої частини бака і всмоктуючого трубопроводу (1). У міру наростання розрідження всмоктуючий трубопровід і баковий акумулятор заповнюються водою з водозбірника. Так як водоповітряна суміш, що викидається насосом, має тиск, недостатній для відкриття зворотного клапана (7), на час пуску керований клапан (9) відкритий і суміш скидається в водозбірник. Після закінчення пуску керований клапан закривається і вода прямує по нагнітальному трубопроводу. Клапан в приймальній сітці зазвичай не ставиться, тому при зупинці насоса вода йде з усмоктувального трубопроводу, залишаючись в баку акумулятора. Вирівнююча трубка служить для запобігання після зупинки насоса догляду води з бака внаслідок надлишкового тиску з боку насоса і розрідження з боку всмоктувального трубопроводу. Засувка (8) постійно відкрита.

Бакові акумулятори знайшли своє застосування у перекачувальному і допоміжному водовідливах. Використання високовольтних насосів з трубопрово-

дом великого діаметру пред'являє застосування баків великих розмірів, що призводить до збільшення габаритів робочої камери.

Заливка через нагнітальний трубопровід, цей спосіб знайшов широке застосування коли у системі є лише ручне управління, проте також може застосовуватися в автоматизованих установках. Головними перевагами даного способу є і дешевизною, його впровадження в вже наявні системи не складає труднощів. До недоліків можна віднести: змінний напір, обмежені запаси води в нагнітальному трубопроводі і можливість відходу води з нього через нещільність зворотних клапанів і засувок. При автоматизації процесу заливки з використанням трубопроводу, не потрібно велика кількість обладнання, досить використовувати додаткову керовану задвижку. Для видалення повітря до кришки насоса з боку всмоктування під'єднується дренажна трубка діаметром 18,9 – 25,5 мм, кінець якої занурюється в воду на глибину розташування приймальної сітки. При застосуванні дренажної трубки досить просто вирішуються питання герметизації всмоктуючої лінії, видалення повітря з насоса і запобігання всмоктуючого трубопроводу від високого тиску. Зазвичай даний вид заливки застосовують тоді, коли є можливість здійснити триразову і більше, заливку насоса.

Заливка за допомогою допоміжного насосу производится наступним чином, основні насоси і їх усмоктувальні трубопроводи заповнюються водою за допомогою низьковольтних допоміжних занурених насосів. Так як такому способі заливки надійність роботи основного насоса залежить від роботи допоміжного, до нього пред'являються підвищені вимоги надійності.

Схема з'єднання складається з допоміжного і основного насосів що підключаються послідовно. У приклад можна привести водовідливні установки з бустерними насосами, монтаж яких здійснюється на всмоктуючих трубопроводах основних насосів. Як бустерні застосовуються вертикальні занурені насоси.

Переваги цього способу заливки:

- запуск агрегату без очікування заливки;

- основний насос працює без вакууму, що виключає неполадки через підсосу повітря через нещільності;
- зменшується ймовірність кавітації і створюється можливість розташування основних насосів на більшій висоті над рівнем води в порівнянні з розміщенням звичайних насосів.

Однак і у цього способу є недоліки а саме виникає зниження надійності роботи водовідливної установки, якщо ламається бустерний насос то виходить з ладу і основний, пуск якого в цьому випадку провести неможливо. Найбільшого поширення набув поглинний заливний насос (ПЗН). Насосний агрегат складається з корпусу насоса, відкритого робочого колеса, всмоктуючої сітки, електродвигуна, верхнього і нижнього щитів з підшипниками.

В автоматизованих насосних установках елементом який проводить перевірку процесу заливки є реле заливки, що діє за принципом контактного манометра або поплавковою камери з контролем часу. Найбільш простим є контроль за часом, так як реле часу застосовується повсюдно. При виборі заливного насоса необхідно враховувати можливі втрати води, внаслідок негерметичності.

При роботі насосної установки, головним критерієм її продуктивності є її надійність. Контроль продуктивності без відхилень від нормального режиму насоса можна контролювати за допомогою реле продуктивності реле тиску. При установці реле продуктивності на всмоктуючому або нагнітальному трубопроводах досягається також непрямим контролем розвантажувального пристрою секційних насосів. Його встановлюють на вихідному кінці нагнітального трубопроводу. Реле забезпечує відключення насоса при розриві трубопроводу. Але цей спосіб монтажу не є оптимальним з за того що необхідно застосування великої довжини сигнального кабелю. А так само забезпечення захисту електрообладнання від навколишнього середовища

У діючих автоматизованих водовідливних установках автоматичний контроль стану сальників насосів не передбачається, що є упущенням яке необхідно вирішувати. Особливо це стосується сальника з боку всмоктування, в

слідстві зносу якого виникає підсос повітря. Що призводить до необхідності повторної операції [4].

1.3 Вимоги до автоматизації дренажної системи

На підставі накопиченого досвіду експлуатації, результатів теоретичних досліджень визначені загальноприйняті вимоги, яким повинні задовольняти автоматизовані дренажні установки.

Схема автоматизації повинна забезпечувати:

- заливку насоса, автоматичний пуск і зупинку насосного агрегату в залежності від рівня води в водозбірнику;
- автоматичний контроль роботи насосного агрегату і його відключення при значній втраті подачі насоса і перегріванні підшипників;
- неможливість запуску не залитого насоса, при необхідності - захист насосної установки від гідравлічного удару, а також захист електродвигуна від перевантаження;
- автоматичне включення резервного насосного агрегату при несправності робітника, і основного насосного агрегату, за наявності відповідної кількості води в водозбірнику;
- дистанційний контроль стану насосного агрегату і аварійного рівня води в водозбірнику;
- можливість ручного управління окремими насосними агрегатами;
- контроль величини активної потужності, споживаної приводним електродвигуном насоса;
- дотримання внепікового режиму електроспоживання;
- контроль і сигналізацію диспетчеру про значення поточного рівня води в водозбірнику;
- контроль захисту від кавітації;
- прогнозування стану водозбірників і швидкості зміни рівня;

- сигналізацію на диспетчерський пульт про наявність живлення в ланцюгах управління і роботі насосних агрегатів (світлову), про аварійне відключення будь – якого агрегату, аварійний рівень води в водозбірнику, несправності сигнальних ланцюгів (світлову і звукову) і наявності живлення в ланцюгах управління і аварійному відключенні насоса;
- управління запуском і відключенням насосного агрегату з пульта управління диспетчера;

1.4 Обґрунтування розробки пристрою

1.4.1 Негативні фактори при застоюванні суспензії на нульовій позначці фабрики

1.4.1.1 Вплив навколишнього середовища на металеві конструкції

Якщо говорити про метал вода досить згубно впливає на його фізичну міцність, так як є природним каталізатором для корозійних процесів. Від корозії металу доводиться захищати і складські стелажі, і залізничні мости, і сталеві труби як на поверхні так і під землею. Звичайно не всі конструкції створені з металу однаково реагують на корозію, більшою мірою це залежить від процентного вмісту того чи іншого металу і середовища експлуатації.

Зазвичай, на відкритому повітрі і в закритих приміщеннях конструкції іржавіють значно повільніше, ніж у вологому середовищі: морі або під землею. Однак навіть в закритих приміщеннях процес корозії все ж розвивається, часом не менш стрімко ніж на морі. Швидкість корозії залежить від рівня концентрації водяної пари в атмосфері наступним чином:

– менше 60% вологості повітря. У цих умовах метал залишається сухим, відбувається так звана хімічна корозія. Швидкість її мінімальна. Процес гальмує сам себе, тому що на поверхні металу створюється плівка з оксиду (наприклад, FeO), яка не дає кисню можливості далі брати участь в хімічних реакціях.

– вологість становить 60 – 70%. Цією концентрації вистачає для утворення найтоншого адсорбційного шару води, що ініціює електрохімічний процес корозії. Швидкість його висока, оскільки кисень без жодних труднощів долає плівку вологи.

– рівень вологи – 100%. Як і при випаданні опадів, на поверхні металу виникає фазовий шар води. В цьому випадку електрохімічна корозія розвивається трохи повільніше, тому що доступ кисню відносно невеликий.

Корозія призводить до зменшення перетину елементів конструкцій, викликає концентрацію напруг через її нерівномірне поширення, що як наслідок, веде до перенапруження елементів, тим самим до руйнування. Також призводить до підвищення небезпеки експлуатації об'єкта. Тому слід передчасно проводити огляд і випробування на міцність метало – конструкцій в процесі всього терміну служби. Необхідно створювати умови для постійного провітрювання внутрішніх приміщень, регулярного очищення конструкцій від відкладень пилу і бруду [6].

1.4.1.2 Вплив вологи на здоров'я людини

Зі зміною оптимальних параметрів навколишнього середовища, таких як: вологість і температура відбувається зниження імунітету. В цілому стан людини погіршується, з'являється почуття млявості і втоми.

Велика концентрація вологи в повітряній атмосфері не дозволяє тілу людини підтримувати нормальну температуру шкірного покриву. Терморегуляція перестає працювати в повну силу. Щоб охолодити себе у людини існує меха-

нізм потовиділення. При надлишкової температурі, піт випаровуючись з поверхні шкіри, виводить зайве тепло. При підвищеній вологості організм починає працювати з підвищеною силою, а це призводить до перегріву, виділенню поту і подальшого захворювання в наслідок протягів. Внаслідок чого виникає: блювота, млявість, втрата свідомості, сильна в'язкість крові і як наслідок, проблеми з кровообігом. Аж до виникнення кисневого голодування.

На підвищення вологості особливо сильно реагують хворі на гіпертонію, атеросклероз, люди з різними серцево – судинними захворюваннями. При сильної вологості повітряної атмосфери, більше 80%, можливі виникнення ускладнень і нападів.

Підвищена вологість в поєднанні з низькою температурою тягнуть за собою сильне переохолодження аж до обмороження. Виникнення обморожень не обов'язково обумовлено мінусовою температурою, воно може виникнути і при значення близько 0 °C.

Не тільки низькі температури несуть в собі небезпеку. Насичене вологою тепле повітря це ідеальні умови для розвитку бактерій, різних грибків, що можуть привести до появи і посиленню алергічних реакцій.

Довге перебування людини в приміщеннях з високим вмістом вологи підвищує ризик виникнення інфекційних і застудних захворювань, а іноді і до більш серйозним наслідків: туберкульозу, ревматизму, захворювання нирок і т.д.

Приміщення та механізми так само як і людина схильні до впливу вологи. У сильно сирих місцях розвиваються цвіль і грибок, які ведуть до зараження повітря виділяючи багато шкідливих спор. Підвищену вологість в якійсь мірі можна назвати "прихованою небезпекою", так як вона довгий час може не давати про себе знати. Протягом багатьох років вона планомірно руйнує організм з середини [7].

1.5 Контроль стану насосного агрегату

При роботі насосного обладнання, одним з найважливіших його параметрів є надійність роботи. Діагностування стану вузлів насосного обладнання, проводиться безперервно під час його роботи, так як його несправність веде до зупинки технологічного процесу.

В першу чергу такими параметрами є:

- кавитационні процеси що викликають появу ударів під час роботи, підвищення вібрації всього агрегату, скорочували термін роботи підшипників, збільшували знос внутрішньокорпусних елементів і приводили до утоньшенню стінок корпусу;
- робота насосних агрегатів на недовантажених ($0,5 - 0,7 Q_{\text{опт}}$) і нерозрахованих режимах (нижче $0,5 Q_{\text{опт}}$). В результаті істотно погіршуються вібро – динамічні характеристики відцентрових насосів і, відповідно, знижувалася їх працездатність;
- робота насоса на не оптимальних режимах приводить до нерівномірного нагрівання вала і стінок корпусу через різні коефіцієнти розширення використовуваних матеріалів і способів кріплення обладнання, що призводить до зменшення нормованих зазорів в насосі і збільшення навантажень на нього.

Шляхом аналізу отриманих показників діагностики агрегату можливо запобігти найбільш часті виходи з ладу частин електрообладнання на початковій стадії і вчасно усунені їх, що дозволити уникнути аварійної заміни елементів.

1.5.1 Аварійні перевантаження електродвигуна

В даний момент існує два основних види перевантажень: технологічні та аварійні перевантаження електродвигунів. Різні види перевантажень тягнуть за собою різні режими роботи, які в свою чергу призводять до виникнення різних типів захисту.

Найважливішим параметром при підборі електродвигуна є його потужність, обов'язково з запасом в 10 – 20% від номінальної. Однак незважаючи на вибір двигунів з запасом по потужності, досить часто вони працюють з меншим навантаженням ніж номінальна. Отже і струми в них протікає меншого значення. Перевантаження ж виникають при позаштатних ситуаціях:

- неправильна експлуатація;
- знос обладнання;
- механічні пошкодження рухомих частин.

Основним завданням захисту двигуна є його відключення при перевантаженнях, що ведуть до підвищення струмів і отже до підвищеного нагріву і зношуванню обладнання.

З точки зору впливу тривалих перевищень струму на ізоляцію слід розрізняти:

- порівняно невеликі перевантаження (до 50%);
- великі перевантаження (більше 50%).

Перевантаження можливо розділити по потужності і ступеня їх впливу. При невеликих перевантаженнях для їх прояву повинен пройти час, однак великі можливо побачити відразу. Старіння ізоляції двигуна на пряму залежить від тривалості впливу і значення температури, ці процеси залежать пропорційно.

Із закону Арреніуса слід, що перегрів понад допустимого на кожні 8 – 10 °C скорочує термін служби ізоляції обмоток електродвигуна в два рази. Таким чином, перегрів на 40 °C скорочує термін служби ізоляції в 2 – 3 рази.

Перевантажувальної характеристикою електродвигуна називають залежність допустимої тривалості перевантаження від її величини. Не у всіх електродвигунах процеси перебігають однаково, все залежить від контретной моделі. При виникненні великих перевантажень понад 50% процес руйнування ізоляції збільшується експоненціально.

Якщо провести аналіз струмових характеристик двигунів при роботі можна виділити основні вимоги до захисту від перевантаження. Швидкість спра-

цювання повинна бути миттєвою однак не повинно бути помилкових спрацювань, отже необхідна підвищена точність роботи. Процес підбору залежить від необхідної величини спрацювання і допустимої тривалості перевантаження [8].

1.5.2 Контроль температури нагрівання електричних двигунів

На електродвигуни як і на все електро – обладнання підвищена температура протягом тривалого часу, справляє пагубний вплив. Їх допустимий нагрів обмежується нагріванням ізоляції їх обмоток і може бути розділений на класи. Необхідний клас ізоляції закладається при виробництві двигуна і може бути змінений тільки при його капітальному ремонті. Термін служби ізоляції двигуна безпосередньо залежить від значень температури що перевищує допустимі значення.

Для оптимально роботи електродвигуна в повітряному середовищі, була прорахована необхідна номінальна температура що дорівнює 40 °С. Підтримка допустимої температури повітряного середовища при повсякденній роботі неможлива. Що б як то знизити пагубное вплив необхідно знизити навантаження до моменту коли температура всіх складових частин електродвигуна не перевищує 40 °С. Для ізоляції класу А такою температурою є значення 65 °С; класу Е 80 °С; класу Г 90 °С; класу Н 135 °С.

В асинхронних двигуна для зменшення потужності прикладеної на вал двигуна необхідно знижувати значення напруги живлення. Одне бездумне зниження напруги нижче номінальної веде до підвищення струму і відтак до підвищеного нагрівання його обмоток.

Зростання напруги на 110% від номінального так само як і її зниження веде до зростання температури в наслідок виникнення вихрових струмів статора. Підвищення значення струму вище 10% від номінального є критичним значенням незалежно від навколишнього середовища.

На даний час існує декілько методів контролю нагріву електрообладнання, а саме:

- термометра;
- опору;
- термопар;
- інфрачервоного випромінювання.

Контроль температури нагрівання електродвигунів потужністю вище 100 кВт проводять за допомогою вбудованих дистанційних термометрів. Щоб вимірювати температури електродвигунів меншої потужності, а також для вимірювання температури в точках електродвигунів, де встановка дистанційних термометрів неможлива, користуються переносними спиртовими або ртутними термометрами.

Методом опору вимірюють середню температуру. Він заснований на зміні опору провідника зі зміною його температури. Заміряючи опір провідника в холодному і гарячому стані, розраховують температуру провідника [9].

1.6 Аналіз існуючих технічних рішень задачі автоматизації

Шляхом вивчення книжкових і інтернет ресурсів, були знайдені наукові роботи та апаратури з питання автоматизації дренажних установок, які є найбільш придатними для умов фабрики.

Апаратура автоматизації водовідливних установок ВАВ.1М. Призначена для автоматичного дистанційного і місцевого управління головними високовольтними, низьковольтними водовідливними установками, а також автоматичного та місцевого управління одиночними водовідливними установками шахт. Розрахована для роботи в шахтах, небезпечних по вибуху газу і пилу, де потрібне застосування електричного обладнання в рудничному вибухобезпечному виконанні.

Може працювати в холодному, помірному і тропічному кліматі при наступних умовах:

- температура навколишнього середовища від мінус 10 °C до плюс 35 °C;
- відносній вологості повітря при 35 °C до 100%.

Залежно від умов застосування і комплектності поставки апаратура виготовляється в трьох модифікаціях: ВAB.1.1М, ВAB.2.1М, ВAB.3.1М. [10].

Автоматизована система управління водовідливними установками і насосними станціями АСУВ «Каскад». Система АСУВ «Каскад» призначена для управління водовідливними насосними станціями дільничних і головних водовідливів рудників, кар'єрів і шахт, безпечних щодо вибуху газу і пилу [11].

Автоматизована система управління АСУ «Водовідлив» призначена для застосування на діючих, реконструйованих і споруджуваних шахтах, небезпечних щодо газу і пилу, раптових викидів вугілля, газу, і забезпечує, в типовому варіанті, автоматичне керування до чотирьох насосів з двигунами високої та низької напруги. Автоматичне управління насосними агрегатами здійснюється у функції рівня води в водозбірнику з корекцією графіка роботи відповідно до встановлених періодами максимуму енергосистеми. Кількість керованих насосів, при необхідності, може бути збільшена. АСУ «Водовідлив» також адаптована для використання на багаторівневих водовідливах [12].

В результаті аналізу встановлено, що всі системи управління виконані на мікропроцесорній елементній базі, мають трирівневу структуру управління, що відповідає поставленим в роботі вимогам до системи автоматичного управління. Однак за функціональними можливостями жодна з систем управління в повній мірі не відповідає поставленим в роботі вимогам до системи автоматичного управління насосною станцією.

Зокрема, відсутня:

- функція автоматичного регулювання режиму роботи водовідливної установки;
- захист насоса при розвитку кавітації;

- контроль аналогового рівня води в водозбірнику;
- контроль витрати електроенергії водовідливної установкою.

Тому для розробки нової системи автоматичного управління потрібно науково – технічне обґрунтування реалізації зазначених функцій.

1.7 Порівняльний аналіз методів управління процесом автоматизації

Розробляючи автоматизовану систему управління і діагностики насосним агрегатом в першу чергу необхідно дослідити параметри обладнання, на які можна впливати зовні, не вдаючись до зміни їх конструкторії.

У даній роботі такими параметрами насосного агрегату є: температура, параметри запуску, швидкість подачі, контроль і управління яких можливо на вже наявному обладнанні, що веде до здешевлення собівартості модернізації.

В даний час існує декілька варіантів вирішення завдання з управління насосом:

- дросельне регулювання;
- об'ємне регулювання;
- комбіноване регулювання або об'ємно – дросельне регулювання.

Переваги дросельного регулювання:

- висока чутливість;
- висока швидкодія;
- невеликі зусилля, необхідні для переміщення запірної – регулюючої елементи гідроапаратури;
- простота конструкції гідравлічних пристроїв і їх невисока вартість.

Недоліки дросельного регулювання:

- низькій ККД, обумовлений самим принципом дроселювання, тому приводи з дросельним регулюванням зазвичай застосовуються при невеликих потужностях.

Переваги об'ємного регулювання:

- високий ККД через заменьшіх гідравлічних втрат ($\eta = 0.75 \div 0.95$);
- більш плавне реверсування і гальмування гідродвигуна в порівнянні з розподілом робочої рідини за допомогою гідророзподільників.

Недоліки об'ємного регулювання:

- складність системи автоматичного регулювання робочих обсягів насосів і гідродвигунів.

1.7.1 Метод дросельного регулювання

Гідропривід, у якому регулювання швидкості руху вихідної ланки гідродвигуна виробляють регулюючим гідроапарата за допомогою дроселювання, називають гідроприводом з дросельним регулюванням. У гідроприводах з дросельним регулюванням застосовують нерегульовані насоси і гідродвигуни, а в якості регулюючих пристроїв – регульовані дроселі, регулятори потоку, дросельні розподільники і гідропідсилювачі потужності.

За схемою роботи нерегульованих насосів, гідроприводи з дросельним регулюванням, підрозділяють на дві групи: приводи з постійним і змінним тиском. Для гідроприводів з постійним тиском характерна наявність переливного клапана, який підтримує в напірної лінії постійний тиск шляхом безперервного зливу частини робочої рідини в гидробак. У гідроприводі зі змінним тиском в напірної лінії тиск змінюється в залежності від навантаження гідродвигуна, а переливний клапан грає роль запобіжного.

Вибір схеми гідроприводу з дросельним регулюванням залежить від багатьох факторів. Основні з них: вид навантаження гідродвигуна, точність і швид-

кість відпрацювання команди, ККД гідроприводу, надійність гідравлічних пристроїв і всього приводу, а також його економічна ефективності.

Всі схеми дросельного регулювання засновані на тому, що частина рідини, що подається насосом, відводиться в зливну гідролінію минаючи гідродвигун і не робить корисною роботи.

При дроселюванні подачі насоса:

$$Q_n = Q_{гд} + Q_{сл} \quad (1.1)$$

де $Q_{гд}$ – витрата рідини, що надходить в гідродвигун;

$Q_{сл}$ – витрата рідини, що скидається через переливної гідроклапан або дросель в гидробак, минаючи гідродвигун.

Швидкість руху вихідної ланки гідродвигуна визначається наступним чином:

для гідроциліндра:

$$V_n = \frac{Q_{гд}}{S_n} \quad (1.2)$$

де S_n – ефективна площа поршня гідроциліндра, m^2 ;

для гідромотора:

$$V_n = \frac{Q_{гд}}{S_n} \quad (1.3)$$

$$n_{гл} = \frac{Q_{гд}}{q_{гм}} \quad (1.4)$$

де $q_{гм}$ – питома витрата гідродвигуна, m^3 .

для поворотного гідроциліндра:

$$\omega = \frac{Q_{гд}}{R \cdot S_n \cdot n} \quad (1.5)$$

ω – Швидкість руху гідроциліндра:

$$R = \frac{(D-d)}{4} \quad (1.6)$$

де R – плече сили тиску на лопать, м;

$$S_{\text{л}} = b \cdot \frac{(D-d)}{2} \quad (1.7)$$

$S_{\text{л}}$ – ефективна площа лопаті, м²;

n – кількість лопатей, b – ширина лопаті, м;

D і d – зовнішній і внутрішній діаметри лопаті, відповідно, м.

Гідроприводи з дросельним регулюванням є гідроприводами з розімкненим циркуляцією. Вони можуть бути поступального, поворотного і обертального руху. Найбільшого поширення набули приводи поступального руху.

При дросельному регулюванні в гідросхеми дросель або інший гідроапарат що дроселює може бути встановлений:

- на вході (послідовно з гідродвигуном на напірній гідролінії);
- на виході (послідовно з гідродвигуном на зливній гідролінії);
- на відгалуженні (паралельно гідродвигуна на відгалуженні від напірної гідролінії) [13].

1.7.2 Метод об'ємного регулювання

При об'ємному регулюванні зміна швидкості руху вихідної ланки здійснюють за допомогою регульованих насоса, гідродвигунів або насоса і гідродвигуна одночасно, шляхом зміни їх робочих обсягів. Регулювання зміною робочого об'єму насоса полягає в плавній зміні швидкості руху вихідної ланки гідродвигуна. Для керування вала двигун який в свою чергу передає керування

момент на вал насоса повідомляючи енергію робочої рідини використовується частотний перетворювач – інвертор з ШІМ регулюванням.

Частотні перетворювачі мають ряд переваг над іншими способами управління, такі як: більш висока економічність; висока продуктивність виконавчих механізмів; зменшення витрат на експлуатацію, підвищення надійності роботи обладнання, величину терміну служби приводів, скорочуються гідроудари в системі, досягається підтримання постійного тиску, використовуються функції, захищаючи насос від ушкоджень.

А також мають деякі недоліки: використання додаткових активних фільтрів, що впливають на вихідну характеристику (кут відсічення струму менше 180°C), тому при використанні такого фільтра з великою величиною ємності необхідно вводити в ланка випрямляча захисні елементи по струму (дроселі стабілізації), що веде до підвищення габаритів, а збільшення розмірів неприпустимо в умовах обмежених умов, шахтних виробок; спеціальні шахтні перетворювачі не виробляються в Україні, що веде до підвищення собівартості; з підвищенням потужності двигуна, відбувається непропорційне зростання ціни частотного перетворювача.

На рис.1.3, показані різні способи електричного управління ротором, за допомогою зміни частоти, напруги і форми струму.



Рисунок 1.3 – Способы регулювання швидкості асинхронного двигуна

Найбільш поширеними для електричного регулювання швидкості обертання ротора є зміна наступних параметрів:

- числа пар полюсів;
- частоти робочого струму;
- напруги, що подається на статор;
- допоміжного опору ланцюга ротора.

Перші два способи ведуть сприяє зниженню ККД пропорційно величині ковзання, тоді як інші два сприяють незначному зниженню ККД і отже до втра-та потужності агрегату

Регулювання обертами ротора досягається шляхом застосування частотних перетворювачів. Їх принцип дії заснований на особливості роботи асинхронного двигуна, де частота обертання магнітного поля статора залежить від частоти напруги мережі живлення. Швидкість обертання поля статора визначається за такою формулою:

$$n = \frac{60f}{p} \quad (1.8)$$

де n – частота вращения поля (об/хв);
 f – частота живильної мережі (Гц);
 p – число пар полюсів статора;
 60 – коефіцієнт перерахунку мірності.

Задля ефективної роботи асинхронного електродвигуна без зниження втрат слід разом з частотою змінювати і напруга що подається. Значення напруги необхідно міняти в залежності від моменту навантаження. При постійному навантаженні напруга змінюється пропорційно частоті. Принцип роботи перетворювача частоти, полягає в принципі подвійного перетворення [14].

Висновок до розділу 1

У цьому розділі було вивчено процес збагачення вугілля та принципи роботи насосних установок як процесу автоматизації, їх характеристики і фактори, які впливають на коректність роботи обладнання. Методом вивчення інформації, було виявлені основні фактори розробки пристрою, а саме вплив застою води на здоров'я персоналу, металоконструкції з яких складається каркас фабрики. А також фактори що впливають на роботу електрообладнання системи. Були розглянуті відомі технічні рішення, завдання з автоматизації. Їх особливості та методи вирішення завдання. Були вивчені і описані відомі способи управління швидкістю вихідної ланки насосу.

2 РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ

При різних типах управління гідравлічні робочі характеристики насоса так чи інакше погіршуються, в ньому з'являються зворотні потоки рідини, вібрація і шум, а також нагрів всього насосного агрегату, що призводить до втрат енергії і зниження ККД.

Шляхом дослідження показників температури і швидкості полшипнів були побудовані графіки їх залежності від єдиного керуючого параметра – частоти обертання валу двигателя. Графіки залежності зображеним на рис.2.1, та рис.2.2.

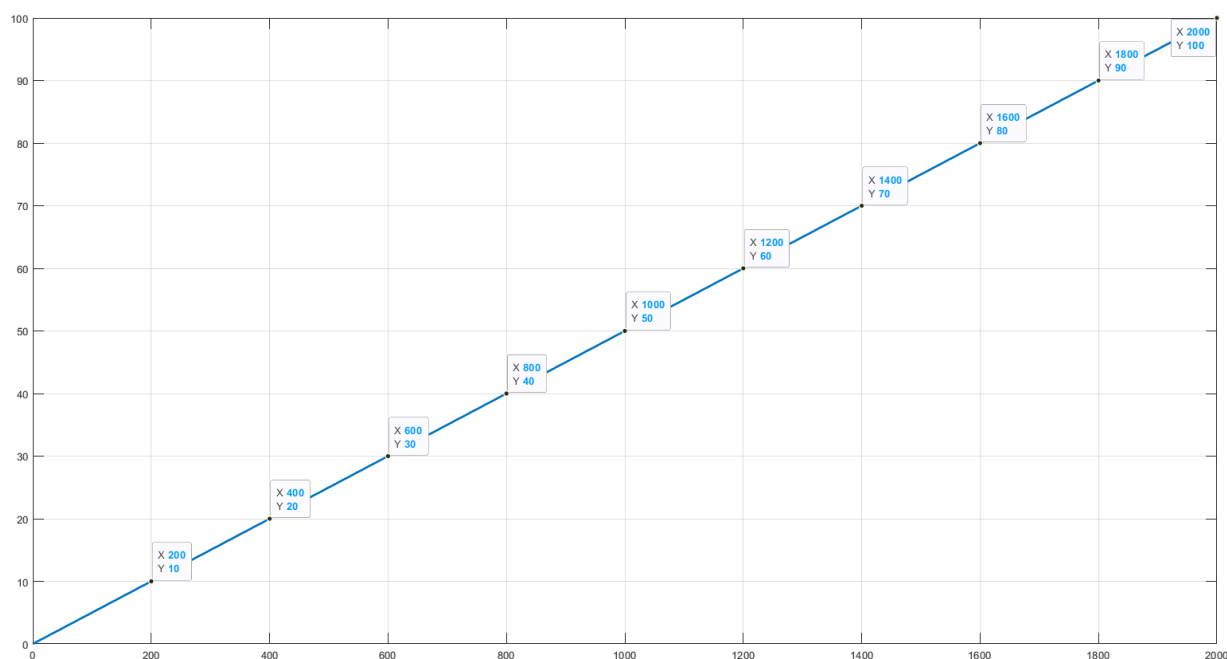


Рисунок 2.1 – Залежність температури підшипника (°C) від частоти обертання валу (об / хв).

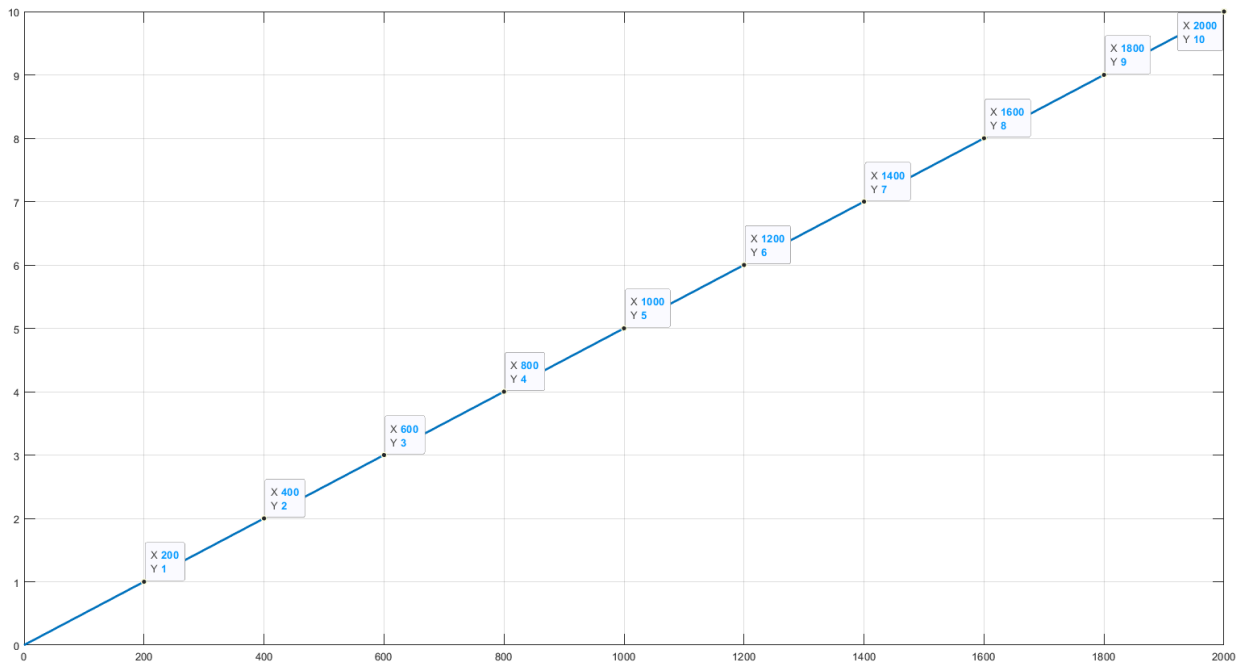


Рисунок 2.2 – Залежність віброшвидкості (мм / с) подшіпініка від частоти обертання валу (об / хв).

2.1 Передавальна функція двигуна ВАО2 – 450

Електродвигун ВАО2 – 450. Асинхронні трифазні вибухозахищені високовольтні з короткозамкненим ротором. Призначені для приводу стаціонарних машин і механізмів у шахтах, небезпечних щодо газу і пилу, а також у вибухонебезпечних приміщеннях всіх класів і зовнішніх установках, де можуть утворюватися вибухонебезпечні суміші газів, парів або пилу з повітрям, віднесені по вибухонебезпечності до категорії ІІА, ІІВ і груп займистості Т1, Т2, Т3, Т4. Всі двигуни комплектуються частотним перетворювачем.

За технічними характеристиками визначимо його передавальну функцію.

Передавальна функція двигуна має вигляд аперіодичної ланки другого порядку:

$$W(p) = \frac{k_d}{T_{яд}^2 \cdot p^2 + 2T_d \cdot T_{яд} \cdot p + 1} \quad (2.1)$$

де k_d – коефіцієнт передачі двигуна (передавальний);

$T_{яд}$ – електромагнітна постійна часу якоря двигуна (с);

T_d – електромеханічна стала часу двигуна (с).

$$k_d = \frac{k_m}{R_a \cdot k_v + k_m \cdot k_e} = \frac{0.18}{3,6 \cdot 0,00038 + 0,18 \cdot 0,19} = 5,567 \quad (2.2)$$

де k_m – моментная постійна електродвигуна, що дорівнює 0,18;

k_v – коефіцієнт в'язкого тертя, що дорівнює 0,00038 Н · рад⁻¹;

k_e – постійна протидії – ЕДС, яка дорівнює 0,19 Н · рад⁻¹.

R_a – сума опорів обмоток якоря електродвигуна, сполучних проводів і вихідний ланцюга, рівних 3,8 Ом.

$$T_{я.д} = \sqrt{\frac{J_n \cdot R_a \cdot T_g}{R_a \cdot k_v + k_m \cdot k_e}} = \sqrt{\frac{0,38 \cdot 3,6 \cdot 0,0667}{3,6 \cdot 0,00038 + 0,18 \cdot 0,19}} = 1,601 \quad (2.3)$$

де J_n – приведений до валу електродвигуна момент інерції частин що обертаються і виконавчих механізмів, рівний 0,38 Н · м · с².

T_g – електромагнітна постійна якоря, рівна індуктивності якоря до його опору:

$$T_g = \frac{L_a}{R_a} = \frac{0,24}{3,6} = 0,0667 \quad (2.4)$$

Електромеханічна постійна часу двигуна (с):

$$T_d = \frac{J_n \cdot R_a + J_n \cdot k_v \cdot T_g}{\sqrt{J_n \cdot R_a \cdot T_g \cdot (R_a \cdot k_v + k_m \cdot k_e)}} = \frac{0,38 \cdot 3,6 + 0,38 \cdot 0,00038 \cdot 0,0667}{\sqrt{0,38 \cdot 3,6 \cdot 0,0667 \cdot (3,6 \cdot 0,00038 + 0,18 \cdot 0,19)}} = 1,201 \quad (2.5)$$

Передавальна функція двигуна ВАО2-450:

$$W(p) = \frac{5,061}{1,601^2 \cdot p^2 + 2 \cdot 1,601 \cdot p + 1} = \frac{5,061}{2,564p^2 + 3,846p + 1} \quad (2.6)$$

2.2 Передавальна функція термоперетворювача ТСП (ТСМ)/1 – 1088

Для контролю температури підшипників двигуна використовується термоперетворювач ТСП (ТСМ)/1-1088. Термоперетворювач є аперіодическое ланка першого порядку, оскільки перетворює сигнал температури в напругу.

$$W(p) = \frac{k_T}{T_T \cdot p + 1} \quad (2.7)$$

де k_T – температурний коефіцієнт опору:

$$k_T = \frac{R_{max}}{T_{max}} = \frac{1000}{800} = 1,25 \quad (2.8)$$

де R_{max} – максимальний опір перетворювача, 1000 Ом.;

T_{max} – максимальна температура, 800 °C.

Для аперіодичної ланки першого порядку час перехідного процесу $T_{пер} = 4$ с пов'язаний наступною залежністю:

$$T_{пер} = (3 \cdots 4)T_T = 4T_T \quad (2.9)$$

За формулою постійна часу дорівнює:

$$T_T = \frac{T_{пер}}{3,5} = \frac{4}{3,5} = 1 \text{ с} \quad (2.10)$$

З урахуванням отриманих k_T і T_T передавальна функція термоперетворювача дорівнює:

$$W(p) = \frac{0,33}{1 \cdot p + 1} \quad (2.11)$$

2.3 Передавальна функція віброперетворювача ВК-310С

Для контролю швидкості підшипників двигуна використовується віброперетворювач ВК-310С. Віброперетворювач є аперіодическою ланкою першого порядку, оскільки перетворює сигнал віброшвидкості в напругу.

$$W(p) = \frac{k_V}{T_V \cdot p + 1} \quad (2.12)$$

де k_V – швидкісний коефіцієнт опору:

$$k_T = \frac{R_{max}}{V_{max}} = \frac{150}{30} = 0,5 \quad (2.13)$$

де R_{max} – максимальний опір перетворювача, 150 Ом.;

V_{max} – максимальна віброшвидкість рівна 30 мм/с.

Для аперіодичної ланки першого порядку час перехідного процесу $T_{пер} = 5$ с пов'язане наступною залежністю:

$$T_{пер} = (3 \cdots 4)T_T = 4T_T \quad (2.14)$$

За формулою постійна часу дорівнює:

$$T_T = \frac{T_{пер}}{4} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ с.} \quad (2.15)$$

З урахуванням отриманих k_T і T_T передавальна функція термоперетворювача дорівнює:

$$W(p) = \frac{0,5}{1,25 \cdot p + 1} \quad (2.16)$$

2.4 Моделювання підсистеми управління двигуна з використанням програмного пакета Simulink

На основі отриманих раніше передавальних функцій структурної схеми системи можливо зробити моделювання в програмному середовищі Simulink. А саме підсистеми управління частоти обертання двигуна в залежності від температури і віброшвидкості підшипників. Контроль частоти обертання є одним з основних параметрів роботи системи, так як від нього залежить надійність роботи головного робочого елемента – насоса.

Систему контролю двигуна для зручності можна розділити на окремі підсистеми, такі як:

- вхідний сигнал;
- регулювання обертів двигуна;
- перетворення сигналу;
- регулювання температури і віброшвидкості;
- відображення результатів.

Для моделювання системи необхідно підібрати правильні параметри налаштування PID – регуляторів для всіх об'єктів.

Таблиця 2.1 – Параметри настройки PID – регуляторів

Параметр	Двигун	Датчик температури	Датчик віброшвидкості
пропорційний	0,02053	0,10143	0,01345
інтегральний	0,01169	0,28326	0,01108
диференціальний	0	0	0
коефіцієнт фільтрації	100	100	100

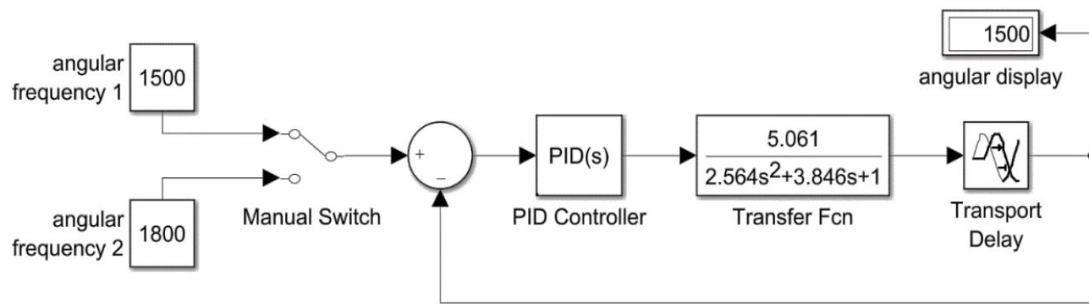


Рисунок 2.3 – Підсистема контролю двигуна

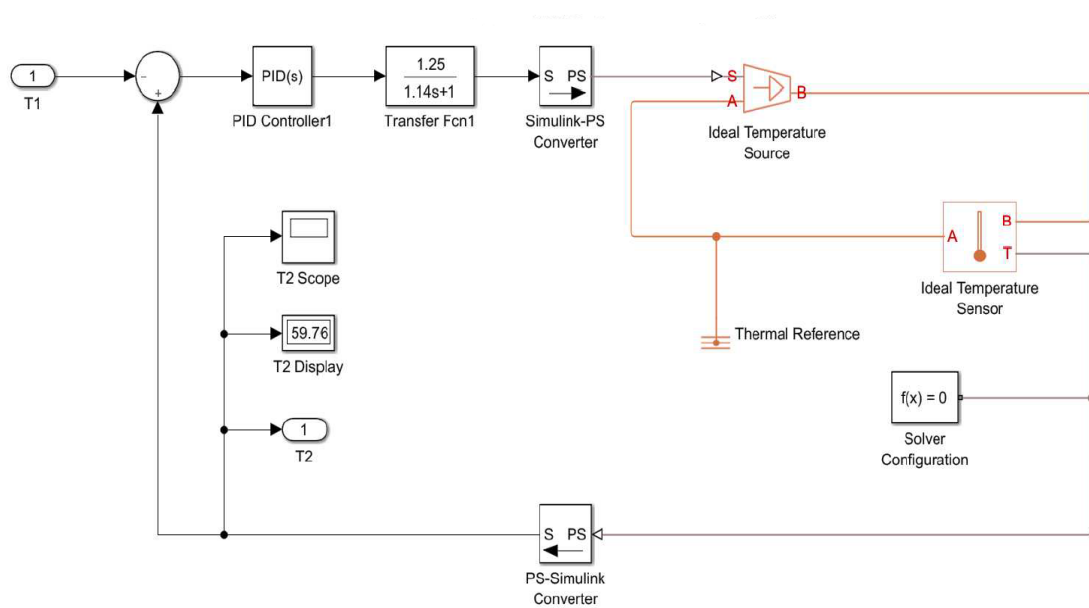


Рисунок 2.4 – Підсистема контролю перетворювача температури

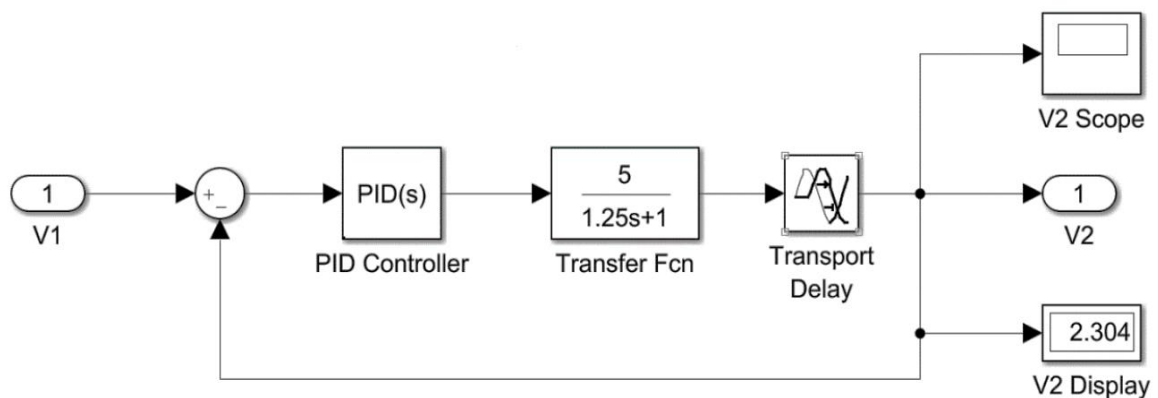


Рисунок 2.5 – Підсистема контролю віброперетворювача

У першій підсистемі відбувається вибір вхідного сигналу. Далі відбувається головне управління двигуном. Отримавши сигнал регулювання в блоці три відбувається перетворення сигналу, частоти обертання в сигнали діагностики: температури і швидкості підшипників. Так само в підсистемі три відбувається зміна сигналу оборотів, при необхідності. Після перетворення в підсистемі три сигнали йдуть до своїх составних блоків для настройки і вирівнювання за допомогою PID – регуляторів. Відрегульовані сигнали виводяться на осцилограф. У підсистемі п'ять відбувається перевірка заданих умов з дійсними. За значеннями параметрів з датчиків, на автоматичний перемикач встановлюються необхідні значення.

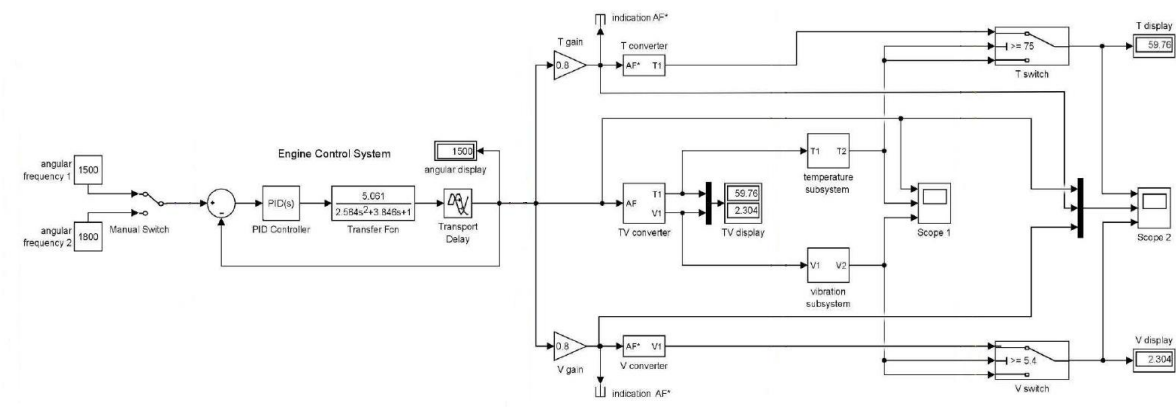


Рисунок 2.6 – Система контролю двигуна при вхідному сигналі 1500 об /

хв

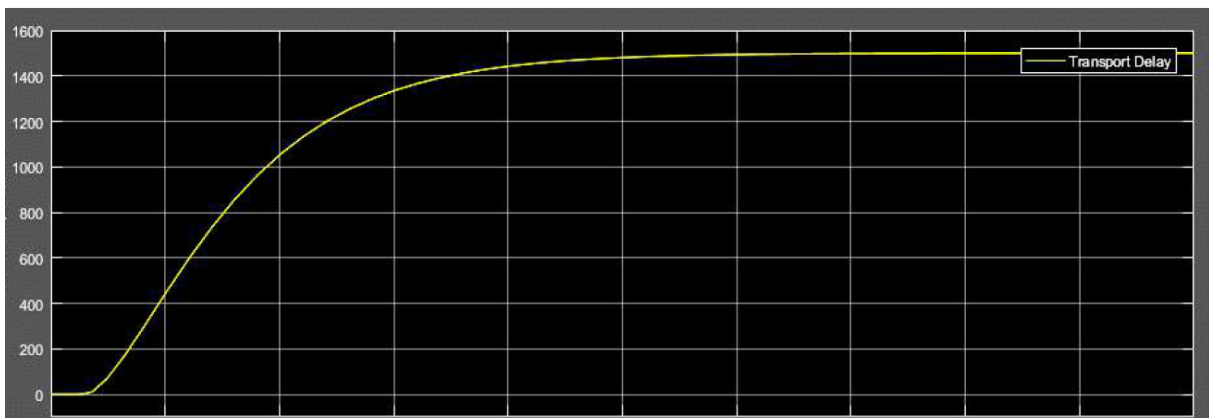


Рисунок 2.7 – Показання сигналу частоти обертів двигуна на виході системи вхідному сигналі 1500 об / хв

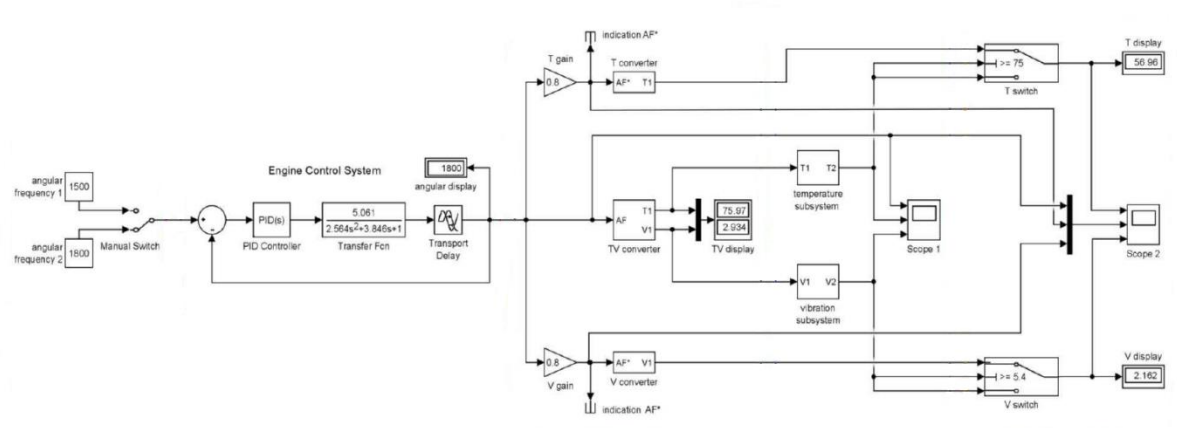


Рисунок 2.8 – Система контролю двигателя при входном сигнале 1800 об/мин

На графіках видно що на відміну від системи заданим вхідному сигналі 1500 об / хв запуск відбувається на 10 з пізніше. За свідченнями осцилографи видно що значення температури підшипників перевищило номінальне на 1°C. Це відхилення послужило причиною зниження часті обертання до 80%.

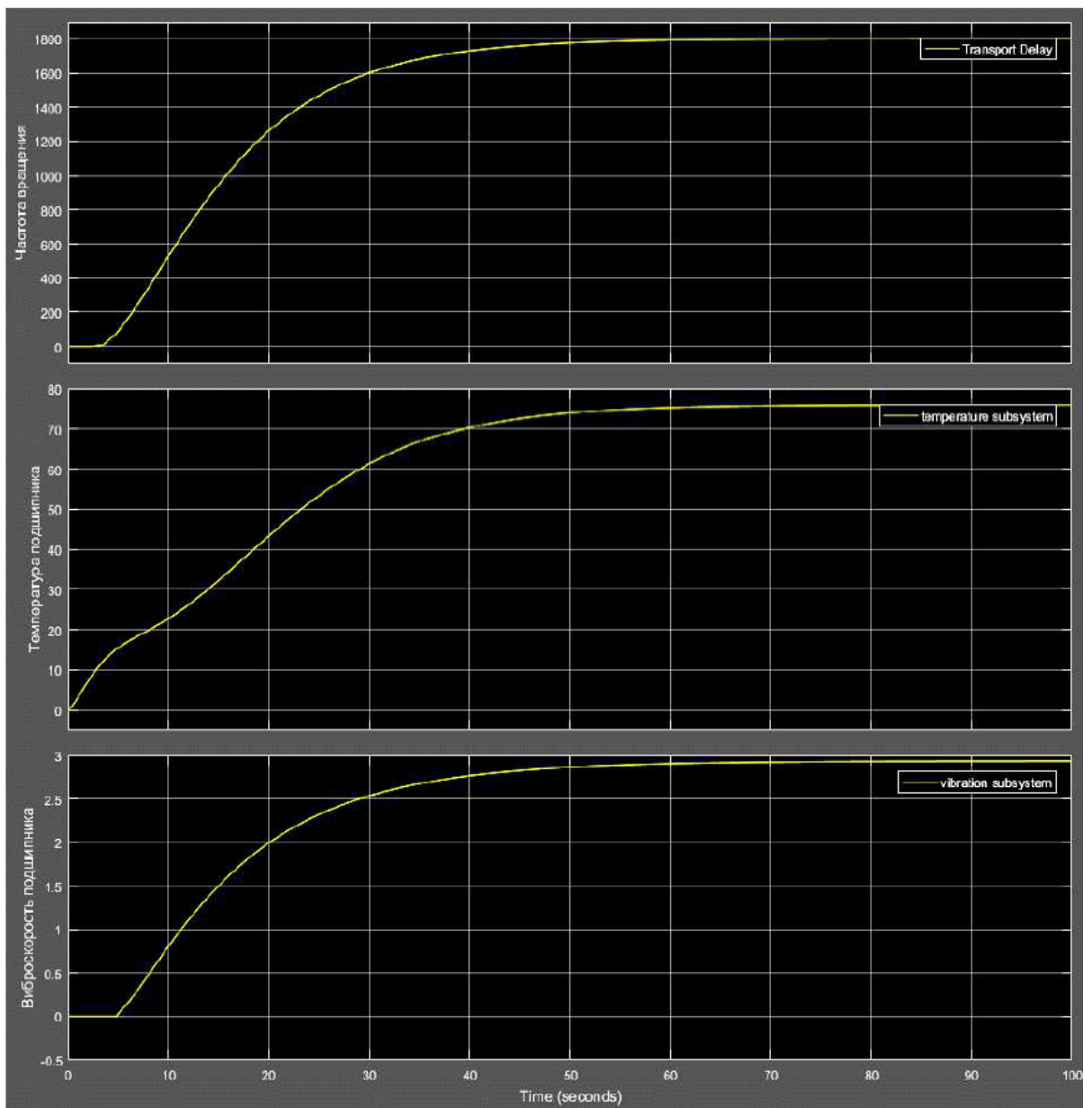


Рисунок 2.9 – Показання сигналу на виході системи вхідному сигналі
1800 об / хв

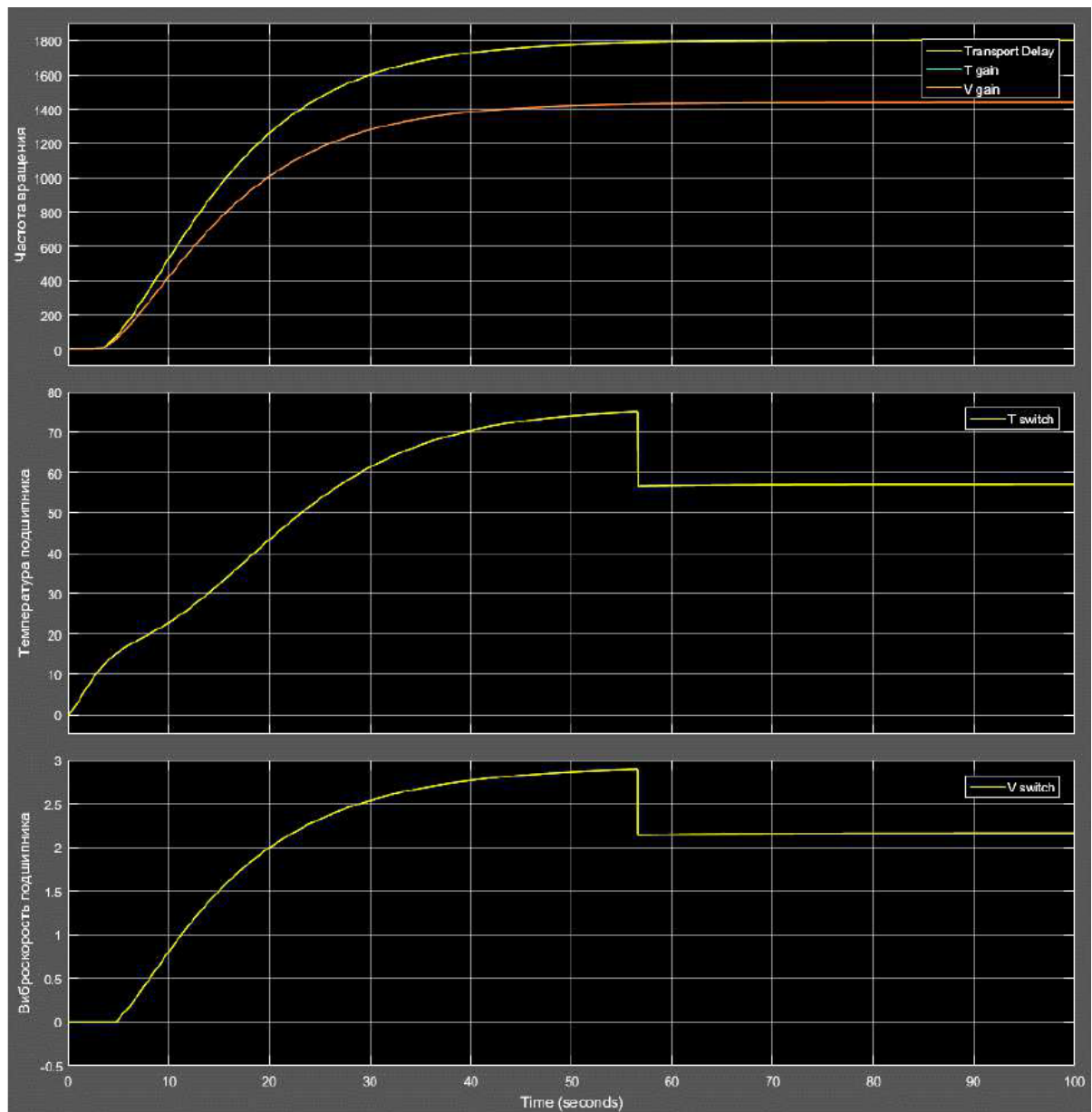


Рисунок 2.10 – Показання сигналу на виході системи з скоригованими параметрами

За рис.2.10, видно що зниження на 56 с., відбувається зниження температури і віброшвидкості. Новий сигнал дорівнює 1440 об / хв. З цього виходить висновок, що система коректно реагує на зміну параметрів і виробляє коригування відповідно до значеннями.

Висновок до розділу 2

У цьому розділі було проведене моделювання в програмному середовищі Simulink. А саме підсистеми управління частоти обертання двигуна в залежності від температури і віброшвидкості підшипників.

3 РОЗРОБКА СХЕМОТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Структурна схема системи автоматизації

На основі поставлених функцій приладу була розроблена структурна схема проекрованої системи рис.3.1, що містить наступні блоки: датчики рівня води в водозбірнику – електродні датчики рівня води в водозбірнику що контролюють припустимий рівень води в дренажному приямку; реле тиску насосу – реле тиску для контролю заливки водою насоса перед запуском; реле тиску повітря – реле для контролю тиску у трубопроводі стиснутого повітря для перемішування суспензії; датчик струму двигуна – зчитує значення струму двигуна для запобігання перевантаження; датчики рівня ємності для зливу суспензії – необхідні для контролю рівня суспензії в ємності куди відбувається її відкачування з дренажного приямку; реле подачі насосу – служить для контролю продуктивності насосної установки; датчики рівня в додатковому приямку – електродні датчики рівня води в водозбірнику котролірують допустимий рівень води в додатковому дренажному приямку; блок керування – мікроконтролер який робить обробку сигналів що надходять з датчиків, після чого в залежності від алгоритму закладеного раніше, вибирає режим роботи; задвижка – задвижка на напірному трубопроводі, яка відкривається після набору насосом номінальних оборотів при запуску і закривається при досягненні нижнього рівня; заглибний заливний насос – производит заливку основного насоса; насос – основний насос виробляє перекачування суспензії; регульований клапан – клапан подачі стисненого повітря; аварійний насос – включається в разі збою роботи основного насоса або його недостатньої швидкості відкачки; напорна гідролінія – в ній знаходиться робоча рідина; шафа управління – шафа управління знаходиться в розподільній підстанція; пульт диспетчера фабрики – пульт управління, на який приходить вся інформація про роботу дренажної системи;

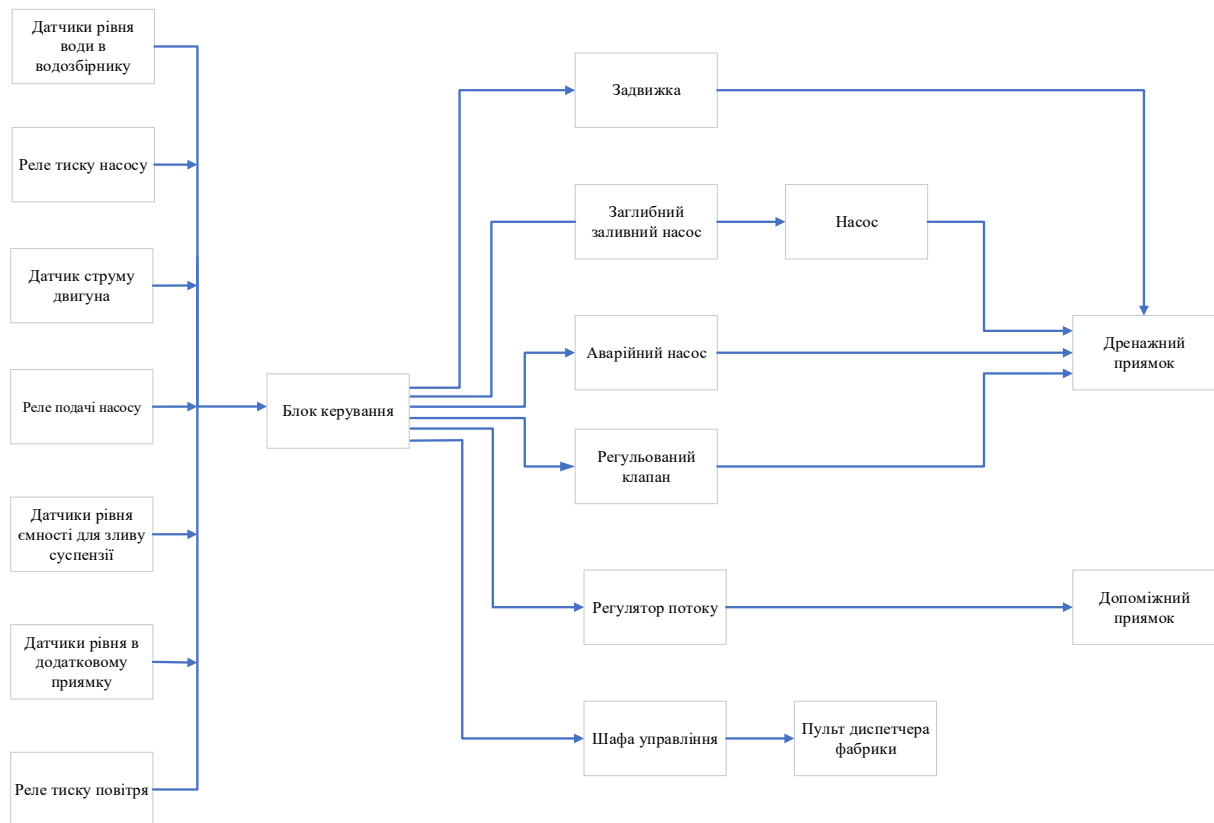


Рисунок 3.1 – Структурна схема дренажної системи

3.2 Функціональна схема системи автоматизації

Умовні позначення:

SL 1 – датчик рівня в водозбірнику;

SL 2 – датчик рівня ємності для зливу суспензії;

SL 3 – датчик рівня в додатковому приямку;

SP 1 – реле тиску насосу;

SP 2 – реле тиску стиснутого повітря;

ТА – перетворювач активної потужності;

PM 1 – заглибний заливний насос;

KL – реле подачі;

PM 2 – головний насос;

PM 3 – аварійний насос;

GV – задвижка;

SV – регульований клапан подачі стисненого повітря;

DC – пульт управління диспетчера фабрики;

DP – дренажний приямок;

BK 1 – блок контролю і управління;

BK 2 – блок керування що знаходиться в шафі управління;

UZ 1 – перетворювач змінної напруги в постійну.

На основі структурної схеми була сформована функціональна схема приладу що розробляється рис.3.2, блоки представлені на функціональній схемі, були раніше описані в описі структурної схеми, крім блока UZ1 – який забезпечує живлення блока управління.

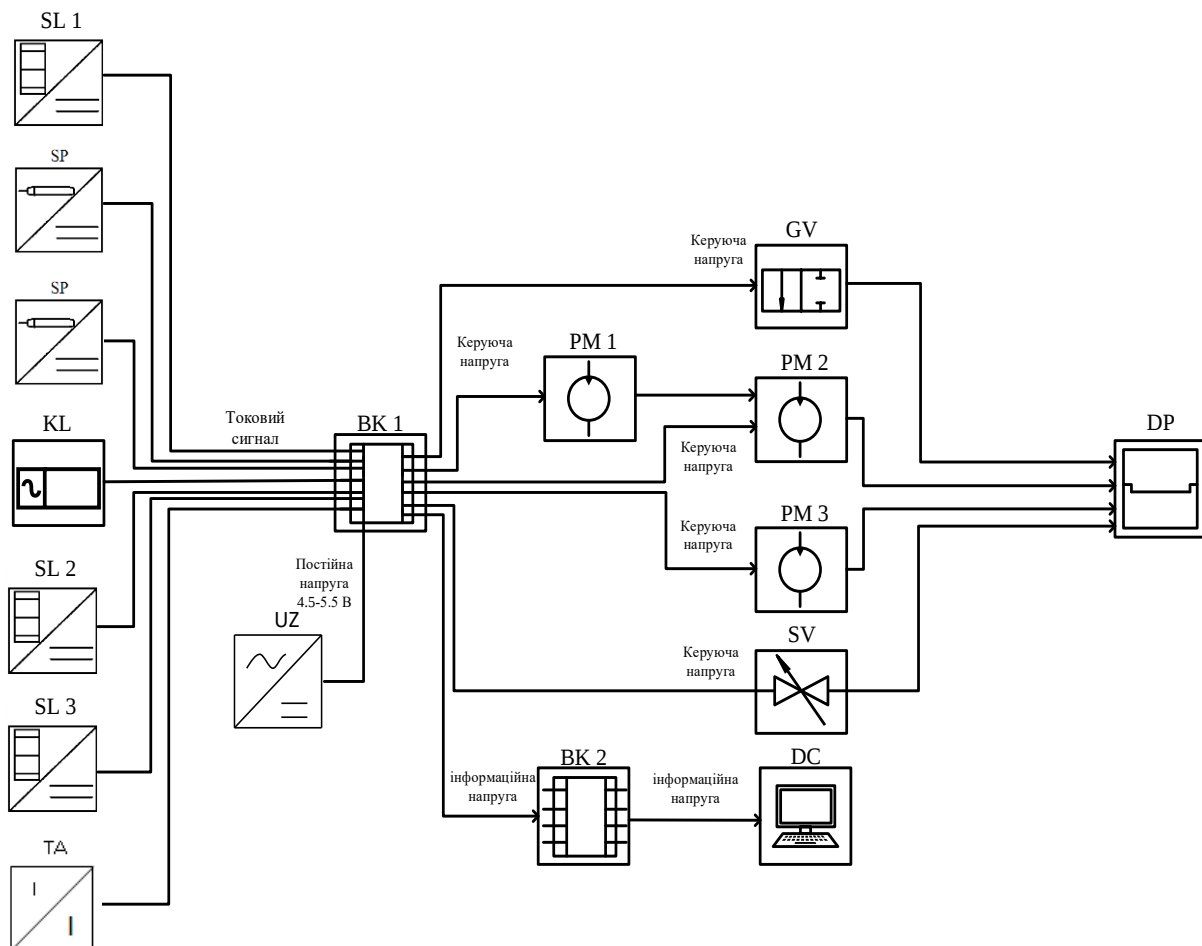


Рисунок 3.2 – Функціональна схема дренажної системи

На основі поставлених функцій поставлених в пункті (1) були розроблені структурна і функціональна схеми. А також були описані складові боки схем.

4 АЛГОРИТМ РОБОТИ ПРИСРОЮ

На основі блок схеми роботи пристрою (додаток А, рис. А.1, рис. А.2) був розроблений алгоритм роботи пристрою він полягає в підтримці заданого рівня рідини в дренажному приямку за рахунок автоматичного включення або відключення насоса в залежності від алгоритму роботи.

До початку роботи насоса повинні бути дотримані необхідні перевірки стану компонентів системи, а саме: наявність сигналу з датчиків рівня основного і допоміжного водозбірників, значення реле тиску підживлювального насоса, стисненого повітря та подачі.

При наповненні дренажного приямку спрацьовує датчик верхнього рівня замикаючи контакт та подаючи сигнал на місцевий блок керування. Блок керування подає сигнал на запуск занурювального підживлювального насоса який здійснює заливку всмоктувального трубопроводу і насосу водою. Закінчення процесу заливки насосу необхідно контролювати. Після заливки включається насосний агрегат на закриту засувку на напірному трубопроводі, яка відкривається після набору насосом номінальних оборотів. Якщо пуск проходить нормально, то насос створює необхідний тиск води в нагнітальному трубопроводі, розвиває необхідну подачу. При наповненні бака з суспензією спрацьовує датчик верхнього рівня, далі якщо рівень дренажного приямку не падає за допомогою регулятора потоку відбувається переспрямування потоку води з бака в додатковий приямок до досягнення нижнього рівня у основному. При досягненні нижнього рівня в баку процес відкачування відбувається повторно. Коли в додатковому приямку досягається верхній рівень відбувається перевірка на можливість відкачування води в бак з суспензією або ж в основний приямок, при наявності можливості відбувається відкачування при неможливості відбувається процес очікування дозволу з опитуванням раз у 3 хвилини. Переповнення додаткового дренажного приямку малоімовірно, тому що процес роботи фабрики не передбачає довге простій води на нульовій позначці через її повто-

рного використання після процесу освітлення. Також необхідно враховувати обсяг води при проектуванні таким чином що б уникнути його переповнення.

Якщо процес відкачування йде нормально, то рівень води поступово знижується до нижнього рівня. При його досягненні відбувається відключення насосного агрегату і закриття засувки на нагнітальному трубопроводі. Після цього, відбувається очікування наповнення прямоку і далі цикл роботи відбувається знов. Також можливий варіант досягнення нижнього рівня бака з суспензією і недосягнення верхнього рівня прямоку, в цьому випадки відбувається відкачування до нижнього рівня основного і допоміжного пріямка. Якщо ж рівень в водозборніках знаходиться на нижній позначці, відбувається процес очікування з опитуванням раз в 3 хвилини.

Датчик аварійного рівня подає сигнал на блок управління при неспрацьовуванні верхнього рівня або коли основний насос не справляється з припливом води і виникає потреба ввімкнення додаткового, до досягнення нижнього рівня.

В системі передбачено 3 насосних агрегату, основний, підпіточний і аварійний, ввімкнення кожного відбувається через блок управління в автоматичному, дистанційному або місцевому режимі.

Що б уникнути замулення дна прямоку до нього підведена труба зі стисненим повітрям, за допомогою якого відбувається перемішування. Процес перемішування відбувається по 20 хвилин з проміжками в 5 хвилин. При заливанні основного насоса допоміжним, подача повітря припиняється за допомогою задвижки встановленої в трубопроводі що відходить на дренажну систему. Контроль подачі повітря відбувається з допомогою датчика тиску встановленим перед задвижкою.

Блок керування складається з основного блоку управління, що знаходиться в розподільній підстанції, а так само допоміжного безпосередньо на місці.

Крім передачі даних про роботу і випадків несправностей компонентів системи до загального блоку управління системи і надалі на комп'ютер диспетчера вони також зберігаються в незалежній пам'яті мікроконтролера, протягом

тривалого проміжку часу, для подальшого вилучення та аналізу ситуацій при яких компоненти виходять з ладу.

Висновок до розділу 4

Була розроблений блок схема, а також алгоритм роботи системи модернізованої автоматичної дренажної системи збагачувальної фабрики Свято-Варваринська.

5 УСТАТКУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ, ОПИС І КРИТЕРІЇ ВИБОРУ, З ПОРІВНЯЛЬНИМ АНАЛІЗОМ

Для реалізації систем контролю і управління необхідно застосовувати засоби автоматизації загальнопромислового та вибухонебезпечного виконання зі стандартними вхідними і вихідними сигналами.

Впровадження цих засобів є одним із заходів, які дозволяють підвищити надійність роботи технологічного об'єкта, знизити або виключити можливість виникнення аварійних ситуацій в слідстві людського фактора.

Інформація з локальних програмованих контролерів з первинних перетворювачів (датчиків), передається на центральний контролер і далі на пульт диспетчера.

Комплекс технічних засобів АСУТП складається з:

- датчиків, первинних перетворювачів, виконавчих механізмів;
- керуючих обчислювальних комплексів (КОК), на базі програмованих логічних контролерів (ПЛК), персональних комп'ютерів (ПК) і серверів;
- засобів і каналів передачі інформації.

Розроблювальна автоматизована дренажна система складається з наступних основних складових елементів: ємнісний сигналізатор рівня RFnivo RF3000; вимірювальний перетворювач потужності; гідравлічний розподільник WE16; термоперетворювач ТСП–1388; Пневмозадвіжка XSC; віброперетворювач ВК-310С; ПЛК160; RS485;

5.1 Датчики рівня

Датчики рівня служать для контролю рівня рідини в резервуарах.

Датчики рівня бувають:

- електродні;

- поплавкові;
- мембранні.

За функціональною ознакою прилади для вимірювання рівня діляться на:

- рівнеміри які здійснюють безперервний контроль рівня;
- сигналізатори що дискретно реагують на один або кілька заданих рівнів.

Електродний датчик рівня рис.5.1, використовується для контролю рівня електропровідних рідин. Він має короткий 1 електрод і два довгих 2, 3, які укріплені в коробці затискачів. Короткий електрод є контактом верхнього рівня рідини, а довгий - нижнього рівня. Датчик з'єднується проводами зі станцією управління двигуном насоса. Коли вода стосується короткого електрода, це призводить до відключення пускача насоса. Зниження рівня води, коли він стає нижче довгого електрода, дає команду на включення насоса.

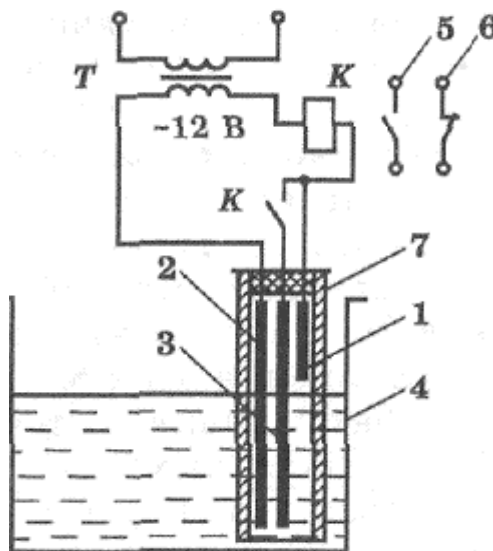


Рисунок 5.1 – Схема електродного датчика рівня

Електроди датчика включені в ланцюг котушки проміжного реле К, яке включається у вторинну обмотку понижувального трансформатора напругою 12 В. При підвищенні рівня рідини в резервуарі до рівня короткого електрода 1, утворюється електричний ланцюг: вторинна обмотка трансформатора – котушка

реле К – електрод 1 – рідина – електрод 2., реле спрацьовує і стає на саможивлення через свій контакт К і електрод 3, при цьому контакти 6 реле дають команду на відключення електродвигуна насоса. При зниженні рівня рідини, коли він стає нижче рівня електрода 3, реле відключається і включає електродвигун насоса.

Вимірювання рівня в'язких і неоднорідних середовищ проводиться поплавковими і буйковими рівнемірами. Поплавковий датчик (реле) рівня застосовується в опалювальних приміщеннях для контролю рівня неагресивних рідин. На рис.5.2, показано схематичне пристрій реле. У резервуар 10 занурюється поплавок 1, підвішений на гнучкому контакті через блок 3 і врівноважений вантажем 6. На контакті закріплені упори 2 і 5, які при граничні рівні рідини в резервуарі повертають тягу 4 контактного пристрою 8. При поворотах тяги замикаються відповідно контакти 7 або 9, що включають або відключають електродвигун насоса.

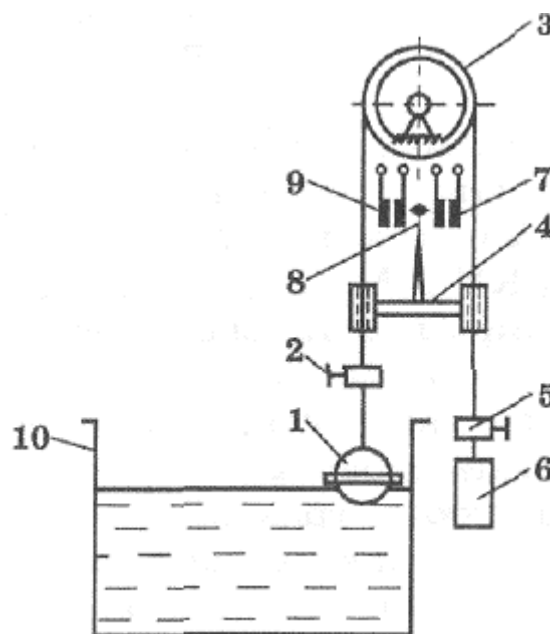


Рисунок 5.2 – Поплавковий датчик (реле) рівня

Для визначення рівня сипучих матеріалів в бункерах використовуються мембранні датчики рівня, які кріпляться в отворі стінки бункера. У них мем-

брана впливає на контакти, замикаючи або розмикаючи ланцюг управління завантажувальними або розвантажувальними пристроями [15].

5.1.1 Ємнісний сигналізатор рівня RFnivo RF3000

Ємнісний сигналізатор рівня RFnivo RF3000 застосуємо з сипучими та рідкими матеріалами, відрізняється підвищеною надійністю у важких умовах. RF3000 доступний в рознесеному корпусі і працює при температурах до + 500 °C.

Прилад відноситься до граничних сигналізаторів рівня ємнісного типу. Особливість таких датчиків – калібрування під конкретне середовище застосування. У даній моделі передбачена автоматичне калібрування. Ємнісні датчики виграють у приладів з мертвою зоною завдяки своїй високій чутливості. Для даної моделі можлива зміна чутливості за спеціальним вимогу.

Модель випускається в трьох варіаціях – стандартній, високотемпературній (до +500 ° C) і для важких умов (+ вибухозахист у всіх варіацій). Можливі 11 варіантів установки в залежності від поставлених завдань. Максимальна довжина в тросових виконанні – до 20 м з натягом при силі до 40 кН.

Прилад виповнюється в стандартному і рознесеному корпусі, забезпечений силовими безпотенційними реле 8А / 250VAC і 5А / 30V. Програмування та діагностика виконуються за допомогою спеціального модуля відображення і програмування [16].

5.2 Реле подачі насоса РПН

Для контролю подачі насосного агрегату застосовуються реле подачі РПН. Реле подачі насоса РПН рис.5.3. Складається з двох основних частин: корпусу 6 і плити 5, з'єднаних між собою. При обтіканні прапорця 7 потоком рі-

дини валик 1, жорстко пов'язаний з прапорцем, повертається. Укріплений на валику кронштейн 3 виробляє відповідні перемикання в контактній групі 2. Протидіюча сила створюється пружиною 4, яка при відсутності струменя повертає прапорець в початкове положення. Натяг пружини регулюється спеціальним гвинтом.

Реле РПН високочутливий і здатне реагувати на зміну подачі насосного агрегату в межах 5 – 8%.

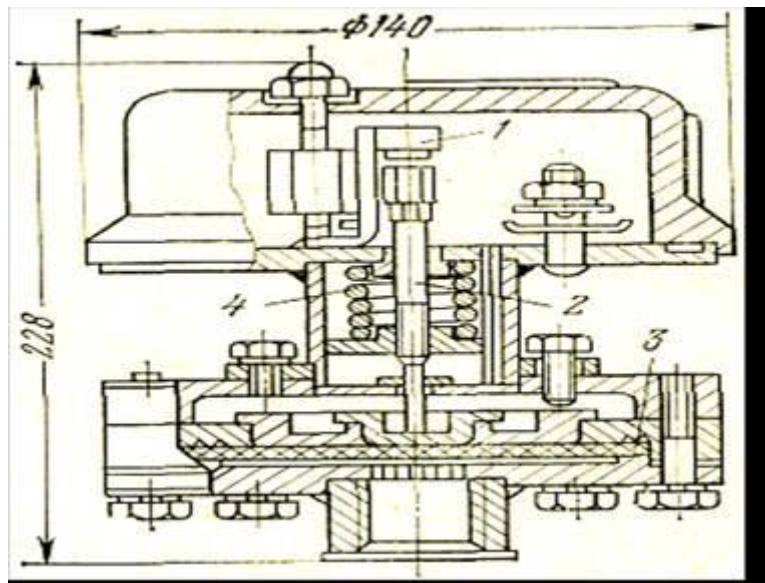


Рисунок 5.3 – Реле подачі насоса

5.3 Реле тиску

Для контролю заливки насосів використовуються реле тиску РДВ рис.5.4. Чутливим елементом реле тиску є діафрагма 6. Реле має два ступені регулювання спрацьовування по тиску. Вибір ступені здійснюється при введенні в дію за допомогою гвинта 4 малого поршня 7 або малого та великого 5 поршнів разом, що відповідає зменшенню або збільшенню робочої площі діафрагми. Сила тиску води, що сприймається діафрагмою, передається через поршень на шток 9, який впливає на мікроперемикач 1.

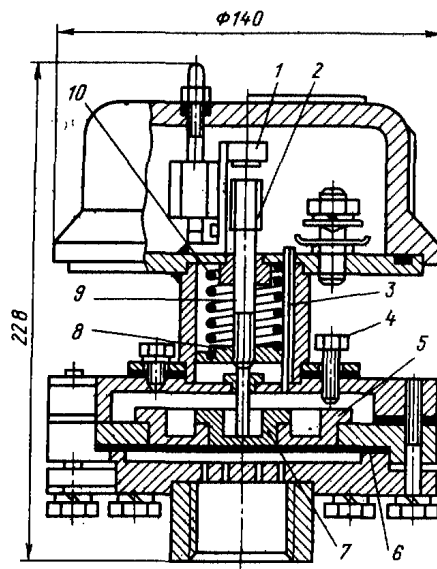


Рисунок 5.4 – Реле контролю тиску РДВ

Попередній натяг пружини 10, необхідний для чіткого спрацьовування реле, що регулюється штоком 9, у верхній частині якого є ділянка шестигранного перетину. При регулюванні шток вгвинчують в спеціальну гайку 8. Остання фіксується шпилькою 3. Зазор між штоком і мікроперемикачем встановлюється регулювальною гайкою 2 [17].

5.4 Вимірювальний перетворювач потужності

Елемент за допомогою якого здійснюється контроль навантаження на двигуні насосного агрегату – вимірювальний перетворювач потужності навантаження. Він може більш коректно ніж звичайний датчик струму, відображувати зміну навантаження яка впливає на ріжучий орган при роботі.

Вимірювальні перетворювачі потужності (ВП) призначені для лінійно-го перетворення активної потужності змінного струму частотою 50, 60 Гц в уніфікований вихідний сигнал постійного струму або напруги постійного струму. Можуть застосовуватися для контролю параметрів електричних мереж і уста-

новок при комплексній автоматизації об'єктів електроенергетики, та різних галузей промисленості. Призначені для роботи при температурі навколишнього повітря від мінус 30 до плюс 60 °С і відносній вологості до 95%, для включення безпосередньо або через вимірювальні трансформатори струму або напруги. Вони є стійкими до впливу індустриальних перешкод і відносяться до стаціонарного обладнання, які експлуатуються в виробничих приміщеннях, поза житлових будинків.

До числа найважливіших параметрів, що характеризують споживачів електроенергії, належить потужність. Якщо у випадку з ланцюгами постійного струму саме поняття потужності є досить простим, то в ланцюгах змінного струму картина стає трохи складніше. В розгляд вводять три різні потужності: повну, активну і реактивну. Справа в тому, що в ланцюгах змінного струму крім активного навантаження починають проявляти себе індуктивні і ємнісні складові. Це призводить до того, що між напругою і струмом з'являється різниця фаз, а енергія не тільки виділяється на активному навантаженні, але може накопичуватися і потім вивільнятися в ємностях і індуктивностях [18].

5.5 Гідророзподільувач

Гідророзподільувач управляє рухом вихідної ланки гідродвигуна шляхом перенаправлення потоків робочої рідини.

На рис.5.5, показана найпростіша гідросхема. У показаному положенні розподільника (Р) рідина від насоса (Н) до гідроциліндра (Ц) не надходить, і йде на злив в гидробак (Б) через запобіжний клапан (КП). Якщо оператор переміщує ручку гидрораспределителя таким чином, що запірно – регулюючий елемент зміщується в положення 1, то робоча рідина надходить в поршневу порожнину гідроциліндра і поршень рухається вправо, а рідина з штокової порожнини гідроциліндра йде на злив (напрямок руху робочої рідини через розподільник вказаний стрілками). Якщо оператор повертає ручку гідророзподільова-

ча в початкове положення, то поршень гідроциліндра зупиняється, і робоча рідина знову йде на злив в бак. Щоб поршень гідроциліндра почав рух вліво, оператору необхідно перемістити ручку розподільника таким чином, щоб запірно – регулюючий елемент змістився в положення 2 [19].

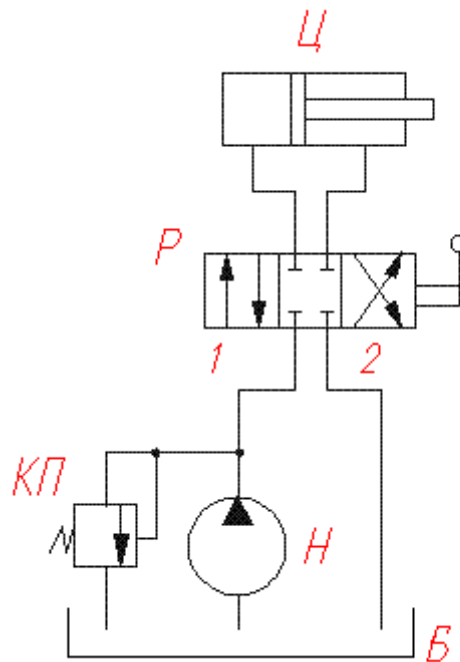


Рисунок 5.5 – Гідророзподільувач

5.5.1 Гідравлічний розподільувач WE16

Гідравлічний розподільник моделі WE16 з електрогідравлічним керуванням (WEH) або гідравлічним (WE) управлінням призначений для управління гідроциліндрами з великою витратою рідини – до 600 л / хв і тиском до 280 бар. Розподільники можуть працювати до 350 бар якщо додатково оснащуються редукційними клапанами. Час перемикання може регулюватися здвоєним дроселем.

Розподільники з електрогідравлічним керуванням мають управління, в діапазоні 12 – 25 бар, у вигляді ще одного розподільника з електромагнітним керуванням, який направляє потік рідини до основного золотника. Підведення

керуючого сигналу і слив масла може здійснюватися як зовні так і в усередину. При зовнішньому підводі масла, нейтральному положенні основний поршень утримується пружинами, порожнини пружин з'єднуються з баком. Може бути присутнім ручне дублювання роботи котушки [20].

5.6 Термоперетворювач ТСП (ТСМ) / 1–1088

Термометр опору – електронний компонент, датчик, призначений для вимірювання температури.

Принцип дії заснований на залежності електричного опору металів, сплавів і напівпровідникових матеріалів від температури.

При застосуванні в якості резистивного елемента напівпровідникових матеріалів його зазвичай називають термоопором, терморезистором або термістором.

Термоперетворювач ТСП (ТСМ) / 1 – 1088 використовується у вибухобезпечних зонах, різних конструктивних виконань, призначений для вимірювань температури рідких, газоподібних середовищ і твердих поверхонь різних промислових установок і систем для використання в нафтогазовидобувній, нафтопереробній, нафтохімічній промисловості та при виробництві мінеральних добрив [21].

5.7 Пневмозадвижка XSC

Пневматичний привід арматури – це пристрій, що є видом пневматичних приводів, що служить для механізації і автоматизації трубопровідної арматури, що застосовується в багатьох галузях промисловості, відіграючи важливу роль в технологічних системах багатьох виробництв. Найчастіше пневмоприводи використовуються для дистанційного керування арматурою, її відкриття та за-

криття, а також для визначення положення арматури. Крім пневматичних приводів, існують гідравлічні, електричні і електромагнітні арматурні приводи.

На відміну від електричних, пневматичні приводи використовуються в основному для захисної (відсічної) арматури, в силу своїх специфічних особливостей, але також є можливість арматуру з пневматичним приводом застосовувати в якості регулюючої. Пневмоприводи використовуються не так часто, так як вимагають монтажу на підприємстві спеціальної компресорної системи стисненого повітря.

Специфікації пневмозадвіжки XSC:

- магнітний клапан 5/2, моностабільний виконання з ручним контролем NORGREN MARTONAIR: тип X4 2855 0M 000;
- середовище: стиснене повітря після проходження фільтра, з і без масла до 10 бар;
- з'єднання: $\frac{1}{4}$ ";
- тип захисту: IP65;
- болтове з'єднання: Pg 9P;
- стандартне електропостачання: 24 В DC/220 В AC, 50/60 Гц [22].

5.8 Віброперетворювач ВК-310С

Вимірювання вібрації на частинах що не обертаються основного і допоміжного роторного технологічного обладнання промислових виробничих об'єктів є найважливішою частиною систем контролю технічного стану. Основним контрольованим параметром як правило є справжнє середньоквадратичне значення (СКЗ) віброшвидкості в смузі 10 – 1000 Гц.

- вимірюваний параметр – справжнє середньоквадратичне значення (СКЗ) віброшвидкості;
- вихідний уніфікований сигнал 4 – 20 мА.;

- живлення віброперетворювача – по вимірювального ланцюга від джерела постійної напруги 12 – 30В.;
- температурний діапазон -40°C + 80°C.;
- маркування вибухозахисту 0ExiaIICT5 X.;
- матеріал корпусу – алюмінієвий сплав.;
- основні застосування – нафтоперекачечні станції, промислові вентилятори, насоси, тяго – дуттьові механізми, компресори, рудорозмельні млини та інші [23].

5.9 Промислові мікроконтролери

В даний час серцем автоматизованих систем управління є промисловий мікроконтролер або ПЛК. Конкретно центральним логічним елементом даної системи є ПЛК160.

Цей контролер призначений для:

- вимірювання аналогових сигналів струму або напруги і перетворення їх до обраної користувачем фізичної величини;
- перетворення дискретних входних сигналів в сигнали з двома станами;
- управління дискретними (релейними) виходами;
- управління аналоговими виходами;
- прийом і передачу даних по інтерфейсах RS-485, RS-232, Ethernet;
- виконання користувальницької програми з аналізу результатів вимірювання дискретних і аналогових входів, управління дискретними входами і виходами, передачі і прийому даних по інтерфейсах RS-485, RS-232, Ethernet.

ПЛК – технічний засіб автоматизації, що використовується для управління технологічних процесів. Являє собою мікропроцесорний пристрій, призначений для збору, перетворення, обробки, зберігання інформації і вироблення

команд управління, має кінцеву кількість входів і виходів, підключених до них датчиків, ключів, виконавчих механізмів до об'єкта управління, і призначений для роботи в режимах реального часу. Основним режимом роботи ПЛК виступає його тривале автономне використання, по більшій мірі несприятливих умовах навколишнього середовища, без серйозного обслуговування і без втручання людини. ПЛК зазвичай застосовуються для управління послідовними процесами, використовуючи входи і виходи для визначення стану об'єкта і видачі керуючих впливів.

Програмуються ПЛК за допомогою спеціалізованих комплексів, один з найбільш популярних є CoDeSys. Він включає в себе наступні мови: графічні (Ladder Diagram, Sequential Function Chart, Continuous Function Chart), текстові (Instruction List).

ПЛК мають ряд особливостей, що відрізняють їх від інших електронних приладів, які застосовуються на виробництвах:

- на відміну від мікроконтролера (однокристального комп'ютера) – мікросхеми, призначеної для управління електронними пристроями – областю застосування ПЛК зазвичай є автоматизовані процеси промислового виробництва в контексті виробничого підприємства;
- ПЛК виготовляються як самостійні вироби, окремі від керованого обладнання;
- наявність великої кількості логічних операцій і можливість завдання таймерів і лічильників;
- всі мови програмування ПЛК мають легкий доступ до маніпулювання бітами, що є великим плюсом відносно високорівневих мов програмування.

Існують ПЛК різного рівня складності у залежності від поставленого завдання з автоматизації системи.

Під час управління контролери генерують вихідні сигнали (ввімкнути – вимкнути) для управління виконавчими механізмами (електродвигунами, клапанами, електромагнітами, системами життєзабезпечення) на підставі результа-

тів обробки сигналів, отриманих від датчиків, або пристроїв верхнього рівня організації.

Сучасні програмовані контролери виконують також і інші операції, наприклад, поєднують функції таймер лічильника, обробляють затримку сигналів.

Програмовані логічні контролери середнього і високого рівня, як правило, мають вбудовані апаратно – програмні засоби управління рухом, зокрема, модулі швидкодіючих лічильників, модулі позиціонування та ін. Які дають можливість порівняно просто реалізувати функції управління рухом і забезпечити позиціонування з високою точністю.

Конструктивно ПЛК пристосовані для роботи в типових промислових умовах, з урахуванням забрудненої атмосфери, рівнів сигналів, термо і вологостійкості, ненадійності джерел живлення, а також механічних ударів і вібрацій. З цією метою апаратна частина полягає в міцний корпус, здатний мінімізувати негативний вплив ряду виробничих факторів.

Головною відмінністю ПЛК від релейних схем управління є алгоритми, які реалізовані за допомогою програм. На одному контролері можна реалізувати схему, еквівалентну тисячам елементів жорсткої логіки. При цьому надійність роботи схеми не залежить від її складності [24].

5.10 Промислові мережі

Для обміну інформацією між технічними пристроями, що входять до складу автоматизованої системи (контролерами, датчиками, виконавчими пристроями), використовують промислові мережі управління.

Промислові мережі повинні мати наступні властивості: спеціальні конструктивні виконання, що забезпечує захист від пилу, вологи, вібрації, ударів; широким температурним діапазоном (від -40 до +70 град.); підвищену міцність кабелю, ізоляції, роз'ємів, елементів кріплення; стійкістю до дії на них електромагнітних впливів; можливістю резервування даних для підвищення надійності;

підвищеною надійністю передачі даних; можливістю самовідновлення після збою; детерминированностью (визначеністю) часу доставки повідомлень; можливістю роботи в реальному часі (з малої, постійної і відомою величиною затримки); роботою з довгими лініями зв'язку (від сотень метрів до кількох кілометрів).

Сьогодні існує безліч таких систем мереж до найвідоміших належать: Модбус, Profibus, DeviceNet, ControlNet, SDS, Seriplex, ArcNet, BACnet, FDDI,.

Промислової мережею називають комплекс програм і обладнання, котрий спрямований на забезпечення обміном інформацією між промисловими споживачами. Вони так само є основою для побудови АСУ.

З'єднання промислової мережі з усіма її частинами виконується за допомогою інтерфейсів. Мережевим інтерфейсом називають логічну або фізичну межу між пристроєм і середовищем передачі інформації. Зазвичай цією межею є набір електронних компонентів і пов'язаного з ними програмного забезпечення. При істотних модифікаціях внутрішньої структури пристрою або програмного забезпечення інтерфейс залишається без змін, що є одним з ознак, що дозволяють виділити інтерфейс в складі обладнання.

Найбільш важливими параметрами інтерфейсу є пропускна здатність, швидкість передачі даних між компонентами, і максимальна довжина кабелю, що підключається. Промислові інтерфейси зазвичай забезпечують гальванічну розв'язку між сполучаються пристроями. Найбільшого поширення набули такі послідовні інтерфейси: RS – 485, RS – 232, RS – 422, AS, Ethernet;

Задля можливості обміну інформацією взаємодіючі пристрої повинні мати одні й ті ж протокол обміну.

Основними параметрами промислових мереж є продуктивність і надійність. Продуктивність мережі характеризується часом реакції і пропускною спроможністю. Час реакції мережі визначається як інтервал часу між запитом ведучого пристрою і відповіддю відомого за умови, що відомий пристрій має дуже малу затримку вироблення відповіді на запит.

Пропускна здатність мережі визначає кількість інформації, яку переносить мережа в одиницю часу. Вимірюється в біт / с і залежить від швидкодії мережевих приймачів і середовища передачі.

Важливою характеристикою промислових мереж є надійність доставки даних. Надійність характеризується коефіцієнтом готовності, ймовірністю доставки даних, передбачуваністю часу доставки, безпекою, стійкістю до відмов. Коефіцієнт готовності дорівнює відношенню часу напрацювання до відмови від суми часу напрацювання до відмови і часу відновлення після відмови. Ймовірність доставки даних визначається завадостійкістю носіїв даних, детермінованістю доступу до каналу. У бездротових мережах ймовірність втрати пакетів при передачі набагато вище, ніж в дротяних. У мережах з випадковим методом доступу до каналу існує ймовірність того, що дані ніколи не будуть доставлені абоненту. Час доставки даних в офісних мережах Ethernet є випадковою величиною, проте в промисловому Ethernet ця проблема вирішена застосуванням комутаторів. Безпека – це здатність мережі захистити передані дані від несанкціонованого доступу. Відмовостійкість - це здатність мережі продовжувати функціонування при відмові деяких елементів. При цьому характеристики системи можуть погіршитися, але вона не втрачає працездатності.

Для здійснення передачі даних в даній системі, був обраний RS – 485 в ньому використовується одна кручена пара проводів, іноді супроводжується екрануванням, опліткою або загальним проводом.

Передача даних здійснюється за допомогою диференційних сигналів. Різниця напруги між провідниками однієї полярності означає логічну одиницю, різниця іншої полярності – нуль.

Характеристики RS485:

- до 32 приймач в одному сегменті мережі;
- максимальна довжина одного сегмента мережі: 1200 метрів;
- в один момент активним може бути тільки один передавач;
- максимальна кількість вузлів в мережі – 256 з урахуванням магістральних підсилювачів;

– характеристика швидкість обміну, довжина лінії зв'язку: 62,5 кбіт / с 1200 м (одна кручена пара); 375 кбіт / с 500 м (одна кручена пара); 2400 кбіт / с 100 м (дві кручених пари); 10000 кбіт / с 10 м;

– тип приймача – диференційний, потенційний. Зміна вхідних і вихідних напруг на лініях А і В: U_a (U_b) від -7 В до -12 В (+7 В до +12 В).

На коректне відображення кінцевої інформації вагому роль грають перешкоди, створювані при роботі комбайна, такі як: температура, вібрації, великі скачки струмів і напруг через використання потужного електрообладнання, можливі також перешкоди від роботи дистанційної апаратури. Перешкоди не можна виключити зовсім, але при проектуванні приладу, необхідно їх враховувати.

Розуміння причин виникнення перешкод при проектуванні систем автоматизації дозволяє уникнути ряду помилок у виборі обладнання, його розміщення, екранування кабельної розводки, а також прискорити процес впровадження системи.

Паразитні впливи на процес передачі сигналу можна розділити на наступні групи; впливу через кондуктивність зв'язку; вплив наведення через взаємну індуктивність; наведення через ємнісні зв'язку; високочастотні електромагнітні наведення. Якщо джерело перешкод заздалегідь невідомий, його пошуку може допомогти спектральний аналіз перешкоди. Для збільшення точності передачі кожен сигнал повинен передаватися крученою парою в індивідуальному екрані.

Також для зменшення перешкод можна використовувати аналогові фільтри на вході системи. Для того щоб ослабити перешкоди з частотою 50 або 60 Гц зазвичай використовують фільтри третього порядку, які мають нахил АЧХ в смузі загородження 60 дБ на декаду. Якщо ж виміри проводяться на частотах, близьких до граничної частоті фільтра, слід враховувати похибку коефіцієнта передачі фільтра в смузі пропускання. Подальше ослаблення перешкод можливо шляхом цифрової фільтрації [26].

Висновок до розділу 5

Були представлені технічні засоби автоматизації та їх аналіз.

6 ОБҐРУНТУВАННЯ ФАКТОРІВ ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З АВТОМАТИЗАЦІЇ

Аналіз технологічного процесу, а саме дренажної системи збагачувальної фабрики "Свято-варваринська", виявив необхідність створення вдосконаленої автоматизованої системи, метою якої є вирішення наявних недоліків які виникли впродовж експлуатації.

Головною відмінністю від вже наявної системи управління полягає в усуненні недоліків, а саме невідповідних типів датчиків, замулення дна і контролю стану засувки. Також контролю температури компонентів електрообладнання, щоб не допускати критичних значень відключення шляхом зміни навантаження на це обладнання. Вода подається з бака до дренажного приймку являє собою суспензію, тому щоб уникнути осідання вугільних часток, для постійного перемішування підведене повітря. Розробка алгоритма для роботи без участі людини, за винятком заміни компонентів і планово – попереджувальних ремонтів і узгодженням з технологічним процесом роботи фабрики.

Впровадження автоматичних систем на фабриці, а саме в процесі повторного використання водної суспензії в процесі збагачення веде до зменшення захворюваності персоналу. Так як участь людей при такому застосуванні зводиться тільки до ремонту і змиву застоюваної суспензії в дренажний приймок. Зменшення застою води призводить до зменшення корозії металевих елементів, будь то обладнання або ж конструкція фабрики. Доступність елементів системи при експлуатації, дозволяє вносити коригування вже після її впровадження.

Висновок по розділу 6

У цьому розділі були розглянуті аспекти економічної доцільності впровадження схеми – технічного рішення з автоматизації.

7 ПРАВИЛА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ В УМО-ВАХ ФАБРИКИ ЗІ ЗБАГАЧЕННЯ ВУГІЛЛЯ

Гірничодобувна промисловість відноситься до числа тих галузей промисловості, які характеризуються високою енергоємністю і трудомісткістю, у яких доводиться особливо рахуватися з імовірністю виробничого травматизму і зокрема електротравматизму. Особливе місце, яке займає гірничодобувна промисловість у ряду інших галузей в частині проблем охорони праці, обумовлено наявністю специфічних умов виробництва, які мають об'єктивний характер і, безсумнівно, здійснюють вплив на стан виробничого травматизму. Ці умови досить численні, від мікрокліматичних умов до технічних особливостей застосовуваного електроустаткування і умов експлуатації електрогосподарства [26].

У зв'язку з тим, що на фабриках зі збагачення вугілля, небезпечних за газом або пилом, створюється можливість виникнення пожежі або вибуху, а також через наявність агресивних вод і хімічно активних продуктів випаровування, кислотних і лужних рідин, що призводять до інтенсивної корозії металу і більш швидкого старіння ізоляції і зносу струмопровідних частин до електроустаткування пред'являються додаткові вимоги:

- застосування оболонок, стійких до механічних ударів, дії вологи, хімічних реагентів. Оболонка повинна мати вибухозахисні фланці в сполученнях рухомих або знімних деталей або бути заповненою кварцовим піском, епоксидним компаундом і т.п. Як елементи вибухозахисту використовують також еластичні ущільнення;

- застосування допоміжних електричних ланцюгів з малими значеннями струму і напруги, які не в змозі з'явитися джерелом займання при вимушеному або випадковому іскроутворенні в електрообладнанні.

При нормальних умовах експлуатації електроустановки не становлять небезпеки відносно ураження персоналу електричним струмом. Небезпека вини-

кає при токах витоку, вирішальну роль у виникненні і існуванні яких відіграє стан ізоляції електроустановок, так як побічні електричні ланцюги, утворюються в основному внаслідок погіршення стану або порушення ізоляції.

У умовах підвищеної пожежонебезпеки заборонено експлуатувати електрообладнання і механізмів при несправних засобах вибухозахисту, несправним блокуванням, пошкоджених кабелях, порушених схемах керування, несправних захистах від витоків струму на землю. Заборонено здійснювати одночасну подачу напруги або пуск двигуна з двох або більше пультів управління.

Перед початком роботи установок повинен подаватися попереджувальний сигнал звуковий, світловий або обидва одночасно. Після закінчення робіт або перед початком ремонту повинні бути вжиті заходи по зняттю напруги з установок і блокування всіх ввімкнених пристроїв.

У разі раптового припинення подачі електроенергії обслуговуючий персонал зобов'язаний негайно перевести пускові пристрої електродвигунів і важелі управління в положення «Стоп».

Персонал що виконує технічне обслуговування повинен мати кваліфікаційну групу з техніки безпеки:

- в установках з напругою до 1000В машиністи не нижче III групи, а їх помічники не нижче II групи;
- в установках з напругою вище 1000В у машиністів має бути мінімум IV, а у помічників – III група кваліфікації згідно ПТЕ і ПТБ.

Електрообладнання всіх машин і механізмів має піддаватися щозмінному огляду обслуговуючим персоналом та особами технічного нагляду. Виробництво робіт при виявлених порушеннях ПБ заборонено надалі до їх усунення.

При експлуатації пристрою повинні дотримуватися:

- правила безпеки з контролю стану підземної атмосфери;
- заходи безпеки щодо застосування електричної енергії;
- заходи безпеки по обслуговуванню і ремонту електричного устаткування, на якому змонтовані пристрій;

— заходи безпеки при монтажі та демонтажі пристроїв повинні виконуватися відповідно до «Керівництвами по експлуатації» на вироби, в які змонтовані вузли або блоки.

Електроживлення джерел, що входять до складу, має здійснюватися екранованим кабелем. О функціонуванні системи повинні проводитися записи в журналі відповідальними особами [27].

Висновок до розділу 7

Були викладені правила техніки безпеки, для приладу і персоналу монтажу та обслуговування.

ВИСНОВКИ

У даній роботі був проведений аналіз технологічного процесу, а саме дренажної системи, а також умов його експлуатації на збагачувальній фабриці «Свято – варваринська». Були розглянуті методи управління обраного для автоматизації технологічного процесу, вивчені відомі шляхи розв'язання поставленого завдання їх плюси і недоліки. Розроблено вимоги до створюваного приладу. Створено технологічну, структурну, функціональну схеми пристрою з найменуванням елементів що входять до цих схем, на основі схем був розроблений алгоритм роботи. Обґрунтовані техніко – економічну доцільність прийнятих технічних рішень. Представлені вимоги безпеки пристрою при його проектуванні й експлуатації на фабриці з небезпечними умовами по пилу та великою корозією металу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Збагачення вугілля [Електронний ресурс]. URL: <https://dprom.online/chindustry/obogashhenie-uglya-etapy-i-sposoby/>
2. Дренаж [Електронний ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Дренаж>
3. Склад і властивості систем автоматизації насосних установок [Електронний ресурс]. URL: <https://helpiks.org/6-61616.html>
4. Основные способы заливки насосов [Електронний ресурс]. URL: <https://intuit.ru/studies/courses/14493/1289/lecture/24367>
5. Вимоги до автоматизації дренажної системи [Електронний ресурс]. URL: <https://zakonbase.ru/content/part/369670?print=1>
6. Вплив навколишнього середовища на металеві конструкції [Електронний ресурс]. URL: https://revolution.allbest.ru/chemistry/00234753_0.html
7. Вплив вологи на здоров'я людини [Електронний ресурс]. URL: <https://intuit.ru/studies/courses/14493/1289/lecture/24367>
8. Перевантаження по струму. Температура обмоток електродвигуна [Електронний ресурс]. URL: www.eti.su/articles/spravochnik/spravochnik_1679.html
9. Контроль і моніторинг вібрації і температури насосного обладнання [Електронний ресурс]. URL: <https://cnp.one/kontrol-i-monitoring-vibracii-i-temperature-nasosnogo-oborudovaniya>
10. Апаратура автоматизації водовідливних установок ВАВ.1М [Електронний ресурс]. URL: http://usk.ua/appar_avtom_vodo_usta_1.html
11. АСУ головної водовідливної установкою рудника АСУВ – «КАСКАД» [Електронний ресурс]. URL: <http://usk.ua/asu-glavnoj-vodootlivnoj-ustanovkoj-rudnika-asuv-kaskad.html>
12. АСУ «Водовідлив» [Електронний ресурс]. URL: <http://usk.ua/asu-glavnoj-vodootlivnoj-ustanovkoj-rudnika-asuv-kaskad.html>
13. Об'ємний гідропривід [Електронний ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/6215377/page:6/>

14. Способи регулювання швидкості асинхронного двигуна [Електронний ресурс]. URL: https://ukrlot.com/regulirovanie_asinhronnogo_dvigatel.html
15. Датчики рівня, прилади для вимірювання рівня [Електронний ресурс]. URL: <http://electricalschool.info/main/electroshemy/174-datchiki-urovnja.html>
16. Ємнісний сигналізатор рівня RFnivo RF3000 [Електронний ресурс]. URL: https://rusautomation.ru/datchiki_urovnya/rfnivo-rf3000
17. Реле тиску [Електронний ресурс]. URL: <http://energiya.dn.ua/6.html>
18. Гідророзподілювач [Електронний ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидравлический_распределитель
19. Гідравлічний розподілювач WE16 [Електронний ресурс]. URL: http://paskal.ua/product/gidravlicheskiy-raspredelitel_91.html
20. Термоперетворювач ТСП (ТСМ) / 1–1088 [Електронний ресурс]. URL: <https://npg-etalon.ru/sredstva-izmereniya-regulirovaniya-temperature/termopreobrazovateli-soprotivleniya-platinovye-i-mednye-tspts1-1388.html>
21. Пневмозадвижка XSC [Електронний ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Пневматический_привод_арматуры
22. Пневмозадвижка [Електронний ресурс]. URL: <https://dmn-rus.com/poleznaya-informatsiya/pnevmozazhvizhka-xsc-tehnicheskie-kharakteristiki.html>
23. Програмований логічний контролер [Електронний ресурс]. URL: <http://electricalschool.info/spravochnik/1999-cto-takoe-programmiruemyy-logicheskiy-kontroller.html>
24. Промислові мережі та інтерфейси [Електронний ресурс]. URL: https://www.bookasutp.ru/Chapter2_1.aspx
25. Толпежніков Л.І. Автоматичне управління процесами шахт і копалин: Підручник для вузов – 2 – вид изд., Перераб. і доп. – М.: Недра, 1985.– 352с.
26. Вимоги ТБ при експлуатації електрообладнання вугледобувних комплексів - Електрообладнання та електропостачання гірничих підприємств

[Електронний ресурс]. URL:<http://leg.co.ua/arhiv/raznoe-arhiv/elektrooborudovanie-i-elektrosnabzhenie-gornyh-predpriyatiy-24.html>.

27. НПАОП 10.0 – 1.01 – 10. Правила безпеки у вугільних шах-тах. Наказ Державного комітету України з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №62 від 23.03.2010. -150с.

28. Попіль О.С., «ТАК»: телекомунікації, автоматика, комп'ютерно – інтегровані технології: зб. доповідей Всеукр. наук. – практ. конф. молодих вчених, 25-26 листопада 2020 р. / ДВНЗ «ДонНТУ»; відп. ред. Г.В. Ступак. – Покровськ: ДВНЗ «ДонНТУ», 2020. – 167 с.

29. Попіль О.С., Бурлака О.М. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ НАВАНТАЖЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ПРОХІДНИЦЬКОГО КОМБАЙНУ / Всеукраїнська науково – технічна конференція молодих учених, аспірантів та студентів «Автоматизація, контроль та управління: пошук ідей та рішень» (АКУ-2020), 21.05.2019 р. – Покровськ ДВНЗ «ДонНТУ», 2020р.

Блок-схема

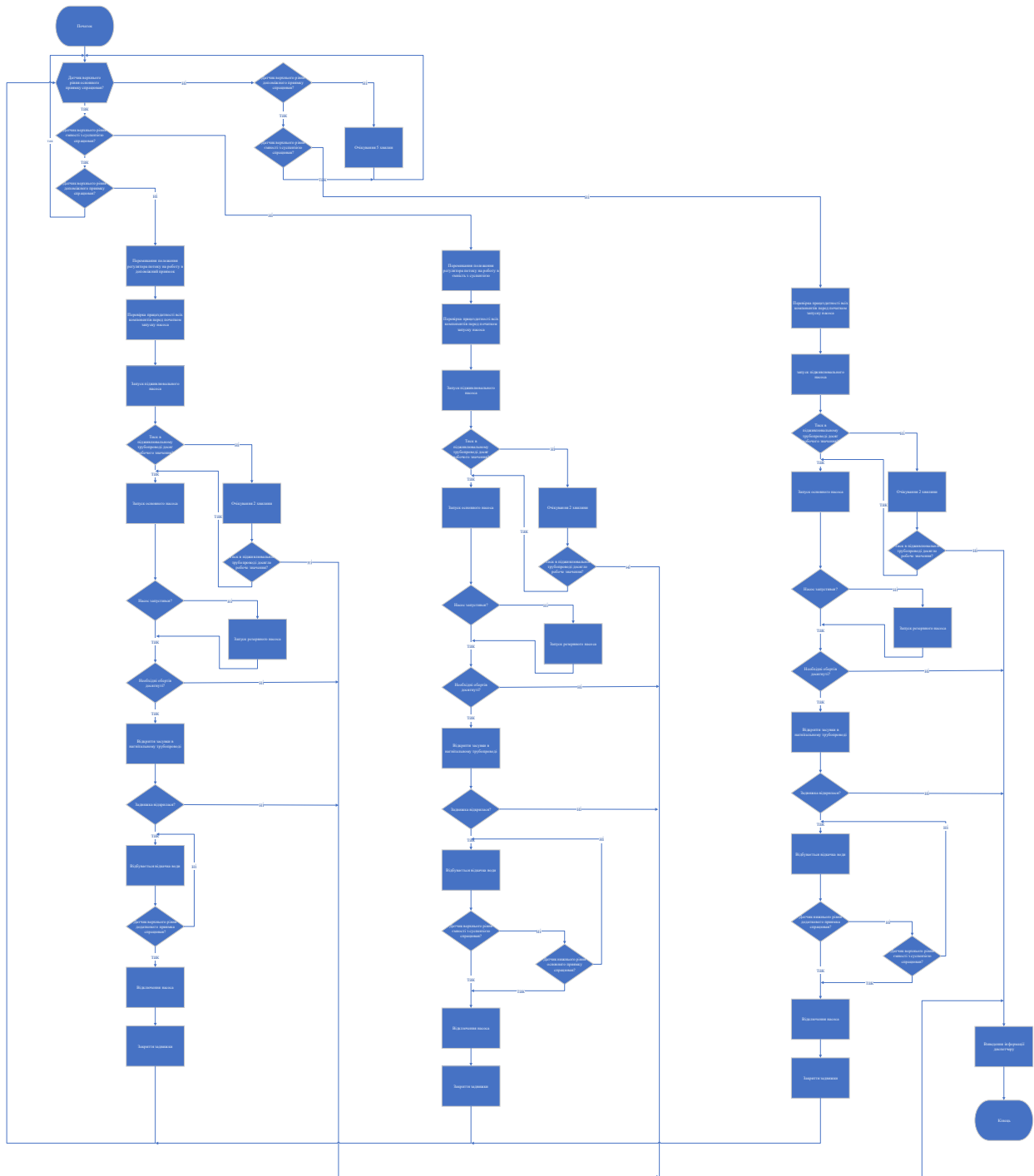


Рисунок А.1 – Блок-схема алгоритму роботи присрою

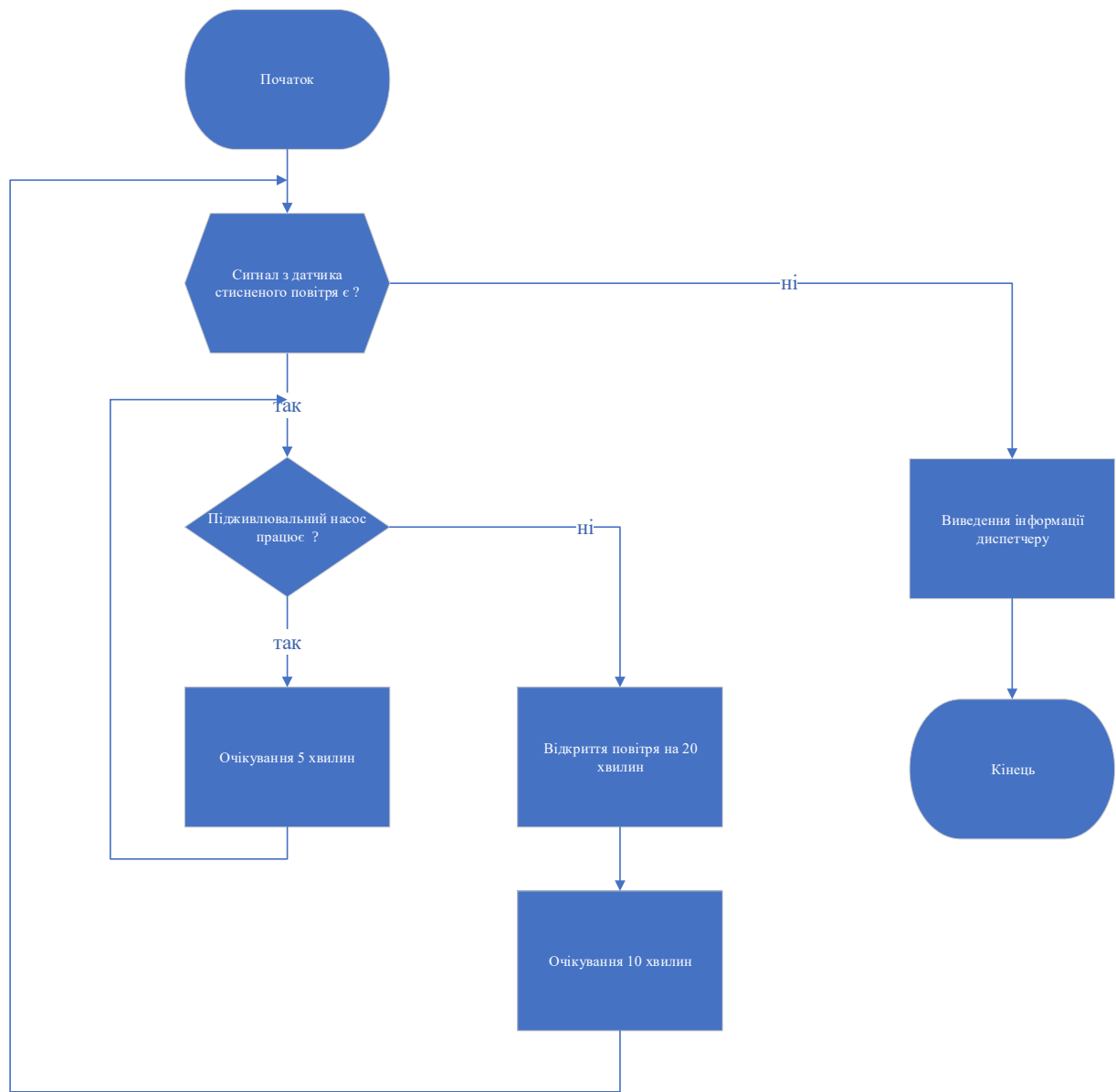


Рисунок А.2 – Блок-схема алгоритму роботи пристрою