

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Леонт'єв П. В.

_____ 2022 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА
зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему: «**Автоматизація насосного агрегата НМВ 800-400**»
(Дипломний проект)

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Черв'яков В. Д.

Дипломник:

студент групи СУ – 81

Давиденко Б. О.

РЕФЕРАТ

Давиденко Богдан Олександрович. Автоматизація насосного агрегату типу АНМВ 800-400. Кваліфікаційна робота бакалавра зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології (дипломний проект). Сумський Державний Університет, Суми, 2022 р.

Дипломний проект спрямований на створення автоматизованої системи управління насосним агрегатом АНМВ 800-400. Запропоновано проектне рішення щодо автоматизованого керування технологічними параметрами насосного агрегата, засобами охолодження деталей насосного агрегату. Описані головні проблеми при автоматизації насосних агрегатів і запропоновані методи їх попередження. Представлений опис алгоритмів роботи системи автоматизації насосного агрегату і системи охолодження. Розроблена конструкторська документація для технічної реалізації системи автоматизації.

Дипломний проект містить 42 сторінки пояснювальної записки, 21 рисунок, 3 таблиці, 1 додаток.

Ключові слова: автоматизація, система управління, насосний агрегат, відцентровий насос.

ABSTRACT

Davidenko Bogdan Alexandrovich. The automation of the ANMV 800-400 pump unit. Bachelor's thesis in specialty 151 - Automation and computer-integrated technologies (diploma project). Sumy State University, Sumy, 2022

The diploma project is aimed at creating an automated control system for pumping unit ANMV 800-400. The design decision concerning the automated control of technological parameters of the pump unit, means of cooling of details of the pump unit is offered. The main problems in the automation of pumping units are described and methods for their prevention are proposed. The description of algorithms of work of system of automation of the pump unit and cooling system is presented. Design documentation for technical implementation of automation system has been developed.

The diploma project contains 42 pages of explanatory note, 21 figures, 3 tables, 1 appendix.

Key words: automation, control system, pump unit, centrifugal pump.

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	1	1	
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4		Технічне завдання	1	1	
3	A4		Реферат	1	1	
4	A4	СУ-81.1.151.4.ПЗ	Пояснювальна записка	42	1	
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A3	СУ-81.1.151.4.А	Перелік параметрів і механізмів, які підлягають контролю, індикації, сигналізації і захисту	3	1	

						СУ-81.1.151.4.ДП			
Зм.	Кільк.	Арк.	Недок	Підпис	Дата				
Розробив	Давиденко Б.О.					Автоматизація насосного агрегата АНМВ 800-400. Відомість проекту	Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Черв'яков В. Д.				ДП		1	1	
Рецензент					СумДУ СУ-81				
Консульт.									
Н. контр.	Черв'яков В. Д.								

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____ Леонт'єв П. В.

_____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту
Давиденку Богдану Олександровичу

1. Тема проекту: Автоматизація насосного агрегата АНМВ 800-400.
Затверджено наказом ректора університету. №0360-VI від "17" травня 2022 р.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту "20" червня 2022 р.
3. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація, список літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу тощо.
4. Зміст пояснювальної записки: аналіз предметної області, технологічна характеристика насосного агрегата, алгоритм роботи автоматичної системи управління насосного агрегата, автоматизована система насосного агрегата, вибір засобів автоматизації.
5. Перелік графічних матеріалів: 21 рисунок, 3 таблиці, 1 додаток.
6. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	14.04.2022 – 17.04.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	18.04.2022 – 25.04.2022
3	Аналіз алгоритму роботи автоматичної системи управління насосного агрегата.	26.04.2022 – 05.05.2022
4	Розробка автоматизованої системи управління насосного агрегата.	06.05.2022 – 16.05.2022
5	Вибір засобів автоматизації.	17.05.2022 – 22.05.2022
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	23.05.2022 – 01.06.2022

7. Дата видачі завдання "14" квітня 2022р.

Керівник проекту:
к.т.н., доцент

Черв'яков В. Д.

До виконання прийняв:
студент групи СУ – 81

Давиденко Б. О.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизованої системи управління насосного агрегата
АНМВ 800-400

1. Назва і галузь застосування: Автоматизація насосного агрегата АНМВ 800-400; енергетика.

2. Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету № 0360-VI від 17.05.2022.

3. Мета і призначення проекту: Розробити автоматизовану систему насосного агрегата АНМВ 800-400, що спростить контроль його основних параметрів.

4. Джерела розроблення: конструкторська та технічна документація отримана під час проходження переддипломної та виробничої практик, аналіз уже існуючих систем автоматизованого управління насосними агрегатами.

5. Режим роботи об'єкта: Пусковий, стаціонарний, зупинка, аварійний.

6. Умови експлуатації СК: Температура робочого середовища від 0 до + 60 °С, живлення шафи управління – 220В, частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В постійного струму; живлення модуля інтерфейсу – 24В постійного струму

7. Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	14.04.2022 – 17.04.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	18.04.2022 – 25.04.2022
3	Аналіз алгоритму роботи автоматичної системи управління насосного агрегата.	26.04.2022 – 05.05.2022
4	Розробка автоматизованої системи управління насосного агрегата.	06.05.2022 – 16.05.2022
5	Вибір засобів автоматизації.	17.05.2022 – 22.05.2022
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	23.05.2022 – 01.06.2022

Розробник:
студент групи СУ – 81

Давиденко Б. О.

Погоджено:
к.т.н., доцент

Черв'яков В. Д.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
Автоматизація насосного агрегата АНМВ 800-400

Керівник проекту:
к.т.н., доцент

Черв'яков В. Д.

Виконав:
студент групи СУ – 81

Давиденко Б. О.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	2
СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНОГО АГРЕГАТА АНМВ 800-400	5
1. 1. Насосний агрегат як об'єкт технології	5
1. 2. Опис, конструкція та принцип роботи відцентрового насоса	5
1. 3. Призначення та характеристики насосного агрегата АНМВ 800-400	7
1. 4. Кавітація	8
1. 5. Умови та правила експлуатації насосного агрегата АНМВ 800-400.....	9
1.6 Висновки	11
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТА АНМВ 800-400.....	12
2. 1. Загальні відомості про автоматизовану систему управління (АСУ).....	12
2. 2. Головні завдання які повинні забезпечувати автоматизована система управління насосного агрегата НМВ 800-400	15
2.3 Висновки	17
РОЗДІЛ 3 АЛГОРИТМ РОБОТИ ТА КОНТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТА АНМВ 800-400	18
3. 1. Контроль параметрів насосного агрегата	18
3. 2. Функціональна схема автоматизації	19
3. 3. Алгоритм управління насосним агрегатом	21
3. 4. Алгоритм управління системою охолодження	24
3.5 Висновки	26
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ	27
4. 1. Давачі та виконавчі механізми насосного агрегату	27
4. 2. Давачі та виконавчі механізми системи охолодження.....	32
4. 3. Вибір ПЛК.....	34
4.4 Висновки	38
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	40
Додаток А	Error! Bookmark not defined.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Давиденко Б. О.</i>			Система автоматизації насосного агрегату АНМВ 800-400 Пояснювальна записка	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Черв'яков В. Д.</i>					2	42
<i>Реценз.</i>						СумДУ, гр. СУ-81		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Черв'яков В. Д.</i>						

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- АЦП – аналогово-цифровий перетворювач;
ЦАП – цифро-аналоговий перетворювач;
АСУ – автоматизована система управління;
САУ – система автоматичного управління;
АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом;
СУ – система управління;
ОУ – об'єкт управління;
ПК – пристрій керування;
ПК – промисловий комп'ютер;
ПЛК – програмований логічний контролер;
ПО – панель оператора;
ПЗО – пристрої зв'язку з об'єктом;
ТЗА – технічні засоби автоматизації ;
Д – диференційні пристрої (давачі);
ВП – виконавчий пристрій;
ВМ – виконавчий механізм;
АВР – автоматичне включення резерву;
КВП – контрольно-вимірювальні прилади;
МПСА – мікропроцесорна система автоматизації;
НПС – нафтоперекачувальна (нафтопродуктоперекачувальна) станція;
ПУЕ – правила улаштування електроустановок;
КЕ – керівництво по експлуатації;
ЛМІ – людино-машинний інтерфейс.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Насосні агрегати є чи не найрозповсюдженішими електричними машинами, їхню важливість неможливо переоцінити, а область сфер у яких вони використовуються дуже широка, починаючи від постачання води в ваші будинки і закінчуючи використанням на атомних електростанціях.

Але зараз головною задачею дипломного проекту буде створення системи автоматизації насосного агрегата НМВ 800-400. Це насосний агрегат, який призначений для перекачування нафти, а також нафтопродуктів (дизельного палива, автомобільного бензину, палива для реактивних двигунів і т. д.) по магістральним нафтопроводам та нафтопродуктопроводам.

Незважаючи на стрімко зростаючу популярність альтернативних джерел енергії, їх рівень розвитку, а також їх доступність на даний момент ще не можуть дозволити їх широкого використання, тому в переважній більшості галузей досі залишаються лідерами традиційні джерела енергії, в особливості саме нафта, при переробці якої можуть утворюватися не лише бензин і дизельне паливо, але і багато інших продуктів (керосин, масла, бітум, мазут, поліетилен і ціла низка інших). Окрім цього є такі галузі, де перехід на альтернативну енергію є взагалі мало імовірним. Можна з упевненістю сказати про те, що пов'язані з нафтопереробкою матеріали зустрічаються всюди і людство на даний момент не може обійтися без такого цінного природного ресурсу.

Традиційні процеси автоматизації нафтової промисловості поділяються на 3 основні напрямки: автоматизація видобутку нафти, автоматизація переробки і автоматизація транспортування нафти та нафтопродуктів. Усі ці напрямки є взаємопов'язані і не можуть існувати окремо від інших. Саме через це тема з автоматизації роботи насосних агрегатів подібних НМВ 800-400 є актуальною зараз і буде актуальною ще не одне десятиліття.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ, ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНОГО АГРЕГАТА АНМВ 800-400

1. 1. Насосний агрегат як об'єкт технології

Насосний агрегат представляє з себе пристрій, що складається з насоса і в переважній більшості електродвигуна об'єднаних разом. Головною задачею таких агрегатів є перекачування рідких речовин через магістральні трубопроводи, перекачування їх в необхідні резервуари, а також підкачка рідин з свердловин за рахунок створення підвищеного тиску до необхідної величини, яка в свою чергу зможе компенсувати втрати тиску в трубопроводі до наступної насосної установки. Дані установки поділяються на 2 типи: пересувні (обладнані спеціальним візком для переміщення) і стаціонарні (встановлюються на фундаменті або у свердловині). На базі насосних агрегатів створюють насосні установки і станції.

Класифікація насосних агрегатів відбувається за деякими критеріями, а саме:

Насосні агрегати розрізняються за своїм призначенням:

Магістральні насоси призначені для перекачування рідин через магістральні трубопроводи на великі відстані.

Підпорні насоси призначені для підкачування рідин до магістральних насосів і створення необхідного тиску на вході в магістральний насос. Зазвичай розміщуються поряд з магістральними.

Насоси розрізняють між собою за конструкцією та принципом дії: відцентрові, гвинтові, поршневі, вихрові та багато інших, але далі мова піде саме за відцентровий насос.

Окрім цього їх також можна класифікувати в залежності від типу двигуна встановленому на них: електронасос, гідронасос, пневмонасос, дизельний насос та інші (далі мова піде про електронасос).

1. 2. Опис, конструкція та принцип роботи відцентрового насоса

Відцентровий насос (centrifugal pump) використовується для перекачування води, нафти, нафтопродуктів та інших рідин. Головними елементами відцентрового насоса являються посаджене на вал робоче колесо з лопатями, а також корпус, який зазвичай має спіральну форму і який дозволяє через вхідний патрубок підвести рідину до робочого колеса, а також відвести її в напірний патрубок, а через нього в трубопровід. Робоче колесо закріплено

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

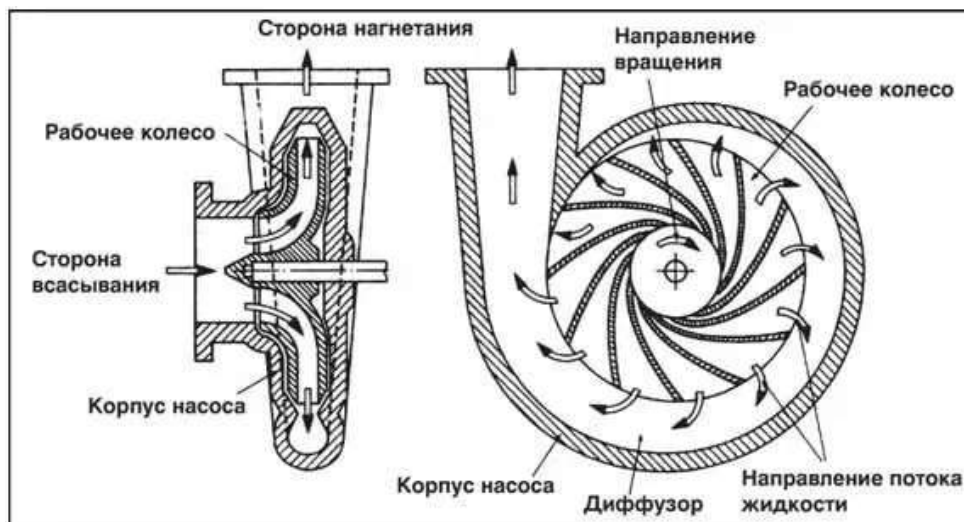


Рис. 1.1 – Загальна схема відцентрового насоса

на валу, який в свою чергу встановлюється на підшипниках. Обертання на вал передається від електродвигуна за допомогою муфти (механічної – означає що крутний момент передається муфтою за допомогою жорстких сполучних елементів).

При обертанні вал двигуна передає крутний момент на робоче колесо насоса, лопатки, що розміщуються на колесі починають взаємодіяти з рідиною і приводять її в обертальний рух частинки рідини розганяються. Розігнані частинки рідини потрапляють в спіральний відвід який дозволяє перетворити частину швидкісного напора в тиск. При роботі насоса рідина повинна постійно поступати в корпус насоса через вхідний патрубок, але що буде якщо рідини на вході в насос не буде? Розглянемо на прикладі першого ввімкнення насоса з пустим корпусом. Для того щоб рідина наповнила насос потрібно досягти того щоб тиск в корпусі насоса став нижче атмосферного. Тоді під дією атмосферного тиску рідина заповнить корпус насоса, але для того щоб понизити тиск в корпусі звідти потрібно відкачати частину повітря. Чи зможе це зробити звичайний відцентровий насос? Ні. Частинки рідини в корпусі рухаються під дією інерції, а вона в свою чергу залежить від маси частинок. Маса частинок повітря набагато менша за масу частинок рідини, тому перекачувати повітря при частотах на яких працює відцентровий насос не вийде. Через цю причину відцентрові насоси при ввімкненні необхідно попередньо заповнювати водою.

В відцентрових насосах можуть використовуватися робочі колеса 3 основних типів:

- закриті, в яких присутні і передній і задній диски, лопатки і обтічник;
- напів-відкриті, в яких відсутній передній диск;
- відкриті, в яких відсутні обидва диски.

Горизонтальні насоси зазвичай встановлюються горизонтально на фундаменті, над поверхнею рідини (називаються поверхневими). Вертикальні в свою чергу зручно розмішувати в свердловинах, занурюючи їх в рідину (називаються занурювальними).

Відцентрові насоси виготовляються не тільки одноступінчастими (з одним робочим колесом), але й багатоступінчастими (з декількома робочими колесами) – так звані «секційні відцентрові насоси». У секційних насосах досягається збільшення загального перепаду тиску, приблизно пропорційного кількості секцій насоса. При цьому принцип їх дії в будь-яких конструкціях залишається таким же – рідина переміщується під дією відцентрової сили, що породжується робочим колесом, що обертається.

1. 3. Призначення та характеристики насосного агрегата АНМВ 800-400



Насосні агрегати типу НМВ призначені для перекачування нафти і нафтопродуктів (дизельне паливо, автомобільний бензин, паливо для реактивних двигунів) по магістральних нафтопроводах і нафтопродуктопроводах. Насоси відцентрові, вертикальні, багатоступінчасті з шнеко-відцентровим першим щаблем, з кінцевими механічними ущільненнями торцевого типу. В якості привода насосів використовуються асинхронні електродвигуни. Передача крутного моменту від двигуна до насоса здійснюється за допомогою валу двигуна з'єднаного з валом робочого колеса за допомогою пружної пластинчастої муфти. Вхідний та напірний патрубкі насосів спрямовані у протилежні сторони, осі патрубків розташовані на одній лінії – виконання "in-line". Опорами ротора є: верхній опорно-упорний підшипник кочення і нижній гідродинамічний підшипник ковзання (мастило середовищем, що перекачується). Насоси спроектовані відповідно до вимог стандарту API 610.

Рис. 1.2 – Загальний вигляд насосного агрегату типу АНМВ

Насосний агрегат призначений для експлуатації у вибухонебезпечних зонах 2-го класу, при нижньому значенні температури в мінус 60 ° С і верхньому в плюс 40 ° С.

Подача рідини 800 м³/год з напором у 400 м. Швидкість обертання валу двигуна і відповідно робочого колеса насосу 1500 обертів/хвилину.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

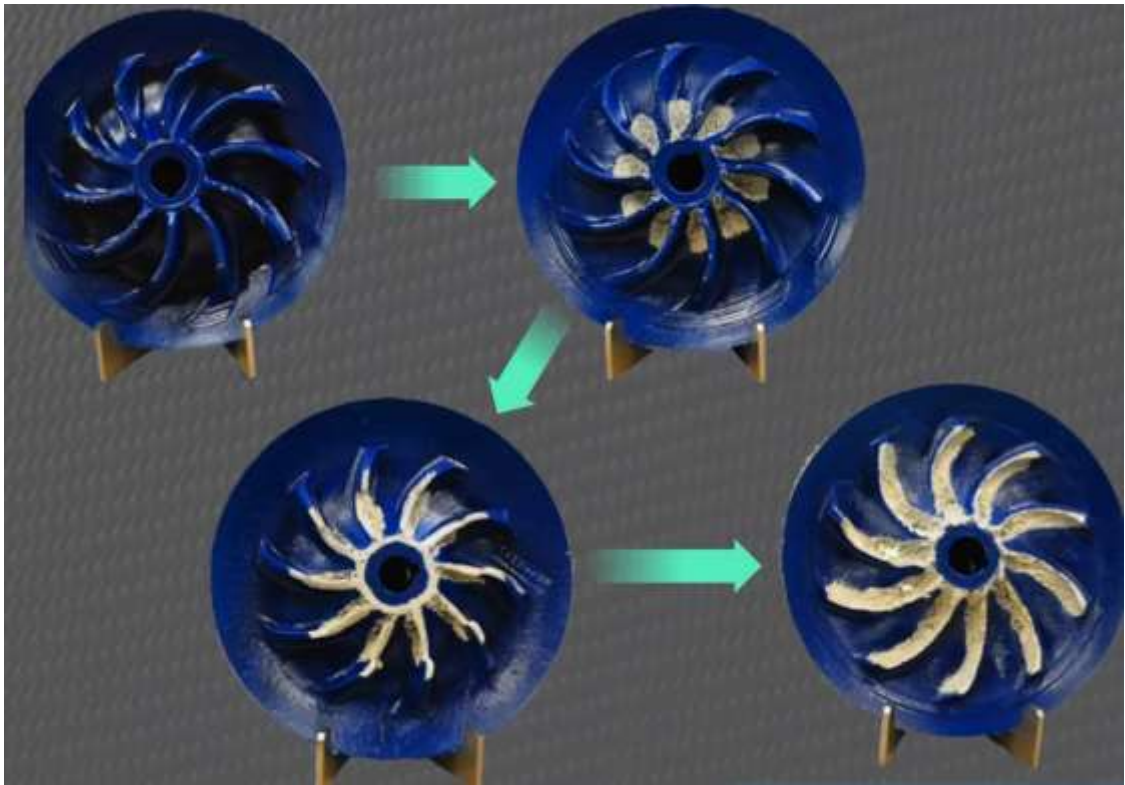


Рис. 1.4 – Робоче колесо насоса під тривалою дією кавітації

Основною ознакою кавітації є ненормально високий шум при роботі насоса, також підвищення вібрації його деталей, нерівномірний потік на виході з насоса.

Для попередження кавітації і її негативних наслідків, необхідно щоб статичний тиск на вхідній частині насоса був вище на певне значення від тиску насиченої пари. Ця різниця носить назву NPSH (Net Positive Suction Head). Для кожного насоса це значення персональне і залежить також від розташування насоса в системі.

1. 5. Умови та правила експлуатації насосного агрегата АНМВ 800-400

В першу чергу даний насосний агрегат призначений для транспортування нафти та нафтопродуктів по магістральним трубопроводах. Він призначений для експлуатації у вибухонебезпечних зонах класу 2 згідно ГОСТ 30852.9-2002 і класам В-1а, В-1г згідно з ПУЕ, в яких можливе утворення вибухонебезпечних сумішей категорії ПА згідно ГОСТ 30852.11-2002, групи вибухонебезпечних сумішей Т3 ГОСТ 30852.5-2002 і ПУЕ. Насос виготовляється для експлуатації в кліматичному виконанні УХЛ, при категорії розміщення 1 по ГОСТ 15150-69, нижньому значенні температури навколишнього повітря мінус 60 ° С і верхньому плюс 40 ° С, а також при температурі нафти та нафтопродуктів в середині насоса не нижче мінус 60 ° С і не вище плюс 40 ° С. Насос встановлюється на відкритому майданчику і має постійний режим роботи.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для включення насоса повинні бути попередньо виконані певні необхідні операції, зазначені в експлуатаційній документації, а саме:

– відкрити засувку на вході в насос, заповнити насос, відкривши клапан випуску повітря з насоса (вручну);

– забезпечити тиск нафтопродуктів (нафти) на вході в насос не менше величини, що забезпечує уникнення ефекту кавітації (необхідний над кавітаційний тиск на вході NPSHr (Net Positive Suction Head)) (допускається кавітаційний запас ($\Delta h_{\text{доп}}$) ≥ 3 м;

– положення засувки на виході насоса повинно відповідати програмі пуску №1 (на повністю відкриту вихідну засувку? при наявності протитиску в напірному колекторі).

Допускається пуск насоса на закриту засувку на виході з насоса (програма пуску №2).

Забороняється робота насоса на закриту засувку на напірному трубопроводі більше трьох хвилин.

Безпосередньо перед пуском насоса проводиться контроль наступних основних параметрів:

– засувка на вході в насос відкрита;

– засувка на виході з насоса відкрита (при наявності протитиску в напірному колекторі).

Допускається пуск на закриту засувку на виході з насоса. Робота насоса на закриту засувку на напірному трубопроводі не більше трьох хвилин;

– тиск на вході в насос $10 \text{ кПа} (0,1 \text{ кг/см}^2) \leq P_{\text{вх}} \leq 250 (2,5 \text{ кг/см}^2) \text{ кПа}$. Дане значення не повинно бути менше значення, що забезпечує безкавітаційну роботу насоса ($- 0,5 \text{ кг/см}^2$);

– температура перекачувальної рідини не перевищує 40°C і не нижче 5°C ;

– забезпечений обігрів вузлів насоса при зниженні температури нижче 10°C ;

– готовність вхідного та вихідного колекторів;

– відсутність аварії засувок на вході та на виході корпусу насоса;

– наявність напруги в ланцюгах управління засувок на вході в насос і на виході з насоса;

– корпус насос заповнений перекачувальною рідиною, про це будуть свідчити сигналізатори рівня.

Після перевірки і наявності всіх вище зазначених параметрів готовності вважається, що насос готовий до пуску і можливий його пуск відповідно до обраного режиму управління.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.6 Висновки

В даному розділі було розглянуто насосний агрегат як об'єкт технології, описано принцип роботи відцентрового насоса, його конструкцію. Наведено опис насосного агрегата АНМВ 800-400, його основне призначення та його основні характеристики, описані його основні умови та правила експлуатації. Описані головні проблеми при експлуатації насосних агрегатів, такі як кавітація, наведені основні ознаки для виявлення таких проблем і описані засоби для їх попередження.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТА АНМВ 800-400

2. 1. Загальні відомості про автоматизовану систему управління (АСУ)

Задач пов'язаних з автоматизацією виробничих процесів безліч, але всі вони зводяться до одного – створення системи управління будь то машинами, агрегатами, верстатами, технологічним процесом, лініями виробництва.

Система – це сукупність взаємопов'язаних елементів, що разом утворюють певну цілісність, єдність, вони взаємодіють із середовищем та між собою з певною метою.

Управління – це сукупність цілеспрямованих дій, що включає оцінку ситуації та стану об'єкта управління, вибір керівних дій і їх реалізацію. Під час управління повинен відбуватися такий цілеспрямований вплив на об'єкт управління, при якому цей об'єкт перейде з його поточного стану в необхідний для управляючого стан.

Система управління (СУ) – це сукупність ланок та засобів а також зв'язків між ними, які чинять певний вплив на об'єкт управління для досягнення ним певної необхідної мети, певного стану.

Об'єкт управління (ОУ) – це частина системи, на яку впливає система управління для досягнення ОУ певної мети, результату, стану.

У будь-якому процесі управління існує об'єкт, яким управляють (верстат, підприємство, технологічний процес) і орган, який здійснює управління (технічний засіб, людина, контролер). У процесі управління цей орган отримує інформацію про стан зовнішнього середовища, де перебуває об'єкт і з яким він пов'язаний, про стан самого об'єкту, а також про його параметри. Уся ця інформація сприймається управляючим органом, який виробляє на її основі управляючу інформацію і передає її виконавчому органу. На основі управляючої інформації від керуючого органа виконавчий орган здійснює керуючий вплив на об'єкт управління. (Рис. 2.1 Спрощена структурна схема СУ)

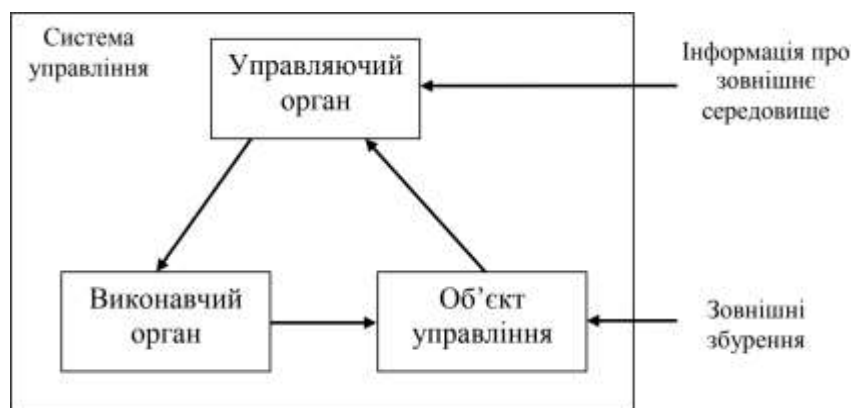


Рис. 2.1 – Найпростіша структурна схема СУ

										Арк.
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Управління завжди здійснюється для досягнення певної зазначеної мети, вона завжди конкретна для заданого об'єкта управління і пов'язана зі станом об'єкта та середовища, в якому він перебуває в даний момент часу.

Серед усіх видів інформації особливо важливою є інформація, що поступає через лінії зворотного зв'язку від об'єкта управління. У системах управління за його допомогою в керуючу частину надходить інформація про наслідки управління об'єктом, тобто інформація про новий стан об'єкта, який виник під впливом управляючих дій.

Систему управління поділяють на два основні класи: системи автоматичного управління (САУ) і автоматизовані системи управління (АСУ). У САУ управління об'єктом або системою здійснюється автоматичними пристроями без безпосередньої участі людини. Основні функції САУ: автоматичний контроль і вимірювання, автоматична сигналізація, автоматичний захист, автоматичний пуск і зупинка різних двигунів і приводів, автоматична підтримка заданих режимів роботи устаткування, автоматичне регулювання. На відміну від САУ, АСУ є людино-машинними системами, тобто у роботі АСУ необхідна безпосередня участь людини – оператора. На оператора покладаються функції прийняття найважливіших рішень і відповідальності за прийняті рішення. АСУ є системами, що використовують сучасні економіко-математичні методи, засоби електронно-обчислювальної техніки, а також нові організаційні принципи для пошуку і реалізації ефективного управління об'єктом.

Більш високі вимоги до якості управління за рахунок підвищення кількості контрольованих параметрів, здійснення більш точного і комплексного контролю сировини і проміжних продуктів, оптимального управління об'єктами на основі їх математичної моделі створили передумови до використання систем – АСУТП (Автоматизовані системи управління технологічними об'єктами). У цих системах об'єднуються вирішення завдань контролю і регулювання технологічних процесів, вибору оптимальних режимів і алгоритмів управління.

Автоматизована система управління технологічними процесами (АСУТП) – це сукупність апаратно-програмних засобів, які здійснюють контроль і управління технологічними процесами, підтримують зворотний зв'язок, впливають на хід процесу при відхиленні його від заданих параметрів, забезпечують регулювання і оптимізацію керованого процесу. АСУТП має такі основні особливості:

- в АСУТП застосовується великий об'єм технічних засобів і більшість обчислювальних процесів;
- АСУТП функціонує в режимі реального часу і керує станом та параметрами об'єкта в темпі технологічного процесу;

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підсистема аналогового введення перетворює аналогові фізичні величини в форму, придатну для використання в пристроях управління в переважній більшості випадків в постійний струм або напругу. В залежності від вартості, технічних вимог і характеристик є можливість варіації структури підсистеми аналогового введення на основі вибору методу обробки аналогових сигналів. Структура паралельної обробки аналогових сигналів, що надходять від датчиків. Забезпечує найвищу продуктивність і якість перетворення сигналів внаслідок можливості підсистеми забезпечити потрібний рівень сигналу на вході аналого-цифрового перетворювача (АЦП) в кожному каналі. Також є структури послідовної обробки аналогових сигналів, які реалізуються за допомогою мультиплексування (продуктивність напряму залежить від якості та параметрів АЦП), структури аналогових схем вибірки-зберігання для фіксації аналогових сигналів на вході АЦП та деякі інші.

Підсистема аналогового виведення багато в чому нагадує підсистему аналогового введення, використовується для подання на об'єкт управління сигналів у вигляді напруги або струму, які змінюються в часі за необхідним законом. При перетворенні цифрових даних в аналоговий сигнал за допомогою ЦАП виділяють дві конфігурації підсистем аналогового виведення:

- з цифро-аналоговим перетворювачем в кожному каналі;
- з одним ЦАП, який працює в режимі розподілу часу.

Перша конфігурація застосовується там, де є потреба у високій швидкості і точності.

2. 2. Головні завдання які повинна забезпечувати автоматизована система управління насосного агрегата НМВ 800-400

Звісно в першу чергу система управління повинна забезпечувати автоматичний контроль головних параметрів, якими є температура та тиск нафти та нафтопродуктів на вході та на виході з насосного агрегату. Головною ціллю є надання нафті достатнього тиску для того щоб вона могла подолати необхідну відстань до точки збору, або до наступної насосно – перекачувальної станції. Для цього системі автоматизації необхідно збирати дані з давачів, обробляти їх та надавати оператору. Автоматично подавати сигнали на виконавчі механізми для забезпечення підтримки необхідним параметрів на заданому рівні, або на рівні який задає оператор.

Система управління повинна в першу чергу забезпечувати:

- 1) управління насосом у всіх режимах, передбачених технологічною схемою нафто-перекачувальної станції;

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) контроль технологічних параметрів. Метрологічні характеристики КВП, що поставляються з насосом, повинні відповідати РД-35.240.50-КТН-109-17. Основна наведена похибка вимірювань температури підшипників насоса, корпусу насоса і охолоджуючої рідини в камері торцевих ущільнень повинна бути не більше 1,0%, віброшвидкості не більше 10%, рівня рідини ± 10 мм;

3) захисне відключення насоса;

4) попереджувальну і аварійну сигналізацію зі збереженням інформації про несправності;

5) контроль поточного основного стану насоса (в роботі, зупинено, запускається, зупиняється);

6) контроль додаткових станів насоса (готовий до пуску, гарячий резерв, йде програма пуску, йде програма зупинки);

7) контроль поточного стану засувки (відкрита, закрита, в проміжному положенні, відкривається, закривається);

8) контроль додаткового стану засувки:

1. аварія;
2. несправність;
3. немає напруги в системі управління.

Система автоматизації повинна включати в себе комплекс технічних і програмних засобів для управління насосом відповідно до РД-35.240.50-КТН-109-17 і повинна передбачати підключення КВП, що поставляються в комплекті з насосом.

Система автоматизації повинна безперервно виробляти контроль технологічних параметрів, сигналізації, захистів, а також контроль зазначених величин.

Спрацьовування захистів насоса здійснюється за наступних умов:

- 1) при аварійній максимальній температурі, аварійним вибокам з витримкою часу 1с;
- 2) при аварійній максимальній вібрації для нестационарного (пускового) режиму протягом 30 с від моменту подачі команди на включення приводу з витримкою часу 5с;
- 3) при аварійній максимальній вібрації для стаціонарних режимів через 30с від моменту подачі команди на включення приводу з витримкою часу 10с;
- 4) при аварійній максимальній вібрації «поріг 2» з витримкою часу 2с;
- 5) при недостовірності вимірювань з витримкою часу 1с:
 1. по температурі підшипників насоса;
 2. по температурі корпусу насоса;

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- б) при недостовірності вимірювань датчиків вібрації встановлених на насосі з витримкою часу 2 с;
- 7) при аварійному мінімальному тиску на виході працюючого насоса, з витримкою часу 7 с;
- 8) при закритті засувки працюючого насоса з витримкою часу 60 с;
- 9) при невиконанні програми пуску насоса;
- 10) при невиконанні команди зупинки насоса з витримкою часу до 70 с;
- 11) при несанкціонованому відключенні насоса з витримкою часу 3 с;
- 12) при несанкціонованому включенні насоса;
- 13) при несправності ланцюгів контролю насоса.

Умови спрацьовування захистів за максимальної аварійної вібрації насоса повинні відповідати вимогам розділу 6 РД-35.240.50-КТН-109-17.

2.3 Висновки

В даному розділі описано головні причини для створення АСУ, наведені її беззаперечні переваги у порівнянні з іншими способами управління технологічними процесами. Наведено опис основних структурних частин систем автоматизації, приведені найпростіша і типова структурні схеми АСУ, описані зв'язки між їх елементами. Описані головні задачі АСУ як загальні так і безпосередньо задачі автоматизації насосного агрегата АНМВ 800-400.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 АЛГОРИТМ РОБОТИ ТА КОНТУРИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТА АНМВ 800-400

3. 1. Контроль параметрів насосного агрегата

Система автоматизованого управління повинна безперервно проводити контроль і реєстрацію значної кількості параметрів насосного агрегата, основні з них зазначені нижче.

Основні параметри які підлягають контролю та індикації:

- 1) температура корпусу насоса (мінус 15 – плюс 50° C);
- 2) температура підшипників (10 – 90° C);
- 3) температура торцевого ущільнення (10 – 75° C);
- 4) тиск рідини на вході в насос (мінус 0,08 – плюс 0,3МПа (мінус 0,8 – плюс 3кг/см²));
- 5) тиск рідини на виході з насосу (0 – 5,3 МПа (0 – 54 кг/см²));
- 6) температура перекачувальної рідини (5 – 40° C);
- 7) індикація вібрації підшипників та корпусу;
- 8) індикація рівня перекачувального середовища в середині корпусу насоса;
- 9) індикація положення засувки на вході та виході із насоса;
- 10) температура охолоджувальної рідини ();
- 11) тиск охолоджувальної рідини ();

При виході зазначених нижче параметрів за допустимі норми виконується попереджувальна сигналізація:

- 1) при підвищенні температури підшипника насоса $\geq 80^{\circ} \text{C}$;
- 2) при підвищенні температури торцевого ущільнення насоса $\geq 75^{\circ} \text{C}$;
- 3) при підвищенні температури корпусу насоса $\geq 45^{\circ} \text{C}$;
- 4) при зниженні рівня масла в підшипнику насоса;
- 5) при підвищенні вібрації насоса для НЕ стаціонарного (пускового) режиму роботи (час після пуску менше 30 с) $\geq 8,9 \text{ мм / с}$;
- 6) при підвищенні вібрації насоса для стаціонарного режиму роботи (час після пуску більше 30 с) $\geq 6,0 \text{ мм / с}$;

Аварійна сигналізація і захисне відключення насоса виконуються при виході параметрів за норми зазначені нижче:

- 1) при підвищенні температури корпусу насоса $\geq 50^{\circ} \text{C}$;
- 2) при підвищенні температури підшипників насоса $\geq 90^{\circ} \text{C}$;

										Арк.
										18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-81.1.151.04.ПЗ

- 3) при підвищенні рівня витоків нафти з торцевого ущільнення насоса ≥ 69 мм від дна склянки;
- 4) при підвищенні вібрації насоса для НЕ стаціонарного (пускового) режиму роботи (час після пуску менше 30 с) $\geq 11,2$ мм / с;
- 5) при підвищенні вібрації насоса для стаціонарного режиму роботи (час після пуску більше 30 с) $\geq 7,1$ мм / с;
- 6) зниження тиску на вході \leq мінус 0,08 МПа (\leq мінус 0,8 кгс/см²);
- 7) зниження тиску охолоджуючої рідини в камері ущільнення торця, $\leq 0,75$ МПа ($\leq 7,36$ кгс/см²).

Також аварійна сигналізація і захисне відключення насоса виконуються при недостовірності вимірювань, недостатніх вимірюваннях, несправностях, невиконанні команд, а саме:

- 1) при недостовірності вимірювань температури підшипників насоса, температури корпусу насоса;
- 2) при недостовірності вимірювань вібрації в групі датчиків встановлених на підшипнику насоса;
- 3) при несправності, відсутності напруги живлення вторинних приладів захистів насоса (контролю вібрації, контролю температури, і т. Д.);
- 4) при закритті засувки працюючого насоса;
- 5) при невиконанні програми пуску насоса;
- 6) при невиконанні команди зупинки насоса;
- 7) при несанкціонованому відключенні насоса;
- 8) при несанкціонованому включенні насоса;
- 9) при несправності ланцюгів контролю насоса;
- 10) при аварійному відключенні насоса кнопкою «Стоп» (за місцем).

3. 2. Функціональна схема автоматизації

На основі задач які мають виконуватися автоматизованою системою управління, а також на основі параметрів, які підлягають контролю та індикації за допомогою цієї системи складена схема інформаційно – матеріальних потоків (Рис. 3.1).

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

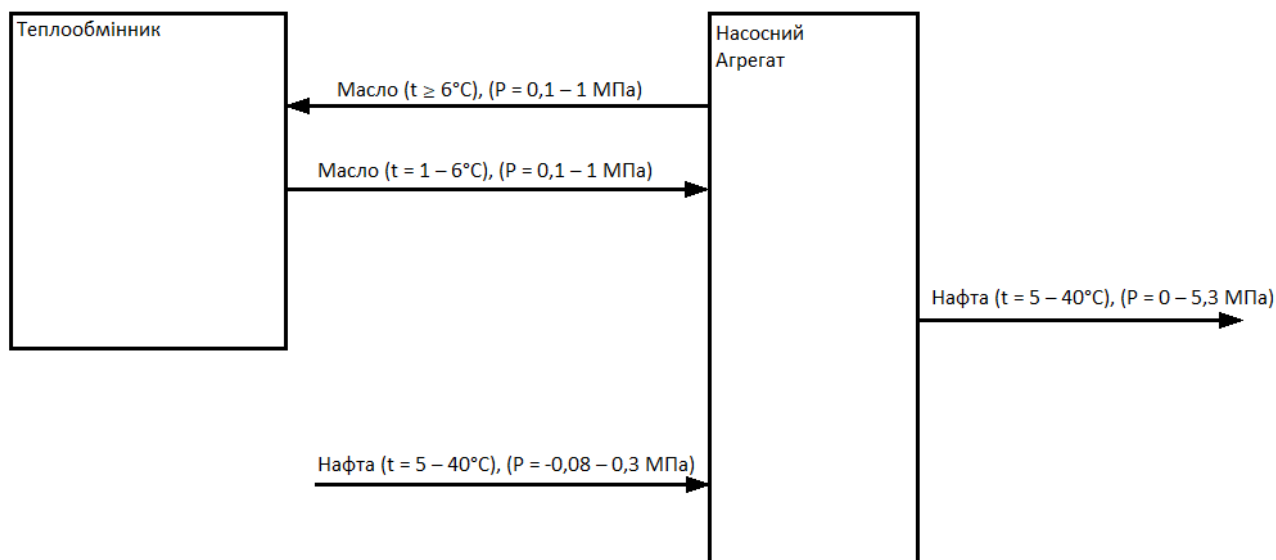


Рис. 3.1 – Схема інф-мат потоків АСУ насосного агрегата АНМВ 800-400

Головним завданням цієї системи автоматизації є підтримання необхідного тиску нафти та нафтопродуктів на вході та на виході з насосного агрегата, а також слідкування за тим щоб їх температура не перевищувала задані норми. Друге в свою чергу, певною мірою, досягається за допомогою системи охолодження (теплообмінник на схемі). Сам по собі насосний агрегат лише передає потоку нафти кінетичну енергію, за рахунок цього збільшуючи її тиск на виході з насоса, без якоїсь суттєвої зміни її температури, але за рахунок того що вал робочого колеса і вал двигуна обертаються, в місцях де вони кріпляться в корпусі, буде присутнє тертя на високих швидкостях обертання, а це як раз в свою чергу і буде призводити до підняття температури деталей (підшипники, торцеве ущільнення), а слідом за ними і корпусу насоса. Звісно при великих об'ємах перекачуваної нафти на її температуру це майже ніяк не скажеться, але це може суттєво вплинути на довговічність елементів насосного агрегата. Саме це і є основною причиною використання системи охолодження. Під час її використання потрібно слідкувати за температурою охолоджувальної рідини, а також за її тиском, він має бути достатнім для повноцінної циркуляції її між елементами насосного агрегата і повернення її в теплообмінник для повторного охолодження.

На базі схеми інформаційно – матеріальних потоків розроблену функціональну схему автоматизації насосного агрегата (Рис. 3.2).

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попереджувальна сигналізація, що повідомляє про це оператора, який уже в і буде приймати рішення. Тиск в свою чергу на виході не може бути менше 0 і не може перевищувати той, що створюється при максимальних оборотах електродвигуна, але його контроль в специфічних випадках може бути для нас важливим. Для регулювання тиску на виході з насоса, нам потрібно як правило змінювати частоту обертання електродвигуна, який крутить робоче колесо насоса. Для цього у нас є датчик SE(26) який інформує нас про швидкість обертання двигуна, а також сигнал (27), який відправляється на вхід частотного перетворювача, який в свою чергу буде змінювати частоту струму який живить електродвигун і як наслідок змінювати його швидкість обертання. Давач температури TE(11) інформує про температуру обмоток електродвигуна, якщо вона перевищує 90 ° С відбувається попереджувальна сигналізація, при перевищенні температурою 115 ° С відбувається аварійна сигналізація і згодом захисне відключення насосного агрегата. Охолодження електродвигуна передбачене за допомогою вентилятора на зворотній частині його валу.

За результатами проведеного аналізу функціональної схеми автоматизації і алгоритму роботи насосним агрегатом, а також на основі параметрів і завдань які підлягають контролю зі сторони автоматизованої системи управління можна скласти таблицю вихідних сигналів.

Таблиця 3.1 – Таблиця вхідних сигналів системи автоматизації насосного агрегату

№	Сигнал	Необхідний діапазон	Тип сигналу	Кількість точок вимірювання
1	Температура підшипників	0 – 100°C	4 – 20 мА	3
2	Температура торцевого ущільнення	0 – 90°C	4 – 20 мА	1
3	Температура корпусу насоса	Мінус 15 – 50°C	4 – 20 мА	1
4	Температура обмоток електродвигуна	0 – 120°C	4 – 20 мА	1
5	Температура перекачувальної рідини	0 – 50°C	4 – 20 мА	2
6	Тиск перекачувальної рідини на вході в насос	Мінус 0,08 – 0,3МПа	4 – 20 мА	1
7	Тиск перекачувальної рідини на виході з насоса	0 – 5,3 МПа	4 – 20 мА	1

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 3.1 – Продовження

8	Положення засувки на вході та на виході насоса	–	4 – 20 мА	2
9	Вібрація підшипників агрегата	0 – 18 мм / с	4 – 20 мА	3
10	Вібрація корпусу насоса	0 – 18 мм / с	4 – 20 мА	1
11	Наповненість корпусу насоса перекачувальною рідиною	0 – 1	Контакт	1
12	Положення огорожі сполучної муфти	0 – 1	Контакт	1
13	Швидкість обертання електродвигуна	0 – 1500 об / хв	4 – 20 мА	1

3. 4. Алгоритм управління системою охолодження

Звісно якщо насосний агрегат буде працювати у безперервному режимі, як цього від нього і потребують, рано чи пізно його деталі, між якими відбувається тертя, перегріються і насосний агрегат доведеться зупинити. Для запобігання цього в автоматизованій системі управління передбачена система охолодження. Система охолодження в першу чергу працює для охолодження підшипників насосного агрегату, торцевого ущільнення, а також корпусу насоса.

Система охолодження представляє з себе бак з охолоджувальною рідиною (в нашому випадку масло), в середині якого знаходиться випаровувач системи охолодження. Випаровувач на виході з'єднаний з компресором, а на вході до нього під'єднана капілярна трубка. На виході компресор з'єднаний з конденсатором, а той в свою чергу з капілярною трубкою, коло замикається.

В блоці охолодження по колу циркулює холодоагент, він в рідкому стані і під високим тиском подається в капілярну трубку, її діаметр значно менше попереднього діаметра трубки і вона має досить велику протяжність, за рахунок цього виходить великий перепад тиску на вході і на виході (на виході тиск значно нижчий). Через зменшення тиску холодоагент починає випаровуватися, а теплову енергію необхідну для випаровування він бере з оточуючого середовища, в результаті чого, температура оточуючого середовища знижується, саме це нам і

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-81.1.151.04.ПЗ

потрібно, адже тепло буде забиратись від масла в баку, тим самим понижуючи його температуру. Після проходження всього простору якому необхідно охолодження холодоагент повністю перетворюється на пар. Це був процес випаровування, далі буде іти обернений йому процес конденсації. Для цього потрібен компресор, який буде відновлювати тиск до початкового, але за рахунок цього підніметься і температура газу. Зараз холодоагент знаходиться під високим тиском і з високою температурою. Далі газ потрапить у конденсатор, який буде виділяти тепло в зовнішнє середовище, за рахунок цього температура газу знизиться і пар конденсується в рідину (холодоагент повернеться в свій початковий стан (рідина з високим тиском)).

За допомогою датчика TE(22) в нас відбувається найважливіший контроль в системі охолодження – контроль температури охолоджуючої рідини. Сама по собі система охолодження може працювати лише коли працює компресор. В залежності від значень які будуть приходити на контролер від давача TE(22), система буде відправляти сигнал (24) на вхід компресора, тим самим вмикаючи, або вимикаючи його (при зниженні температури охолоджуючої рідини нижче 1 ° C компресор буде вимикатися, при підвищенні вище 5 ° C вмикатися, тим самим утримуючи температуру охолоджуючої рідини на необхідному оптимальному рівні, економлячи при цьому електроенергію). Давач тиску PE(21) інформує оператора лише про тиск охолоджуючої речовини в баку, запобігаючи надлишковому тиску який може створюватися і глибоко впливати на працездатність системи. Давач рівня LE(23) інформує про рівень наповнення бака при першому його заповненні, або після проведення ремонтних робіт. Для повної і безперебійної циркуляції охолоджувальної рідини по колу (охолоджуючи деталі насосного агрегата і повертаючись назад до баку), потрібно використовувати додатковий циркуляційний насос, який створюючи підвищений тиск в каналі виходу охолоджуючої рідини з баку, забезпечить це. Сигнал (25) регулює швидкість обертання циркуляційного насоса, як результат змінюючи тиск охолоджуючої речовини на виході. Датчик тиску PE(20) інформує про тиск на виході з циркуляційного насоса і на вході до деталей насосного агрегата, якщо тиск за межами норми, відбувається попереджувальна сигналізація, для уникнення аварій передбачена засувка, яка контролюється сигналом GE(18) який поступає від оператора, змінюючи положення даної засувки також можна додатково контролювати тиск і напір охолоджуючої рідини на вхід до насосного агрегату.

За результатами проведеного аналізу функціональної схеми автоматизації і алгоритму роботи системи охолодження насосного агрегата, а також на основі параметрів і завдань які підлягають контролю зі сторони автоматизованої системи управління можна скласти таблицю вихідних сигналів.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.2 – Таблиця вхідних сигналів системи охолодження насосного агрегата

№	Сигнал	Необхідний діапазон	Тип сигналу	Кількість точок вимірювання
1	Температура охолоджуючої рідини в баку	0 – 50°C	4 – 20 мА	1
2	Тиск охолоджуючої рідини на вході в насосний агрегат	0,1 – 1 МПа	4 – 20 мА	1
3	Положення засувки на вході в насосний агрегат	–	4 – 20 мА	1
4	Рівень охолоджуючої рідини в баку	0 – 1,5 м	4 – 20 мА	1

На основі вхідних сигналів, а також виходячи з функціональної схеми автоматизації. Враховуючи параметри і завдання які підлягають контролю зі сторони автоматизованої системи управління можемо виконати вибір необхідних виконавчих механізмів.

3.5 Висновки

В даному розділі наведено перелік основних параметрів насосного агрегата АНМВ 800-400, які підлягають контролю та індикації зі сторони АСУ. Побудовану схему інформаційно-матеріальних потоків, а на її основі функціональну схему автоматизації. На основі технологічного процесу і контрольованих параметрів створено і описано алгоритм роботи насосного агрегату і його системи охолодження. Приведений перелік основних вхідних сигналів.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Виходячи з усього зазначеного вище можна виконати вибір необхідних виконавчих механізмів.

4. 1. Давачі та виконавчі механізми насосного агрегату

В якості давачів температури для підшипників, корпусу насоса, торцевого ущільнення, а також обмоток електродвигуна вирішено використовувати термоперетворювачі опору ТС – 1388 / 2 – 2. Дані давачі температури повністю задовольняють поставленим вимогам. В першу чергу вони призначені для вимірювання температури твердих тіл, підшипників, обмоток електричних машин, можуть використовуватися в зонах із утрудненим доступом для обслуговування. Останнє в великій мірі можливе завдяки високій надійності даних приладів, після одноразової перевірки після виготовлення немає необхідності в періодичній перевірці даних приладів протягом терміну служби. Дані давачі можуть використовуватися на об'єктах з вогнебезпечними речовинами, а також при хімічному, бактеріологічному, радіаційному забрудненнях, що звісно для нашої системи автоматизації цікаво менше. Великим плюсом також є гнучке налаштування варіантів виконання. Це в свою чергу дає нам можливість точно підібрати необхідне виконання, вибухозахищене (іскробезпечне електричне коло), віброміцне, сейсмостійке, код замовлення ExBC. Звісно дані давачі мають діапазон вимірюваних температур мінус 50 – 200 °С, що повністю підходить для усіх поставлених потреб. Корпус може бути виконаний у платиновому, мідному, або сталевому варіанті.

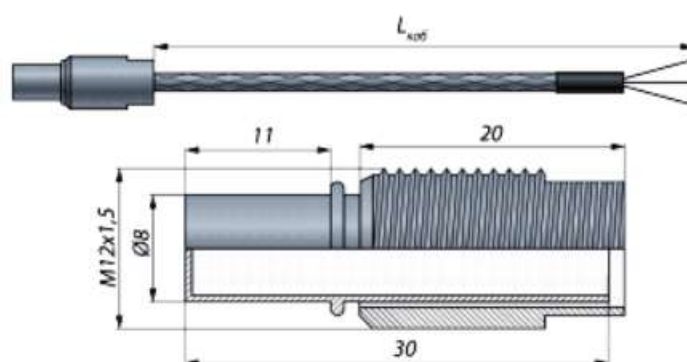


Рис. 4.1 – Загальний вигляд термоперетворювача опору ТС – 1388 / 2 – 2

Для контролю параметрів рідини на вході та на виході з насоса, а саме тиску і температури перекачувальної рідини найкращим рішенням може бути використання багатопараметричного перетворювача Rosemount 3051SMV. Даний давач здатний вимірювати такі параметри як статичний тиск, перепад тиску, та температуру процесу у всіх можливих комбінаціях, а також на їх основі створювати уніфікований сигнал постійного струму 4 – 20 мА,

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Основними елементами приводного механізму, що з'єднується зі штоком засувки за допомогою спеціальної втулки, є електродвигун та редуктор. Залежно від керуючих сигналів, що надходять, двигун через передавальний механізм впливає на шток, переміщуючи затвор у положення «відкрито» або «закрито», а також зупиняючи його в проміжному положенні. Електропривод оснащується кінцевим вимикачем і муфтою обмеження крутного моменту, які відключають електродвигун відповідно при досягненні засувкою крайніх положень, або перевищенні встановленого значення зусилля, що додається для обертання штока. Можливість обмеження моменту, що крутить, дозволяє запобігти пошкодженню арматури і приводу у разі його заклинювання або неможливості закриття затвора через попадання в арматуру стороннього предмета.



Рис. 4.3 – Загальний вигляд засувки з електроприводом 30с976нж

В якості засувки, вибрана засувка з електроприводом 30с976нж. Вона застосовується для встановлення на трубопроводах з транспортування рідких та газоподібних середовищ: вода, пара, газ, нафта, нафтопродукти, бензин, дизельне паливо, мастильні матеріали, олія та інші, в якості запірного пристрою для перекриття подальшого руху потоку робочого середовища. Діаметр трубопроводу може бути 50 – 500 мм, номінальний тиск 6,3 МПа, температура

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перекачувальної рідини від мінус 70 °С і до плюс 450 °С, температура оточуючого середовища від мінус 40 °С і до плюс 120 °С. Корпус виготовляється зі сталі, а робочий орган і ущільнення із нержавіючої сталі. Керування здійснюється дистанційно, отримуючи сигнали управління двигун впливає на шток, цим самим змінюючи положення затвора, а в залежності від положення затвора формує на вихід уніфікований сигнал 4 – 20 мА.

Даний виконавчий механізм і по суміжності давач положення засувки повністю задовольняє параметрам поставленим перед системою автоматизації і параметрам які впливають з технологічного процесу.

В якості давачів вібрації підшипників та корпусу насоса використано датчики віброшвидкості DVA141.



Рис. 4.4 – Загальний вигляд датчика віброшвидкості DVA141

Віброперетворювачі DVA призначені для вимірювання рівня віброприскорення, віброшвидкості, вібропереміщення. Принцип дії віброперетворювачів заснований на перетворенні вібрації контрольованого об'єкта в пропорційний електричний сигнал, а також подальшій його обробці. Обробка полягає у обчисленні рівнів віброприскорення, віброшвидкості та вібропереміщення. Усі обчислені значення доступні для перегляду цифрового інтерфейсу. Залежно від модифікації одне з обчислених значень видається на аналоговий вихід. Значення зчитуються з трьох координат (X, Y, Z) і передаються через уніфікований сигнал 4 – 20 мА. Діапазон вимірюваних параметрів 0 – 20 мм/с, при температурі від мінус 40 °С і до плюс 75 °С. Підключення віброперетворювачів до зовнішніх ланцюгів

										Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-81.1.151.04.ПЗ					

здійснюється за допомогою кабелю, герметично з'єданого з корпусом віброперетворювача або через роз'єм, розташований на його корпусі.

Для індикації наповненості корпусу насоса перекачувальним середовищем



використовується вібродатчик граничного рівня Liquiphant M FTL51. Його можна використовувати в усіх типах рідин, можна використовувати у вибухонебезпечних зонах і вогненебезпечних зонах. Робоча температура від мінус 50 °С і до плюс 150 °С, робочий тиск до 10 МПа. Значною перевагою є те що для його роботи достатньо просто закріпити його на зовнішній частині резервуару, без його пошкодження. Допустимий великий вибір вихідних сигналів, але в нашому випадку цікавий лише контактний сигнал, який подається при заповненні корпусу.

В якості сигналізатора положення огорожі сполучної муфти використано звичайне контактне реле кінцевих положень РК-301 КП. Воно в першу чергу призначено для контролю положення рухомих елементів технологічних агрегатів та комутації електричних ланцюгів при досягненні рухомих елементом контрольованого становища.

Реле представляє з себе магнітокерований датчик з герконовим

Рис. 4.5 -
Liquiphant M
FTL51
Загальний
вигляд

комутаційним елементом. За відсутності впливу на штовхач, пов'язаний з постійним магнітом, геркон знаходиться поза магнітним полем, при цьому рухливий контакт геркона замкнений з одним з нерухомих контактів, а з другим - розімкнутий. При переміщенні штовхача, а разом з ним і магніту, магнітне поле впливає на геркон, викликаючи його спрацьовування. При спрацьовуванні геркона його рухомий контакт розмикається з першим нерухомих контактом і замикається з другим. При знятті зусилля з штовхача, зворотна пружина переміщує магніт і штовхач у вихідне положення, рухливий контакт геркона повертається у вихідне положення.

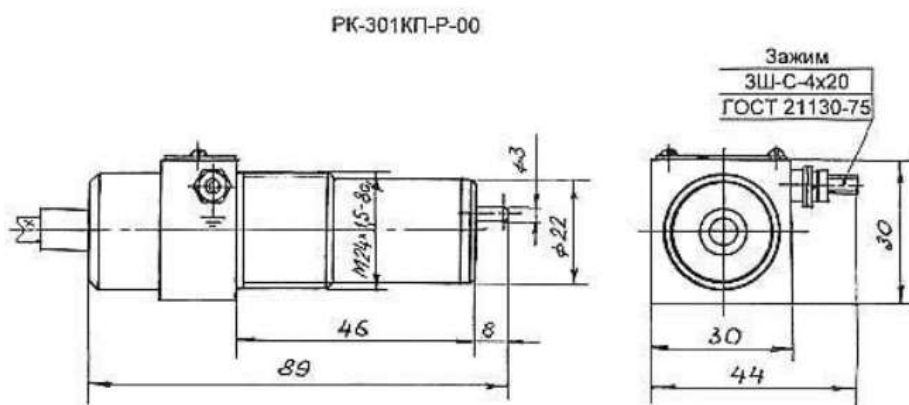


Рис. 4.6 – Загальний вигляд РК-301 КП

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Рис. 4.8 – Rosemount 765 загальний вигляд

В якості давача тиску охолоджуючої рідини перед входом в насосний агрегат використано давач тиску EC1510.



Рис. 4.9 – Загальний вигляд давача тиску EC1510

Даний перетворювач тиску працює в діапазоні 0 – 1,6 МПа, з похибкою до 1%. Робоча температура мінус 20 °С і до плюс 80 °С, з можливим короткочасним підвищенням до мінус 40 °С і до плюс 105 °С. На виході формує один із уніфікованих сигналів, у томі числі і 4 – 20 мА.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для нормальної циркуляції охолоджуючої рідини необхідною частиною буде додатковий циркуляційний насос.

Циркуляційний насос Grundfos UPS 25-70 забезпечить стабільну циркуляцію рідини по контуру охолодження. В якості рушійної сили використовується асинхронний двигун потужністю 50 Вт. Тиск на виході становить 1 МПа, максимальна продуктивність до 3м³/год. Температура перекачувального середовища від мінус 25 °С і до плюс 110 °С.



Рис. 4.10 – Циркуляційний насос Grundfos UPS 25-70

4. 3. Вибір ПЛК

Процес управління за заданим алгоритмом роботи агрегата, збір даних від датчиків і направлення цих даних до оператора, а також формування та подача управляючих сигналів на виконавчі механізми здійснюється за допомогою програмованого логічного контролера (ПЛК). Зв'язок між ПЛК і оператором здійснюється за допомогою панелі оператора.

В якості програмованого логічного контролера для системи автоматизації насосного агрегату обрано ПЛК ОВЕН 160[МО2] – програмований моноблочний контролер з дискретними та аналоговими входами/виходами на борту для автоматизації середніх систем. Даний ПЛК повністю задовольняє поставлені вимоги, наявністю аналогових та дискретних входів/виходів, швидкодією, підтримкою всіх найпопулярніших інтерфейсів передачі даних, високою підтримкою зі сторони компанії виробника, сумісністю із будь якими SCADA системами. Також плюсом є наявність панелей операторів від даного виробника які чудово поєднуються з даними ПЛК. Функціональна схема представлена на (Рис. 4.11)

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

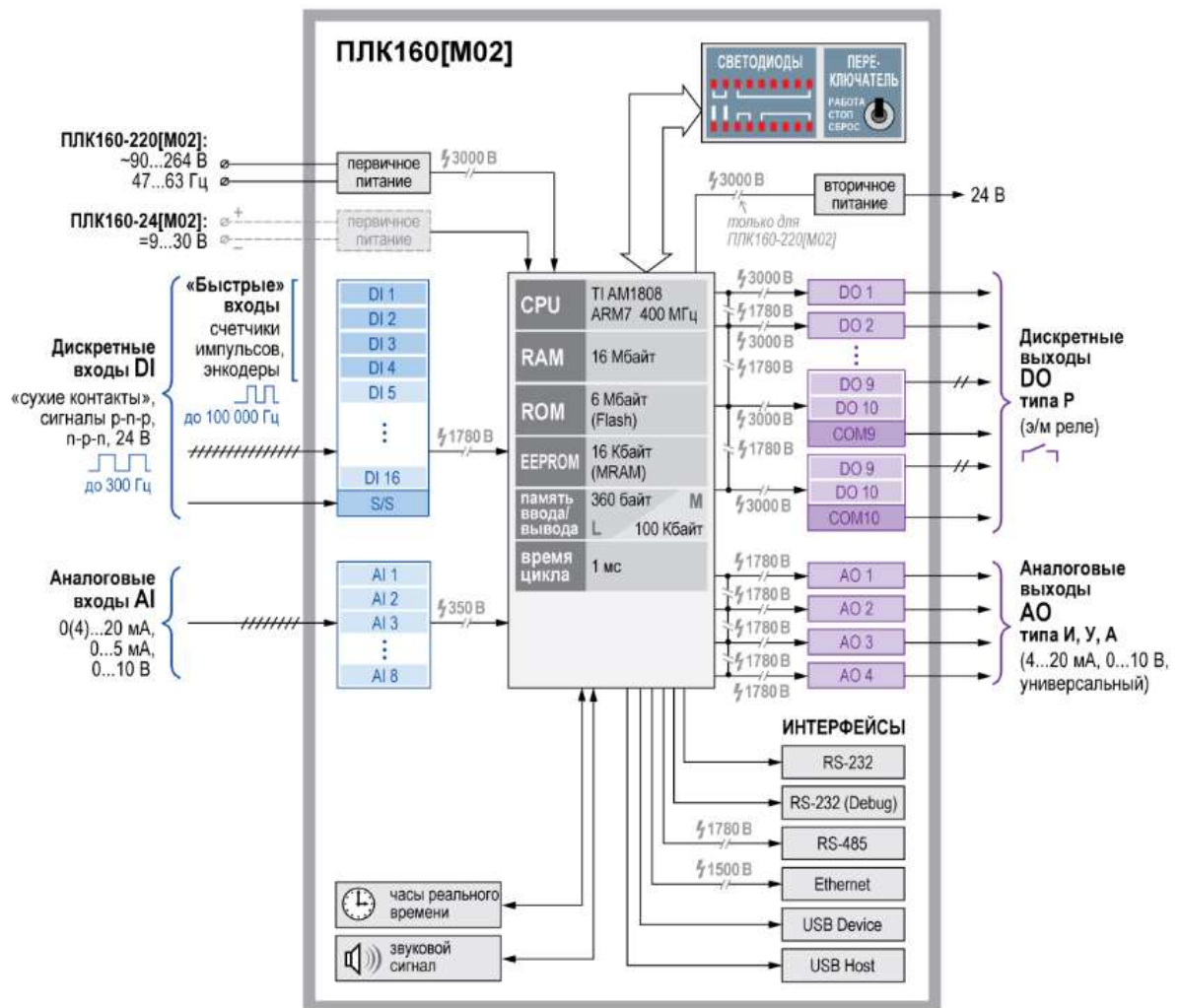


Рис. 4.11 – ПЛК ОВЕН 160[MO2] функціональна схема

Даний ПЛК побудований на основі центрального процесора з RISC архітектурою, а саме RISC-процесор Texas Instruments Sitara AM1808 з частотою 400 МГц. У ПЛК підтримуються: 16 цифрових (дискретних) входів, 4 з них швидкодіючі (DI1 – DI4) з мінімальною тривалістю розпізнаваного імпульса 1 мс і 0,1 мс для швидкодіючих входів;

Дискретні виходи (контакти електромагнітних реле) в кількості 12 штук, з часом перемикання контактів реле зі стану «лог. 0» у «лог. 1» і назад, не більше 50 мс;

Аналогові входи в кількості 8 штук з типами підтримуваних уніфікованих сигналів 4 – 20 мА, 0 – 5 мА, 0 – 10 В. Перед опрацювання сигналу він проходить через 14 розрядний вбудований АЦП з періодом опитування одного входу 10 мс. Похибка перетворення становить $\pm 0,25\%$ і $\pm 0,05\%$ на кожні 10 °С зміни температури оточуючого середовища;

4.4 Висновки

Виходячи з поставлених задач автоматизації, переліку контрольованих параметрів, таблиці вхідних сигналів в даному розділі було обрано давачі та виконавчі механізми, які повністю задовольняють поставленим вимогам, описані їх основні параметри та принципи роботи. Зроблено вибір ПЛК а також сумісної з ним панелі оператора, обґрунтовано цей вибір.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

ВИСНОВКИ

В ході виконання дипломного проекту були розроблено автоматизовану систему управління насосного агрегата. В ході цього була розглянута область застосування насосного агрегату, його характеристики, умови та правила експлуатації

Як результат аналізу технологічного процесу було розроблено схему інформаційно-матеріальних потоків, а на її основі функціональну схему автоматизації. Описані алгоритми роботи контура управління насосним агрегатом і контура управління системою охолодження.

Виходячи із технологічного процесу, поставлених задач автоматизації, а також нюансів при використанні насосних агрегатів, були розроблені системи сигналізації, захисту та індикації параметрів насосного агрегата.

На основі контрольованих параметрів обрані технічні засоби автоматизації, а саме: датчики температури, тиску, вібрації, рівня та ін. Також обрані виконавчі механізми: засувка з електроприводом, клапани, додаткові циркуляційні насоси. Вибраний ПЛК, а також панель оператора.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. СПЗхх. Сенсорні панелі оператора [Електронний ресурс] – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://owen.ua/ru/paneli-operatora/sp3xx-sensornye-paneli-operatora/tehnicheskie-harakteristiki>

13. Термоперетворювач опору ТС-1388/1 [Електронний ресурс] – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.teplocontrol-sm.ru/TS-1388.html>

14. Засувка з електроприводом [Електронний ресурс] – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.master-prom.ru/articles/usefull/recommend/zadvizhka-s-elektroprivodom>

15. Автоматизація насосів і насосних станцій [Електронний ресурс] – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.esspb.ru/avtomatizacija-nasosnyh-stancij.html>

16. Автоматизація насосів і насосних станцій [Електронний ресурс] – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://electricalschool.info/main/electroshemy/741-avtomatizacija-nasosov-i-nasosnykh.html>

17. Гаврильченко, Г.А. Нефтеперекачивающие агрегаты для трубопроводной системы ВСТО / Г. А. Гаврильченко, А. С. Косторной, А. А. Руденко. — Сумы : ООО "Печатный дом "Папирус", 2014. — С. 82-87.

18. Юрченко, О.М. Дослідження роботи насосних агрегатів у режимі стабілізації рівня рідини в резервуарі на основі імітаційної моделі / О. М. Юрченко, О. В. Чермалих, О. В. Данілін. — 2019. — № 2. — С. 72-77.

19. Дранчук М. М. Проектування систем автоматизації технологічних процесів в нафтовій та газовій промисловості. Навчальний посібник. Івано-Франківськ: Факел, 2008.- 448 с.

					СУ-81.1.151.04.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		