

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

« » 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

« » 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

(код та назва спеціальності)

технології»

освітньо-професійної програми « омп'ютерні системи та програмна
ін енерія в автоматизації»

на тему: 180-500

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАВ-3-1

Анохін Дмитро Романович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Барилюк Олена Вікторівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Валентина ОТЕНКО
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Анохіну Дмитру Романовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації насосного агрегату НМ 180-500

керівник роботи Барилюк Олена Вікторівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 19 » грудня 2023 р. № 1001-кв

2. Строк подання здобувачем роботи « 15 » лютого 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 25.12. 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Видача та затвердження завдання	Перед переддипломною практикою	
2	Розділ 1	Захист переддипломної практики	
3	Розділ 2	1 тиждень	
4	Розділ 3	2 тиждень	
5	Розділ 4 та 5	3 тиждень	
6	Розділ 6 та 7	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Дмитро АНОХІН

(підпис)

Керівник роботи Олена БАРИЛЮК

(підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації насосного агрегата НМ-180-500 . Запропонований варіант системи автоматизації реалізовано на базі сучасних засобів та систем автоматизації, мікропроцесорного контролера SCHNEIDER M340.

Схема автоматизації побудована на основі сучасних приладів автоматизації. Для спостереження за ходом технологічного процесу та управління ним використовуються дисплейні мнемосхеми SCADA системи. SCADA систему створено за допомогою програмного пакету Trace Mode. Для створення програмного забезпечення контролера використовується комплекс UNITY PRO.

Автоматизована система управління технологічними процесами (АСУ ТП) насосного агрегата НМ-180-500 призначена для досягнення високої ефективності роботи технологічного обладнання шляхом виконання технологічного регламенту, покращення якості кінцевої продукції та зниження її собівартості.

У пояснювальній записці наведено: опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, опис системи автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації - прилада ОПТИВАВЕ 7300, схема підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічних засобів, моделювання роботи насосного агрегата і відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

Ключові слова: насосний агрегат, нафта, автоматизація, SCHNEIDER M340, ОПТИВАВЕ 7300.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

Qualification work is devoted to the development of the automation system of the grain dryer. The proposed version of the automation system is implemented on the basis of modern tools and automation systems, microprocessor controller SCHNEIDER M340. To create a software controller, the UNITY PRO complex is used.

The automated process control system (APCS) of the HM-180-500 pumping unit is designed to achieve high efficiency of the technological process in accordance with the technological regulations, reducing the cost of end products and knowledge Zhenya її sobivartosti.

The explanatory note provides: description of the technological process, tasks for the automation system, description of the automation system, specification of technical means of automation, assembly diagram of the technical means of automation - OPTIWAVE 7300, diagram for connecting sensors and control mechanisms to the PLC and expanding the diagram for connecting technical features, modeling the operation of the pumping unit and video frames of the operator's display mnemonic diagrams.

Keywords: pumping unit, oil, automation, SCHNEIDER M340, OPTIWAVE 7300

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.....	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	9
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.....	18
Розділ 2. Система автоматизації	19
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	19
2.2 Схема автоматизації.....	36
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	39
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	41
3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	41
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	47
3.3 Розширені схеми підключення до окремого контуру.....	50
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	53
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	59
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	64
6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	64
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	66
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання....	72
7.1 Постановка задачі дослідження.....	72
7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	73
7.3 Моделювання САР.....	74
7.4 Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.....	79
Висновки.....	80
Список використаної літератури.....	81

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Інтенсифікація технологічних процесів видобутку, переробки, зберігання та транспорту нафти викликає необхідність подальшого вдосконалення засобів автоматизації у нафтогазовій галузі промисловості.

Наближення нафтопереробної промисловості до місць споживання нафтопродуктів має ряд переваг, які пов'язані з її транспортуванням та зберіганням:

- транспортування нафти завжди економніше перевезення її багато чисельних похідних;
- для транспортування нафти можуть бути широко використані трубопроводи, які, крім сирової нафти, здійснюють перекачування світлих продуктів;
- зберігання сирової нафти обходиться дешевше, ніж нафтопродуктів;
- споживач отримує можливість одночасно використовувати сиру нафту, що надходить з різних районів.

Великої шкоди природі наноситься від втрати нафтопродуктів при їх транспортуванні. До останнього часу вважалось допустимим, що до 5% від видобутої нафти природним шляхом втрачається при її зберіганні і перевезенні. Це означає, що в середньому в рік потрапляє в навколишнє середовище до 150 млн.т нафти, не враховуючи різних катастроф з танкерами або нафтопроводами

Одним з найбільш перспективних шляхів огороження середовища від забруднення є створення комплексної автоматизації процесів видобутку, транспортування і зберігання нафти.

Керування будь-яким технологічним процесом чи об'єктом можливе лише при наявності інформації про окремі параметри, які характеризують процес чи стан об'єкту. Вимірювання параметрів здійснюється за допомогою найрізноманітніших технічних засобів, що володіють нормованими метрологічними властивостями.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В наш час є дуже велика номенклатура засобів вимірювання та контролю, але одним з перспективних напрямків розвитку технічних засобів вимірювання є використання мікропроцесорної техніки, основою побудови якої є використання мікропроцесорів – програмованих великих інтегральних схем .

Можливість перепрограмування мікропроцесора повністю змінила підхід до створення електронних пристроїв, тому що дозволила на базі уніфікованих апаратних засобів створювати пристрої різного функціонального призначення за рахунок зміни алгоритму обробки даних шляхом перепрограмування. Поряд з цим використання у технічних засобах автоматизації мікропроцесорів дає можливість створювати пристрої з великою швидкістю та підвищеною надійністю при низькій вартості та енергоємності.

Метою автоматизації насосного агрегата НМ-180-500 є забезпечення безперервності процесу перекачки, запобігання аварійним ситуаціям, пов'язаним з пожежею або екологічним забрудненням, зниження витрат на простій обладнання і ліквідацію наслідків аварії, що безсумнівно є актуальною проблемою.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.

У нафтодобувній промисловості для перекачування нафти використовуються насосні агрегати. Насосний агрегат призначений для перекачування нафти в технологічні резервуари та по магістральним трубопроводам (для транспортування) на інші, проміжні, перекачувальні станції і до кінцевої точки, пункту розливу нафти або нафтопереробного заводу.



Рисунок 1.1 – Магістральний насос для транспортування нафти

Як правило, магістральні нафтопроводи розбивають на так звані експлуатаційні ділянки з довжиною 400 - 600 км, що складаються від 3-х до 5-ти ділянок, розділених НПС, що працюють в режимі "з насоса в насос", і, отже, гідравлічно пов'язані один з другом. У той же час експлуатаційні ділянки з'єднуються один з одним через резервуарні парки, тому протягом деякого часу кожна експлуатаційна ділянка може вести перекачування незалежно від сусідніх ділянок, використовуючи для цього запас нафти своїх резервуарів [1].

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Анохін Д.Р.			Розробка системи автоматизації насосного агрегату НМ-180-500	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					9	10
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ ЗАВ-3-1-2024		
Секр. ЕК		Крупська						

За принципом перекачування нафти застосовують дві системи: постанційну і транзитну. Нині в основному застосовують транзитну систему перекачування, особливість якої полягає в тому, що перекачування здійснюється безпосередньо з насоса в насос. У цьому випадку продукт з попередньої станції поступає у всмоктувальний трубопровід даної станції і насосом перекачується до наступної.

Насосні агрегати поділяються на декілька видів за своїм призначенням:

- магістральні насоси;
- підпорні насоси.

Магістральні насоси призначені для перекачки нафти через магістральні трубопроводи на сотні кілометрів.

Підпорні насоси призначені для перекачки нафти до магістральних насосів і створенню необхідного тиску на вході в магістральний насос. Ці насоси зазвичай стоять поряд з магістральними.

Насоси типу НМ однокорпусні з картерним мастилом на подачі 125м³/год – 180 м³/год призначені для перекачування некондиційної нафти та пластової води на нафтогазових родовищах.



Рисунок 1. 2 – Загальний вигляд насосного агрегата НМ-180-500

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Насоси типу НМ - відцентрові горизонтальні, багатоступінчасті однокорпусні або двокорпусні секційні типи з одностороннім розташуванням робочих коліс.

Агрегат виготовлений у вибухозахищеному виконанні і призначений для експлуатації в приміщенні, в якому існує ймовірність присутності вибухонебезпечної газової суміші в нормальних умовах експлуатації, що відповідає вибухонебезпечній зоні 2 класу 1 за ГОСТ Р 51330.9-99.

Наосний агрегат призначений для розміщення в приміщенні, що періодично обслуговуються, режим роботи агрегату - постійний. Агрегат виготовлений для експлуатації в районах з інтенсивністю землетрусу майданчика - 6 балів за шкалою Ріхтера.

Дані технічні вимоги призначені для розробки системи автоматичного управління (САУ) насосом НМ 180-500 на параметри: $Q = 163,9$ м³/год., $H = 256,6$ м і (далі насос) і електроагрегата на його основі (далі агрегат).

Насос і агрегат виготовляється для експлуатації у вибухонебезпечних зонах класу 2 згідно ГОСТ Р 51330.9-99, в яких можливе утворення вибухонебезпечних сумішей категорії ПА згідно ГОСТ Р 51330.11-99 температурного класу ТЗ згідно ГОСТ Р 51330.5-99 і ПУЕ 2002.

Насос (агрегат) повинен виготовлятися для експлуатації в макрокліматичних районах з помірним і холодним кліматом УХЛІ категорії розміщення 4 по ГОСТ 15150-69 з граничними робочими температурами навколишнього повітря від плюс 5 до 40°C.

Мінімальна температура при транспортуванні мінус 60°C.

Агрегат складається з наступних основних механізмів і засобів КВП:

- Насоса НМ180-500 ($Q = 163,9$ м³/год, $H = 256,6$ м);
- Приводного електродвигуна АО5К-450-315-2ДУ2, номінальна потужність 315 кВт, напруга 10 000 В, частота 50 Гц;
- Системи замикання торцевого ущільнення (СОЗЖ з обв'язкою);
- Датчиків, перетворювачів, кнопкових постів управління, сигнальних

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

постів і розподільних коробок, встановлених на агрегаті, стійці приладової та місцевої панелі управління.

Насоси типу НМ - відцентрові горизонтальні, багатоступінчасті, однокорпусні або двокорпусні секційного типу з одностороннім розташуванням робочих коліс.

Конструктивні особливості та матеріальне виконання насосів типу НМ може бути різним і вибирається виходячи з вимог опитувального листа відповідно до умов експлуатації та характеристиками середовища, що перекачується.

Насос типу НМ 180-500 - однокорпусний з картерним мастилом:

- розвантаження ротора від осьових зусиль здійснюється за допомогою розвантажувального диска (гідравлічної п'яти);
- опорами ротора є підшипники з картерним мастилом;
- кінцеві ущільнення ротора торцеві подвійні типу «Тандем», із системами забезпечення працездатності;
- передача обертаючого моменту від двигуна до насоса за допомогою пластинчастої муфти.

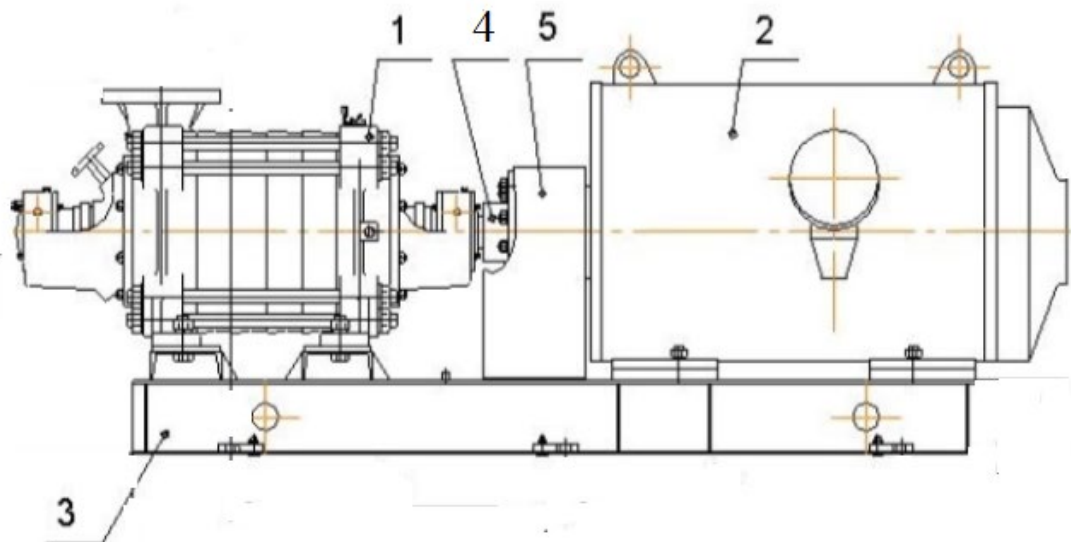


Рисунок 1. 3- Схема насосного агрегату НМ 180-500 .

1-насос, 2-електродвигун, 3- рама, 4- муфта, 5- кожух охолодження муфти

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

Все обладнання агрегату розміщується на одній рамі. Датчики і перетворювачі через розподільні коробки, встановлені на агрегаті, повинні підключатися до САУ, що входить до складу розподіленої системи управління (PCY).

Підготовка агрегату до пуску повинна здійснюватися відповідно до посібників з експлуатації на агрегат і двигун, де вказані обсяг і послідовність виконання операцій обслуговуючим персоналом.

Перед пуском агрегату мають бути виконані наступні умови:

- Засувка на виході з насоса закрита. Робота насоса на повністю закрити засувку допускається не більше 2 хв. Можливий пуск насоса на відкриту засувку на виході з насоса, за наявності протитиску в напірному трубопроводі, що забезпечує подачу при повному розвороті двигуна не більше $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ ($180 \text{ м}^3/\text{год.}$). Робоча зона подач насоса від $0,015 \text{ м}^3/\text{с}$ ($54 \text{ м}^3/\text{год.}$) до $0,05 \text{ м}^3/\text{с}$ ($180 \text{ м}^3/\text{год.}$). Контроль протитиску контролюється, при цьому за зворотним клапаном

- Засувка на вході в насос відкрита;

- Рівень замикаючої середовища у судинах-бачках системи замикання торцевого ущільнення вище мінімально допустимого, але нижче максимального;

- Насос заповнений перекачувальної рідиною (до замикання контактів сигналізатора рівня);

- Наявність тиску на вході в насос: $P_{\text{вх.}} < 250 \text{ кПа}$ ($+2,5 \text{ кгс/см}^2$), але не менше значення, що забезпечує безкавітаційну роботу насоса ($-0,5 \text{ кгс/см}^2$);- Температура продукту, що перекачується на вході в насос $5-31,2^\circ\text{C}$ (визначається загальностанційним виміром);

- Температура підшипників насоса і двигуна $> 15^\circ\text{C}$ і $< 70^\circ\text{C}$;

- Встановлено огорожу над сполучної муфтою.

Режими пуску агрегату.

Автоматичний режим пуску з PCY.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перемикач на місцевій панелі управління встановлюється в положення «Управління з РСУ».

Після подачі команди "Пуск" перевіряється наявність пускових параметрів агрегату, включається приводний двигун агрегату.

Після досягнення тиску на виході насоса, відповідного нульовій подачі ($P_{\text{вх}} + 34,2 \text{ кгс/см}^2$), подається команда на відкриття напірної засувки.

На час пуску, зупинки агрегату (час відкриття (закриття) засувки на виході з насоса) виводяться з дії захисти по вібрації і падіння тиску на виході насоса.

Під час пуску здійснюється контроль виконання команд:

- На включення високовольтного вимикача (якщо після подачі команди на включення високовольтний вимикач не включили протягом 3с);

- На відкриття засувки на виході з насоса (якщо засувка протягом 3с не почала відкриватися – кінцевий вимикач засувки положення "закрито" не розірвався);

- На повне відкриття засувки на виході з насоса (якщо засувка на протязі 2хв. не відчинилася – кінцевий вимикач засувки положення "відкрито" не замкнувся.

При пуску насоса на відкриту напірну засувку контроль протитиску виконується за приладом, встановленому за зворотним клапаном (загальностанційне вимірювання).

При невідповідності одного з пускових параметрів вимогам запуск насоса зупиняється з видачею сигналу про невідповідність (наприклад: «Тиск на вході високий»).

Кнопковий режим пуску з РСУ управління електромеханізмами виконується роздільно, оператором з РСУ.

За наявності пускових параметрів, включити приводний двигун насоса. Після досягнення тиску на виході насоса відповідного нульовій подачі відкрити напірну засувку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В іншому алгоритм пуску аналогічний автоматичному режиму пуску. Кнопковий режим пуску з місцевої панелі управління перемикач на місцевій панелі управління встановлюється в положення «Управління за місцем»

Управління проводиться кнопками із місцевої контрольної панелі.

При появі сигналу «Агрегат готовий до пуску» (наявності пускових параметрів) включити приводний двигун насоса.

В іншому алгоритм пуску аналогічний кнопковому режиму пуску з РСУ.

Під час роботи агрегату повинен проводитися контроль технологічних параметрів, зазначених у додатках А і Б.

При відхиленні параметрів від заданих значень повинна бути виконана попереджувальна сигналізація, при аварійному відхиленні - аварійна сигналізація.

Зупин агрегату може здійснюватися:

- Оператором;
- Автоматично (технологічними захистами і електричними захистами двигуна);
- Аварійною кнопкою, встановленою у агрегату.

При відключенні оператором повинна закритися засувка на виході з насоса, відключитися двигун, а при відключенні захистами або аварійною кнопкою відключається двигун, закривається засувка на виході з насоса.

Під час зупину здійснюється контроль виконання команди на закриття засувки на виході з насоса. Якщо засувка не закрилася (кінцевий вимикач не розірвали), протягом часу закриття засувки +5с видається сигнал «Невиконання команди на зупинення». Повторний пуск насосного агрегату можливий при відключенні захистами, тільки після усунення причин відключення.

Система змащування та охолодження підшипників потрібна для змащування та охолодження обертових з високою швидкістю підшипників насосів.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 Показники призначення насоса за параметрами в номінальному режимі роботи

Найменування показника	Значення показника
Подача, (при $\rho = 888 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 428.8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), $\text{м}^3/\text{с}$, ($\text{м}^3/\text{год.}$)	0,045 (163,9)
Напір, (при $\rho = 888 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 428.8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), м	256,6
Потужність, (при $\rho = 888 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 428.8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), кВт	254, 4
Граничний тиск на виході з насоса, МПа (кгс/см^2)	(4,32) 44
Частота обертання, с^{-1} (об/хв.)	49,67 (2980)

Допустиме виробниче відхилення по напору від + 3% до мінус 2% від номінального значення.

Зниження напору після вироблення середнього ресурсу до капітального ремонту з урахуванням використання запасних частин - не більше 3%.

Максимальна потужність насоса в робочому інтервалі подач - 284кВт.

Таблиця 1. 2 Показники технічної та енергетичної ефективності насоса в номінальному режимі

Найменування показника	Значення показника
Коефіцієнт корисної дії, (при $\rho = 888 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 428.8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), %	40
NPSH3, (при $\rho = 888 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 428.8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$), м	3,6
Зовнішня витік через одне торцеве ущільнення валу, $\text{м}^3/\text{с}$ (л/год.), не більше	$1,4 \cdot 10^{-9}$ (0,005)

Таблиця 1. 3 Показники середовищ, що перекачуються і споживаються

Найменування середовища	Показник середовища	Значення показника
Середовище, що перекачується: некондиційна нафта	Тиск на вході в насос, МПа (кгс/см ²)	мінус 0,07 ... 0,25, (мінус 0,7 ... 2,5)
	Температура на вході в насос, °С	10 ... 31,2
	Густина, кг/м ³	888-904
	В'язкість, м ² /с, не більше	428,8·10 ⁻⁶
	Максимальна масова концентрація твердих частинок, %	0,2
	Максимальний розмір твердих частинок, мм	0,1
Споживане середовище: - масло компресорне марки Х22С-16 або ХФ22-24 ГОСТ 5546-86; - масло І-12А ГОСТ 20799-88 або його замінники затворна рідина для подвійних торцевих ущільнень	Обсяг на одну заправку двох підшипникових опор насоса, м ³ (л) Обсяг на одну заправку двох посудин - бачків торцевих ущільнень, м ³ (л)	2,4·10 ⁻³ (2,4) – 3,2·10 ⁻³ (3,2) (13-16,8)·10 ⁻³ (13-16,8)

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Оптимальні значення параметрів контролю, сигналізації, блокування, регулювання необхідні для автоматизації даного технологічного процесу приведені в таблиці 1.4

.....Таблиця 1.4

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управлін.	Засоби управління та контролю, реалізації управл. дії	Додаткові умови
1	Двигун насоса	Температура	5-100°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
		Віброшвидкість	0...11,2мм/с	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
2	Насос	Температура	5-90°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
3		Віброшвидкість	0...11,2мм/с	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
4	Трубопровід нафти	Тиск	0...4,4МПа	Регулювання	Стабілізація	Витрата нафти на виході з насосу	
5	СОЖ1	Температура	85°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
6		Рівень	80%	Регулювання	Стабілізація	Витрата охолоджуючої рідини	
7	СОЖ2	Температура	85°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
8		Рівень	80%	Регулювання	Стабілізація	Витрата охолоджуючої рідини	
9	СОЖ3	Температура	85°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
10		Рівень	80%	Регулювання	Стабілізація	Витрата охолоджуючої рідини	
11	СОЖ4	Температура	85°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
12		Рівень	80%	Регулювання	Стабілізація	Витрата охолоджуючої рідини	

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

Розділ 2. Система автоматизації.

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).

Система автоматичного регулювання складається з об'єкта регулювання (магістральний насос) і взаємодіючих з ним автоматичних регуляторів з датчиками.

При автоматизації технологічного процесу в працюючому насосі повинні підтримуватися на заданому рівні ті параметри, які визначають нормальний перебіг технологічних процесів. Управління цими процесами вимагає установки апаратури для контролю, регулювання та управління параметрами і режимами роботи. Такий апаратурою є контрольно-вимірювальні прилади, за допомогою яких здійснюється оперативне управління технологічними процесами, що забезпечує надійну, безпечну і економічну роботу устаткування.

Мінімально необхідне число приладів на магістральному встановлюють відповідно до нормативних вимог, під дію яких підпадає робота нафтоперекачуючої установки.

Ефективність роботи насосного агрегата визначається його продуктивністю, якістю нафти, що перекачується і іншими показниками. На процес впливають температурні режими в двигуні насоса та самому насосі.

На основі параметрів обирають технічні засоби автоматизації.

Засоби автоматизації підбирають з дотриманням наступних правил:

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуються однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Анохін Д.Р.			Розробка системи автоматизації насосного агрегату НМ-180-500	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					19	22
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ		
Секр. ЕК		Крупська				ЗАВ-3-1-2024		

Для більш точної інформації про стан об'єкта керування підібрані датчики і перетворювачі з уніфікованими струмовими сигналами 4-20 мА та дискретними сигналами напруги 0-24В, які надходять на вхідні модулі контролера. Датчики, перетворювачі, виконавчі механізми, індикатори, виносна мнемосхема з індикацією параметрів - дозволяє одержувати інформацію про роботу процесу перекачки нафти і управляти ним в ручному (дистанційному) і автоматичному режимі.

При розробці системи автоматизації в кваліфікаційній роботі підібрані інтелектуальні датчики за відповідними технічними характеристиками, які відповідають технологічному процесу.

Первинні перетворювачі та прилади з високими точностними і експлуатаційними характеристиками повинні мати достовірні значення контрольованих параметрів технологічного процесу в сукупності з надійними виконавчими механізмами - кульовими кранами і дисковими затворами власного виробництва, що дозволяють оперативно і ефективно впливати на зміни параметрів технологічного процесу, робити систему автоматизації технологічних процесів функціонально завершеною і високонадійною.

Вимірювання температури.

-

Для розробки системи автоматизації було використано давач температури фірми «Метран». Це зумовлено тим, що вони займаються виробництвом високотехнологічного, і дуже надійного обладнання. При виборі обладнання цих фірм увага зверталася не тільки на ціну та характеристики, а й на незалежні відгуки реальних людей, які мали справу із засобами автоматизації обраних моделей.

Для вимірювання температури використано датчик температури ТСП Метран 256 (рисунок 2.1) [2].

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.1 – Термометр опору ТСП Метран 256

Термоперетворювач опору платиновий вибухозахищений ТСП Метран-256 (100П, Pt100) Для вимірювання температури рідких і газоподібних хімічно неагресивних середовищ, агресивних, не руйнують матеріал захисної арматури у вибухонебезпечних зонах та приміщеннях, у яких можуть міститися аміак, азотоводородна суміш, або природний вуглекислий газ.

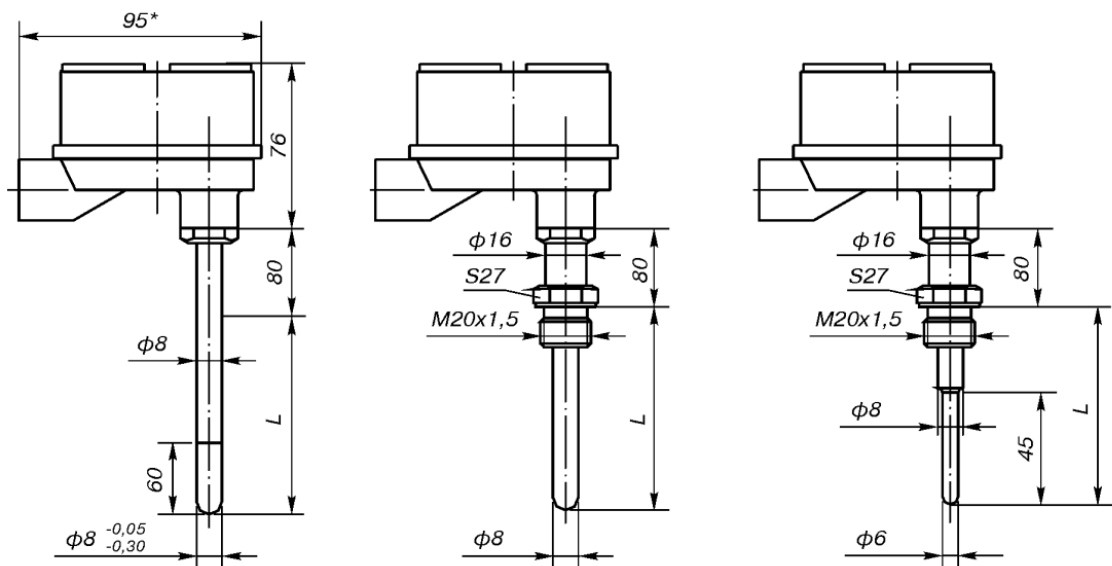


Рисунок 2.2 – Стандартні габаритні розміри . ТСП Метран-256

Приклад замовної специфікації термометра опору.

ТСП Метран-256 (100П) - 02 - 320 - В - 2 - 1 - Н10 - (-50...500)°С - БК - У1.1 - ГП									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

					Кваліфікаційна робота		Арк.
							21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Вимірювання тиску нафти.

При виборі давача тиску було враховано: діапазон вимірювання, середовище, де відбувається вимірювання і наявність уніфікованого вихідного сигналу для підключення до контролера.

Область застосування датчиків тиску не однакова, а специфічні особливості контрольованого процесу можуть висувати додаткові вимоги до матеріалів та конструкції, наприклад, санітарні вимоги (в харчовій або фармацевтичній промисловості), вимоги щодо вибухозахищеності конструкції - іскробезпеки ланцюгів та вибухобезпеки оболонки (в хімічній або нафтогазовій промисловості).

Датчик надлишкового тиску EJX430A – це високоефективні багатопараметричні перетворювачі тиску з чутливим елементом з монокристалічного кремнію, що використовуються для вимірювання тиску, витрати рідини, газу та пара.



Рисунок 2.3 – Датчик надлишкового тиску EJX430A

У датчиках тиску YOKOGAWA реалізована технологія DPharp, що дозволяє одночасно вимірювати диференціальне та статичний тиск [3].

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

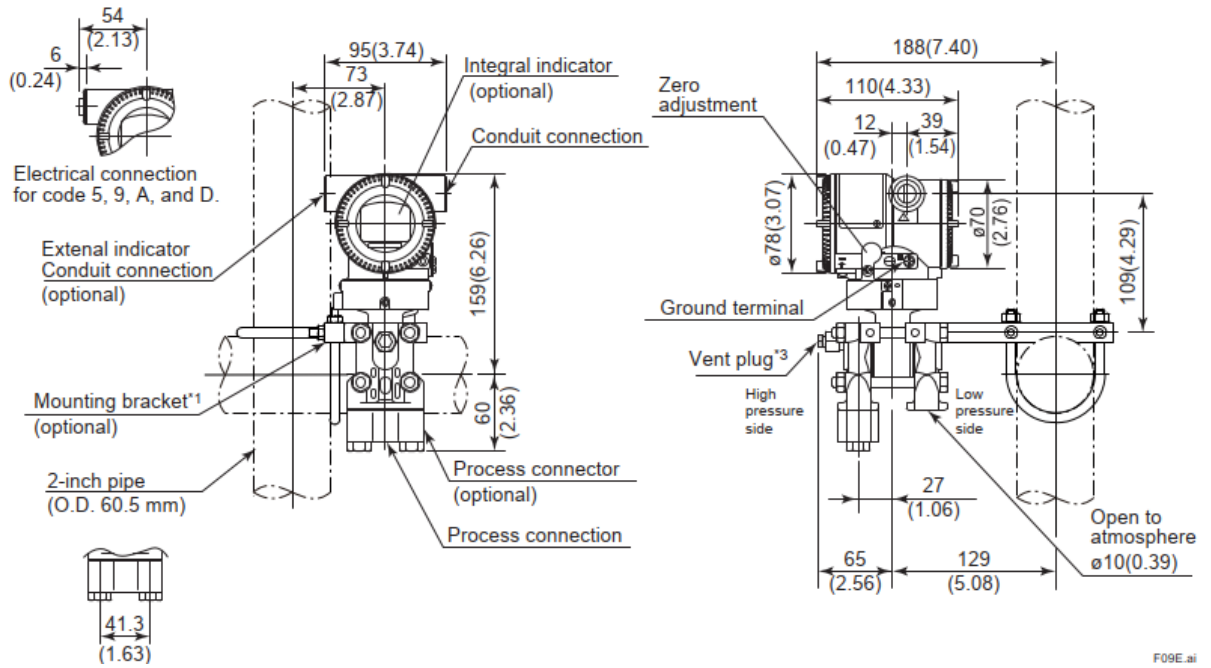


Рисунок 2.4 – Монтаж датчика надлишкового тиску EJX430A

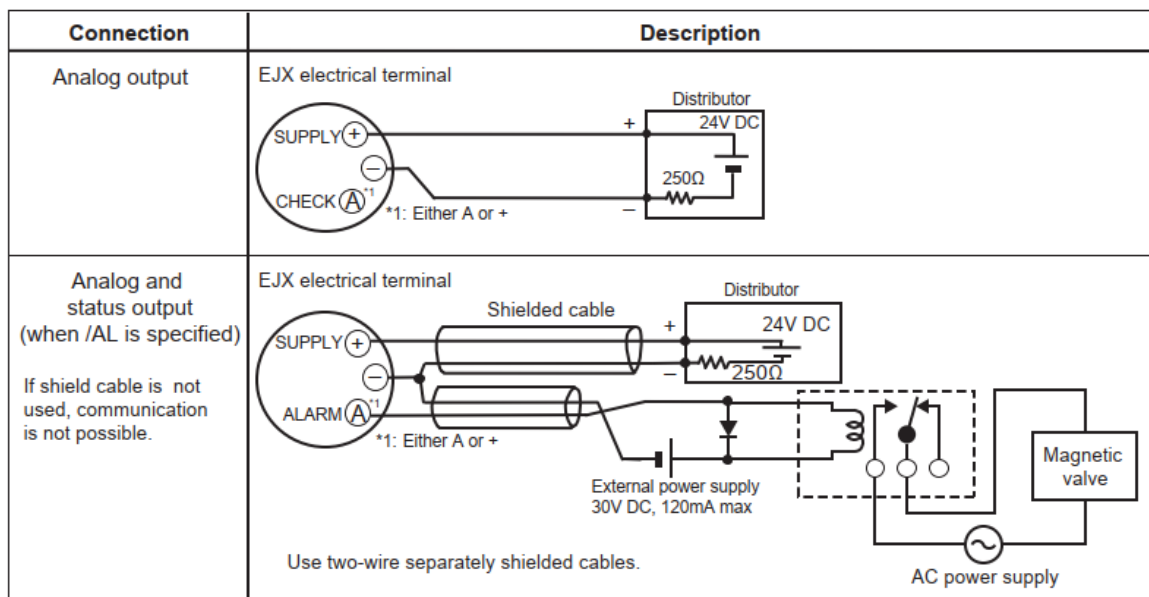
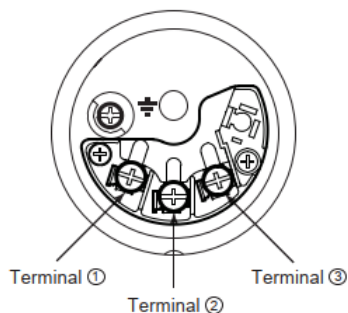


Рисунок 2.5 – Приклад підключення аналогового виходу та виходу стану



SUPPLY +	①] Power supply and output terminals
-	②	
CHECK +	③] External indicator (ammeter) terminals ^{1*2}
-	②	
or		or
ALARM +	③] Status contact output terminals ²
-	②	
		(when /AL is specified)
		⊥ Ground terminal

Рисунок 2.6 – Схема розташування і підключення клем

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Вимірювання рівня тосола.

Перед придбанням датчиків рівня слід звернути увагу на наступні моменти:

-Тип рідини та її основні фізичні параметри. Для цього використовуються табличні дані з довідників, спеціальної літератури або робочої документації. Найважливішу роль при цьому грає щільність речовини;

-Матеріал, з якого виготовлена посудина або ємність. Деякі датчики дуже чутливі до цього параметра;

-Тип сигналу, що знімається. Багато датчиків рівня поставляються у вигляді готових складок з перетворювачами, що мають певні вихідні параметри, наприклад, що видають сигнали бітової логіки;

-Габарити ємності, де вимірюватиметься рівень, і частота його зміни.

Рівнемір радарний OPTIWAVE 7300C (рис.2.7) призначений для вимірювання рівня рідин, наст, шламів, пульп різної агресивності в закритих ємностях з надлишковим тиском або вакуумом.

-Наявність дисплея. Для контролю за станом рівня речовини добре підходить обладнання, що комплектується дисплеями, де в режимі реального часу з максимальною зручністю можна спостерігати ситуацію [4].



Рисунок 2.7 – Рівнемір радарний OPTIWAVE 7300 C

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

Таблиця 2.1 Основні технічні характеристики:

Діапазон вимірювання, м	0,5-40
Межі абсолютної похибки, мм,	± 3
Діелектрична проникність, s	> 1,8
Надлишковий тиск, кгс/см ²	від 1 до 40
Температура навколишнього повітря, °С	від -40 до 80
Температура на фланці, °С	від -40 до 150
Вид захисту	IP 66/67
Напруга живлення постійного струму, В	24
Вихідний сигнал, аналоговий, мА	4-20
Захист від переповнення	WGH
Габаритні розміри корпусу, мм, не більше	180x182x159
Маса, кг, не більше	
фланцеве виконання	
різьбове виконання	

Рівнемір складається з антени і змонтованим на ній вторинним приладом з дисплеєм на рідких кристалах. Рівнемір розташовується нагорі ємності, рівень рідини в якій необхідно виміряти.

Антенa генерує мікрохвильове випромінювання, спрямоване до поверхні рідини. Мікрохвильове випромінювання йде вниз у напрямку до поверхні рідини, від якої потім відбивається і вловлюється антеною. Відбите випромінювання приходить в антену зсунутим по фазі по відношенню до переданого випромінювання, на величину залежно від відстані від антени до поверхні рідини. Рівнемір визначає рівень рідини через порівняння кутів фази луни і кута фази переданого випромінювання.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

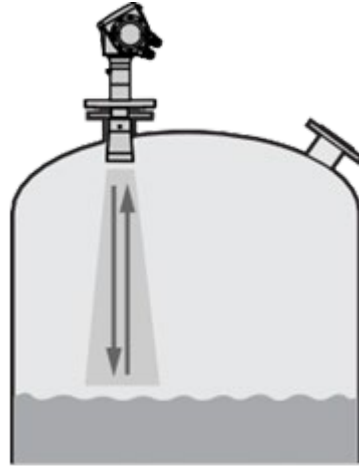


Рисунок 2.8 – Монтаж рівнеміра в резервуарах зберігання

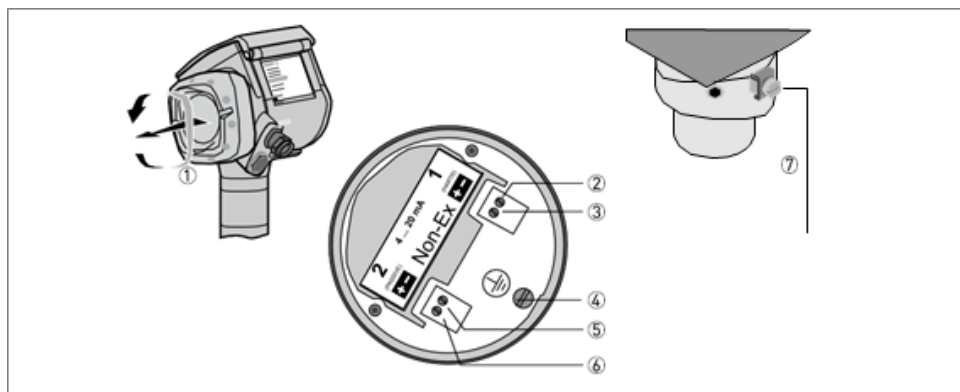


Рисунок 2.9 – Електричне підключення

- 1 Кришка клемного відсіку
- 2 Вихід 1: струмовий вихід -
- 3 Вихід 1: струмовий вихід +
- 4 Клема заземлення на корпусі
- 5 Вихід 2: струмовий вихід - (опціонально)
- 6 Вихід 2: струмовий вихід + (опціонально)
- 7 Клема заземлення між технологічним приєднанням і перетворювачем сигналів.

Вимірювання вібрації насоса і двигуна

Для контролю вібрації насоса та двигуна по технічним параметрам

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підібраний датчик вібрації Metrix SA6200A (рис.2.10).



Рисунок 2.10 – Датчик абсолютної вібрації Metrix SA6200A

Датчик абсолютної вібрації Metrix SA6200A має широку смугу пропускання та призначений для вимірювання корпусної вібрації різних агрегатів та машин, від низькошвидкісних вентиляторів до високошвидкісних турбін та редукторів.

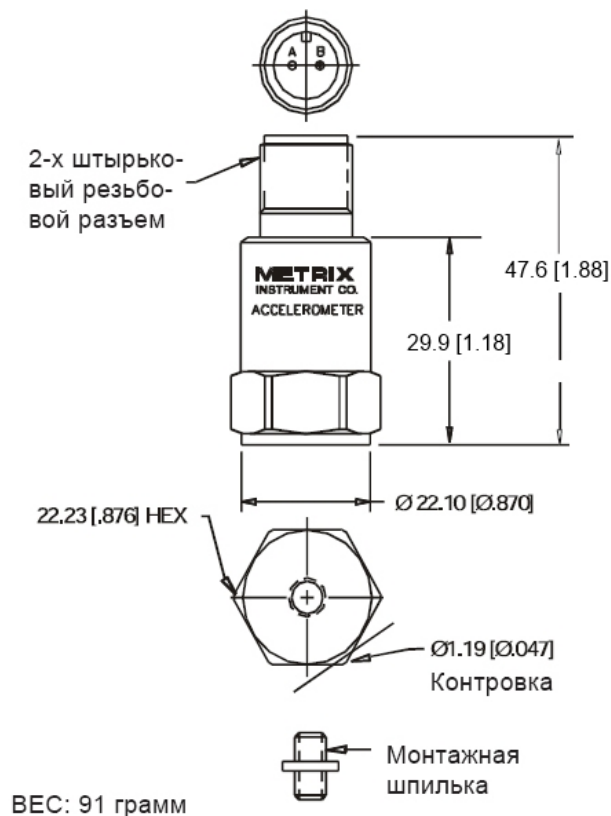


Рисунок 2.11 – Габаритні розміри Metrix SA6200A

Приклад замовлення специфікації.

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

МОДЕЛЬ A B C
 SA6200A –

A	Сертификация опасных зон	B	Монтажная шпилька
0	Non-Agency Approved	0	1/4-28 UNF
1	CSA US/CA, Class 1, Div 1, Groups A, B, C, & D, T3 Intrinsically Safe	1	M6 x 1.0
2	ATEX, Ex ia IIC T3 Ga искробезопасный	2	1/4-20 UNC
3	CSA US/CA Class 1, Div 2, Groups A, B, C, & D, T3	3	NONE
4	ATEX, Ex nA IIC T3 Gc	5	1/4-28 UNF & M6 x 1.0
5	CSA US/CA, Class 1, Div 2, Groups A-D, T3 (non incendive) CSA US/CA, Class 1, Div 1, Groups A-D, T3 (I.S. w/barrier) ATEX/IECEX Ex nA IIC T3 Gc (non incendive) ATEX/IECEX Ex ia IIC T3 Ga (I.S. w/barrier)		
6	IECEX, Ex ia IIC T3 Ga Intrinsically Safe	C Разъем	
7	IECEX, Ex nA IIC T3 Gc	1	Разъем 2-Pin MIL-Style (MIL-C-5015)
8	EAC Ex nA IIC T3 Gc (non incendive) EAC Ex ia IIC T3		

Например: SA6200A-211; SA6200-111

Рисунок 2.12 – Специфікація Metrix SA6200A

Вбудований підсилювач датчика Metrix SA6200A забезпечує високий рівень сигналу і низький вихідний опір передачі вихідного сигналу на формувачі моделей Metrix 5535/5545 для перетворення в уніфікований струмовий сигнал 4...20 мА або на монітори серії SM для формування релейного виходу. Він складається з термостабілізованого п'єзоелектричного датчика та підсилювача, об'єднаних у нержавіючому корпусі, ізольованому від електроніки.



Рисунок 2.13 – Пероксиметр Metrix 5535

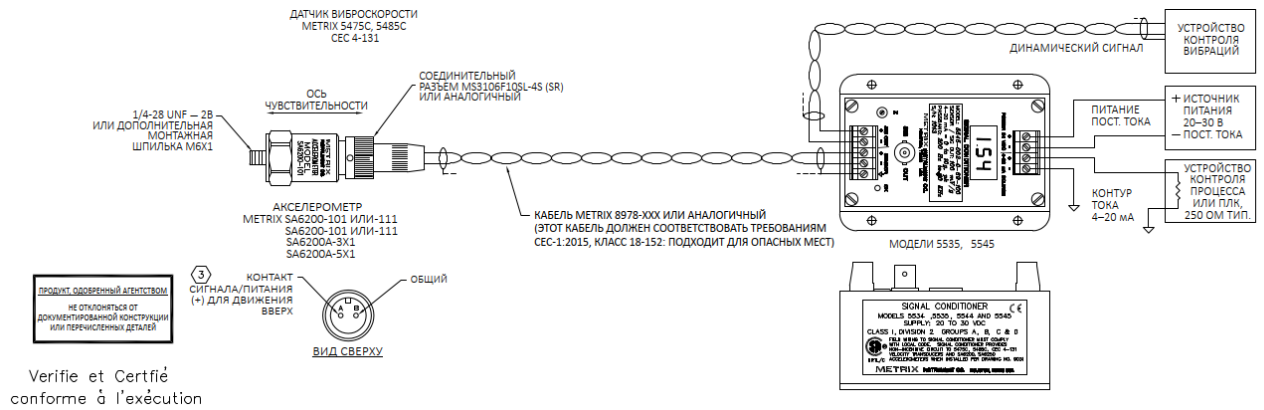


Рисунок 2.14-Схема підключення перексиметра Metrix 5535.

Вибір перетворювачів частоти.

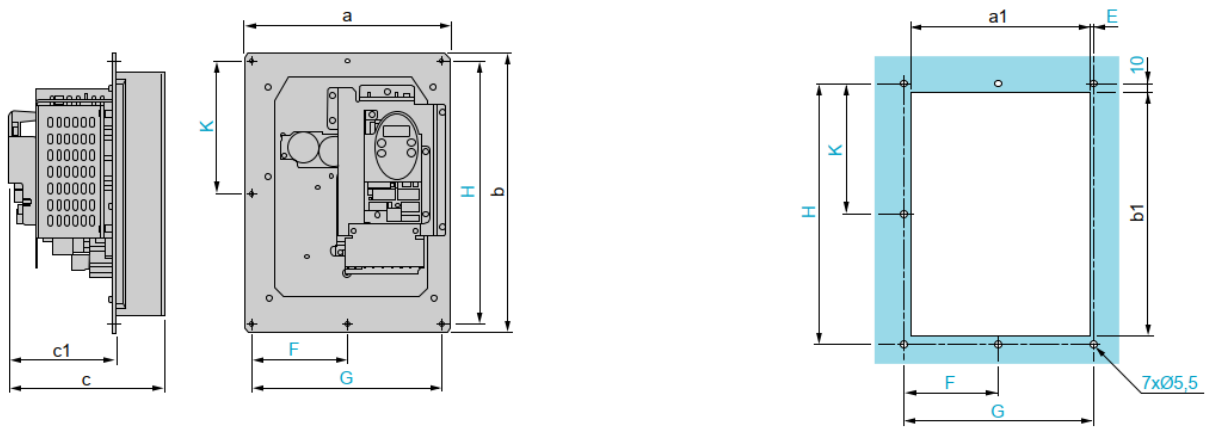
З початку 90-х років провідні електротехнічні фірми випускають ПЧ третього покоління, серед яких найбільш значною є група перетворювачів з ланкою постійного струму і автономним інвертором напруги з широтно-імпульсною модуляцією для електроприводів з асинхронними двигунами в діапазоні потужностей від 0,18 до декількох сот кіловат. Використання новітніх технологій, зокрема, силових інтегральних або інтелектуальних модулів на базі польових і біполярних транзисторів з ізольованим затвором, а також входить до складу перетворювача мікропроцесорної системи управління, контролю, захисту та діагностування, дозволило значно поліпшити масогабаритні, енергетичні та експлуатаційні показники. Завдяки чому регульовані асинхронні електроприводи на основі таких перетворювачів зайняли провідні позиції в автоматизації виробництва.

Серед них значне місце займає сімейство перетворювачів Altivar компанії Schneider Electric, що випускаються в різних модифікаціях на потужності двигунів від 0,18 до 630 кВт і призначених для широкого класу механізмів загальнопромислового і спеціального застосування. Перетворювачі частоти серії Altivar призначені для зменшення вартості експлуатації машин, підвищення їх продуктивності та покращення їх характеристик.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.15 – Зовнішній вигляд перетворювача частоти Altivar 31



ATV 31K	a	a1	b	b1	c	c1	E	F	G	H	K
0●●M2	254	214	280	240	153	123	10	117	234	260	130
U1●M2, 0●●N4, U1●N4	250	219	337	297	186	127	1	115	230	317	158,5
U22M2, U●●N4	265	234	380	340	209	134	1	122,5	245	360	180

Примечание: преобразователи поставляются с шаблоном для просверливания отверстий.

Рисунок 2.16 – Габаритні розміри перетворювача частоти Altivar 31

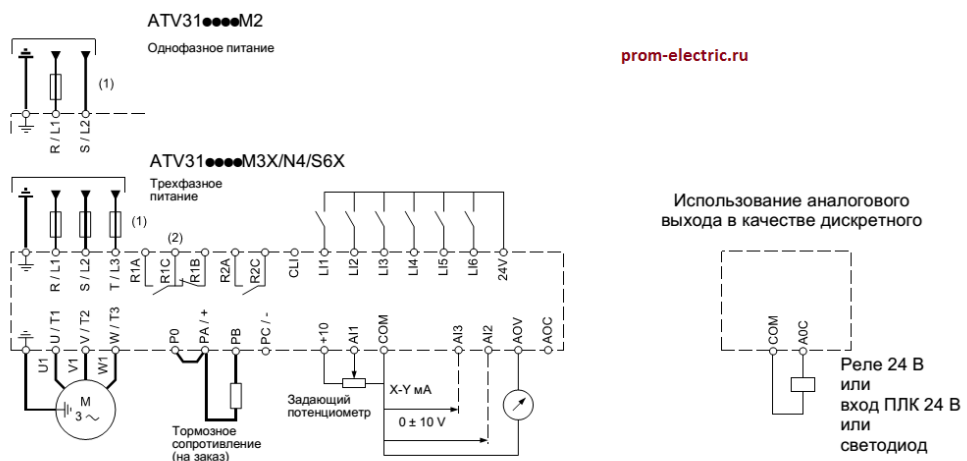


Рисунок 2.17 – Схема підключення перетворювача частоти Altivar 31

Вибір виконавчих механізмів.

В якості виконавчих механізмів в кваліфікаційній роботі застосовані регулюючі клапани типу 241-7. Регулюючі клапани типового ряду 240 випускаються на умовні діаметри Ду 15 до Ду 250 (1 / 2 "до 10") і номінальний тиск Ру 40 (клас 300).

Пневматичний регулюючий та швидкозакривний клапан для рідкого палива та зріджених газів.

Сертифікований типовими випробуваннями по DIN EN 264 виконавчий клапан в функції регулюючого і аварійного запірною пристрою для топкових установок, що працюють на рідкому паливі.



Рисунок 2.14- Регулюючий клапан типу 241-7

Корпус клапана із сталевих литва, корозійностійкого сталевих лиття або кованої сталі С22.8, WN 1.4571.

Умовний діаметр Ду 15 ... 100

Умовний тиск Ру 10 і Ру 40

Допустима робоча температура 350 °С

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура навколишнього середовища -15 ... +60 ° С

Пристрій і принцип дії.

Односідельний прохідний клапан типу 241 може комплектуватися приводом, утворюючи пневматичний або електричний виконавчий орган, в залежності від виду обраного приводу. Також можлива установка ручного приводу

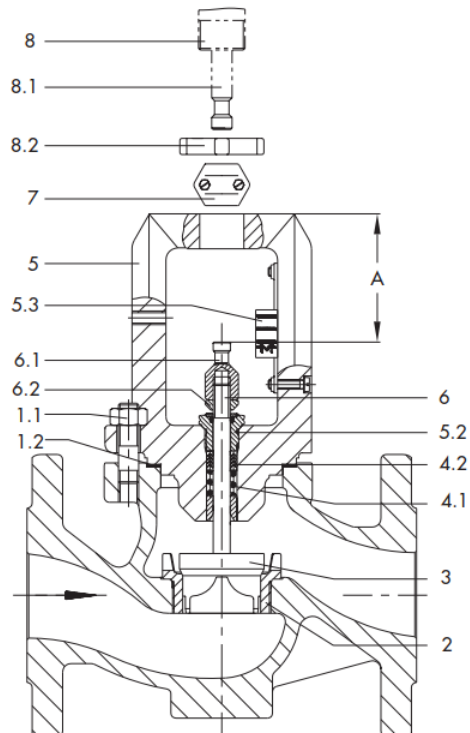


Рисунок 2.15- Регулюючий клапан типу 241-7, вид в розрізі.

1-корпус клапана, 1.1-гайки, 1.2- ущільнююча прокладка, 2- сідло, 3- конус, 4.1-пружина, 4.2-сальник, 5- верхня частина клапана, 5.2-різьбова втулка, 5.3- щиток-показчик ходу, 6-шток конуса, 6.1-накидна гайка, 6.2- контргайка, 6.3- рама, 7- муфта, 8- привід, 8.1- шток привода, 8.2- гайка

Типовий ряд регулюючих клапанів 241-7 рис.2.16

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Регулюючий клапан		Типовой ряд 240					Специального назначения							
		-DIN	-ANSI	241		3244	3248	3249	3345	3347	3351	3510		
Тип		8015	8012	-Газ	Масло	-TUV	8026	8093	8048	8031	8097	8039	8091	
Страница каталога		8015	8012	8020	8022	8016	8026	8093	8048	8031	8097	8039	8091	
Прокладной клапан				*	*	*		*		*		*	*	
Трехход., смесит. или распрод. клапан							*							
Угловой клапан								*	*		*		*	
Стандартное исполнение		DIN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
		ANSI		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
		JIS	*	*										
Специального назначения		На малые расходы											*	
		Сертифицированы по типу для работы с газами, DIN EN 161			*									
		Для жидких топлив, DIN EN 264				*								
		Сертифицированы по типу по DIN EN 32 730					*							
		Клапан «открыть-закрыть»											*	
Условные диаметры		Для (мм)	15... 250	15... 150	15... 100	15... 150	15... 150	15... 150	15... 50	15... 100	25... 100	15... 100	10... 15	
		Для (дюймы)		1/2... 10				1/2... 6	1/2... 6	1/2... 2	1/2... 4		1/2... 4	1/2... 1/2
Номинальное давление		Pn	10... 40	40	16, 40	16... 40	16... 40	16... 40	10	10	16	16... 40	40, 400	
		Класс		125, 300				150, 300	150, 300	125			150, 300	
		JIS		10/20 KRF										
Допустимые температуры и перепады давления см. соответствующий типовой лист														
Материал корпуса		Серый чугун	*				*	*			*	*	*	
		Чугун с шаровидным графитом	*				*	*			*	*	*	
		Стальное литье	*		*	*	*	*					*	
		Корроз.-стойкая стальное литье	*		*	*	*	*			*	1.4404	*	
		Кованая сталь	*		*	*	*	*						
		Коррозионно-стойкая кованая сталь	*		*	*	*	*	*	*				*
		По ASTM A 216 B, серый чугун		*							*			
		Стальное литье		*	*								*	
		Коррозионно-стойкое стальное литье		*	*						*		*	
		G-X 6 Cr Ni 189 WN 1.4308							*					
GS 21 Mn5, WN 1.1138	*													
Специальный материал	*	*				*	*	*	*	*	*	*		
Конус клапана		Металлоуплотняющий	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	
		Металлополированный	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
		Микроуплотняющий	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
Мембранное уплотнение		С разгрузкой давления	*	*		*								
		Изолирующая часть	*	*		*	*	*	*	*	*	*	*	
По желанию заказчика		Металлополированное уплотн.	*	*	*	*	*	*					*	
		Обогревательная рубашка	*	*			*							
		Устройство понижения шума (двигатель потока)	*	*	*	*	*							
Присоединения		Фланец	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
		Под приварку	*	*			*			*	*	*	*	
		Спец. формы присоединения	*	*					*	*	*	*		
Типовой лист Т ...		8015	8012	8020	8022	8016	8026	8093	8048	8031	8097	8039	8091	

Рисунок 2.16- Типовой ряд регулирующих клапанов 241-7



Рисунок 2.17- Пневмопривід тип 3271

Actuator version	Standard version 350 to 1400 cm ²	Stainless steel version	Type 3271-52 60 cm ²	Type 3271-5 120 cm ²	2800 cm ²
Max. supply pressure	6 bar ¹⁾		6 bar ¹⁾		
Permissible temperatures in continuous operation	Standard material NBR: -35 to +90 °C		-35 to +80 °C	-35 to +90 °C	
	Special material EPDM (for air free of oil and grease) -35 to +120 °C				
	Fire-Lock version: up to 80 °C				
Materials (WN = Material Number according to DIN)					
Rolling diaphragm	NBR (nitrile rubber) with fabric insert		NBR	NBR with fabric insert	
	EPDM with fabric insert				
Actuator stem	WN 1.4305		WN 1.4305/1.4571	WN 1.4305	WN 1.4571
Sealing of the actuator stem	NBR (nitrile rubber)			NBR	
	EPDM				
Diaphragm cases	Sheet steel, plastic coated	Stainless steel WN 1.4301	Aluminum, powder-varnish coated	Die-cast aluminum, plastic coated	GGG-40

Рисунок 2.18- Технічні характеристики пневмопривода 3271

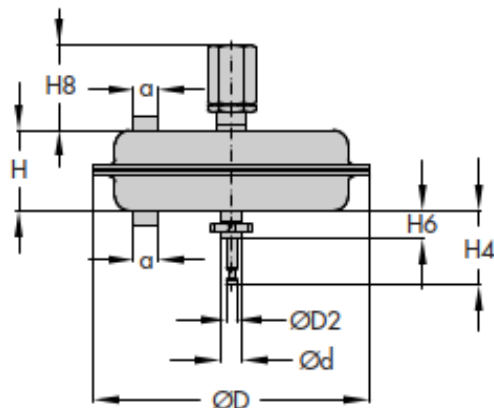


Fig. 16 - Version with mechanical travel stop

Рисунок 2.19- Габаритні розміри пневмопривода 3271

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вага і розміри в мм

Actuator	cm ²	60 ^{1) 2)}	80 ¹⁾	120 ³⁾	240	350	700	1400	2800	2 x 2800
Height	H	63	62	69	62	82	134	197	520	1020
	H1	-	-	-	300	320	430	-	-	-
	H2 _{max}	-	-	208	345	365	515	-	-	-
	H4 _{rated} ⁵⁾	51	75	75	75	75	90	165	315	
	H4 _{max} ⁵⁾	52.5	78	78	78	78	95	169	325	
	H4 _{max} ⁶⁾	52.5	78	78	78	85	104	185	355	
	H6	23.8	34	34	34	34	34	54	85	
	H7	-	-	-	-	-	62	90	110	
Diameter	∅ D	120	150	168	240	280	390	530	770	
	∅ D1	-	-	80	180	250		-	-	-
	∅ D2	10	10			16		22	40	
∅ d (thread)	20 (M20 x 1.5)	30 (M 30 x 1.5)					60 (M 60 x 1.5)		100 (M 100 x 2)	
a (optionally)	G 1/4	G 1/4	G 1/8	G 1/4	G 3/8		G 3/4	G 1		
	NPT 1/4	NPT 1/4	NPT 1/8	NPT 1/4	NPT 3/8		NPT 3/4	NPT 1		
Weight with/wo. handwheel	Without	1.3	2	2	5	8	22	70	450	950
	With	-	-	4	9	13	27	4)		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

35

2.2 Схема автоматизації.

В результаті впровадження системи автоматизації вдалося забезпечити стабільність технологічних параметрів при перекачуванні нафти. Значно знижено можливість помилкових дій оператора. Також запровадження сучасної АСУ ТП дозволить отримувати розширену діагностику роботи обладнання, чітку сигналізацію та реєстрацію випадків несправності системи та аварійних ситуацій.

Розроблена в кваліфікаційній роботі автоматизація насосного агрегату призначена для оптимальної подачі нафти на основний магістральний насос і подальшого її транспортування.

На основі розглянутих особливостей функціонування насосного агрегату НМ 180-500 можна сформулювати основні вимоги до автоматизації:

- контроль температури підшипників двигуна та насоса;
- контроль температури охолоджувальної рідини;
- контроль температури корпусу двигуна;
- регулювання подачі охолоджувальної рідини в бачки охолодження;
- регулювання подачі нафти на виході з насосу;
- контроль тиску на вході в насос;
- контроль тиску охолоджувальної рідини в бачках;
- контроль вібрації горизонтальної та вертикальної насосу та двигуна;
- контроль обертів вала насосу та двигуна.

Для уникнення аварії, до якої може привести перегрів підшипників двигуна та насоса система автоматизації, система автоматизації передбачає контроль температури цих параметрів. Для цього використано термоперетворювачі типу ТСП Метран 256 (поз.1а,5а,6а,8а). З них сигнал опору надходить на вторинні прилади МТМ-292 (поз.1б,7б), з них уніфіковані сигнали 4-20 мА поступають до вхідного модуля ВМХ АМІ 810 контролера Modicon

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

М340, який зв'язаний з ЕОМ, для програмної обробки.

Контроль температури обмотки двигуна, в камері розвантаження, охолоджувальної рідини в СОЖ1...СОЖ4 відбувається за допомогою термоперетворювачі типу ТСП Метран 256 (поз.2а...4а,7а,9а...12а), далі сигнали опору надходять на вторинні прилади МТМ-292 (поз.16,76) з яких уніфіковані сигнали 4-20 мА поступають до вхідного модуля ВМХ АМІ 810 контролера Modicon М340, який зв'язаний з ЕОМ, для програмної обробки.

Управління напором на виході з насосу теж повинен бути не більше 4,4 МПа, допустиме відхилення по напору від +3% до мінус 2% від номінального значення. Зниження напору після виробітки середнього ресурсу до капітального ремонту з заліком використання запасних частин – не більше 3%.

Регулювання подачі нафти на виході з насосу відбувається таким чином. Після насосу міряється тиск нафти за допомогою датчика надлишкового тиску ЕЈХ 430А (поз.14а), він перетворює сигнал тиску в уніфікований токовий сигнал 4...20 мА, який надходить до вхідного модуля ВМХ АМІ 810 контролера, де обробляються програмою, після цього з вихідного модуля ВМХ АМО 0802 сигнал управління надходить на регулюючий клапан фірми SAMSON із вбудованим електропневмоперетворювачем типу 241-7 (поз.14б,в), який змінює витрату некондиційної нафти в трубопроводі.

Якщо недостатньо надходить охолоджувальної рідини на підшипники вони перегріються і вийдуть з ладу, що спричинить до аварійної зупинки насосного агрегату і подальшого його ремонту пов'язаного з заміною підшипників (які в свою чергу мають дуже високу ціну). Тому схемою автоматизації передбачений контур регулювання рівня в СОЖ1...СОЖ4. Радарний рівнемір з рупорною антеною OPTIWAVE 7300 С встановлений на кожному бачку (поз.21а...24а), уніфікований сигнал з якого поступає до вхідного модуля ВМХ АМІ 810 контролера, після перетворення в цифровий сигнал МПК програмно реалізує ПІ-регулятор і видає сигнал на вихідний модуль ВМХ АМО 0802, з нього управляючий сигнал впливає на клапан, який розташований на трубопроводі

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

охолоджуючої рідини до СОЖ1...СОЖ4 (поз. 21б,в...24б,в).

Для контролю вібрації двигуна і насоса використовується акселеномір METRIX SA6200 (поз. 16а...20а) разом з перетворювачем пероксиметром METRIX-5535 (позиція 16б...20б) забезпечують ідеальне рішення для виміру віброзміщень і передачі сигналу 4-20мА безпосередньо на вхідний модуль контролера ВМХ АМІ 810. По каналу зв'язку комп'ютер отримує данні про стан віброзміщення підшипників насоса і двигуна, оброблює їх і виводить мнемосхему на монітор у вигляді аналогових стовпчиків, що вказують на поточний стан прискорення віброзміщення вертикального та горизонтального напрямків в міліметрах за секунду.

Живлення приладів автоматизації здійснюється за допомогою блоків живлення Метран-608 (поз.28,29).

Пуск двигунів насосів М1...М3 забезпечується через частотний перетворювач Altivar (позиція 25а...27а) синхронного електродвигуна. З клавіатури комп'ютера диспетчерського пункту вводиться пароль змінного диспетчера і вибирається закладка «Автоматичний пуск» для вибраного агрегату, потім натискається «ОК» для підтвердження введення.

При правильному зборі передпускових умов починається автоматичний пуск, що відображається жовтим кольором на мнемосхемі монітора комп'ютера в верхній лівій частині як «АП». За заданим алгоритмом синхронний електродвигун виходить на встановлений режим обертів.

Автоматична зупинка насосів відбувається послідовно за програмою. Якщо в схемі автоматизації насосної станції передбачається захист по пожежонебезпеці (встановлені датчики, що реагують на появу диму, полум'я), то при їх спрацьовуванні відключаються всі споживачі електроенергії без винятку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3 Специфікація засобів автоматизації.

Таблиця 2.1 Специфікація засобів автоматизації

№ з/п	№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а... 12а	Перетворювач опору платиновий. Трьохпровідна схема з'єднань. НСХ 100П. Межа вимірювання - 50...200°C	ТСП Метран- 256	шт.	12	Метран
2	1б, 7б	Перетворювач вимірювальний багатоканальний. Напруга живлення: АС 220В. Споживана потужність не більше 60 ВА. Діапазон робочих температур +5...+50°C. Вхідні сигнали 0...5мА, 0...20мА, 4...20мА, 0..100мВ, 50П. Вихідні сигнали 4...20мА. Ступінь захисту корпусу IP54	МТМ 292	шт.	2	м.Северодонецьк «МИКРОТЕРМ»
3	13а ... 15а	Датчик тиску-розрідження. Основна приведена похибка $\pm 0,075\%$. Діапазон вимірювань -1...160 кгс/см ² . ЖКІ дисплей. Вихідний сигнал 4...20/HART	ЕЛХ 430А	шт.	1	ООО «ИОКОГВА А ЕЛЕКТРИК СНГ»
4	14б	Пневмопривод . Вхідний сигнал 4-20мА	тип. 3277	шт	1	SAMSON
5	14в	Регулюючий клапан Ду50мм. Ру 10	Тип 241-7	шт.	1	SAMSON
6	21а ... 24а	Рівнемір радарний з рупорної стандартної антеною. DN 80, PN 40. Фланець по EN 1092-1 тип В1. Вихідний сигнал 4 ... 20мА. Ступінь захисту IP67..	OPTIWA- VE 7300 С	шт.	4	KROHNE
7	21б... 24б	Пневмопривод . Вхідний сигнал 4-20мА	тип. 3277	шт	4	SAMSON
8	21в... 24в	Регулюючий клапан Ду50мм. Ру 10	Тип 241-7	шт.	4	SAMSON

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
9	16а... 20а	Датчик абсолютної вібрації, акселеномір	Metrix SA6200	шт.	5	ООО «Котрис»
10	16б ... 20б	Двопровідний перетворювач проксиметрів. Вихідний сигнал 4...20 мА	Metrix 5535	шт.	5	ООО «Котрис»
11	25а ... 27а	Перетворювач частоти. Діапазон потужностей від 0,75кВт до 630кВт. Електроживлення до 500VАС	Altivar 31	шт.	3	Schneider Electric
12	28, 29	Блок живлення. Кількість каналів-8	Метран- 608	шт.	2	м. Челябінськ ПГ «Метран»

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).

Для створення системи автоматичного управління необхідний багатоканальний контролер, а також враховуючи можливість розширення розроблюваної системи автоматизації і її інтеграції в автоматизовану систему управління виробництвом доцільним буде використання мікропроцесорного контролера Modicon M340.

Для контролера M340 доступні наступні комунікаційні протоколи: Modbus RTU / ASCII, Ethernet Modbus TCP / IP, Modbus Plus, CANopen master, Profibus DP, AS-interface V3 master. Для під'єднання панелі оператора типу ХВТ GT безпосередньо можна використовувати інтерфейс USB, таким чином немає необхідності в додатковому модулі Modbus [9].



Рисунок 3.1- Schneider Electric M340

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Анохін			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.				41	12
Зав. кафедр		Смітюх Я.В..			НУХТ ЗАВ-3-1-2024		
Секр. ЕК		Крупська					

Розробка системи
автоматизації насосного
агрегату НМ-180-500

Механічною основою системи є монтажна шина (кошик), на яку встановлюються блок живлення, процесорний модуль і модулі розширення. Архітектура дозволяє з'єднувати до чотирьох таких монтажних кошиків в єдину систему з одним головним процесором, а самі кошики можна винести на сумарну довжину до 30 метрів. Таким чином віддалений введення / виведення організовується « всередині » контролера і не потрібно впровадження додаткових польових шин. Крім блоку живлення все модулі мають однакову ширину, а тому займають лише одне установче місце на кошику. Максимальна місткість кошика - 12 місць, що з урахуванням блоку живлення і процесора дозволяє встановити ще 11 модулів розширення. На рис. 3.2 показано шасі в початковому стані.

Шасі використовується як монтажна рама, на якій розміщуються і кріпляться окремі модулі. Всередині шасі проходить загальна шина BusX. Ця шина забезпечує електроживлення модулів, обмін керуючими сигналами і обмін даних між модулями. Шасі може кріпитися як на стандартну DIN-рейку, так і за допомогою гвинтів.

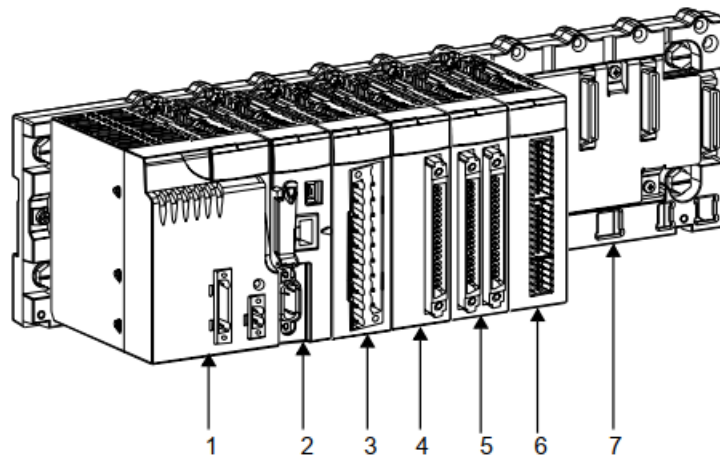


Рисунок 3.2-Приклад конфігурації ПЛК Modicon M340

1 – модуль живлення; 2 – процесорний модуль; 3,4,5 – модулі входів/виходів; 6 - лічильний модуль; 5 - різьбові отвори під гвинти для закріплення модулів; 6 –монтажне шасі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

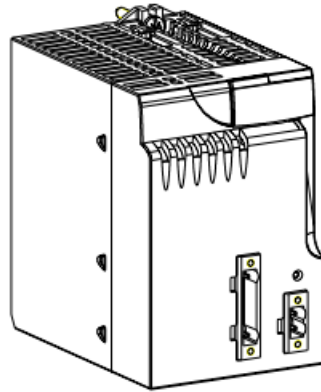


Рисунок 3.3-Модуль живлення BMX CPS

Модулі живлення BMX CPS призначені для забезпечення живленням монтажних шасі BMX XBP та встановлених на них модулів. Вибір модуля живлення здійснюється на підставі типу мережного живлення (змінний або постійний струм) і необхідної потужності, що споживається.

Існує два типи модулів живлення:

- модулі живлення для ланцюгів змінного струму;
- модулі живлення для ланцюгів постійного струму.

Серед різноманітних модулів аналогових входів-виходів легко вибрати модуль, що відповідає вимогам конкретного застосування. Модулі характеризуються такими параметрами:

Таблиця 3.1 – Основні параметри аналогових модулів.

Характеристики	Опис
Кількість каналів	<ul style="list-style-type: none"> • 2 канали • 4 канали
Характеристики вхідного сигналу	<p>Напруга / струм</p> <p>Термопара</p> <p>Термометр опору (датчик температури)</p>
Тип з'єднувача	Клемні колодки підключення на 20 контактів 40-контактні роз'єми для підключення датчиків або виконавчих механізмів за допомогою системи швидкого монтажу TELEFAST 2

Модулі аналогових входів/виходів М340 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні).

Для модулів, які підключаються через з'ємну клемну колодку, остання замовляється окремо як у звичайному варіанті, так і з підключеним кабелем розпушеним на кінці. 20-контактні клемні колодки для аналогових модулів такі самі, як і для дискретних (ВМХ ФТВ 2000/2010/2020). Для модулів ВМХ АМІ 800/810 замовляється 28-контактна клемна колодка ВМХ ФТВ 2820 з пружинними затискачами.

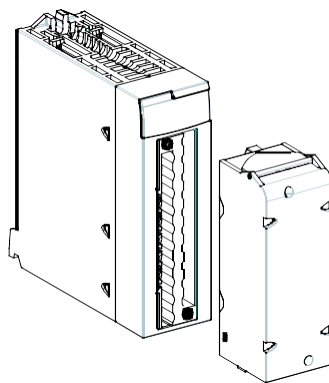


Рисунок 3.4— Модуль аналогових входів-виходів, оснащений 20-контактною клемною колодкою підключення

Модулі аналогових входів-виходів отримують живлення від внутрішньої шини монтажного шасі. Встановлення та демонтаж модулів може проводитись без відключення живлення монтажного шасі ПЛК, при цьому немає ризику пошкодження обладнання та впливу на роботу інших компонентів ПЛК.

При використанні аналогових модулів ВМХ АМІ 0410, ВМХ АМО 0210

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

або ВМХ АММ 0600, оснащених 20-контактною клемною колодкою, необхідно обов'язково підключати цю колодку до модуля.

Таблиця 3.2 – Основні технічні характеристики аналогових модулів.

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон сигналу	Характеристики каналів	Підключення
Модулі аналогових входів				
ВМХ АРТ 0414	4	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
ВМХ АРТ 0814	8	мВ, термометри опору, термопари	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 400 мс	40-контактний роз'єм
ВМХ АМІ 0410	4	$\pm 10\text{В}, 0\dots 10\text{В}, 0\dots 5\text{В}, 0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс	20-контактна з'ємна колодка
ВМХ АМІ 800	8	$\pm 10\text{В}, 0\dots 10\text{В}, 0\dots 5\text{В}, 0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	16-бітні, з загальною точкою підключення, час опитування модуля – 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
ВМХ АМІ 810	8	$\pm 10\text{В}, 0\dots 10\text{В}, 0\dots 5\text{В}, 0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 9 мс	28-контактна з'ємна колодка
Модулі аналогових входів та виходів (змішані)				
ВМХ АММ 0600	4 вх	$\pm 10\text{В}, 0\dots 10\text{В}, 0\dots 5\text{В}, 0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	14-бітні для U, 12-бітні для I, Загальна точка, час опитування модуля - 5 мс	20-конт. з'ємна кол.
	2 вих.	$\pm 10\text{В}, 0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	12-бітні для U, 11-бітні для I, загальна точка	
Модулі аналогових виходів				
ВМХ АМО 0210	2	$\pm 10\text{В}, 0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
ВМХ АМО 410	4	$\pm 10\text{В}, 0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	16-бітні, ізоляція між каналами	20-конт. з'ємна кол.
ВМХ АМО 802	8	$0\dots 20\text{мА}, 4\dots 20\text{ мА}$	16-бітні, загальна точка	20-конт. з'ємна кол.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

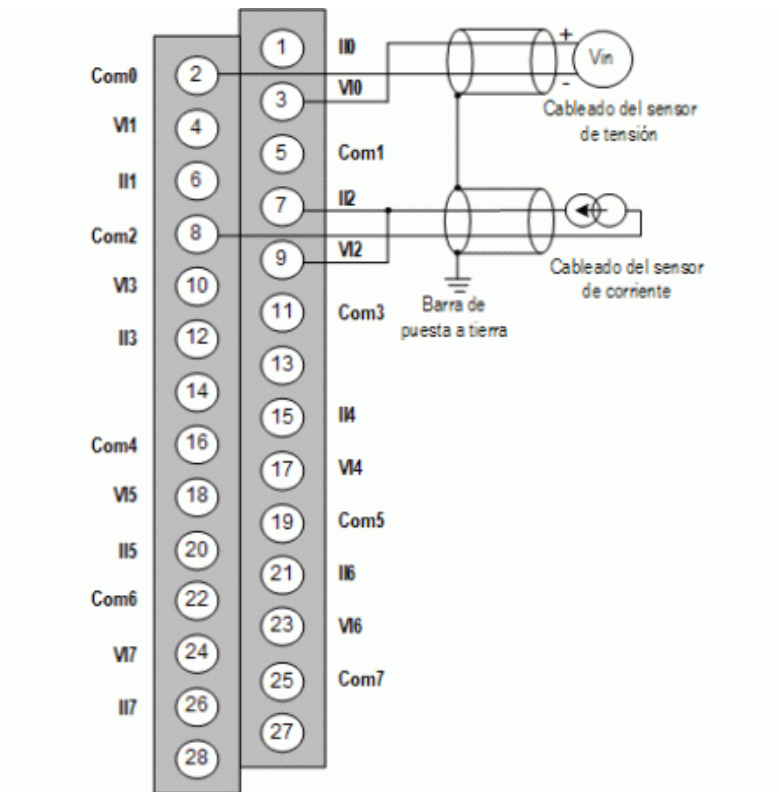


Рисунок 3.5 – Підключення модулів аналогових входів VMX AMI 810

Документація на замовлення мікропроцесорного контролера (МПК) тісно пов'язана із завданням на виготовлення щитів і пультів, оскільки у щитових конструкціях розміщуються як сам МПК так і його блоки живлення.

Замовна специфікація має наступний вигляд:

Таблиця 3.2 Замовна специфікація

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
Modicon M340	Промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, модульного типу	1	
VMX AMI 810	Модуль аналогових входів, 20 каналів, 16-бітний, ізоляція між каналами, час опитування модуля – 400 мс	2	
VMX AMO 0802	Модуль аналогових виходів, 8 каналів, діапазон сигналу 0...20мА, 4...20 мА, 16-бітний, загальна точка	1	

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

У сучасних системах автоматизації, в результаті постійної модернізації виробництва, все частіше зустрічаються завдання побудови розподілених промислових мереж з використанням гнучких протоколів передачі даних.

Раніше де-небудь в апаратної ставилося величезну шафу з обладнанням, до нього тягнулися кілометри товстих пучків кабелів, що ведуть до датчиків і виконавчих механізмів. Сьогодні, в переважній більшості випадків, на багато вигідніше встановити кілька локальних контролерів, об'єднаних в єдину мережу, тим самим заощадивши на установці, тестуванні, введенні в експлуатацію та технічне обслуговування в порівнянні з централізованою системою.

Для організації промислових мереж використовується безліч інтерфейсів і протоколів передачі даних, наприклад Modbus, Ethernet, CAN, HART, PROFIBUS та ін. Вони необхідні для передачі даних між датчиками, контролерами і виконавчими механізмами (ВМ); калібрування датчиків; живлення датчиків і ВМ; зв'язку нижнього і верхнього рівнів АСУ ТП. Протоколи розробляються з урахуванням особливостей виробництва і технічних систем, забезпечуючи надійне з'єднання і високу точність передачі даних між різними пристроями. Поряд з надійністю роботи в жорстких умовах все більш важливими вимогами в системах АСУТП стають функціональні можливості, гнучкість в побудові, простота інтеграції та обслуговування, відповідність промисловим стандартам.

Підключення давачів до аналогового модуля контролера показано на рис.3.6

Усі давачі мають уніфікований струмовий вихідний сигнал 4...20 мА і підключаються за двопровідною схемою:

- інформаційний контакт «+» давача підключається до модуля аналогового вводу на контакт «+» екранованим кабелем;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- інформаційний контакт «-» датчика підключається до модуля аналогового вводу на контакт «-» екранованим кабелем;

- інформаційний контакт «BUS» модуля аналогового вводу підключається до ПЛК на контакт «BUS» .

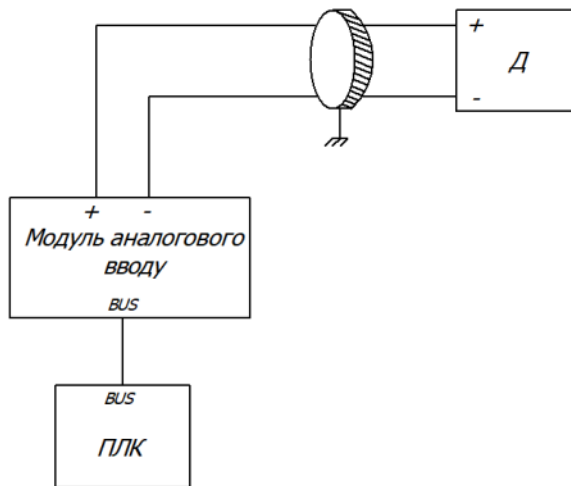


Рисунок 3.6 – Схема електричних підключень датчиків ВК

Датчики підключаються до модуля аналогового вводу екранованим кабелем. Екранування потрібне для запобігання перешкод, які можуть впливати на коректність вимірювальних значень. Підключення датчиків з мінімальною кількістю додаткових пристроїв до ПЛК допомагає збільшити точність переданого сигналу.

Розрізняються модулі вводу / виводу і за способом підключення зовнішніх ланцюгів. До одним модулів зовнішні ланцюга підключаються за допомогою клем з гвинтовими зажимами. Можливо також підключення зовнішніх ланцюгів через знімні термінальні блоки або фронтальні з'єднувачі, що дозволяє проводити заміну модулів без демонтажу зовнішніх ланцюгів. Деякі виробники НТК пропонують системи введення / виводу, в яких зовнішні низьковольтні ланцюги підключаються за допомогою пружинних затискачів.

Дискретні модулі пропонуються з щільністю від 8 до 64 каналів на модуль. При цьому доступні напруги 24, 48 В пост. струму, 24, 48, 110 і 220 В змін. струму. Вихідні канали можуть бути транзисторні, тиристорні або

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

релейні. Підключення здійснюється або через звичайні клемні блоки, або, для модулів високої щільності, через спеціальні роз'єми HE10.

Аналогові модулі пропонуються з густиною 4, 8 і 16 каналів на модуль. Модулі підтримують стандартні уніфіковані діапазони (4-20 мА, 0-10 В, термопари і термосопротивлення в різних варіаціях). Підключення здійснюється або через звичайні клемні блоки, або через спеціальні роз'єми HE10.

Аналогові входи. В системі автоматизації насосного агрегата використовуються датчики температури (Pt100), вони йдуть на вторинний прилад, а з нього на аналоговий вхід. Датчики віброшвидкості та тиску з вихідними уніфікованими струмовими сигналами 4-20 мА. Аналогові сигнали 4-20 мА підключалися до 8-ми каналного аналогового модуля входів ВМХ АМІ 0810 ПЛК Schneider Electric M340.

Аналогові виходи. В системі автоматизації насосного агрегата використовуються регулюючі клапани з електропневматичним перетворювачем з вхідними уніфікованими струмовими сигналами 4-20 мА.

Аналогові сигнали 4-20 мА подаються на частотний перетворювача та електропневматичний перетворювач від 8-х каналного модуля аналогових виходів ВМХ АМО 802 ПЛК Schneider Electric M340.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

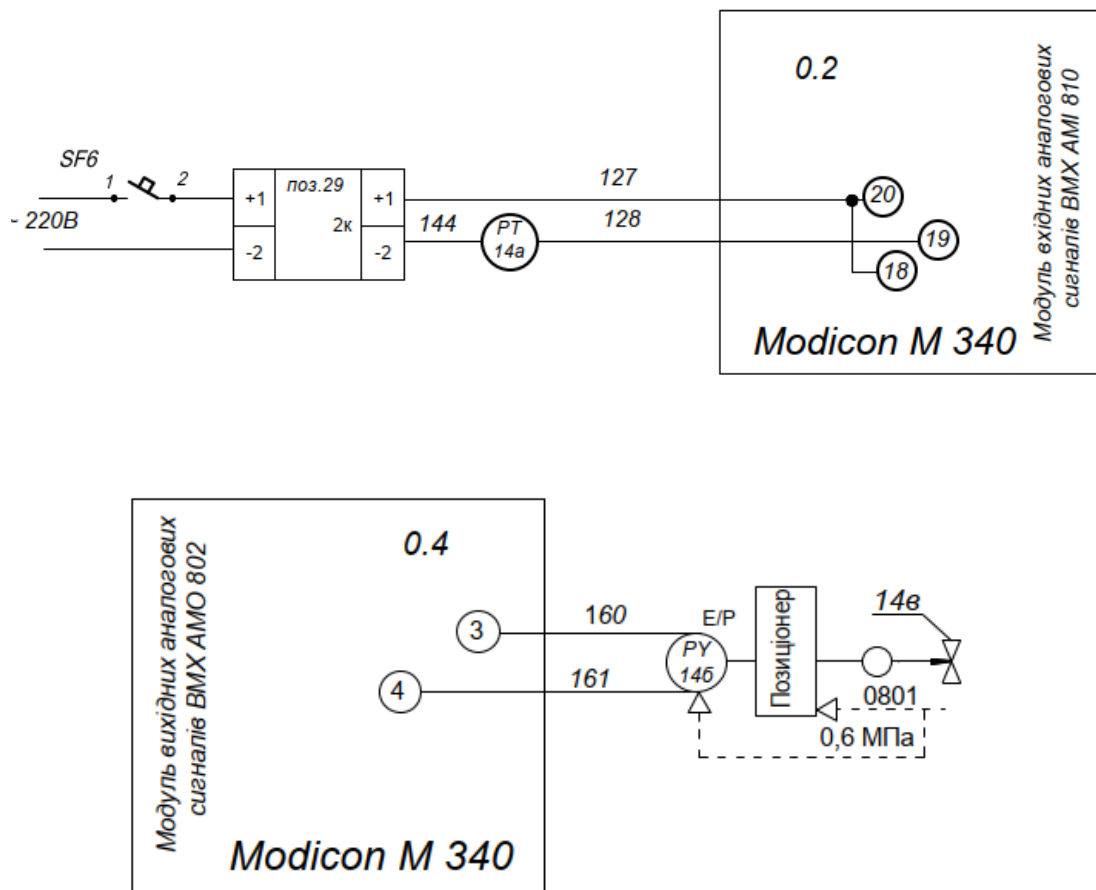


Рисунок 3.8 – Розширена схема підключення датчика тиску та регулюючого клапана до модулів ПЛК Modicon 340



Рисунок 3.9 – Графічна схема підключення EJX430A до ВМХ АМІ 810

BMX АМО 0802



тип 241-7

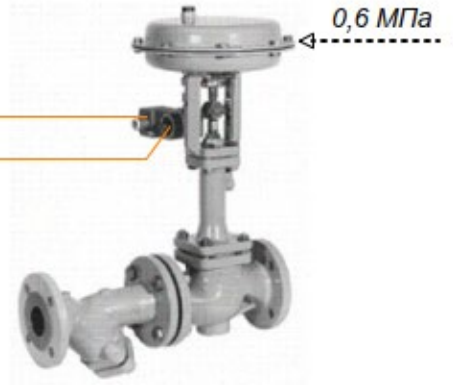


Рисунок 3.10 –Графічна схема підключення клапана типу 241-7 до BMX АМО 802

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів.

Для регулювання рівня охолоджувальної рідини в СОЖ вибрано рівнемір радарний OPTIWAVE 7300 C (рис.4.1).



Рисунок 4.1 – Рівнемір радарний OPTIWAVE 7300 C

Рівнемір складається з антени і змонтованим на ній вторинним приладом з дисплеєм на рідких кристалах. Рівнемір розташовується нагорі ємності, рівень рідини в якій необхідно виміряти.

Антенa генерує мікрохвильове випромінювання, спрямоване до поверхні рідини. Мікрохвильове випромінювання йде вниз у напрямку до поверхні рідини, від якої потім відбивається і вловлюється антеною.

Відбите випромінювання приходить в антену зсунутим по фазі по відношенню до переданого випромінювання, на величину залежно від відстані від антени до поверхні рідини.

Рівнемір OPTIWAVE 7300 C може застосовуватися в системах комерційного обліку резервуарних запасів готової продукції і в складі систем протиаварійного захисту (ПАЗ) для оберігання технологічного обладнання від переповнення і сухого пуску.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Анохін Д.Р			Розробка системи автоматизації насосного агрегату НМ-180-500	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					53	6
						НУХТ		
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.				ЗАВ-3-1-2024		
Секр. ЕК		Крупська						

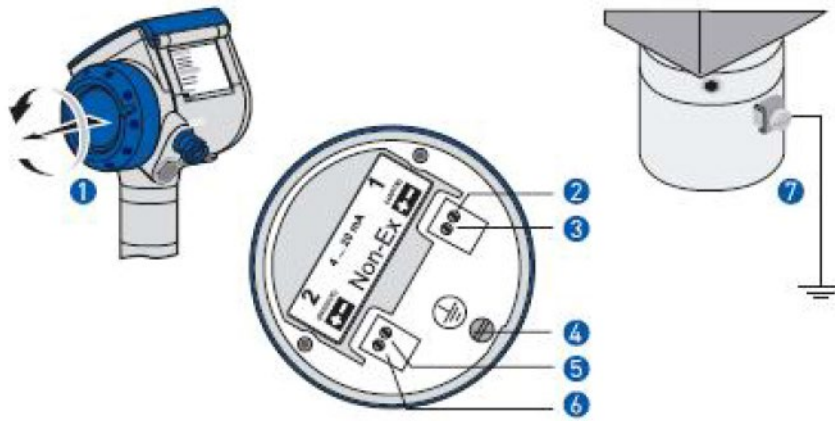


Рисунок 4.2 – Електричне підключення радарного рівнеміра OPTIWAVE 7300 С

- 1- кришка клемного блока;
- 2- клемма (-) вихідного токового сигналу 1;
- 3-клемма (+) вихідного токового сигналу 1;
- 4- заземлююча клемма;
- 5- клемма (-) вихідного токового сигналу 2;
- 6-клемма (+) вихідного токового сигналу 2.

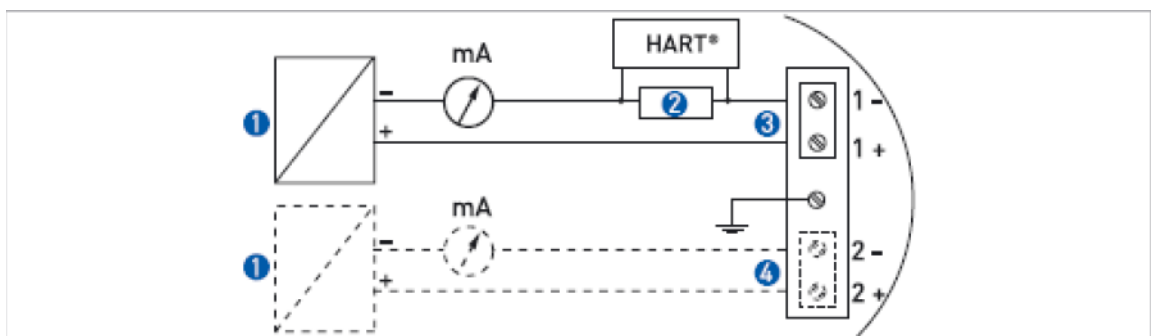


Рисунок 4.3- Електричне підключення приладів загальнопромислового призначення

- 1- Джерело живлення.
- 2- Резистор (потрібний лише для підключення HART® - модему, HART-комунікатора).
- 3- Джерело живлення для 1-го виходу: на 14...30 В постійного струму при струмі 22 мА (напруга вимірювати безпосередньо на клеммах приладу).

4- Джерело живлення для 2-го виходу (на замовлення): на 10...30 В постійного струму при струмі 22 мА (напряга вимірювати безпосередньо на клеммах приладу)

Measuring system

Measuring principle	2-wire loop-powered level transmitter; K-band [24...26 GHz] FMCW radar
Application range	Level measurement of liquids, pastes and slurries
Primary measured value	Δf (change in frequency) between the emitted and received signal
Secondary measured value	Distance, level, volume, mass and reflectivity

Design

Construction	The measurement system consists of a measuring sensor (antenna) and a signal converter which is only available in a compact version
Options	Integrated LCD display with sun cover [-20...+60°C / -4...+140°F]; if the ambient temperature is not in these limits, the display switches off
	2nd current output
	FOUNDATION Fieldbus output (4-wire device with local HART communication)
	PROFIBUS PA output (4-wire device with local HART communication)
	PTFE/PP flange plate protection (for Drop antennas without antenna extensions only)
	Distance piece (for process temperature: +150...+200°C / +300...+390°F) ①
	Antenna purging system (supplied with a ¼ NPTF connection)
Accessories	Weather protection
	Antenna extensions of 105 mm / 4.1" length (Max length for Drop antenna versions: 525 mm / 20.7"; not available for the Hygienic antenna)
Max. measuring range	80 m / 260 ft
	Depends on the antenna option, dielectric constant of the product and installation type. Refer also to "Antenna selection".
Min. tank height	0.2 m / 8" (1 m / 40" for hygienic antenna)
Dead zone	Antenna extension length + antenna length + 0.1 m / 4" (500 mm / 20" for hygienic antenna)
Beam angle of antenna	Horn DN40 / 1.5": 20°
	Horn DN50 / 2": 15°
	Horn / Sheet metal horn DN80 / 3": 10°
	Horn / Sheet metal horn DN100 / 4": 8°
	Drop DN80 / 3": 8°
	Hygienic DN50 / 2": 15°
Display and user interface	
Display	LCD display
	9 lines, 160 × 160 pixels in 8-step grayscale with 4-button keypad
Interface languages	English, German, French, Italian, Spanish, Portuguese, Japanese, Chinese (Mandarin) and Russian

Рисунок 4.4- Технічні характеристики OPTIWAVE 7300 C

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Електричні з'єднання

Electrical connections

Power supply	Terminals output 1 - Non-Ex / Ex i: 14...30 VDC; min./max. value for an output of 22 mA at the terminal
	Terminals output 1 - Ex d: 20...36 VDC; min./max. value for an output of 22 mA at the terminal
	Terminals output 2 - Non-Ex / Ex i / Ex d 10...30 VDC; min./max. value for an output of 22 mA at the terminal (additional power supply needed - output only)
Cable entry	M20×1.5; ½ NPT
	G ½ (not for FM- and CSA-approved devices. Not for stainless steel housings.)
	M25×1.5 (for stainless steel housings only)
Cable gland	Standard: none
	Options: M20×1.5 (for non-Ex and Ex -approved devices with M20×1.5 and M25×1.5 cable entries); others are available on request
Cable entry capacity (terminal)	0.5...1.5 mm ²

Для роботи в режимі мережі прилади мають протокол HART, вбудований у перший вихідний сигнал. Реалізація протоколу повністю відповідає вимогам організації Communication Foundation. Прилад може зв'язуватися за протоколом HART® у режимі "точка до точки" та у повністю мережному режимі. Загальна кількість приладів у складі такої мережі може сягати 15 штук.

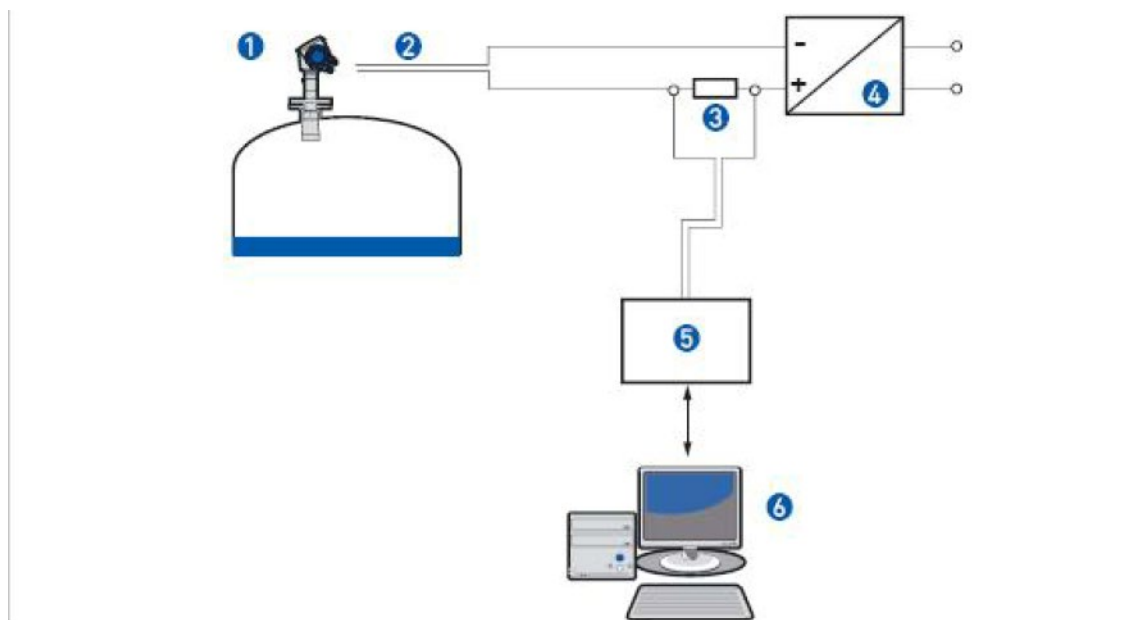


Рисунок 4.5 – Режим роботи "точка до точки" для приладів загальнопромислового виконання

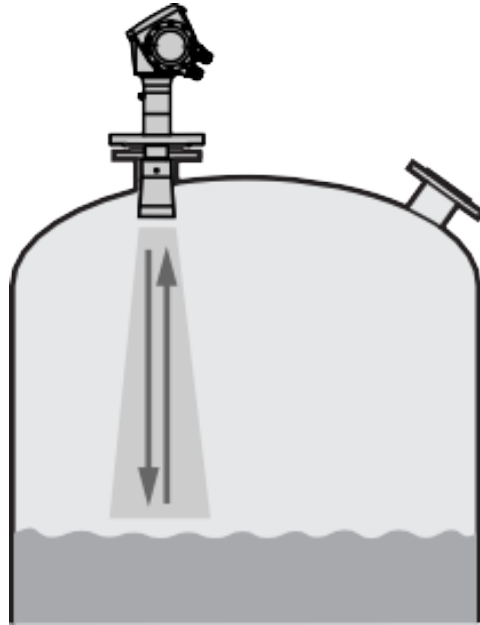


Рисунок 4.6 – Вимірювання рівня рідин в резервуарах зберігання

Рівнемір здатний проводити точні вимірювання в умовах неспокійної поверхні, до яких відносяться, наприклад, завихрення від мішалок, а також при наявності піни.

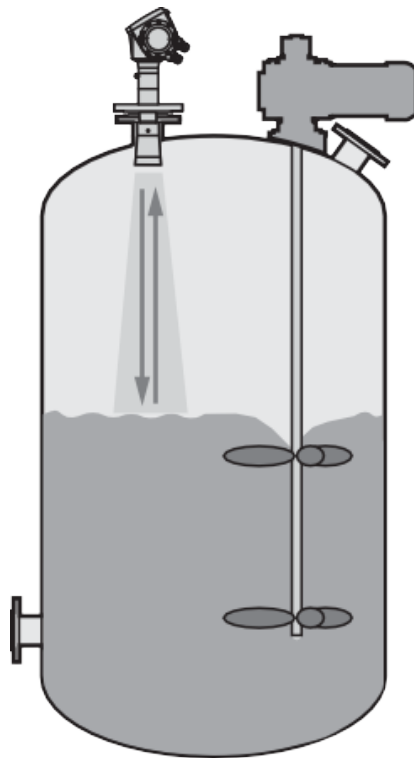
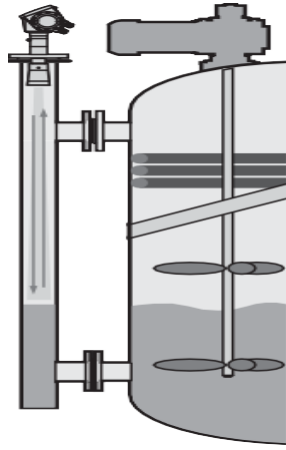


Рисунок 4.7 – Вимірювання рівня рідин в технологічних резервуарах

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Якщо в резервуарі знаходиться занадто багато виступаючих елементів, таких як мішалки і арматури, рекомендується встановлювати радарний рівнемір на виносній камері або заспокійливої трубі

Рисунок 4.8 – Вимірювання рівня рідин в виносних камерах

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Алгоритм основної програми повинен будуватися на трьох основних етапах.

- Перший етап - це збір необхідної інформації з датчиків і занесення її в осередку пам'яті, для подальшої обробки.

- Другий етап - безпосередньо обробка даних отриманих з датчиків і формування керуючих впливів.

- Третій етап - повинен являти собою подачу керуючих впливів на регулюючі органи, для зміни параметрів згідно з технологічним регламентом процесу.

Так як програма в контролері повинна буде виконуватися циклічно в алгоритмі необхідно організувати цикл, що повторює основні етапи програми, що і показано на попередній блок-схемі.

Програма повинна бути правильно організована і бути зрозумілою для інших програмістів - це дозволяють зробити підпрограми. Опис кілька основних алгоритмів підпрограм наведені нижче.

Програмно-математичне забезпечення автоматизованої системи для визначення та регулювання флегмових чисел колон на базі програмованих логічних контролерів Modicon.

На сьогоднішній день для програмування контролерів Modicon Quantum, Premium, Atrium та M340 використовується єдине програмне забезпечення UNITY PRO [15].

UNITY PRO - це програмне середовище конфігурування, Програми контролерів Modicon 340 розробляються і налагоджують за допомогою ліцензійного програмного забезпечення Unity Pro фірми Schneider Electric.

Система Unity Pro додатково включає в себе:

- символні (нелокалізовані) змінні, що розміщуються в пам'яті ЦПУ самою системою; unity масив програмування

- певні користувачем структуровані типи даних (DDT);

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- бібліотеку попередньо анімованих графічних об'єктів для діалогових екранів;

- захист додатків або їхніх частин по запису / читання, що запобігає несанкціоновану модифікацію.

Schneider-Electric Unity Pro - це програмне середовище для розробки та програмування ПЛК Schneider-Electric. Унікальна багатозадачна операційна система і однойменний додаток для розробки та програмування контролерів MODICON M340, Premium, Atrium і Quantum фірми Schneider Electric.

Unity Pro (рисунок 5.1) надає наступні мови програмування для створення програми користувача:

- функціональні блок-схеми FBD;
- мова крокових діаграм (LD);
- список інструкцій IL;
- структурований текст ST;
- мова послідовної функціональної схеми SFC;

Мова програмування FBD - це графічна мова описи процесів проходження сигналів через різні об'єкти. Мова FBD має подібність до електричних кіл, тому інженери-схемотехніки можуть легко проектувати електричні схеми для систем управління, а не в ім'я досвіду програмування. Мова програмування FBD працює з різними функціональними блоками між вхідними та вихідними змінними. Блоки FBD - це спеціальні функції, написані IL, SFC або іншими мовами, а також інші блоки, які можна повторно використовувати у різних частинах програми.

Програма на мові FBD є сукупністю функціональних блоків (functional blocks, FBs), входи та виходи яких з'єднані лініями зв'язку (connections). Ці зв'язки, що з'єднують виходи одних блоків зі входами інших, є, по суті, змінними програмами і служать для пересилання даних між блоками. Кожний блок являє собою математичну операцію (додавання, множення, логічне «або» тощо) і може мати, в загальному випадку, довільну кількість

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

входів і виходів. Початкові значення змінних задаються за допомогою спеціальних блоків – входів або констант. Вихідні ланцюги можуть бути пов'язані або з фізичними виходами контролера, або з глобальними змінними програми. Приклад фрагменту програми на FBD наведено на рис.5.1

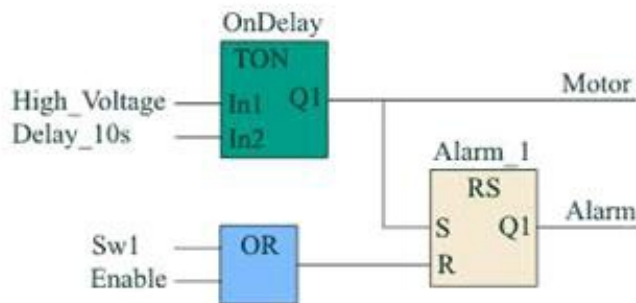


Рисунок 5.1- Візуальні блоки FBD

Приклад програми.

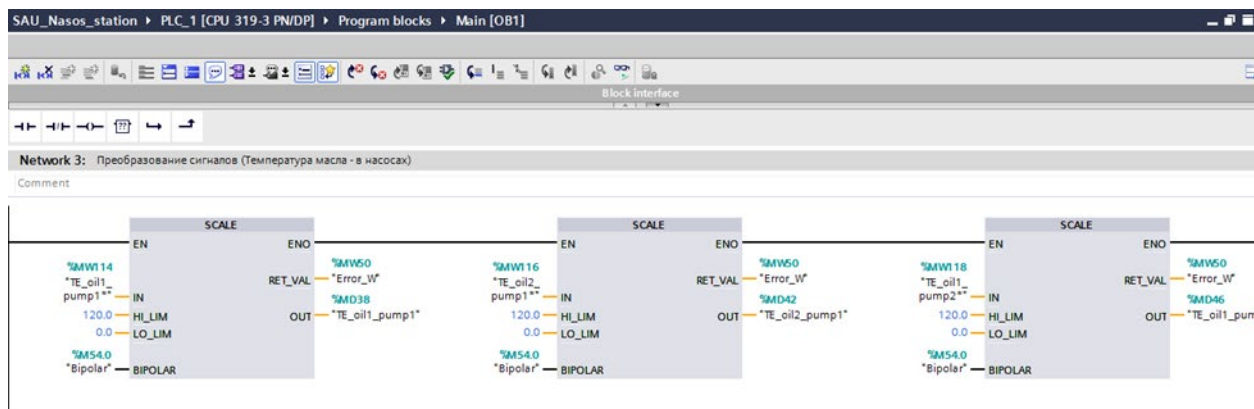


Рисунок 5.2-Процес перетворення аналогових сигналів датчиків температури охолоджувальної рідини в СОЖ

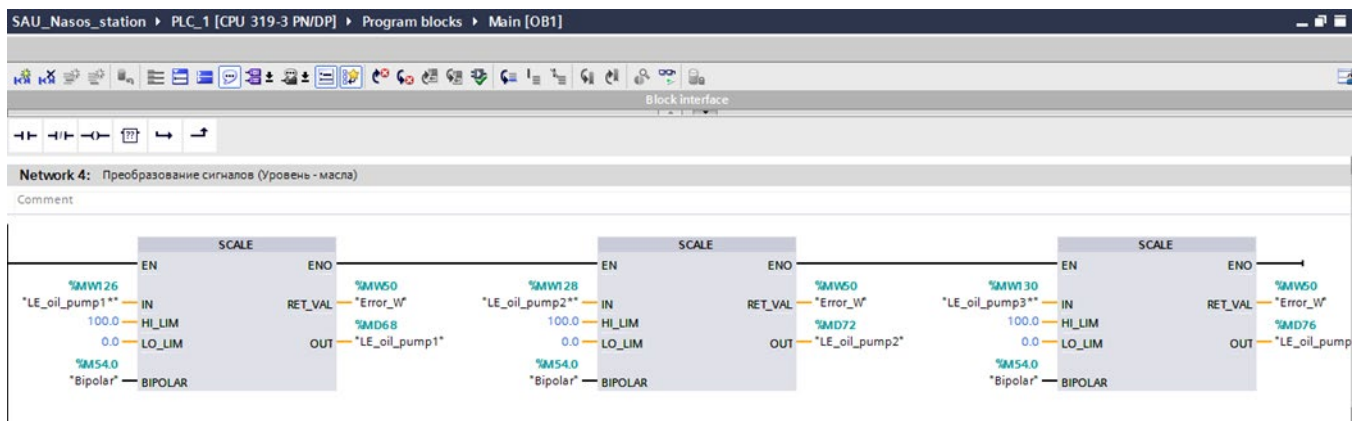


Рисунок 5.3-Процес перетворення аналогових сигналів датчиків рівня охолоджувальної рідини в СОЖ

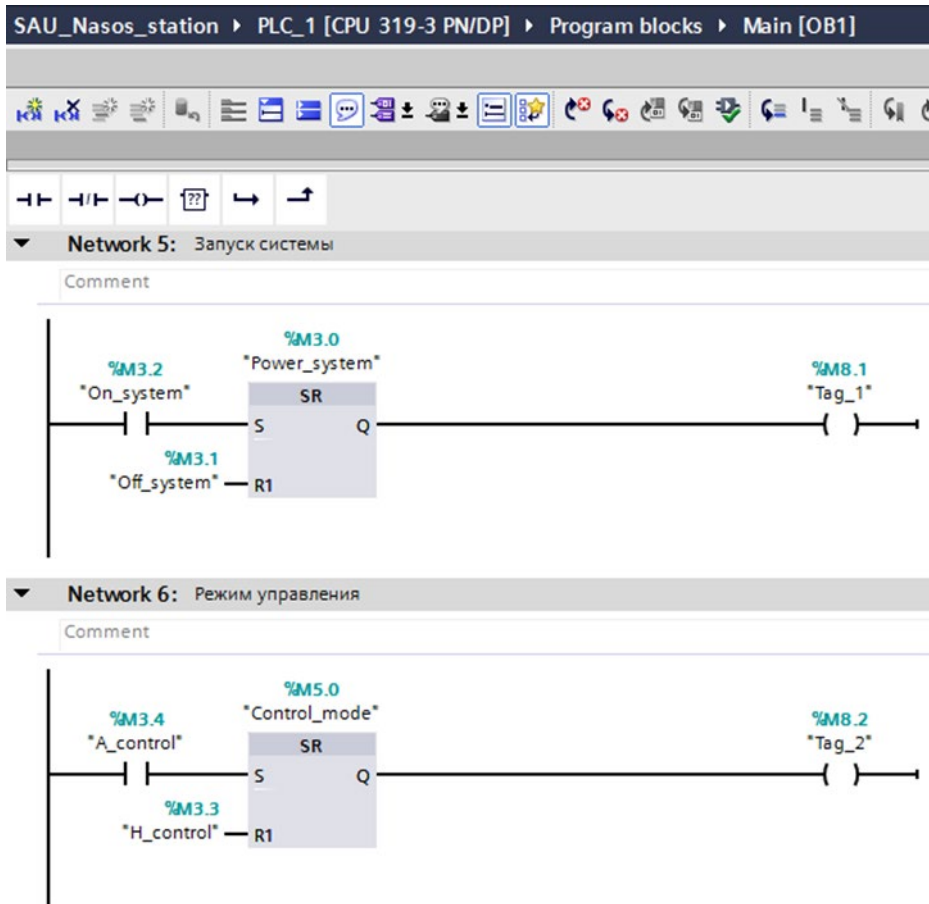


Рисунок 5.4- Процес запуску системи та вибору режиму керування

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.

6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Для візуалізації даних про стан технологічних параметрів роботи використовується SCADA-система.

Робота SCADA – це безперервний процес збору інформації реального часу з віддалених пунктів (об'єктів) для обробки, аналізу й можливого управління. Вимога обробки реального часу обумовлено необхідністю оперативної доставки (видачі) всіх повідомлень і даних на центральний інтерфейс оператора (диспетчера). У той же час поняття реального часу відрізняється для різних SCADA-систем.

Система управління і збору даних (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition) є основною, і залишається найбільш перспективним методом автоматизованого управління складними технологічними процесами в життєво важливих, з точки зору безпеки і надійності.

Візуалізація дозволяє операторові отримувати всю інформацію при мінімальній насиченості картинки процесу, що відображується (аварійні та інші повідомлення реалізуються у вигляді спливаючих вікон, важливі величини, що динамічно змінюються, виділяються кольором).

Реєстрація і архівація даних, системою SCADA мають безперечні переваги перед самописцями і іншими накопичувачами даних:

- практично необмежений об'єм пам'яті і запис на Cd/dvd-rom дозволяє записувати дані з малою дискретністю;
- реєстрація відбувається з високою точністю;
- можливість додавання параметрів для реєстрації і архівації;

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Анохін Д.Р			Розробка системи автоматизації насосного агрегату НМ 180-500	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					64	7
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.			НУХТ			
Секр. ЕК		Крупська			ЗАВ-3-1-2024			

- візуально дані оформляються як тренди (графіки) в необмеженій кількості, можливо розбиті по групах в різних вікнах, в різних масштабах;
- при необхідності ці властивості змінюються в ході виконання програми.

Змінні для використання їх у візуалізації використовуються безпосередньо з програми функціонування контролера.

Таблиця 6.1 Перелік аналогових вхідних сигналів системи автоматизації насосного агрегата:

№	Сигнал	Необхідний діапазон	Тип сигналу	Кількість точок вимірювання
1	Температура підшипника двигуна насоса НМ	5-100°C	4-20 мА	1
2	Температура обмотки двигуна фази	5-135°C	4-20 мА	3
3	Температура підшипника двигуна з боку насоса	5-100°C	4-20 мА	1
4	Температура підшипника насоса з боку двигуна	5-90°C	4-20 мА	1
5	Температура корпусу насоса	5-80°C	4-20 мА	1
6	Температура в камері розвантаження	5-50°C	4-20 мА	1
7	Температура охолоджувальної рідини в СОЖ1..4	5-85°C	4-20 мА	4
8	Тиск некондиційної нафти на вході до насосу	0,1...0,3 МПа	4-20 мА	1
9	Тиск некондиційної нафти на вході до насосу	0...4,4 МПа	4-20 мА	1
10	Тиск в камері розвантаження	0,15 МПа	4-20 мА	1
11	Віброшвидкість підшипника двигуна	0...11,2 мм/с	4-20 мА	1
12	Віброшвидкість підшипника насосу	0...11,2 мм/с	4-20 мА	3
13	Рівень охолоджувальної рідини в СОЖ1..4	80%	4-20 мА	4

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

На сьогоднішній день створення сучасних систем управління реалізується на розробці і застосуванні адаптивних інтелектуальних систем, функціонування яких неможливе без використання персональних комп'ютерів, мікроконтролерів та широкого набору модулів вводу/виводу.

Сучасна автоматизована система управління технологічного процесу (АСУ ТП) являє собою багаторівневу людину – машинну систему управління. Створення автоматизованої системи управління (АСУ) здійснюється з використанням автоматичних інформаційних систем збору та обробки даних, які постійно удосконалюються.

SCADA являє собою пакет програм, призначених для забезпечення роботи систем збору, обробки та архівування інформації в режимі реального часу.

Зазвичай SCADA є частиною автоматизованих систем управління технологічним процесом і використовується у всіх галузях, де необхідний операторський контроль виробничих процесів у реальному часі.

Управляти автоматизованими системами стало ще зручніше завдяки системі візуалізації SCADA. (SCADA з англійської - диспетчерське управління та збір даних). Можна сказати, що SCADA-система являється найбільш перспективним методом управління складними процесами, адже допомагає здійснювати ефективний контроль над автоматизованими системами в енергетиці, машинобудуванні, промисловості і т. п.

Сучасні SCADA системи максимально полегшують роботу операторів, зводячи до мінімуму процес їхнього навчання роботи з інтерфейсом. Це досягається за рахунок максимального спрощення інтерфейсу, ховаючи від оператора всі непотрібні йому механізми. Можна побачити, що інтерфейс майже всіх SCADA систем є технологічним. Тобто оператор може бачити на екрані монітора технологічну схему підприємства або його окрему ділянку.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Також оператор може переглядати не тільки параметри деяких датчиків або приладів, але і анімоване відтворення того, що робиться на окремій ділянці виробництва .

Особливістю реалізації систем керування насосними станціями є застосування контролерів, здатних вирішувати завдання управління технологічним процесом і одночасно виконувати телемеханічні функції в системі диспетчерського управління.

Це зумовило вибір контролера Modicon Premium виробництва фірми

Перший рівень - включає контролер Modicon Premium, пов'язаний з мережі Modbus з приладами захисту електромережі Seram і моніторингу стану насосів і виконує функції майстра мережі. До цього рівня відноситься обчислювач СПТ961, що виконує функції архіватора витрати стічної води, що перекачується насосною станцією.

Другий рівень - складається з АРМ оператора, що представляє собою IBM-PC комп'ютер з встановленим програмним пакетом In Touch фірми Wonderware.

Третій рівень - розміщується в диспетчерському пункті КНС "Головна" і складається з сервера бази даних і ряду автоматизованих робочих місць чергових диспетчерів і фахівців.

Диспетчер в багаторівневій автоматизованій системі управління технологічними процесами отримує інформацію з монітора ЕОМ або з електронної системи відображення інформації і впливає на об'єкти, що знаходяться від нього на значній відстані за допомогою телекомунікаційних систем, контролерів, інтелектуальних виконавчих механізмів.

Основною необхідною умовою ефективної реалізації диспетчерського управління, що має яскраво виражений динамічний характер, стає робота з інформацією, тобто процеси збору, передачі, обробки, відображення, представлення інформації. Від диспетчера вже потрібне не тільки професійне знання технологічного процесу, основ управління ним, але і досвід роботи в

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інформаційних системах, уміння ухвалювати рішення у діалозі з ЕОМ в нештатних і аварійних ситуаціях таї багато що інше. Диспетчер стає головною дійовою особою в управлінні технологічним процесом.

Таким чином, вимога підвищення надійності систем диспетчерського управління є однією з передумов появи нового підходу при розробці таких систем: орієнтація на оператора/диспетчера і його завдання. Таким підходом стала SCADA, принципово нове рішення в управлінні технологічним процесом. Набувши широкого поширення на початку 20-го століття, сьогодні вже важко собі уявити об'єкт автоматизації, на який би не була встановлена SCADA програма. Вже практично пішли в історію величезні шафи з панелями вторинних приладів, на зміну їм прийшли автоматизовані робочі місця.

В даний час SCADA є основним і найбільш перспективним методом автоматизованого управління складним динамічними системами (процесами). SCADA-програми не обмежують вибору апаратури нижнього рівня (контролерів), оскільки надають великий набір драйверів або серверів введення/виведення і мають добре розвинені засоби створення власних програмних модулів або драйверів нових пристроїв нижнього рівня.

Особливості процесу управління в сучасних диспетчерських системах:

- процес SCADA застосовується в системах, в яких обов'язкова наявність людини;
- процес SCADA був розроблений для систем, в яких будь-яка неправильна дія може привести до відмови (втраті) об'єкту управління або навіть до катастрофічних наслідків;
- оператор несе, як правило, загальну відповідальність за управління системою, яка за нормальних умов лише зрідка вимагає підстроювання параметрів для досягнення оптимальної продуктивності;
- активна участь оператора в процесі управління відбувається не часто і в непередбачувані моменти часу, зазвичай в разі настання критичних подій (відмови, нештатні ситуації і ін.);

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

— дії оператора в критичних ситуаціях можуть бути жорстко обмежені за часом (декількома хвилинами або навіть секундами).

До SCADA -систем пред'являються наступні основні вимоги:

- надійність системи (технологічна і функціональна);
- безпека управління;
- точність обробки і представлення даних;
- простота розширення системи.

Вимоги безпеки і надійності управління в SCADA включають наступні:

- жодна одинична відмова устаткування не повинна викликати видачу помилкової вихідної дії (команди) на об'єкт управління;
- жодна одинична помилка оператора не повинна викликати видачу помилкової вихідної дії (команди) на об'єкт управління;
- всі операції по управлінню мають бути інтуїтивно зрозумілими і зручними для оператора (диспетчера).

SCADA являє собою пакет програм, призначених для забезпечення роботи систем збору, обробки та архівування інформації в режимі реального часу.

Кожен основний кадр містить ряд кнопок, необхідних для доступу до всіх основних функцій системи, технологічних кадрів, кадрів журналу порушень, перегляду історії ведення процесу, а також кадру обліку ресурсу роботи двигунів.

Технологічні кадри призначені для відображення основних параметрів техпроцесу і переходу в основні кадри системи, як у випадку першого запуску, так і після виклику кадру в процесі роботи. Технологічна схема містить набір функціональних клавіш для переходу в основні кадри системи, кадри регуляторів і відображає всі вимірювані параметри у вигляді цифрових значень і стовпчастих діаграм (рівні), а також відображає роботу обладнання, включаючи червоний колір при порушеннях в роботі.

Проектом передбачені наступні види управління: місцевий – 3

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індивідуальних пультів управління і дистанційне – з блокуванням та елементами автоматики.

Впровадження системи автоматичного управління та візуалізації дозволяє:

- здійснювати оперативний збір і обробку даних про механізмів, датчиків;
- забезпечувати безперервне діагностування та виявлення аварій і відхилень від технологічного процесу, з видачею аварійної сигналізації з оповіщенням про характер несправності та заходи, вжиті щодо запобігання небажаних наслідків;
- вести оперативні протоколи роботи підприємства, а також протоколи функціонування власних вузлів і модулів;
- забезпечувати надійну безперервну роботу в умовах промислового виробництва;
- контролювати струми навантаження двигунів, сигналізувати про перевищення навантаження і виконувати відключення двигунів при досягненні граничних навантажень;
- здійснювати перехід на "місцевий" режим роботи;
- відображати основні технологічні параметри в зручній для обслуговуючого персоналу формі (таблиці, графіки, технологічні схеми);
- вести архів значень технологічних параметрів;
- розмежувати рівень доступу до зміни параметрів роботи установок (авторизований вхід у систему).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

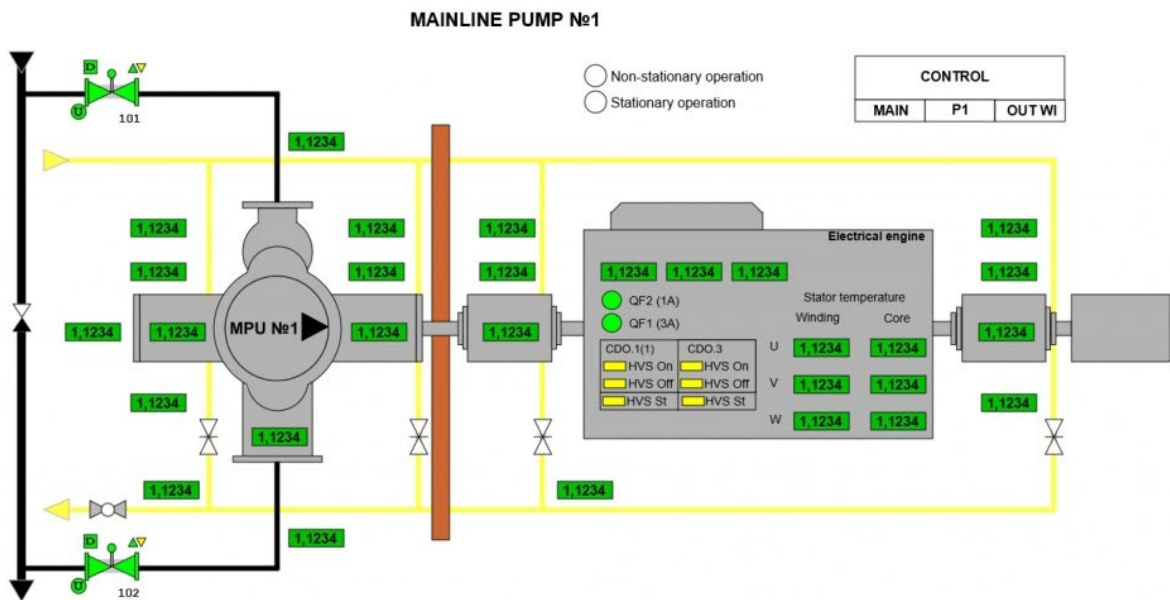


Рисунок 6.1 – Мнемосхема роботи насосного агрегату.

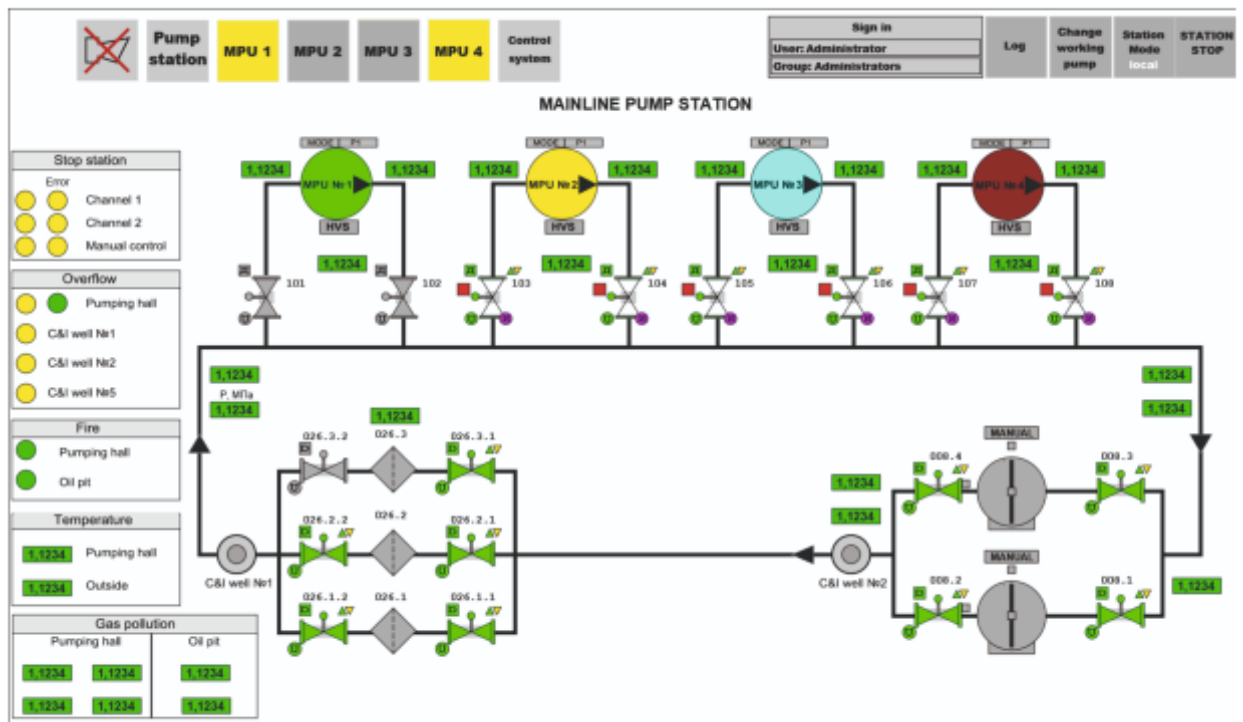


Рисунок 6.2 – Мнемосхема магістральної насосної станції.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання та формулювання висновків.

7.1 Постановка задачі дослідження.

В сучасній автоматизації та керуванні промисловими процесами велику роль відіграє вибір об'єкта керування і його математична модель. У кваліфікаційній роботі ми розглянемо вибір об'єкта керування та його математичну модель для насосного агрегата НМ 180-500.

Насосний агрегат НМ 180-500 є одним з найпоширеніших і високоефективних насосних агрегатів на ринку. Він складається з насосу, двигуна, механізму передачі руху та інших компонентів, які забезпечують постачання рідини або газу на необхідну висоту та тиск.

Комп'ютерне моделювання насосного агрегату НМ 180-500 дозволяє створити віртуальну модель даного обладнання з огляду на його фізичні характеристики, матеріали, технічні параметри та режими роботи. В результаті моделювання можна провести різні експерименти та аналізи для оптимізації роботи агрегату та підвищення його ефективності.

Математична модель - це представлення реальної системи у формі математичних рівнянь та виразів, які описують її поведінку. Для насосного агрегату НМ 180-500 можна побудувати математичну модель, яка враховує його характеристики, параметри та режими роботи. Ця модель може бути базована на рівняннях енергії, руху рідини та інших фізичних принципах, що описують роботу агрегата.

Завдяки математичній моделі можна вивести оптимальні параметри регуляції для досягнення необхідного тиску на виході, уникнення перевантажень і переробок, забезпечення стійкості системи та ефективнішого енергоспоживання.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Анохін Д.Р			Розробка системи автоматизації насосного агрегату НМ 180-500	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					72	8
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ		
Секр. ЕК		Крупська				ЗАВ-3-1-2024		

7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

Вибір об'єкта керування - це процес визначення системи, яка буде піддаватися керуванню. У випадку насосного агрегата НМ 180-500, об'єктом керування є сам агрегат з усіма його компонентами, такими як насос, двигун, механізми та інші.

Аналізуючи існуючу систему бачимо, що при постійному напорі на виході слід керувати лише витратою нафти, тобто частотою обертання крильчатки насоса і як наслідок - частотою обертання ротора приводу насоса. Складемо структурну схему системи автоматичного управління на основі зроблених висновків:

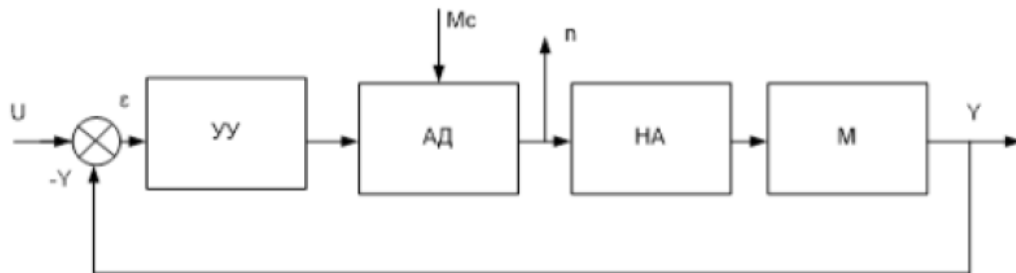


Рисунок 7.1- Схема структурна автоматичного керування насосним агрегатом

Система в цілому складається з керуючого пристрою (УУ), який отримує уставку U і впливає на швидкість ротора асинхронного двигуна (АД) і як наслідок - на крильчатку насоса (ЦН). Обсяг нафти, яку перекачує насос, проходить деякий проміжок по магістралі (М), після чого його величина знімається датчиком і в якості зворотнього зв'язку надходить на елемент порівняння, формуючи сигнал неузгодженості. Також слід врахувати момент опору ротора двигуна. Крім того, для запобігання аварійної ситуації доцільно отримувати відомості про швидкість обертання ротора двигуна, точніше - про його заклинювання.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3 Моделювання САР.

Моделювання роботи насосного агрегату НМ 180-500.

Для математичного розрахунку наведена технічна характеристика насоса НМ 180-500 в таблиці 7.1

Таблиця 7.1 Технічні характеристики насоса НМ 180-500

Найменування параметра, одиниця виміру	Числове значення
Частота обертання, об/хв	3000
Подача, м ³ /с, (м ³ /год)	0.05 (180)
Напір, м	500
Номинальний напір при закритій засувці, м	550
Густина нафти, кг/м ³	888
КПД, %	86
Тиск на вході в насос, МПа	5

Напір, який створює насос при певній частоті обертання відповідає напору при нульовій витраті, тобто нулю. Визнаємо напір за співвідношенням подібності.

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{\omega_1^2}{\omega_2^2}$$

7.1

де H_1, ω_1 - номінальні тиск і частота обертання, H_2, ω_2 - довільні значення. Формулу можна представити в наступному вигляді:

$$H_{oH} = k_H \cdot \omega^2_H \quad 7.2$$

З цієї формули отримуємо коефіцієнт передачі

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_H = \frac{H_{0H}}{\omega_H^2} \dots\dots\dots 7.3$$

де H_{0H} - натиск нульовий передачі, рівний 550 м

$$K_H = \frac{550}{157^2} = 0.022 \dots\dots\dots 7.4$$

Структурна схема насосного агрегата зображена на рисунку 7.2.

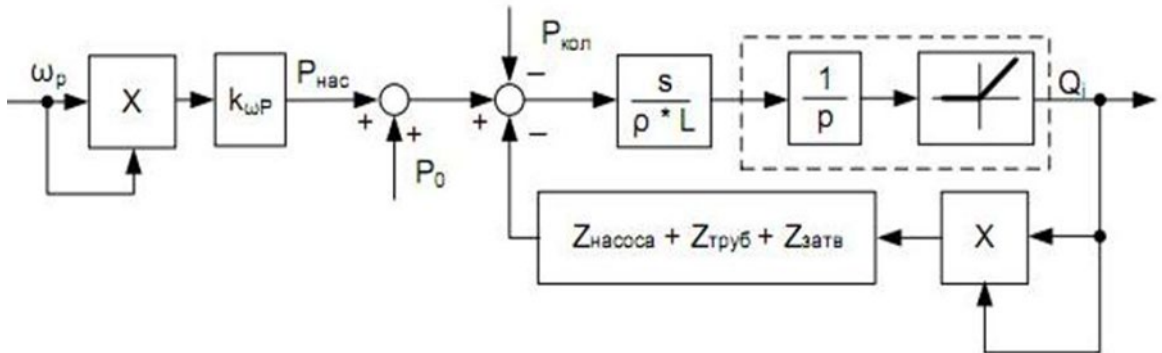


Рисунок 7.2 - Структурна схема гідродинамічної частини насосного агрегата.

Ми отримали розрахунок математичної моделі окремого насоса. При цьому проаналізувавши динамічні процеси, що створюється в гідродинамічній частини насосного агрегату.

Регульованим параметром технологічного процесу є тиск нафти на трубопроводі на виході насосного агрегату. Як алгоритм регулювання було обрано алгоритм ПІД регулювання. Що дозволить забезпечити хорошу якість регулювання, малий час виходу на режим та низьку чутливість до зовнішніх збурень.

Нафта має вигляд нестисливого тіла, в'язкість якого становить 888(кг/м³) і знаходиться в певному трубопроводі довжиною L.

Зміну витрати нафти зможемо пояснити зміною швидкості руху нафти під дією сил, яку визначають гідравлічним опором. Сумарний натиск діє на гідродинамічну частину насосного агрегату, в якому визначається витрата перекачувальної нафти і рівняється з падінням тиску через опір в насосі.

Перетин трубопроводу визначається за формулою 7.5

$$s = \pi \cdot R^2 \dots\dots\dots 7.5$$

де R – радіус нагнітального патрубку насоса

$$s = 3.14 \cdot 0.492^2 = 0.76 \text{ м}^2$$

Наведемо аналітично загальну характеристику насоса за допомогою наступного виразу

$$H_{HK} = H_0 - Z_H \cdot Q^2 \dots\dots\dots 7.6$$

де $H_{HK} = 500$ (м) - натиск на напірному колекторі; $H_0 = 550$ (м) – натиск при закритій засувці;

Z_H - опір від вхідного фільтра до напірного колектора, а також насоса і засувки;

$$Q = 0.05 \text{ (м}^3\text{/с)} - \text{подача.}$$

Далі перейдемо до системи СІ і замінимо натиск на тиск, які пов'язані один з одним виразом:

$$P = \rho \cdot g \cdot H \dots\dots\dots 7.7$$

де P - тиск (Па)

H - напір (м);

$\rho = 888$ (кг / м³) - щільність нафти;

$g = 9.8$ (м / с²) - прискорення вільного падіння.

Тоді після переходу до СІ загальна характеристика насоса буде мати наступний вигляд:

$$P_{HK} = P_0 - Z_H \cdot Q^2 \dots\dots\dots 7.8$$

Z_H буде дорівнювати:

$$500 \cdot 888 \cdot 9.8 = 550 \cdot 9.8 \cdot 888 - Z_H \cdot 0.05^2$$

$$Z_H = 8706320$$

Знайдемо опір мережі. Її рівняння має такий вигляд

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$H = H_{ст} + Z \cdot Q^2 \dots\dots\dots 7.9$$

В системі СІ вираз буде виглядати наступним чином:

$$P = P_{ст} + Z \cdot Q^2 \dots\dots\dots 7.10$$

де P - тиск корисного напорю, Па; $P_{ст}$ - тиск статичного напорю.

Опір мережі в цьому випадку буде

$$1.5 \cdot 9.8 \cdot 888 = 1 \cdot 888 \cdot 9.8 + Z \cdot 0.05^2$$

$$Z = 1740480$$

Імітаційна модель насосного агрегату представлена на рисунку 7.3

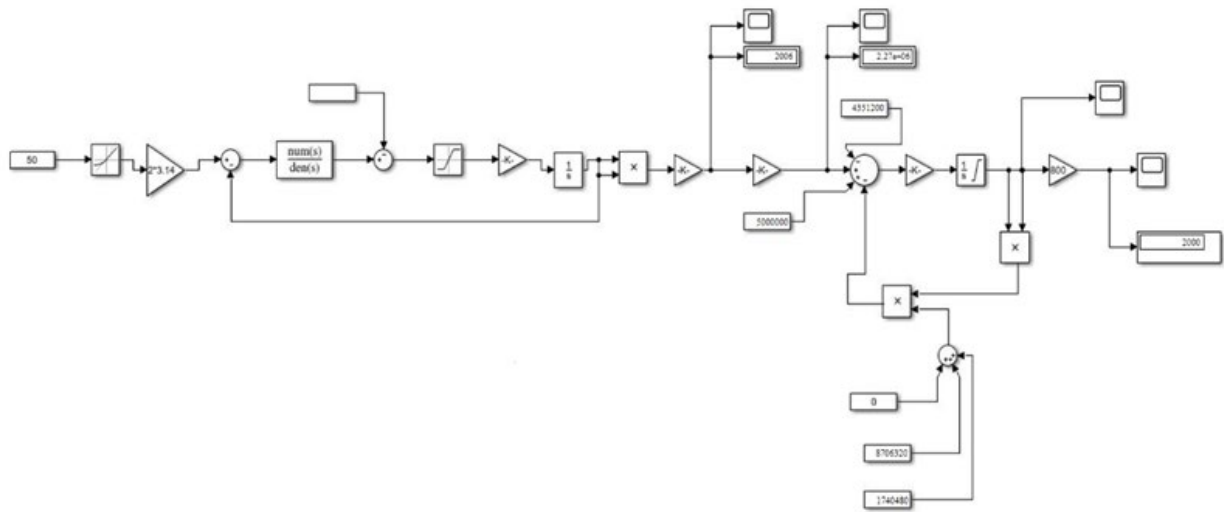


Рисунок 7.3 - Модель роботи насосного агрегату

Графік зміни витрат (подачі) представлений на рисунку 7.4:

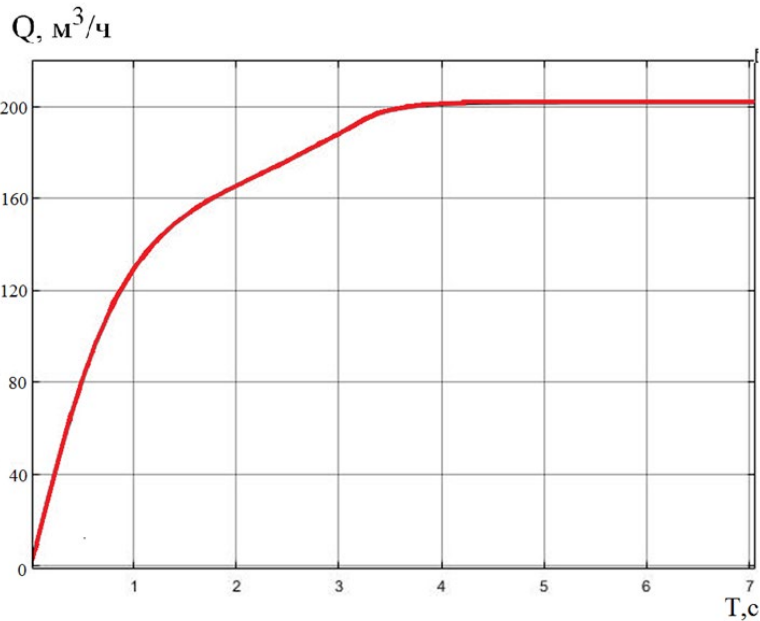


Рисунок 7.4 - Подача насосного агрегата

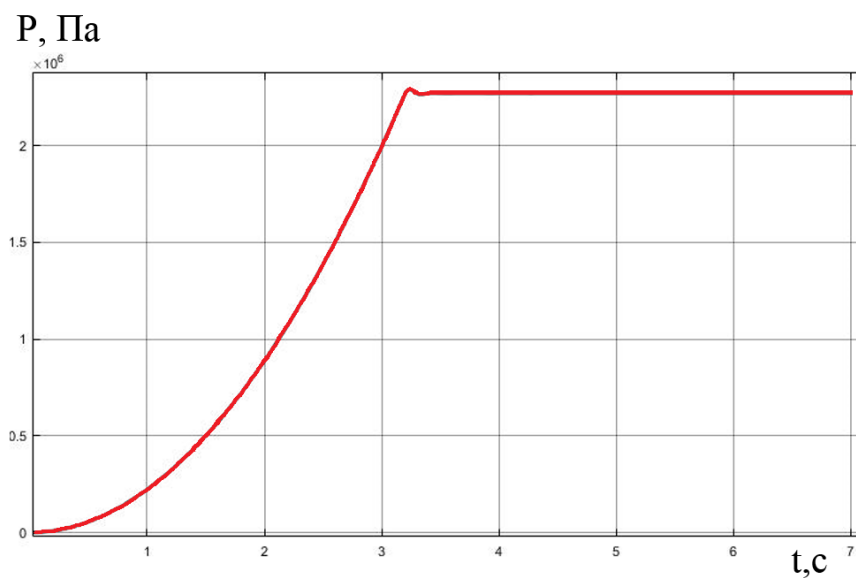


Рисунок 7.5 – Тиск насосного агрегата

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

7.4 Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

Після розрахунків моделювання роботи насоса і представлення графіків робимо висновок, що встановлені значення тиску насоса, дорівнюють номінальним даними. Тобто насосний агрегат функціонує нормально, без порушення роботи. При постійному напорі на виході насосного агрегата підтримується необхідна витрата нафти, яка необхідна для подальшого споживання.

Моделювання роботи насоса перекачки нафти важливий процес у нафтовій промисловості, що дозволяє розробити та оптимізувати ефективну систему насосного обладнання. крім того, це допомагає визначити оптимальні параметри та забезпечити безперебійну та ефективну роботу системи перекачування нафти, а також зменшити ризик виникнення аварійних ситуацій.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки.

Автоматизація системи насосного агрегата є важливим кроком у вдосконаленні та оптимізації процесу перекачування нафти. Застосування автоматизації дозволяє забезпечити автоматичний контроль та керування роботою насоса, що сприяє покращенню ефективності та безпеки виконання роботи, а також впливає на якість перекачуваної нафти.

Дана схема автоматизації побудована на базі сучасних засобів та систем автоматизації, мікропроцесорного контролера SCHNEIDER M340, що забезпечить якісне та безперервне протікання технологічного процесу.

Також, автоматизація дозволяє здійснювати моніторинг та діагностику стану насосного агрегата, що дозволяє виявляти можливі несправності або неочікувані проблеми з роботою системи та запобігати аварійним ситуаціям.

В процесі моделювання були визначені номінальні режими роботи насосного агрегату, які підтверджують ефективну роботу насоса для перекачування нафти.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

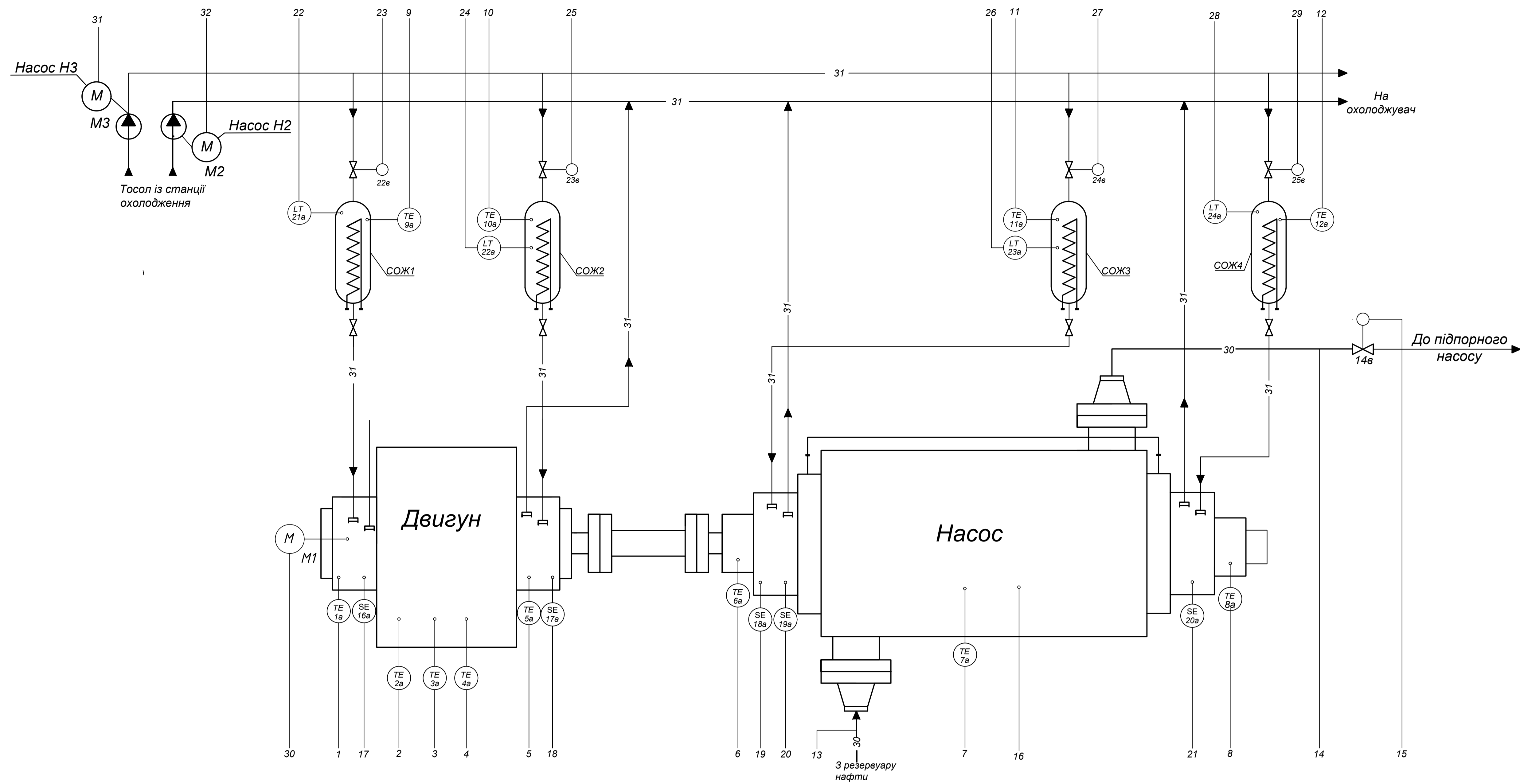
Список використаної літератури

- 1 Історія розвитку трубопровідного транспорту нафти і нафтопродуктів в Україні [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://oilcity.dp.ua/korisni-posilannya/istoriya-rozvitku-truboprovidnogo-transportu-nafti-i-naftoproduktiv-v-ukrayini>.
2. Техническое описание рівнеміра радарного OPTIWAVE 7300. URL: <https://krohne.com/en/products/archived-products/optiwave-7300>
3. Термоелектричні термометри опору ТСП Метран 256 URL: <https://www.emerson.com/documents/automation/метран-200-en-454852.pdf>
4. Датчик надлишкового тиску EJX430A URL: <https://www.yokogawa.com/cis/solutions/products-and-services/measurement/field-instruments-products/pressure-transmitters/gauge-pressure/ejx430a/>
5. Автоматизація технологічних процесів та виробництв (Модуль1) [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання // уклад.: Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць. – К.: НУХТ, 2016. – 29 с
- 6 Трегуб В.Т. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.
- 7 Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.
8. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.
9. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
- 10 Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 11 Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
12. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
13. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
14. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Поз. познач.	Найменування	Примітка
— 30 —	Нафта	
— 31 —	Охолоджуюча рідина (тосол)	
СОЖ1...4	Посудина охолоджуючої рідини	

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Прилади за місцем														PT 13a	PT 14a	PY 14b	PT 15a	ST 16b	ST 17b	ST 18b	ST 19b	ST 20b		E/P LY 21b	E/P LY 22b	E/P LY 23b	E/P LY 24b		NSA KM1	NSA KM2	NSA KM3				
	Щит автоматизації																																		
Модисол М340	Y																																		
	C																																		
	S																																		
	B																																		
	V																																		
ЛЕОМ	B																																		
	I																																		
	R																																		
	H																																		
	A																																		

				Кваліфікаційна робота				
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації насосного агрегату НМ-180-500	Літера	Маса	Масштаб
Студент		Анохін Д.Р.						
Керівник		Барлюк О.В.				Лист 1	Листів 3	
Зав.Каф.		Смітюх Я.В.			Схема автоматизації	НУХТ		
Секретар		Крульська				ЗАВ 3-1-2024		

