

**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)

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

«__» лютого 2024 р.

«__» лютого 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «__»,
»

на тему: Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАВ-3-1
Москаленко Дмитро Віталійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Заїка Володимир Іванович
(прізвище, ім'я, 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.

Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків. Висновки.

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

1. Функціональна схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 25 грудня 2023 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

_____ (підпис)

Дмитро МОСКАЛЕНКО

Керівник роботи

_____ (підпис)

Володимир ЗАЙКА

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена спрямована на розробку та впровадження системи автоматизації для трьохступінчастої компресорної станції, яка використовується в промислових та енергетичних комплексах. Об'єктом автоматизації є компресорна установка, яка має три ступені стискання газу.

У цьому дослідженні планується розробка системи, яка буде відповідати сучасним технологічним та економічним вимогам. Основні завдання включають створення алгоритмів управління для ефективного керування роботою кожного етапу компресії, оптимізація енерговитрат та підвищення загальної ефективності станції.

В рамках роботи буде проведено аналіз сучасних методів автоматизації компресорних установок, вибрано оптимальні датчики та контрольно-вимірювальні пристрої, а також розроблено інтерфейс користувача для зручного моніторингу та керування станцією.

Очікується, що впровадження системи автоматизації покращить надійність та продуктивність компресорної станції, а також зменшить витрати енергії, що стане кроком у напрямку сталого та оптимізованого виробництва в енергетичній галузі.

В графічній частині проєкту наведено комплект основних креслень: 1. Функціональна схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3. Креслення встановлення технічного засобу.

Ключові слова: компресорна станція; мікропроцесорний контролер ПЛК160 [M02]; регулювання тиску, температури; контроль температури, тиску.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| | | | | | | 3 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ANNOTATION

The qualification work is devoted to the development and implementation of an automation system for a three-stage compressor station used in industrial and energy complexes. The object of automation is a compressor unit that has three stages of gas compression.

This study plans to develop a system that will meet modern technological and economic requirements. The main tasks include the creation of control algorithms for the efficient management of the operation of each stage of compression, optimization of energy consumption and improvement of the overall efficiency of the station.

As part of the work, an analysis of modern methods of automation of compressor units will be carried out, optimal sensors and control-measuring devices will be selected, and a user interface will be developed for convenient monitoring and control of the station.

The implementation of the automation system is expected to improve the reliability and productivity of the compressor station, as well as reduce energy consumption, which will be a step towards sustainable and optimized production in the power industry.

The graphic part of the project contains a set of basic drawings: 1. Functional diagram of automation 2. Connection diagrams of sensors and VMs to the PLC. 3. Drawing of installation of technical means.

Keywords: compressor station; PLC160 microprocessor controller [M02]; regulation of pressure, temperature; temperature, pressure control.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| | | | | | | 4 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| Вступ | 6 |
| 1. Опис об'єкта автоматизації | 8 |
| 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації | 8 |
| 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації | 13 |
| 2. Система автоматизації | 15 |
| 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО) | 15 |
| 2.2. Схема автоматизації | 22 |
| 2.3. Специфікація засобів автоматизації | 23 |
| 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення | 25 |
| 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) | 25 |
| 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК | 28 |
| 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру | 29 |
| 4. Креслення встановлення технічного засобу | 31 |
| 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) | 37 |
| 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога | 43 |
| 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI | 43 |
| 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора | 45 |
| 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання | 47 |
| 7.1. Постановка задачі дослідження | 47 |
| 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі | 49 |
| 7.3. Моделювання САР | 53 |
| 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків | 54 |
| Висновки | 56 |
| Список використаної літератури | 57 |

Вступ

Автоматизація виробничих процесів означає використання комплексу засобів та заходів для здійснення виробничих операцій без прямого втручання людини, але при її контролі. Цей підхід призводить до підвищення обсягу виробництва, зниження собівартості та поліпшення якості продукції. Крім того, автоматизація допомагає зменшити кількість обслуговуючого персоналу, підвищити надійність та тривалість роботи обладнання, заощадити матеріали та покращити умови праці та техніку безпеки.

Автоматизація використовує комплекс засобів, що дозволяють здійснювати виробничі операції без прямого участі людини, але при її контролі. Це призводить до збільшення виробництва, зниження собівартості та покращення якості продукції. Крім того, автоматизація зменшує кількість обслуговуючого персоналу, підвищує надійність та тривалість роботи машин, економізує матеріали та поліпшує умови праці та безпеку.

Автоматичні системи керування і регулювання є невід'ємною частиною технологічного обладнання сучасного виробництва, оскільки вони визволяють людину від прямого управління механізмами та сприяють підвищенню якості продукції шляхом вибору та підтримки оптимальних технологічних режимів.

У сучасних умовах розвитку промисловості та енергетики, важливо постійно удосконалювати технічні системи для забезпечення їхньої ефективності та автоматизації. Однією з ключових галузей, де автоматизація може призвести до значних покращень, є компресорні станції, які здійснюють стиснення газів у промисловому виробництві та енергетичних системах.

Об'єктом даного дослідження є 3-х ступінчаста компресорна станція, що використовується для стиснення газів на трьох різних етапах. Метою даного проекту є розробка та впровадження системи автоматизації, яка дозволить оптимізувати процес стиснення та керування роботою кожного етапу.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| | | | | | | 6 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

Акцент роботи буде зосереджено на створенні ефективних алгоритмів управління, виборі сучасних сенсорів та контрольно-вимірювальних пристроїв, а також розробці інтерфейсу для зручного моніторингу та управління компресорною станцією.

Впровадження системи автоматизації у даній області може призвести до покращення продуктивності, зменшення витрат енергії та забезпечення стабільної та ефективної роботи компресорної установки. Цей проект розглядається як важливий крок у напрямку оптимізації технологічних процесів та забезпечення сталого розвитку в енергетичному секторі.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| | | | | | | 7 |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

1 Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

Поршневий компресор є одним із перших видів компресорних установок, який широко використовується і на сьогоднішній день. Його високі робочі показники та можливість інтенсивної експлуатації при великих обсягах продуктивності дозволяють використовувати поршневий компресор у промисловому призначенні та на невеликих виробництвах.

Пристрій та принцип роботи поршневих компресорів залежить від типу даних установок, які можуть бути різними:

- за кількістю в обладнанні циліндрів – бувають одно-, дво- та багатоциліндрові;
- на вигляд розташування в установці циліндрів – W, V-подібні, а також рядні;
- залежно від кількості щаблів для стиснення повітря в поршневому компресорному устаткуванні – багатоступінчасті, одноступінчасті.

Однак, незалежно від свого типу, поршневі установки мають базове оснащення, характерне всім типам даних установок.

Поршневі компресори та їх пристрій

Пристрій поршневих компресорів є найпростішим в одноциліндрових установках. До складу цього обладнання входять такі елементи, як поршень, циліндр, два клапани - для нагнітання та всмоктування повітря, що знаходяться у кришці циліндра. При роботі установки, шатун, з'єднаний з колінчастим валом, що обертається, передає на поршень обмежені рухи по камері стиснення. У цьому процесі відбувається збільшення обсягу, що знаходиться між клапанами та нижньою частиною поршня, що призводить до розрідження.

| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | | | |
|-------------|------|-----------------|--------|------|--|-----------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Москаленко Д.В. | | | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | Літ. | Арк. | Архивів |
| Керівник | | Заїка В. І. | | | | | 8 | |
| Зав.кафедри | | Смітюх Я. В. | | | | ЗАВ-3-1 НУХТ | | |
| Секр.ЕК | | Крупська Т.М. | | | | | | |

Перевищуючи опір пружини, яка закриває клапан, що виконує всмоктувальні функції, атмосферне повітря відкриває його і надходить в циліндр по патрубку, що всмоктує.

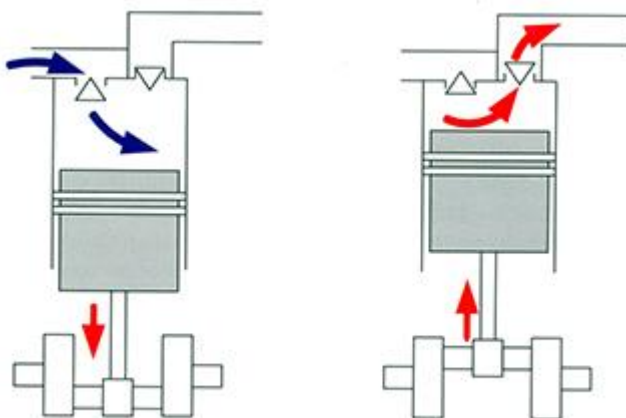


Рисунок 1.1- Такт роботи поршня

Поворотна дія поршня призводить до стиснення повітря та зростання його тиску. Нагнітальний клапан, який також утримується пружиною, відкривається потоком повітря, що знаходиться під високим тиском, після чого стиснене повітря потрапляє в патрубок нагнітальний. При цьому живлення обладнання може здійснюватися від електродвигуна або автономного двигуна, який може бути дизельним або бензиновим.

При цьому принцип роботи поршневих компресорів дає змогу отримати максимально ефективну роботу обладнання. Однак є і один незначний мінус – стиснене повітря, яке подається даною установкою, надходить у вигляді імпульсів, а не рівним потоком. Для вирівнювання тиску стисненого повітря та його пульсації, поршневі компресори використовуються переважно з ресиверами, що дозволяють виключити можливість перебоїв, як у тиску повітря, що подається, так і в роботі всього обладнання.

Також необхідно розглянути особливості конструкції та дії двоциліндрових установок поршневого типу. В даному випадку установка є одноступінчастою та оснащеною двома однаковими за розміром циліндрами. Робота циліндрів відбувається у протифазі, у результаті вони всмоктують повітря по черзі. Далі

повітря стискається до максимального рівня тиску і витісняється в частину обладнання, що нагнітає.

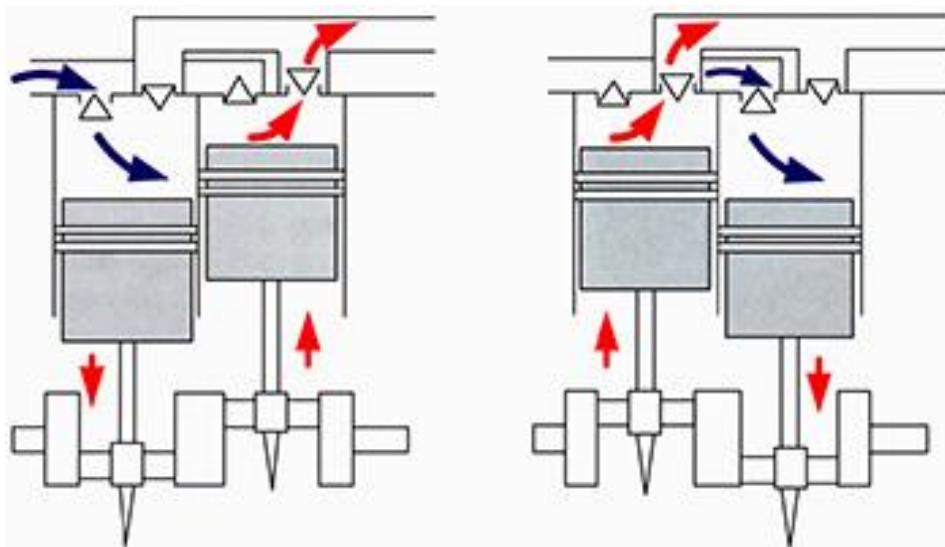


Рисунок 1.2- Такти роботи двопоршневого компресора

У випадку з двоступінчастими двоциліндровими установками обладнання оснащено циліндрами різних розмірів. Стиснення повітря до певного значення відбувається в циліндрі першого ступеня. Далі він переходить у міжступінчастий охолоджувач, де охолоджується до необхідного рівня. Потім, потрапляючи до циліндра другого ступеня, повітря дотискається, що дозволяє отримати максимально високий рівень тиску повітря.

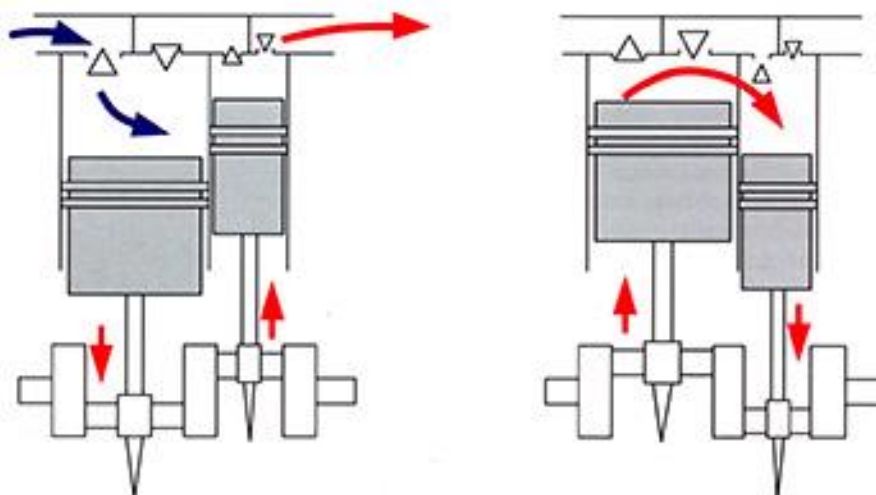


Рисунок 1.3- Такт роботи двоступінчатого компресора

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 10 |

Як міжступінчастий охолоджувач використовується мідна трубка, що забезпечує охолодження повітря, що знаходиться під тиском, на проміжку між циліндрами двох ступенів. Охолодження повітря дозволяє оптимізувати процес його стиснення та значно підвищити ККД усієї установки. При цьому спеціальним чином підбираються розміри обох циліндрів так, щоб однакова робота проводилася на всіх щаблях стиснення повітря.

Двоступінчасті поршневі компресори, пристрій яких дозволяє отримати ефективніший рівень роботи обладнання, у порівнянні з одноступінчастими установками, мають велику кількість важливих переваг. Насамперед – це витрачання мінімальної кількості енергії при однаковій потужності двигуна. Так при одноступінчастому стисканні повітря потрібна більша кількість енергії, ніж для стиснення цього обсягу повітря двоступінчастим обладнанням.

Крім того, температура в циліндрах двоступінчастих установок має значно нижчий показник, ніж у компресорах одноступінчастого класу. Низька температура забезпечує надійність та ефективність роботи всього обладнання, а також підвищує ресурс поршневої групи. При цьому двоступінчасті установки мають продуктивність на 20% вище ніж компресори інших типів.

Особливості конструкції та принцип дії компресорів поршневого типу відрізняються своєю порівняльною простотою у поєднанні з високою ефективністю роботи обладнання, його практичністю та тривалим терміном експлуатації при інтенсивному використанні. Ці переваги зробили установки даного типу одними з найбільш популярних, як у побуті, так у напівпромисловому та промисловому використанні.

Поршневі компресори також широко застосовуються як мобільні установки. Простота експлуатації та ремонту таких агрегатів, зрозумілий та порівняно простий принцип роботи компресорів даного виду – це, мабуть, одні з основних причин їхньої популярності. Добре відомий принцип дії поршневого механізму вважається дуже ефективним у випадках, де потреба у стиснутому

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

повітрі не постійна чи немає потреби у великій кількості безперервного стиснутого середовища.

Поршневі компресори мають дуже високі показники ступеня стиснення. Принцип дії заснований на поворотно-поступальному русі поршня всередині циліндра. Для максимальної компресії зазор між внутрішньою стінкою циліндра та зовнішньої поверхні поршня ущільнюється кількома кільцями компресійними. Циліндр має голівку з всмоктувальним та нагнітальним патрубками, які у свою чергу мають клапани, що дозволяють регулювати надходження та вихід повітря в необхідний момент. Рух поршня забезпечує шатун, який рухається завдяки кривошипному механізму, переданого ним від колінчастого маховика.



Рисунок 1.4- Зовнішній вигляд компресора 2ГУ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Одним із головних завдань автоматизації технологічних процесів є покращення ефективності праці, поліпшення якості продукції, що випускається, створення оптимальних умов для використання всіх ресурсів виробництва.

Створення і впровадження таких систем в промисловість включає декілька послідовних етапів: проєктування, монтаж, наладка і експлуатація.

Таблиця 2.1 – Завдання на розробку системи автоматизації компресора 2ГУ

| Найменування параметра та розміру | 2ГУ0.5-1/11-16С | 2ГУ0,5-1,8/11-16С | 2ГУ0,5-0,55/0,3-11 2ГУ0,5-0,55/11-16 |
|---|---|-------------------|---|
| Стиснутий газ | Пари пропану, бутану та їх сумішей | | |
| Технологічні режими експлуатації | 1. Режим зливу рідкої фракції методом видавлювання 2. Режим відкачування пари газу з ємності | | - |
| Початковий стан газу Тиск, абсолютний, МПа (кгс/см ²) У режимі зливу: - мінімальний | 0,15 (1,5) | 0,15 (1,5) | 0,13 (1,3) |
| - максимальне | 1,1(11) | 1,1(11) | 1,1(11) |
| У режимі відкачування: мінімальне | 0,15 (1,5) | 0,15 (1,5) | 0,15 (1,5) |
| - максимальне | 1,1(11) | 1,1(11) | 1,1(11) |
| Температура, °С, - мінімальна | -35 | -35 | -35 |
| - максимальна | +40 | +40 | +40 |
| Кінцевий стан газу Тиск, абсолютний, МПа (кгс/см ²) У режимі зливу: - мінімальний | 0,45 (4,5) | 0,45 (4,5) | 1,1(11) |
| - максимальне | 1,6(16) | 1,6(16) | 1,6(16) |
| У режимі відкачування: мінімальне | 0,45 (4,5) | 0,45 (4,5) | 0,45 (4,5) |
| - максимальне | 1,2(12) | 1,2(12) | 1,2(12) |
| Температура, °С, трохи більше | + 120 | +120 | +120 |
| Продуктивність, наведена до початкових умов, на | | | |

| | | | |
|---|--|------------|-------------|
| номінальному режимі, м ³ /с (м ³ /хв) – у режимі зливу | | | |
| — у режимі відкачування | 0,016(1,0) | 0,03 (1,8) | 0,009(0,55) |
| Номінальна потужність на валу компресора, кВт, не більше | 11 | 22 | 11 |
| Номінальна частота обертання валу, с ⁻¹ | 16,6 | 16,3 | 16,6 |
| тип приводу | Асинхронний електродвигун у вибухо- захищеному виконанні, напруга 380В та частота 50Гц | | |
| Система змащення механізму руху | Комбінована: під тиском та розбризуванням | | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| | | | | | | 14 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

2. Система автоматизації

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

Система автоматизації компресорної установки повинна забезпечувати подачу повітря, регулювання тиску, температури.

Питання вибору вимірювальних комплектів для систем автоматичного контролю, регулювання, управління виникає ще при проектуванні схем автоматизації. Також при виборі засобів необхідно прагнути до зниження вартості системи, наладки і експлуатації, підвищенню надійності, продуктивності, простоти експлуатації. Задачу вибору приладів вирішують шляхом переходу від загальних питань до часткових. На першому етапі вибирають комплекс технічних засобів для всієї системи, потім вимірювальні комплекти для окремих параметрів. [5, 9]

Ефективність впровадження мікропроцесорних засобів автоматизації дає змогу кращому протіканню технологічного процесу, швидкою обробкою технологічних параметрів, меншою затратою енергоресурсів, та безпекою робочого персоналу.

Вибір приладів ґрунтується на наступних пунктах:

- Врахування середовища;
- Діапазон виміру і клас точності;
- Врахування вхідних і вихідних сигналів;
- Техніка безпеки;
- Економічність.

| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | | |
|--------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|-------------|-------------------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | | Москаленко Д.В. | | | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | 15 | <i>ЗАВ-3-1 НУХТ</i> |
| <i>Керівник</i> | | Заїка В. І. | | | | | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | Смітюх Я. | | | | | |
| <i>Секр. ЕК</i> | | Крупська Т.М. | | | | | |
| | | | | | | | |

При розробці проекту компресорної станції були використані такі засоби автоматизації:

Термоперетворювач опору вибухозахищений ОВЕН ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И.

Термоперетворювачі опору з високоточним нормувальним перетворювачем ОВЕН ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И застосовуються для безперервного вимірювання та перетворення значень температури рідких, газоподібних, твердих та сипких речовин в уніфікований вихідний струмовий сигнал 4...20 мА.



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд перетворювача температури ОВЕН ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И

ОВЕН ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И складаються з первинного перетворювача - термозонду типу ДТСхх5 (50М, 100М, 100П, Рt100) та вимірювального нормувального перетворювача ОВЕН НПТ-3, що вбудовується у головку датчика. Застосування термометрів опору зі струмовим виходом рекомендується у тих випадках, коли потрібно передавати виміряні значення температури на відстані вище 100 метрів, а також для зручності інтеграції пристрою у систему з уніфікованими сигналами.

Перетворювач тиску вибухозахищений ПД100И-111/171/181-Ехі.

Датчики ПД100ДИ моделі 111/171/181-Ехі виконано за вимогами ГОСТ Р МЭК 60079 до вибухозахищеного електрообладнання групи II та є перетворювачами тиску з вимірювальною мембраною із нержавіючої сталі AISI 316L, сенсором на основі технології КНК та кабельним вводом стандарту EN175301-803 (DIN43650 A).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

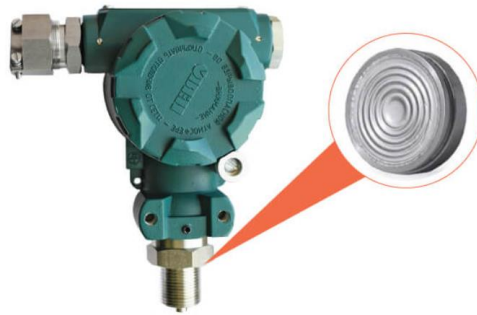


Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд перетворювача тиску ОВЕН ПД100И-111/171/181-Exi

Ці моделі характеризуються підвищеною точністю вимірювання (від $\pm 0,25\%$ ВМВ), стійкістю до гідрударів та відносно низьким вихідним шумом (не більше ± 16 мкА).

Клапан регулюючий з електроприводом EV25G PN16 Valsteam ADCA.

V25 - односідельний, двоходовий прямохідний регулюючий клапан. Клапан V25 спеціально спроектований для точного регулювання будь-яких технологічних процесів. Широке коло застосування дозволяє використовувати його для більшості технологічних середовищ, таких як холодна та перегріта вода, водяна пара, повітря та інші неагресивні рідини та гази. Поставляється у зборі з електроприводом тип EL або пневмоприводом PA.



Рисунок 2.3 – Зовнішній вигляд клапана регулюючого з електроприводом EV25G PN16 Valsteam ADCA

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 17 |

Електропривод лінійний серії EL призначений для установки на регулюючі та запірні клапани в будь-яких технологічних та інженерних системах. Наявність колійних вимикачів та обмеження зусилля забезпечують високий рівень захисту електродвигуна всього приводу загалом.

Соленоїдний нержавіючий вибухозахищений клапан, тип A177 – нормально закритий двоходовий клапан непрямої дії у вибухозахищеному виконанні торгової марки ACL srl (Італія).



Рисунок 2.4 – Зовнішній вигляд клапана соленоїдного з нержавіючої сталі, вибухозахищений клапан, тип A177

Клапан серії A177 оснащений вибухозахищеною котушкою, сертифікованою за: CESA 03 ATEX 344 ExII2G/D EEx "d" ІІС Тб. Наявність котушки eexd дозволяє використовувати клапан у вибухонебезпечних зонах з категорією 1, 2 та 3 відповідно до системи класифікації директив АТЕХ.

Вимірювач технологічних параметрів ОВЕН ИТП-11.

Лінійка вимірювачів технологічних параметрів ОВЕН ИТП призначена для контролю та відображення на цифровому або діаграмному світлодіодному індикаторі уніфікованих сигналів струму та напруги, а також сигналів термоопорів і термопар.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 18 |



Рисунок 2.5 – Зовнішній вигляд вимірювача технологічних параметрів
ОВЕН ИТП-11

Пристрої підтримують роботу зі стандартними датчиками температури без використання нормувальних перетворювачів. Вимірювачі ИТП-14, ИТП-16 та ИТП-15 оснащені функцією сигналізації та виконані в компактних корпусах, що зручні для монтажу.

Перетворювач частоти векторний ПЧВ3-5К5-В-54 11кВт.

Нова лінійка ПЧВ3 має розширені можливості, менші масогабаритні характеристики, збільшений діапазон потужностей.

Функціонал лінійки ПЧВ3 заточений під найбільш популярні HVAC-застосування, забезпечуючи у тому числі:

- "сплячий" режим, який необхідний у системах зі змінним розбором рідини для насосів;
- спеціалізований протипожежний режим, який потрібний для частотних перетворювачів, які контролюють вентиляцію у сучасному приміщенні.

Разом з тим лінійка зберегла і навіть розширила можливості загальнопромислових ПЧ, тому може бути з успіхом використана у більшості завдань керування промисловим приводом за винятком випадків точного позиціонування та великих динамічних навантажень. Прикладами таких застосувань можуть бути змішувачі, дозатори, ремінні приводи, конвеєри тощо.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 19 |



Рисунок 2.6 – Зовнішній вигляд перетворювача частоти векторного ПЧВЗ-5К5-B-54

Програмований логічний контролер ПЛК160 [M02].

ОВЕН ПЛК160 [M02] – лінійка програмованих моноблокових контролерів з дискретними і аналоговими входами/виходами на борту для автоматизації середніх систем.

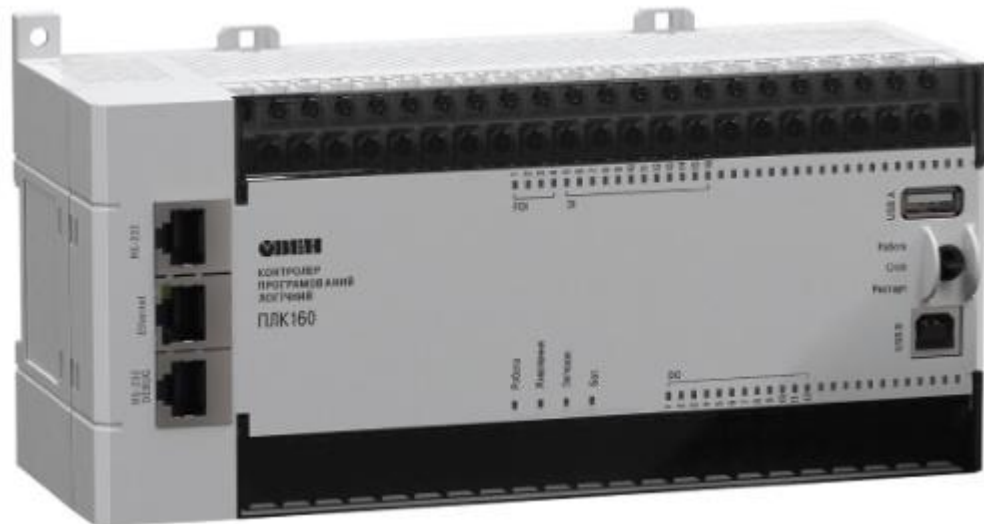


Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд мікропроцесорного контролера ОВЕН ПЛК160 [M02]

Контролери цієї лінійки рекомендуються для побудови розподілених систем керування і диспетчеризації з використанням як дротяних, так і бездротових технологій.

Застосування ОВЕН ПЛК160 [M02]:

- Системи HVAC
- У сфері ЖКГ - автоматизація ІТП, ЦТП, АСК водоканалів
- Автоматизація торгового обладнання
- Керування кліматичним обладнанням
- Керування малими верстатами і механізмами
- Керування пакувальними та харчопереробними апаратами
- Автоматизація процесів під час виробництва будівельних матеріалів
- Автоматизація ліній з дерево - і металообробки (розпилювання, намотування тощо).

Панель оператора ИП320. Графічна панель оператора ИП320 для об'єктів автоматизації з невеликим набором параметрів, підтримує спільну роботу з ОВЕН ПЛК, з модулями ОВЕН МВА8, МВУ8, МДВВ, а також пристроями та контролерами інших виробників. Випускається у щитовому корпусі 172x94x30 мм, ступінь захисту зі сторони передньої панелі IP65.



Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд панелі оператора ИП320

Основні функції ОВЕН ИП320:

- Робота у мережі RS-485 та RS-232 у режимі Master, Slave
- Сумісність з контролерами різних компаній-виробників

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

- Підтримка універсального протоколу Modbus RTU
- Монохромний графічний РК дисплей з роздільною здатністю 192x64 пікселя та з підсвічуванням
- Читання та редагування значень параметрів та передавання їх у мережу
- Захист за допомогою пароля від несанкціонованого змінення значень параметрів та переходу на інший екран
- Напруга живлення – 24 В постійного струму
- Безкоштовна програма «Конфігуратор ИП320»

2.2. Схема автоматизації

У схемі автоматизації компресорна основними контурами регулювання являються:

1. Контури контролю температури повітря I, II та III ступеней нагнітання.

Сигнал з перетворювачів температури ОВЕН ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И (поз. 1а, 2а) надходять через індикатори технологічні ОВЕН ИТП-11 (поз. 1б, 2б) на аналогові входи ОВЕН ПЛК160 [М02]. На ПЛК сигнали оцифровуються та опрацьовуються відповідно до алгоритмів програми. Інформація про параметри виводиться на панель оператора ОВЕН ИП320.

2. Контур контролю та регулювання температури води в теплообміннику охолодження.

Сигнал з перетворювачів температури ОВЕН ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И (поз. 3а) надходять через індикатор технологічний ОВЕН ИТП-11 (поз. 3б) на аналоговий вхід ОВЕН ПЛК160 [М02]. На ПЛК сигнали оцифровуються та опрацьовуються відповідно до алгоритмів програми та формується керуючий вихідний сигнал на виконавчий механізм (поз. 3в) регулюючого органу подачі холодної води на теплообмінник. Інформація про параметри виводиться на панель оператора ОВЕН ИП320.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

3. Контури контролю та регулювання тиску повітря I, II та III ступеней нагнітання та тиску до споживачів.

Сигнал з перетворювачів тиску ОВЕН ПД100И-111/171/181-Ехі (поз. 5а, 6а, 7а) надходять через індикатори технологічні ОВЕН ИТП-11 (поз. 5б, 6б, 7б) на аналогові входи ОВЕН ПЛК160 [M02]. На ПЛК сигнали оцифровуються та опрацьовуються відповідно до алгоритмів програми та формується керуючі вихідні сигнали на клапани (поз. 5в, 6в, 7в), які розміщені на відповідних трубопроводах повітря. Інформація про параметри виводиться на панель оператора ОВЕН ИП320.

4. Контур керування клапанами всмоктування, нагнітання та відпуску повітря споживачу.

Керування клапаном (поз. 4в) здійснюється на основі алгоритму пуску компресора. А саме при пуску приводу компресора і до досягнення 70% номінальних обертів, клапан закритий, поршнева група розвантажена. Після виходу на робочий режим клапан відкривається.

5. Контур керування приводом компресора.

Керування приводом компресора реалізовано на базі частотного перетворювача ПЧВ3-5К5-В-54 (поз. 4а). Керування здійснюється через БРУ (поз. 4б) за алгоритмом керування приводу компресора.

6. Контур сигналізації технологічних параметрів.

2.3. Специфікація засобів автоматизації

| № пор | Номер позиції за схемою | Найменування і технічна характеристика виробу | Тип, марка | Одиниця виміру | Кількість | Примітка |
|-------|-------------------------|--|-----------------------------|----------------|-----------|----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | 1а, 2а, 3а, 9а | Термоперетворювач опору вибухозахищений ОВЕН ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И | ДТС065М-РТ100.0,25.160.МГ.И | шт | 4 | |
| 2 | 5а, 6а, 7а | Перетворювач тиску вибухозахищений ПД100ДИ-111/171/181-Ехі | ПД100ДИ-111/171/181-Ехі | шт | 3 | |
| 3 | 8а | Ємнісний рівнемір NivoCAP | NivoCAP | шт | 1 | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 23 |

| | | | | | | |
|----|----------------------------|---|-----------------------------------|----|---|--|
| 4 | 3в | Клапан регулюючий з електроприводом EV25G PN16 Valsteam ADCA | EV25G PN16 Valsteam ADCA | шт | 1 | |
| 5 | 4в, 5в, 6в, 7в, 8в | Соленоїдний нержавіючий клапан вибухозахищений, тип А177. А177ЕV25/1/А6С | А177ЕV25/ 1/А6С | шт | 5 | |
| 6 | 1б – 3б, 5б – 7б, 9б | Вимірювач технологічних параметрів ОВЕН ИТП-11 | ОВЕН ИТП-11 | шт | 7 | |
| 7 | 4а | Перетворювач частоти векторний ПЧВ3-5К5-В-54 11кВт | ПЧВ3-5К5- В-54 | шт | 1 | |
| 8 | 4б | Світлосигнальна арматура серії МТВ2-Е, одномісний перемикач 2-позиційний з ключем | МТВ2-Е | шт | 1 | |
| 9 | | Програмований логічний контролер ПЛК160[М02] | ПЛК160 [М02] | шт | 1 | |
| 10 | | Панель оператора ИП320 | ИП320 | шт | 1 | |
| 11 | HL1- HL7 | Сигнальні лампи МТ22 | МТ22 | шт | 7 | |
| 12 | НА | Сирена світлозвукова Voltronic LD-95 | Voltronic LD-95 | шт | 1 | |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| | | | | | | 24 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

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

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Контролер ОВЕН ПЛК-160 - призначений для створення систем автоматизованого управління технологічним обладнанням в енергетиці, транспорті, в т.ч. залізничному, в різних областях промисловості, житлово-комунального та сільського господарства. Програмування здійснюється за допомогою системи програмування CoDeSys.

Також призначений для створення середніх і малих систем автоматизації в харчовій, пакувальній промисловості, ліній розливу/дозування, систем «Розумний будинок».

Області застосування програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК 160:

- Управління невеликими верстатами і автоматами;
- Управління пакувальними лініями, лініями розливу й дозування;
- Створення розподілених систем управління;
- Створення систем диспетчеризації / віддаленої диспетчеризації;
- Модернізація обладнання.

Особливості контролера:

- Можливість розширення шляхом підключення модулів введення / виведення.
- Вбудований годинник реального часу.
- Вбудований акумулятор резервного живлення.
- Конструктивне виконання – компактне.

| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | | | |
|--------------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--|-------------------------|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | Москаленко Д.В. | | | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Архивів</i> |
| <i>Керівник</i> | | Заїка В. І. | | | | | 25 | |
| <i>Зав.кафедри</i> | | Смітюх Я. В. | | | | <i>ЗАВ-3-1 НУХТ</i> | | |
| <i>Секр. ЕК</i> | | Крупська Т. М. | | | | | | |
| | | | | | | | | |

У контролері ОВЕН ПЛК 160 - закладені потужні обчислювальні ресурси за відсутності операційної системи:

1. Високопродуктивний процесор RISC архітектури ARM9, з частотою 180МГц компанії Atmel;
2. Великий об'єм оперативної пам'яті - 8МБ;
3. Великий обсяг постійної пам'яті - Flash пам'ять 4МБ, з них 3МБ доступно для зберігання файлів і архівів;
4. Обсяг енергонезалежної пам'яті, для зберігання значень змінних - до 16Кб;
5. Час циклу за замовчуванням становить 1мс при 50 логічних операціях, при відсутності мережевого обміну;
6. Ступінь захисту корпусу: IP20 - IP00;
7. Індикація на передній панелі: світлодіодна;
8. Маса, не більше: 0,75 кг;
9. Напруга живлення: 18-28 В постійного струму;
10. Споживана потужність, не більше: 40 ВА;
11. Обсяг енергонезалежної пам'яті: 4 Мб, Час виконання одного циклу програми: Типове (стабільне) - від 1 мс, що налаштовується.

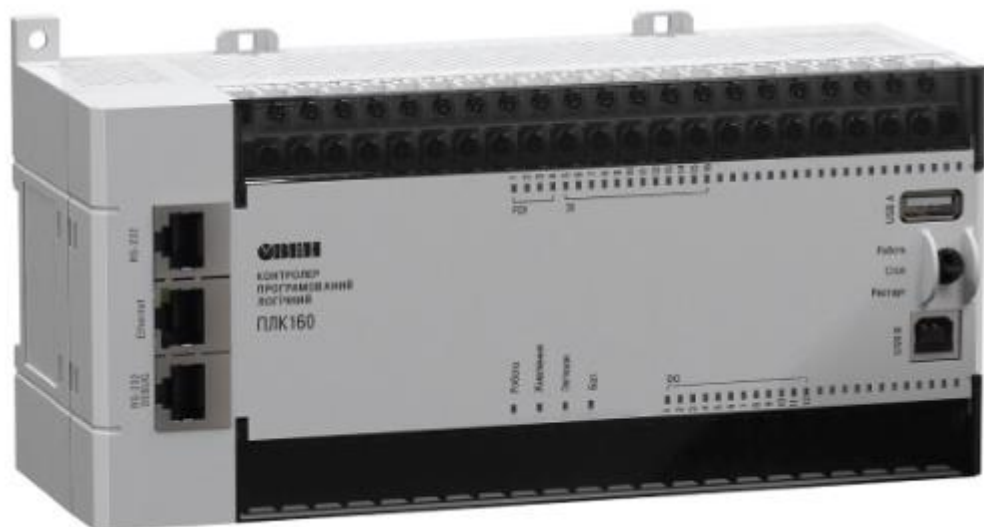


Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд контролера ОВЕН ПЛК-160 [02]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| | | | | | | 26 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Конструктивні особливості:

Контролери виконані в компактному DIN-рейковому корпусі. Габаритні і настановні розміри відрізняються в залежності від модифікації. Розширення кількості точок введення\виведення здійснюється шляхом підключення зовнішніх модулів вводу\виводу по кожному з вбудованих інтерфейсів.

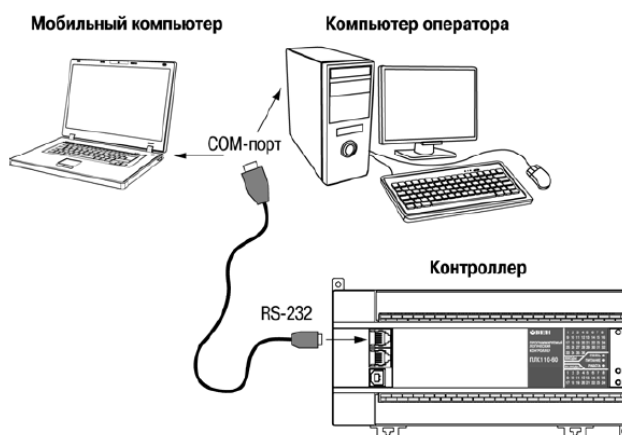


Рисунок 3.2 – Варіант підключення до ПК для програмування контролера ОВЕН ПЛК-160 через порт Debug RS-232

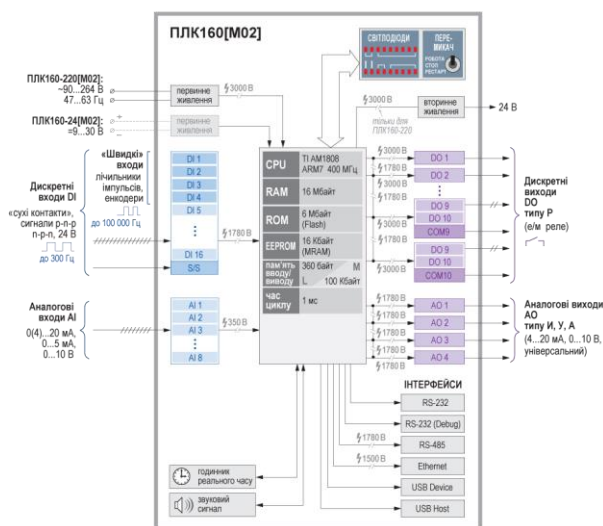


Рисунок 3.3 – Функціональна структура ПЛК

Рекомендується до використання:

- У системах HVAC.
- У сфері ЖКГ (ІТП, ЦТП).
- В АСУ водоканалів.
- Для управління малими верстатами та механізмами.
- Для управління харчопереробної і пакувальними апаратами.
- Для управління кліматичним устаткуванням.
- Для автоматизації торгівельного обладнання.
- У сфері виробництва будівельних матеріалів.
- Оптимально для побудови розподілених систем управління і диспетчеризації з використанням як провідних, так і безпроводних технологій.

Бібліотека функціональних блоків, що поставляється безкоштовно:

1. Розробка ОВЕН: ПД-регулятор з автоматичним настроюванням.
2. Стандартна бібліотека CoDeSys.

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В сучасних системах контролю, автоматичного регулювання і управління різними технологічними процесами, велике значення приділяється електричним пристроям, апаратурі та устаткуванню. Для відображення взаємодії та електричного зв'язку між пристроями та апаратурою, які вирішують завдання контролю, регулювання, захисту та сигналізації технологічних процесів, використовуються електричні схеми.

Принципові схеми є основою для розробки інших малюнків та документів проекту, а також використовуються під час налагодження та експлуатації систем автоматизації. Вони розробляються на основі прийнятих рішень у функціональних схемах.

На основі виділених функціональних задач розробляємо контури керування системи автоматизації. [15]

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| | | | | | | 28 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Схеми керування, розроблювані при проектуванні систем автоматизації харчових виробництв, досить різноманітні по характеру дії й виконуваних функцій. Залежно від виконуваних функцій схеми керування розділяють:

- схеми керування електроприводами виробничих механізмів, до яких відносять і схеми керування поточно-транспортними системами (ПТС);
- схеми керування електроприводом запірних і регулюючих пристроїв;
- схеми програмного керування технологічними агрегатами періодичної дії у функції часу або інших параметрів.

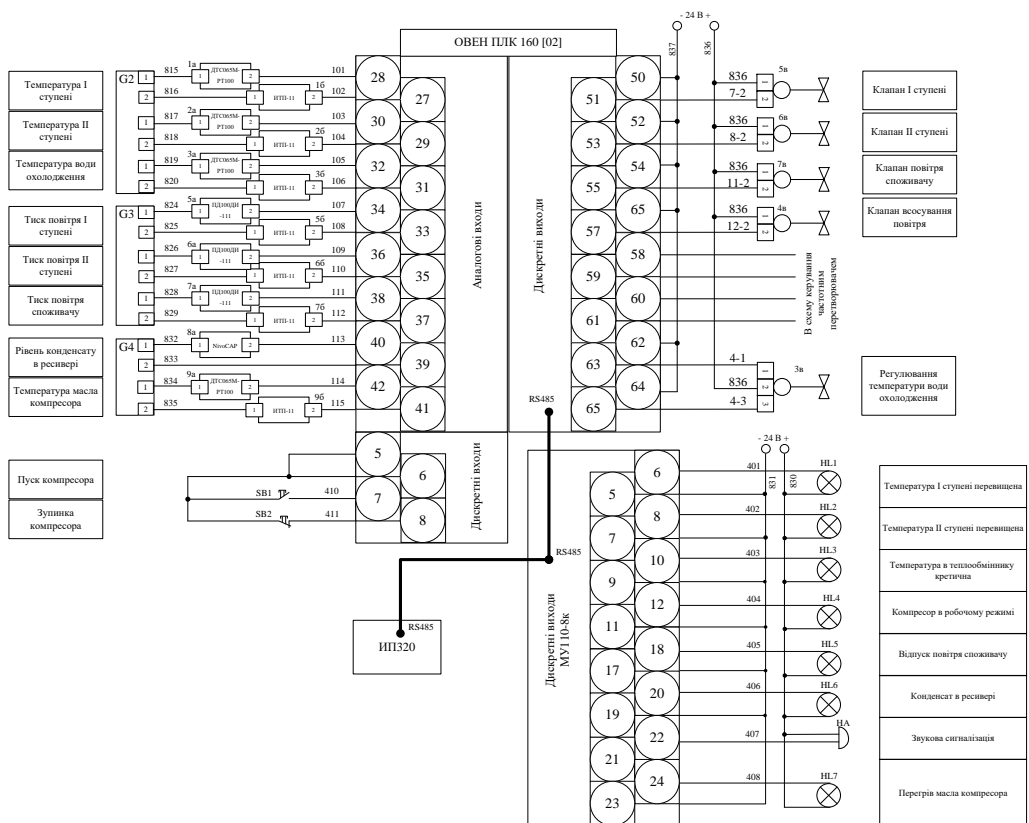


Рисунок 3.4 – Схема принципова регулювання, управління та сигналізації

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур керування приводом компресора та контролю та регулювання температури та розвантаження компресора реалізовано за наступною схемою.

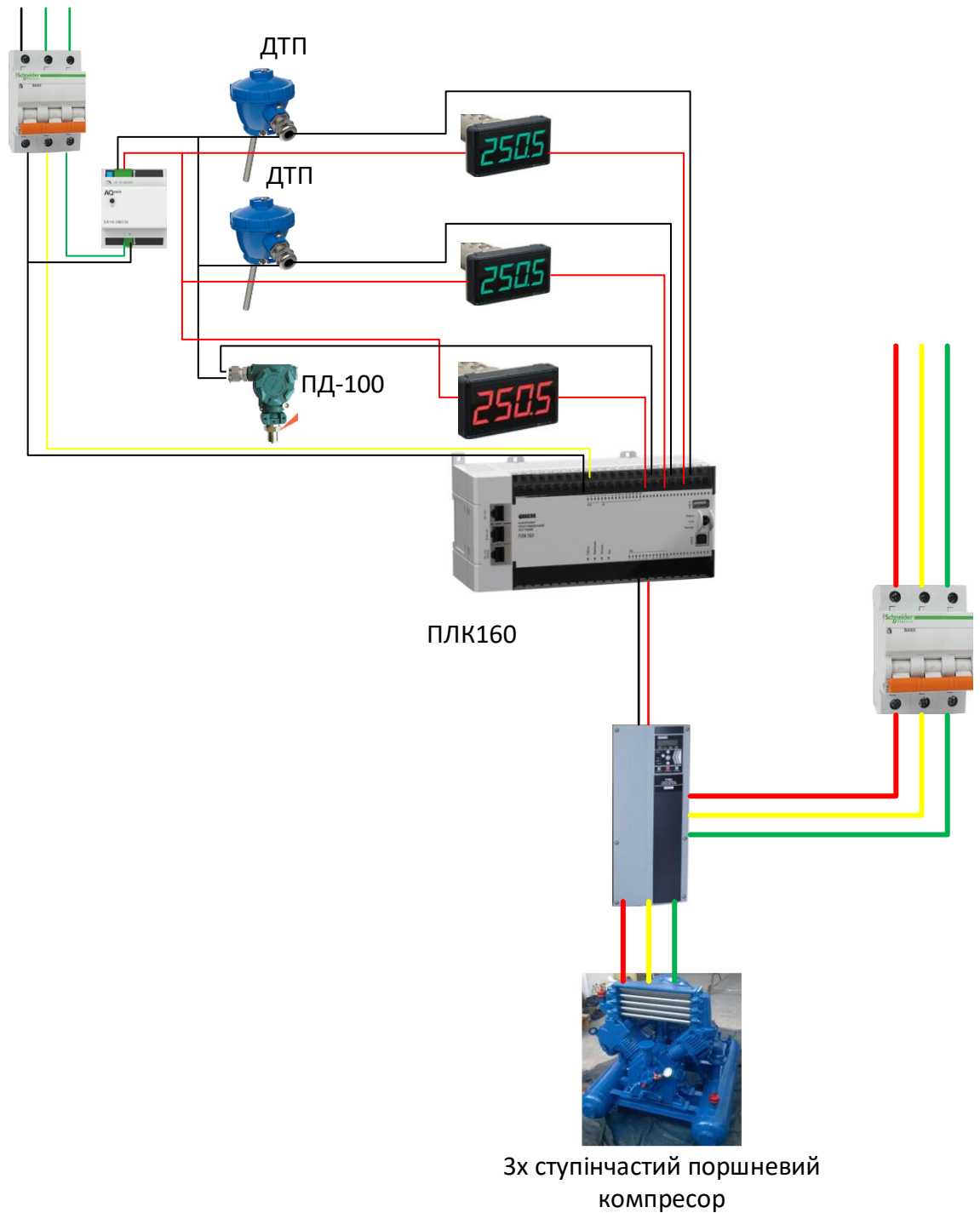


Рисунок 3.5 – Розширена схема контуру керування приводом компресора та контролю та регулювання температури та розвантаження компресора

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

4. Креслення встановлення технічного засобу

Вибір місця установки перетворювача тиску.

Місце установки також є нашою точкою вимірювання тиску.

Вибрана точка вимірювання тиску може відображати фактичну ситуацію вимірюваного тиску.

Його слід вибрати в ділянці труби, де вимірюване середовище тече по прямій лінії, а не в вигинах трубопроводу, біфуркаціях, глухих кутах або в інших місцях, де легко утворюються завихрення.

При вимірюванні тиску середовища, що тече, точка тиску повинна бути перпендикулярна до напрямку потоку.

Під час вимірювання газу точка тиску повинна бути над трубою, щоб у напірній трубі не було рідини.

При вимірюванні тиску рідини точка тиску повинна знаходитися в нижній частині труби, щоб у напірній трубі не було газу.

Якщо трансмітер встановлено нижче напірної труби, слід відняти тиск стовпа рідини між манометром і напірною трубою.

Під час вимірювання тиску пари слід встановити трубу для конденсату, щоб запобігти прямому контакту високотемпературної пари з елементом вимірювання тиску.

Запобіжні заходи при встановленні датчика тиску

Датчик тиску повинен бути встановлений у місці, де його легко спостерігати та перевіряти.

Місце встановлення має бути захищене від вібрації та високих температур.

Уникайте встановлення в корозійних середовищах.

Якщо вимірюване середовище схильне до конденсації або замерзання, необхідно додати ізоляцію та трубопроводи опалення.

| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | | |
|--------------------|-------------|------------------|---------------|-------------|--|-------------|----------------|
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>Лім.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | | Москаленко Д. В. | | | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | | |
| <i>Керівник</i> | | Заїка В. І. | | | | | 31 |
| <i>Зав.кафедри</i> | | Смітюх Я. В. | | | | ЗАВ-3-1 | |
| <i>Секр. ЕК</i> | | Крупська Т. М. | | | | НУХТ | |

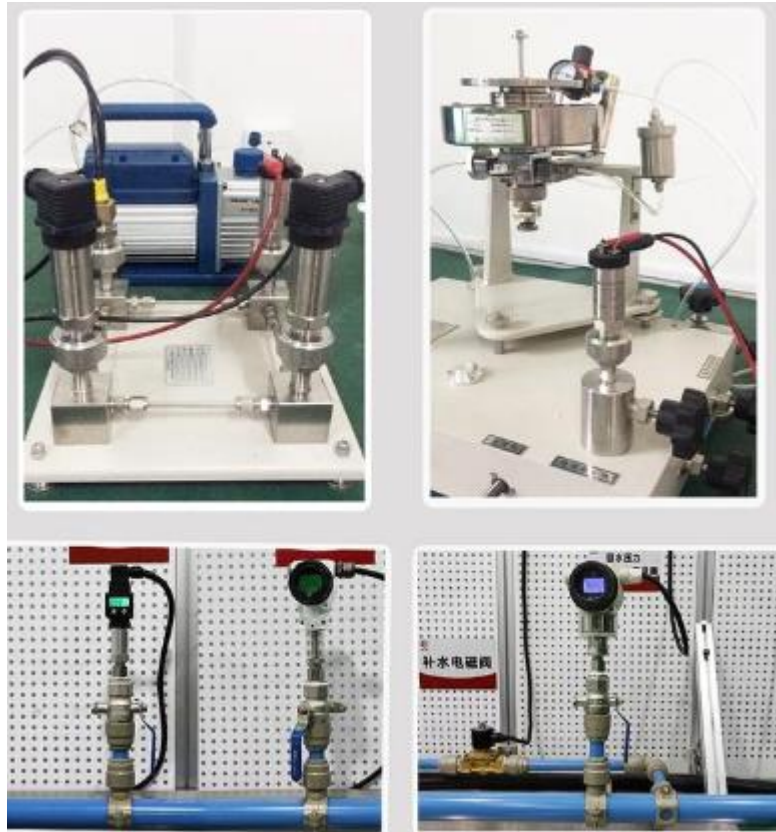


Рисунок 4.1 – Варіанти встановлення перетворювачів тиску ПД-100

Запірний клапан повинен бути встановлений між портом відведення тиску та передавачем, і він повинен бути поряд із отвором відведення тиску.

На з'єднанні датчика тиску слід встановити ущільнювальні прокладки та політетрафторову стрічку. Як правило, азбестовий папір або алюмінієві листи використовуються, коли температура нижче 80 °С і 2 МПа. Коли температура і тиск (50 МПа) вищі, використовуються прокладки з відпаленої міді або свинцю.

Існує багато способів встановлення датчика тиску, і наразі широко використовуються наступні три.

Встановлення датчика тиску на трубу, цей спосіб встановлення простий і використовує менше матеріалів.

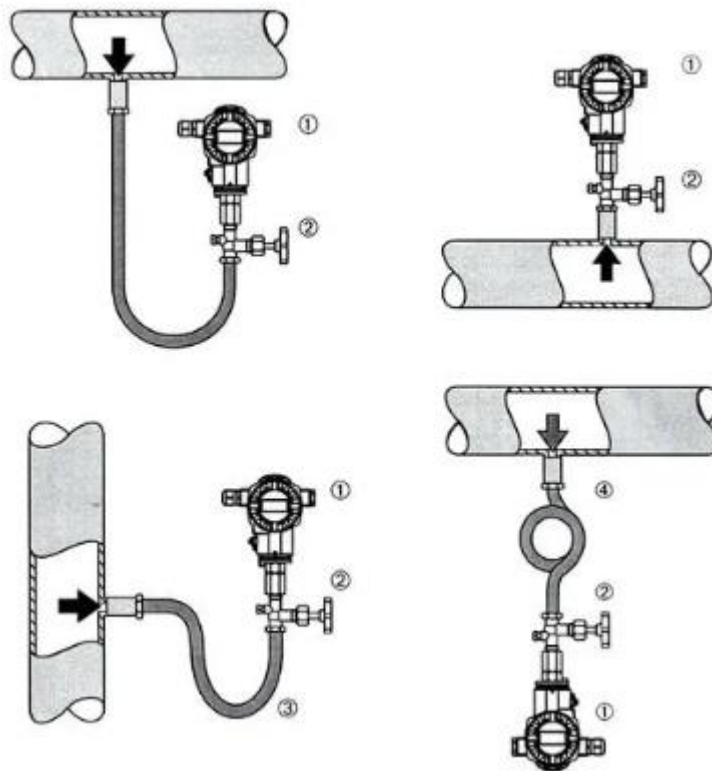


Рисунок 4.2 – Схеми монтажу перетворювачів тиску ПД-100

Якщо це високотемпературна труба, ви можете додати 1 або 2 кола трубопроводу, щоб знизити температуру. Також можна додати запірний клапан для полегшення подальшого розбирання та заміни датчика тиску.

Фланцева установка, в основному використовується для вимірювання рівня рідини, використовуючи статичний тиск рідини для вимірювання рівня рідини.



Рисунок 4.3 – Встановлення перетворювача за допомогою фланця

Монтаж кронштейна (плоский кронштейн, встановлений на трубі).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

Більшість із них використовують цей метод встановлення, який зручний для встановлення та обслуговування. Якщо він знаходиться на відкритому повітрі, для захисту датчика тиску від пилу та дощу можна використовувати інструментарійну коробку. Звичайно, наш перетворювач тиску добре захищений із рівнем захисту IP65. Температура робочого середовища $-40\sim+75$ °С. Стійкий до вібрації, пилу та дощу. Необслуговуваний протягом 5 років.



Рисунок 4.4 – Встановлення перетворювача за допомогою кронштейна

Крім перерахованих вище трьох, існує також дуже поширений метод установки з використанням напірної трубки.

Кран тиску зазвичай означає взяття невеликої порції рідини (яка може бути газом або рідиною) з процесу та введення її в датчик тиску для вимірювання тиску цієї рідини. Це спосіб спрямування рідини від реального робочого процесу до вимірювального пристрою, щоб його можна було контролювати або аналізувати.

Під час фактичної роботи, щоб забезпечити точність вимірювання та уникнути пошкодження датчика тиску через характеристики рідини (такі як висока температура, корозійність тощо), можна використовувати спеціальний пристрій імпульсної трубки або механізм ізоляції. Ці пристрої охолоджують, фільтрують або іншим чином обробляють рідину, щоб забезпечити її придатність для вимірювання та забезпечити безпеку та точність вимірювального обладнання.

Імпульсна трубка також є часто використовуваним аксесуаром у встановлення датчиків перепаду тиску.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| | | | | | | 34 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Датчик тиску не встановлюється безпосередньо на трубу, а підключається до з'єднувального з'єднання перетворювача тиску через імпульсну трубку діаметром 14 мм. Корпус датчика тиску встановлюється поруч із приладом.

При зварюванні цієї труби за допомогою пристрою імпульсної трубки (фактично металевої труби 50-75 мм), встановленого на трубі, кут зварювання в кінцевому підсумку становить приблизно 45°. Це не призведе до накопичення пилу. Крім того, на головці металевої труби є трубна різьба, яку можна затягнути заглушкою, щоб запобігти витоку повітря. Його легко відкрити під час огляду повітропроводу та перевірити, чи немає пилу в повітропроводі. Повітрозабірна труба приладу приварена до верхньої частини повітрозабірної труби, що не спричинить накопичення пилу.

Імпульсна трубка датчика тиску повинна бути оснащена 4 приладовими клапанами. Якщо вимірний тиск є повітряною трубою з низьким тиском, приладовий клапан у верхній частині повітряної труби можна не використовувати. Цей клапан зазвичай називають основним клапаном, але цей клапан не можна опускати під час вимірювання газу та води під високим тиском. Коли трансмітер тиску працює, відкрийте клапан у верхній частині газозабірної труби та клапан у верхній частині трійника, який зазвичай називають вторинними дверцятами. Закрийте нижній клапан, який зазвичай називають випускним. Повільно відкрийте клапан, підключений до датчика тиску, щоб дозволити датчику тиску створити тиск.

В даний час перетворювачі тиску все частіше використовуються в системах управління DCS. Датчики тиску, встановлені на місці, мають вихід 4-20 мА та функції цифрового зв'язку. Підключіть до входу електрозалу на місці через екранований кабель.

Проводка датчика тиску відноситься до електричного підключення датчика тиску. Передавач тиску - це пристрій перетворення, який перетворює сигнал тиску в аналоговий або цифровий сигнал. Загальні сигнали включають 4-20 мА, 0-10 В, 0-5 В та інші сигнали. Методи підключення цих сигналів зазвичай включають

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| | | | | | | 35 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

двопровідну систему, трипровідну систему та чотирипровідну систему.

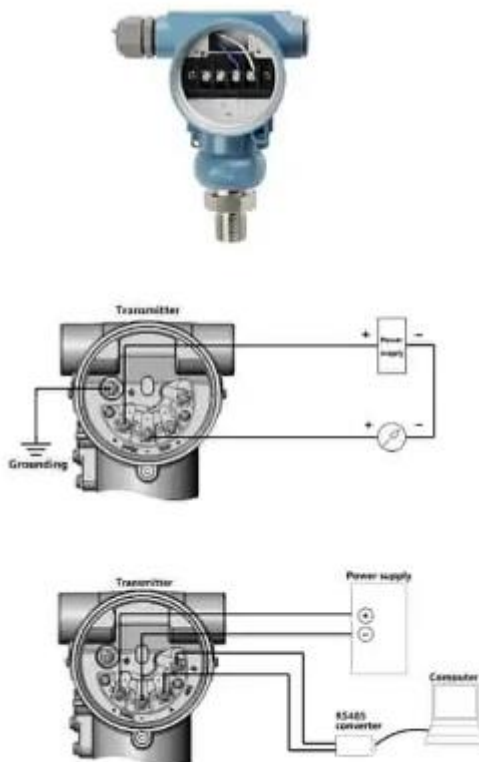


Рисунок 4.5 – Схеми підключення перетворювача тиску

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

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)

Алгоритм функціонування системи автоматизації компресорної станції має вигляд:



Рисунок 5.1 – Передпусковий алгоритм роботи компресора

На етапі початку виконання програми відбувається опрацювання вхідних даних від датчиків, таких як приведення інформації від аналогових датчиків (наприклад, датчики тиску, температури, витрати газу тощо) до діапазону визначеної шкали. Після цього аналізуються сигнали від натискання кнопок управління та команд, які надійшли від оператора через сенсорний екран.

| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | | | |
|-------------|------|-----------------|--------|------|--|-----------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Москаленко Д.В. | | | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Заїка В. І. | | | | | 37 | |
| Зав.кафедри | | Смітюх Я. В. | | | | ЗАВ-3-1 НУХТ | | |
| Секр. ЕК | | Крупська Т. М. | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Ці операції виконуються в кожному ітераційному циклі програми, а отримані дані в подальшому використовуються у виконанні програми.

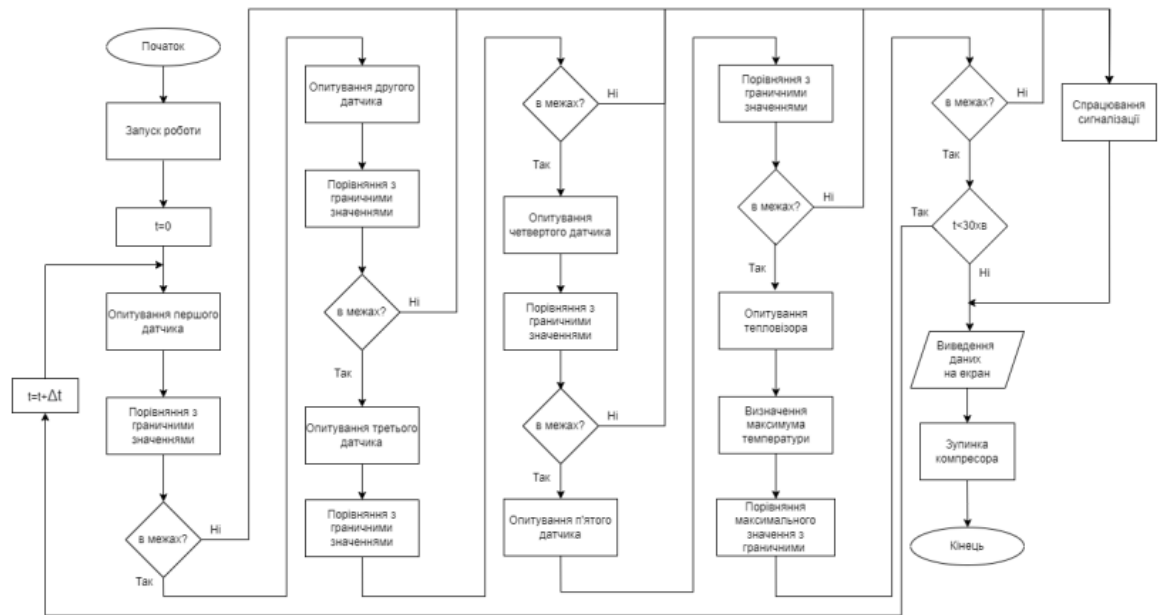


Рисунок 5.2 – Основний алгоритм роботи компресора

Контролер ОВЕН ПЛК 160 програмується в середовищі CoDeSys.

CoDeSys - інструментальний програмний комплекс промислової автоматизації. Виробляється і поширюється компанією 3S-Smart Software Solutions GmbH (Кемптен, Німеччина). Назва CoDeSys є акронімом від Controller Development System. Версія 1.0 була випущена в 1994 році. З листопада 2012 змінив написання на CODESYS.

Середовище програмування:

Основою комплексу CODESYS є середовище розробки прикладних програм для програмованих логічних контролерів (ПЛК). Вона розповсюджується безкоштовно і може бути без обмежень встановлена на декількох робочих місцях.

У CODESYS для програмування доступні всі п'ять обумовлених стандартом IEC 61131-3 (МЭК 61131-3) мов:

- IL (Instruction List) асемблер-подібна мова
- ST (Structured Text) Pascal-подібна мова
- LD (Ladder Diagram) Мова релейних схем

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

- FBD (Function Block Diagram) Мова функціональних блоків
- SFC (Sequential Function Chart) Мова діаграм станів

На додаток до FBD підтриманий мова програмування CFC (Continuous Function Chart) з довільним розміщенням блоків і розстановкою порядку їх виконання.

У CODESYS реалізовано ряд інших розширень специфікації стандарту IEC 61131-3. Найістотнішим з них є підтримка Об'єктно-орієнтованого програмування (ООП).

Вбудовані компілятори CODESYS генерують машинний код (двійковий код), який завантажується в контролер. Підтримані основні 16-і і 32-х розрядні процесори: Infineon C166, TriCore, 80x86, ARM (архітектура), PowerPC, SH, MIPS (архітектура), Analog Devices Blackfin, TI C2000/28x та інші.

При підключенні до контролера, середовище програмування CODESYS переходить в режим налагодження. У ньому доступний моніторинг / зміну / фіксація значень змінних, точки зупину, контроль потоку виконання, гаряче оновлення коду, графічне трасування в реальному часі і інші налагоджувальні інструменти.

CODESYS версії V3 побудований на базі так званої платформи автоматизації: CODESYS Automation Platform. Вона дозволяє виготовлювачам обладнання розвивати комплекс шляхом підключення власних плагінів.

Інструмент CODESYS Application Composer дозволяє перейти від програмування практичних додатків до їх швидкого складання. Користувач становить власну базу об'єктів, відповідних певним приладам, механічним вузлів машини і т.п. Кожен об'єкт включає програмну реалізацію та візуальне подання. Закінчила додаток складається з необхідних об'єктів, конфігурується і автоматично генерується програма на мовах MEK 61131-3.

Система виконання:

Для програмування контролера в середовищі CODESYS, в нього повинна бути вбудована система виконання (Control Runtime System). Вона встановлюється

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

в контролер в процесі його виготовлення. Існує спеціальний інструмент, що дозволяє адаптувати її до різних апаратним та програмним платформам.

Код програми:

```
# -*- coding: utf-8 -*-
from PyQt5 import QtWidgets
from PyQt5.QtWidgets import QApplication, QMainWindow
import time as t
import random
import sys
class Window(QMainWindow):
    def __init__(self):
        super(Window, self).__init__()

        self.setWindowTitle("Система контролю")
        self.setGeometry(300, 250, 650, 200)

        self.new_text=QtWidgets.QLabel(self)

        self.btn = QtWidgets.QPushButton (self)
        self.btn.move(70,150)
        self.btn.setText("Запуск роботи")
        self.btn.setFixedWidth(200)
        self.btn.clicked.connect(self.add_label)

    def add_label(self):
        y=t.time()
        temperature_lim=95
        pressure_lim=11
        while t.time()-y<=5:
            #тут считываем данные с первого датчика
            # подключаем модуль для работы с датчиками
            from w1thermsensor import W1ThermSensor
            # создаём объект для работы с сенсором
            sensor = W1ThermSensor(1)
            #считываем данные с датчика
            sensor.get_temperature(1)
            temperature1=sensor.get_temperature(1)
            if temperature1 > temperature_lim:
                self.new_text.setText("Температура вихідного газу={0} Вимикаємо
компресор".format(temperature1))
                self.new_text.adjustSize()
```

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

```

        break
#тут считываем данные со второго датчика
# подключаем модуль для работы с датчиками
from w1thermsensor import W1ThermSensor
# создаём объект для работы с сенсором
sensor = W1ThermSensor(2)
#считываем данные с датчика
sensor.get_temperature(2)
    temperature2=sensor.get_temperature(2)
    if temperature2 > temperature_lim:
        self.new_text.setText("Температура охладжувальної рідини 1={0}.
Вимикаємо компресор".format(temperature2))
        self.new_text.adjustSize()
        break
#тут считываем данные с третьего датчика
# подключаем модуль для работы с датчиками
from w1thermsensor import W1ThermSensor
# создаём объект для работы с сенсором
sensor = W1ThermSensor(3)
#считываем данные с датчика
sensor.get_temperature(3)
    pressure1=sensor.get_temperature(3)
    if pressure1 > pressure_lim:
        self.new_text.setText("Тиск= {0} Ат. Вимикаємо
компресор".format(pressure1))
        self.new_text.adjustSize()
        break
#тут считываем данные с четвертого датчика
# подключаем модуль для работы с датчиками
from w1thermsensor import W1ThermSensor
# создаём объект для работы с сенсором
sensor = W1ThermSensor(4)
#считываем данные с датчика
sensor.get_temperature(4)
    temperature3=sensor.get_temperature(4)
    if temperature3 > temperature_lim:
        self.new_text.setText("Температура охладжувальної рідини 2 ={0}.
Вимикаємо компресор".format(temperature3))
        self.new_text.adjustSize()
        break
#тут считываем данные с пятого датчика
# подключаем модуль для работы с датчиками

```

```

from w1thermsensor import W1ThermSensor
# створюємо об'єкт для роботи з сенсором
sensor = W1ThermSensor(5)
#читуємо дані з датчика
sensor.get_temperature(5)
    temperature4=sensor.get_temperature(5)
    if temperature4 > temperature_lim:
        self.new_text.setText("Температура масла={0} Вмикаємо
компресор".format(temperature4))
        self.new_text.adjustSize()
        break
    visor1 = []
    for j in range(320):
        visor2 = []
        for i in range(240):
            visor2.append(random.randint(0,95))
            visor1.append(visor2)
#тут читуємо дані з тепловизора
    a=max(visor1)
    temperature5=max(a)
    if temperature5 > temperature_lim:
        self.new_text.setText("Максимальна температура компресора={0}
Вмикаємо компресор".format(temperature5))
        self.new_text.adjustSize()
        break
    if t.time()-y>=5:
        self.new_text.setText("Компресор працює {0} Секунд
прошло".format(t.time()-y))
        self.new_text.adjustSize()

def application():
    app = QApplication(sys.argv)
    window = Window()
    window.show()
    sys.exit(app.exec_())

if __name__ == "__main__":
    application()

```

6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора

технолога

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

| Контрольоване значення | Одиниці Вимірювання | Критичний розмір |
|---|------------------------|---------------------|
| Менший перепад тиску повітря у впускному патрубку компресора | кгс/см ² | 0,9+0,02 |
| Більш високе підвищення позитивного тиску нагнітання I ступеня компресора | | 3,1+0,1 |
| Зниження позитивного тиску нагнітання компресора I ступеня | | 1,5-0,2 |
| Більш високе підвищення позитивного тиску нагнітання другого ступеня компресора | | 8,5+0,2 |
| Більш високе підвищення тиску перекидання | | 7,5+0,2 |
| Збільшення перепаду тиску на масляному фільтрі більш ніж | | 2,4-0,2 |
| Зниження надлишкового тиску масла в дозаторі менше ніж | | 1,1+0,1 |
| Більш високе підвищення надлишкового тиску масла в дозаторі | | 2,4+0,2 |
| Вищий надлишковий тиск масла в сорочці другого ступеня компресора | | 4,2-0,1 |
| Збільшення надлишкового тиску азоту нижче мембран | | 7,5+0,2 |
| Зниження температури повітря у впускному патрубку компресора | | °C |
| Вища температура нагнітання компресора I ступеня | 220-5 | |
| Підвищення температури повітря після компресора I ступеня повітроохолоджувача | 55+5 | |
| Більш висока температура нагнітання другого ступеня компресора | 260-5 | |

| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | | | |
|-------------|------|-----------------|--------|------|--|------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Москаленко Д.В. | | | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Керівник | | Заїка В. І. | | | | | 43 | |
| Зав.кафедри | | Смітюх Я. В. | | | ЗАВ-3-1 НУХТ | | | |
| Секр. ЕК | | Крупська Т. М. | | | | | | |

| | | |
|---|-------------------|-------|
| Підвищення температури повітря після охолодження компресора II ступеня | | 60-2 |
| Підвищення температури масла після масляного радіатора | | 60+5 |
| Підвищення температури масла в картері двигуна | | 100+5 |
| Підвищення температури повітря на вході в мембранний блок | | 60+5 |
| Підвищений вміст кисню на виході | % (за об'ємом) | 8-0,5 |
| Засмічення повітряного фільтра | | |
| Засмічення масляного фільтра | | |
| Втрата напруги джерела безперебійного живлення | | |
| Симетричне зниження фазної напруги (220 В) у ланцюгах живлення 380 В не менше ніж | В | 154 |
| Однофазне зниження напруги (220В) в ланцюгах живлення 380 В не менше ніж | В | 132 |
| Неправильний порядок послідовності фаз | | |
| Втрата напруги (обрив) в одній з фаз | | |
| Перевантаження електродвигунів або інших Поточні споживачі | | |
| Перевантаження головного електродвигуна компресора | | |
| Замикання на землю | | |
| Мінімальне робоче навантаження | | |
| Несправність блоку живлення блоків управління високовольтної розподільної шафи | | |
| Несправність високовольтної розподільної шафи | | |
| Несправність конденсаторівідника | | |
| Несправність мембрани або секції обробки повітря | | |
| Несправність контролера азотної станції. | | |

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Для позначення часто зустрічаються явищ і подій іноді використовуються умовні графічні образи. Мнемосхеми використовуються для відображення складних структур і в умовному вигляді позначають об'єкти і явища з урахуванням зв'язків між ними. При індивідуальному використанні мнемосхеми реалізуються на екранних індикаторах різного типу, при груповому - будуються з набору дискретних елементів.

Відображення алфавітно-цифрової інформації охоплює найбільше число застосувань, у тому числі в області АСУ різному призначення. Реалізація текстів здійснюється в основному на екранах ЕЛТ, а також на різних плоских панелях: газорозрядних, люмінесцентних і ін. Додавання до знакової інформації графічних елементів дозволяє без зміни технічної структури уопи забезпечити відображення найпростіших малюнків, що відносяться до так званої інформаційної графіці. Засоби відображення такого роду отримали назву квазіграфіческіх (іноді псевдографічні). Найбільш досконалі дисплейні пристрої дозволяють відображати будь-яку графічну інформацію (в тому числі і символічну), складність якої обмежується лише роздільною здатністю і ємністю екрану.

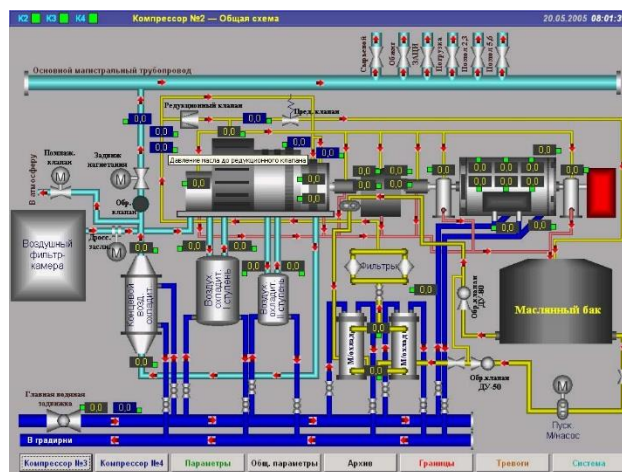


Рисунок 6.1 – Основна дисплейна мнемосхем компресорного залу

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |

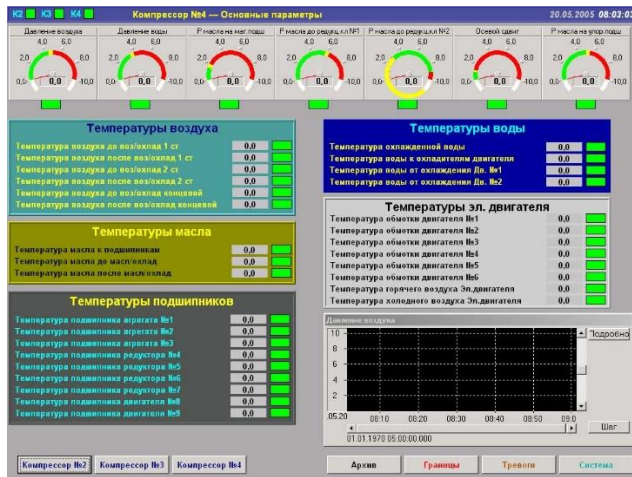


Рисунок 6.2 – Вікно налаштування регуляторів та алармів

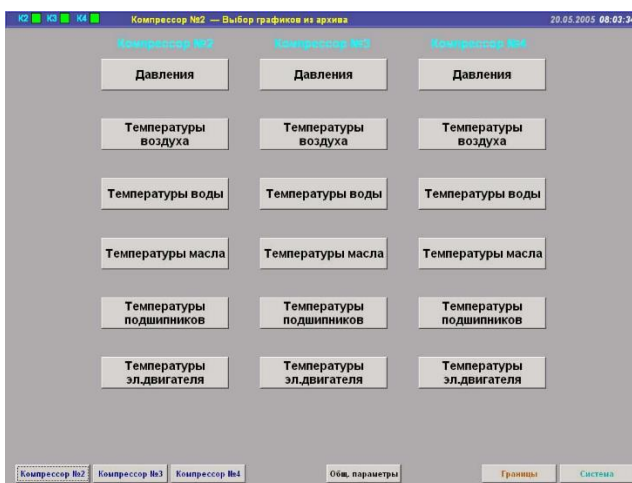


Рисунок 6.3 – Вікно роботи з архівами даних

Компрессоры №2, №3, №4 — Настройка аварийных границ

20.05.2005 08:08:26

| Параметр | №2 | №3 | №4 | №2 | №3 | №4 | №2 | №3 | №4 | №2 | №3 | №4 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Температура воздуха до воздухохл. 1 ст | 130.0 | 135.0 | 130.0 | 135.0 | 130.0 | 135.0 | 130.0 | 135.0 | 130.0 | 135.0 | 130.0 | 135.0 |
| Температура воздуха после воздухохл. 1 ст | 90.0 | 100.0 | 90.0 | 100.0 | 90.0 | 100.0 | 90.0 | 100.0 | 90.0 | 100.0 | 90.0 | 100.0 |
| Температура воздуха до воздухохл. 2 ст | 100.0 | 105.0 | 100.0 | 105.0 | 100.0 | 105.0 | 100.0 | 105.0 | 100.0 | 105.0 | 100.0 | 105.0 |
| Температура воздуха после воздухохл. 2 ст | 100.0 | 110.0 | 100.0 | 110.0 | 100.0 | 110.0 | 100.0 | 110.0 | 100.0 | 110.0 | 100.0 | 110.0 |
| Температура воздуха до воздухохл. конечной | 150.0 | 165.0 | 150.0 | 165.0 | 150.0 | 165.0 | 150.0 | 165.0 | 150.0 | 165.0 | 150.0 | 165.0 |
| Температура воздуха после воздухохл. конечной | 80.0 | 100.0 | 80.0 | 100.0 | 80.0 | 100.0 | 80.0 | 100.0 | 80.0 | 100.0 | 80.0 | 100.0 |
| Температура охлаждающей воды | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 | 15.0 |
| Температура воды к охлаждаем. двигателю | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 |
| Температура воды от охлаждения Дв. №1 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 |
| Температура воды от охлаждения Дв. №2 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 | 45.0 | 50.0 |
| Температура масла к подшипникам | 55.0 | 60.0 | 55.0 | 60.0 | 55.0 | 60.0 | 55.0 | 60.0 | 55.0 | 60.0 | 55.0 | 60.0 |
| Температура масла до маслоохлад | 55.0 | 70.0 | 55.0 | 70.0 | 55.0 | 70.0 | 55.0 | 70.0 | 55.0 | 70.0 | 55.0 | 70.0 |
| Температура масла после маслоохлад | 55.0 | 65.0 | 55.0 | 65.0 | 55.0 | 65.0 | 55.0 | 65.0 | 55.0 | 65.0 | 55.0 | 65.0 |
| Температура подшипника агрегата №1 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура подшипника агрегата №2 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура подшипника агрегата №3 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура подшипника редуктора №4 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура подшипника редуктора №5 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура подшипника редуктора №6 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура подшипника редуктора №7 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура подшипника двигателя №8 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 | 75.0 | 80.0 |
| Температура обмотки двигателя №9 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 |
| Температура обмотки двигателя №1 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 |
| Температура обмотки двигателя №2 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 |
| Температура обмотки двигателя №3 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 |
| Температура обмотки двигателя №4 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 |
| Температура обмотки двигателя №5 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 |
| Температура обмотки двигателя №6 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 | 95.0 | 90.0 |
| Температура горячего воздуха Эл. двигателя | 70.0 | 75.0 | 70.0 | 75.0 | 70.0 | 75.0 | 70.0 | 75.0 | 70.0 | 75.0 | 70.0 | 75.0 |
| Температура холодного воздуха Эл. двигателя | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 5.0 | 4.0 | 5.0 |
| Давление воздуха | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 | 3.0 | 4.0 |
| Давление воды | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 | 3.0 | 2.0 |
| Давление масла на магистрали подшипника | 5.7 | 6.2 | 5.0 | 6.2 | 5.0 | 6.2 | 5.0 | 6.2 | 5.0 | 6.2 | 5.0 | 6.2 |
| Давление масла до редукционного клапана №1 | 3.0 | 3.0 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | 3.5 | 3.0 | 3.5 |
| Давление масла до редукционного клапана №2 | 1.0 | 1.2 | 0.0 | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 1.2 |
| Давление масла на упорной подшипнике | 4.5 | 5.0 | 4.5 | 5.0 | 4.5 | 5.0 | 4.5 | 5.0 | 4.5 | 5.0 | 4.5 | 5.0 |

Компрессор №2, Компрессор №3, Компрессор №4

Общ. параметры, Архив, Тревоги, Система

Запомнить

Рисунок 6.4 – Вікно завдання уставок та меж сигналізації

7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1. Постановка задачі дослідження

Ціллю даного розділу є визначення структури системи керування швидкості електроприводу компресору та розрахунок параметрів настроювання регулятора.

Скалярне регулювання швидкості асинхронного двигуна

Функціональна схема системи регулювання швидкості АД при живленні від ПЧ як джерела напруги приведена на рисунку 7.1. Тут канал негативного зворотного зв'язку по швидкості містить у собі тахогенератор ТГ як датчик зворотного зв'язку, вузол Σ_5 підсумовування напруг керування швидкістю АД u_y і зворотного негативного зв'язку по швидкості u_{oc} , регулятор абсолютного ковзання А5, блок БО обмеження його вихідної напруги u_{PC} , а також вузол Σ_3 підсумовування напруги u_{PH} і результуючої напруги u_{y1} з виходу суматора Σ_1 .

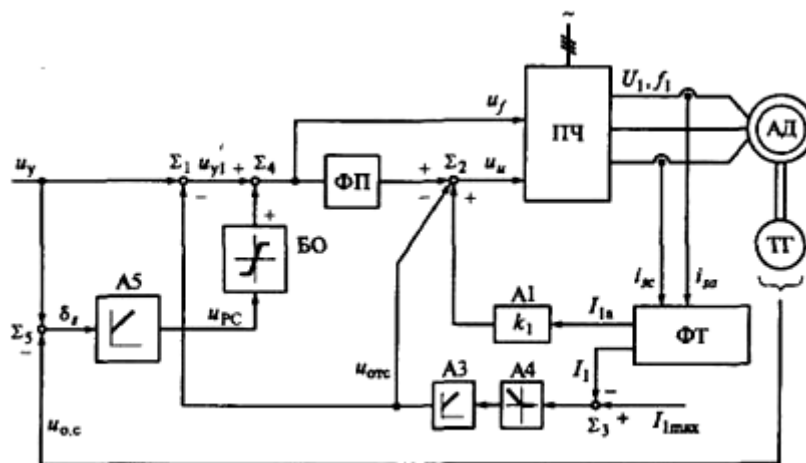


Рисунок 7.1 – Функціональна схема системи ПЧ-АД зі зворотним зв'язком по швидкості

| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | | | |
|-------------|------|-----------------|--------|------|--|-----------------|------|---------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| | | Москаленко Д.В. | | | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Розроб. | | Заїка В. І. | | | | | 47 | |
| Керівник | | | | | | ЗАВ-3-1 НУХТ | | |
| Зав.кафедри | | Смітюх Я. В. | | | | | | |
| Секр. ЕК | | Крупська Т. М. | | | | | | |

В міру збільшення навантаження на валу АД (від моменту M_1 , до моменту M_2 на рисунку 7.2) за рахунок зменшення швидкості АД і, отже, сигналу $и_{зз}$ збільшується сигнал розузгодження $\delta_s = и_{у} - и_{зз} \equiv \omega_{00} - \omega \equiv s_a$, пропорційний абсолютному ковзанню двигуна. Тут ω_{00} — задана швидкість ідеального холостого ходу АД, що відповідає вихідному сигналові керування $и_{у}$.

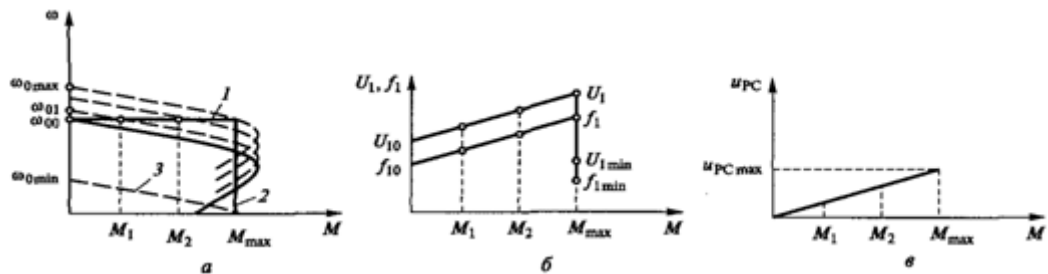


Рисунок 7.2 – Механічні характеристики (а), залежності вихідні напруги і частоти ПЧ (б), а також напруги регулятора швидкості (в) від моменту в системі ПЧ-АД зі зворотним зв'язком по швидкості ω — реальна швидкість АД при заданому навантаженні на його валові.

При $\delta_s \neq 0$ сигнал $и_{PC}$ на виході регулятора ковзання, сумуючись із сигналом $и_{y1} = и_{у}$ (при $I_1 < I_{1max}$), за рахунок інтегральної складової передатної функції регулятора А5 забезпечує таке збільшення сигналу керування $и_f$ перетворювачем частоти, при якому частота вихідної напруги ПЧ стає рівної $f_{10}(1+s_a)$. Одночасно зі зміною частоти за рахунок функціонального перетворювача ФП міняється в порівнянні з початковою напругою U_{10} і вихідна напруга перетворювача U_1 (див. рис. 7.2, б). При цьому швидкість двигуна відновлюється до заданого значення ω_{00} , тобто забезпечується абсолютна жорсткість механічної характеристики АД (лінія 1 на рис. 7.2, а).

При перевищенні максимально припустимого струму статора АД ($I_1 \geq I_{1max}$ і, відповідно, $M \geq M_{max}$), регулятор ковзання повинний бути виключений з роботи, наприклад, шляхом обмеження його вихідного сигналу $и_{PC}$ на рівні $и_{PCmax}$ (див. рис. 7.2, в). При цьому вступають у роботу негативні зворотні зв'язки по струму статора з регулятором А3, забезпечуючи за рахунок одночасного зменшення частоти і напруги статора АД до їхніх мінімальних значень f_{1min} і U_{1min}

обмеження моменту АД при $\omega = 0$ на рівні M_{\max} (лінія 2 на рис. 7.2, а). Мінімальна синхронна швидкість двигуна $\omega_{0\min}$ буде відповідати значенням $f_{1\min}$ і $U_{1\min}$, а механічна характеристика — лінії 3 (див. рис. 7.2, а).

Стійкість і динамічні показники якості регулювання швидкості АД визначаються вибором параметрів пропорційних і інтегральної складових передатних функцій регуляторів А5 і А3.

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

Розрахунок параметрів контуру регулювання швидкості

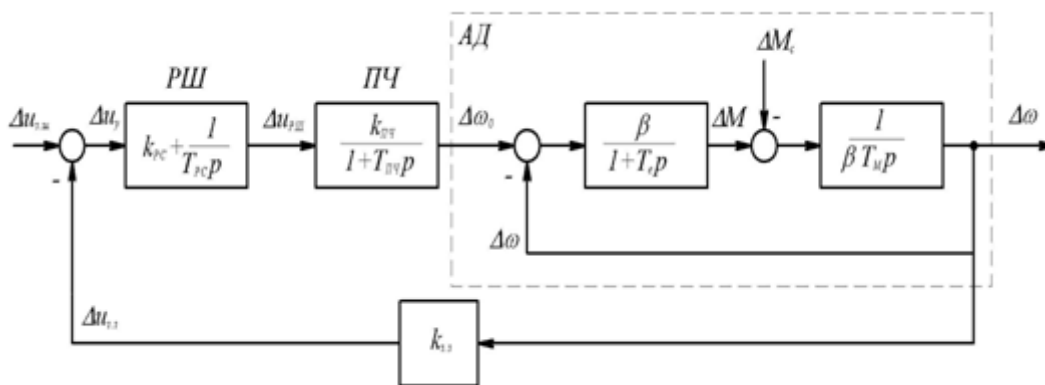


Рисунок 7.3 – Структурна схема системи ПЧ-АД зі зворотним зв'язком по швидкості

На рисунку 7.3 представлена структурна схема лінеаризованої системи, функціональна схема якої приведена на рис. 7.1, при роботі АД на ділянці механічної характеристики в межах значень абсолютного ковзання $s_a < s_x$. На схемі прийняті наступні позначення:

β — модуль твердості лінеаризованої механічної характеристики АД

$$\beta = \frac{2M_k}{\omega_{0ном} \cdot s_k} = \frac{2 \cdot 216,6}{152,6 \cdot 0,195} = 14,56$$

де $M_k = M_{ном} \cdot m_k = 72,2 \cdot 3 = 216,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$, - критичний момент,

$$M_{ном} = 9570 \cdot \frac{P_{2ном}}{n_c(1-s_{ном})} = \frac{11}{1500 \cdot (1-0,028)} = 72,2 \text{ Н} \cdot \text{м}, - \text{ номінальний момент,}$$

$$\omega_{ном} = \frac{2\pi n_c(1-s_{ном})}{60} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 1500(1-0,028)}{60} = 152,604 \text{ рад/с} - \text{ номінальна кутова швидкість}$$

двигуна,

$$\omega_o = \frac{2\pi n_c}{60} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot 1500}{60} = 157 \text{ рад/с} - \text{ синхронна кутова швидкість двигуна,}$$

$s_{ном}$ – номінальне ковзання,

$P_{2ном}$ – номінальна потужність двигуна.

T_e — еквівалентна електромагнітна постійна часу кіл статора і ротора АД, визначається по формулі

$$T_e = \frac{1}{(\omega_{0ел.ном} \cdot s_k)} = \frac{1}{157 \cdot 0,95} = 0,033 \text{ с,}$$

де $\omega_{0ел.ном}$ - кутова швидкість електромагнітного поля АД при його номінальній частоті живлення $f_{1ном} = 50$ Гц ($\omega_{0ел.ном} = 2\pi f_{1ном} = 314 \text{ с}^{-1}$). Для АД загальпромиислового виконання $s \cong 0,05 \dots 0,5$ (менші значення характерні для потужних двигунів), $T_s = (0,006 \dots 0,06) \text{ с}$;

Електромеханічна стала часу визначається наступним чином:

$$T_M = \frac{J_\Sigma}{\beta} = \frac{10,3}{14,15} = 0,72 \text{ с}$$

де J_Σ - сумарний момент інерції приведений до вала двигуна

$$J_\Sigma = J_d + J_p + \frac{2J_\delta}{i^2} + m \left(\frac{V}{\omega_{ном}} \right)^2 = 0,04 + 0,04 \cdot 0,27 + 3350 \cdot \left(\frac{2 \cdot 200}{7232} \right)^2 = 10,3 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$i = \frac{\omega_{ном} \cdot R_\delta}{V} = \frac{152,604 \cdot 0,3}{0,00633} = 7232,4 \approx 7232 - \text{ передаточне число редуктора}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 50 |

$J_p = 0,27J_\delta$ - момент інерції редуктора,

де J_δ - момент інерції компресора,

m – повна маса ротора компресора $m = m_c + m_k = 1400 + 1950 = 3350$ кг

m_c – маса ротора редуктора,

m_k – маса ротора компресора,

$k_{пч}$ — передатний коефіцієнт ПЧ

$$k_{пч} = \frac{\Delta\omega_0}{\Delta u_{рш}} = \frac{2\pi \Delta f_1}{p_{п} \Delta u_{рш}} = \frac{50}{10} = 5 \frac{Гц}{В}$$

При роботі АД в зоні частот $f_1 < f_{1ном} = 50$ Гц і номінальному сигналі керування перетворювачем $u_{у.ПЧном}$ співвідношення $\frac{\Delta f_1}{\Delta u_{рш}} = \frac{f_1}{u_{у.ПЧном}}$;

$T_{пч}$ — постійна часу кола керування ПЧ, що при високих частотах модуляції вихідної напруги промислових ПЧ (2...50 кГц) не перевищує 0,001с.

Передаточна функція ПІ-регулятора швидкості

$$W_{рш}(p) = \frac{\Delta u_{рш}}{\Delta u_y} = k_{рш} + \frac{1}{T_{рш} p}$$

Передаточна функція ланцюга зворотного зв'язку по швидкості двигуна

$$W_{3.3}(p) = \frac{\Delta u_{3.3}}{\Delta \omega} = k_{3.3}$$

При номінальному сигналі керування електроприводом, рівному $u_{3.ш.ном}$, і відповідній йому номінальній швидкості АД

$$k_{3.3} = \frac{u_{3.ш.ном}}{\omega_{ном}} = \frac{10}{152,6} = 0,066 \text{ В} \cdot \text{с}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| | | | | | | 51 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У відповідності зі структурною схемою АД його результуюча передаточна функція стосовно відхилення $\Delta\omega_0$

$$W_D(p) = \frac{\Delta\omega}{\Delta\omega_0} = \frac{1}{T_e T_m p^2 + T_m p + 1}$$

При $T_m \geq 4T_e$

$$W_D(p) = \frac{1}{(T_{01}p + 1)(T_{02}p + 1)}$$

Де

$$\frac{1}{T_{01}} = \frac{1}{2T_e} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{4T_e}{T_m}} \right) = \frac{1}{2 \cdot 0,033} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 0,033}{0,72}} \right) = 28,84 \text{ c}^{-1};$$

$$\frac{1}{T_{02}} = \frac{1}{2T_e} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4T_e}{T_m}} \right) = \frac{1}{2 \cdot 0,033} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{4 \cdot 0,033}{0,72}} \right) = 1,46 \text{ c}^{-1}$$

$$T_{01} = \frac{1}{28,84} = 0,035 \text{ c};$$

$$T_{02} = \frac{1}{1,46} = 0,685 \text{ c}$$

Якщо віднести постійні T_{02} і $T_{ПЧ}$ до малих некомпенсуємих постійних і як оцінку їхнього впливу прийняти $T_\mu = T_{02} + T_{ПЧ} = 0,685 + 0,001 = 0,686 \text{ c}$, то при настроюванні електропривода на модульний оптимум постійна інтегрування і коефіцієнт передачі пропорційної частини регулятора РШ визначаються відповідно до:

$$T_{РШ} = k_{3,3} k_{ПЧ} a_\mu T_\mu = 0,066 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 0,686 = 0,091 \text{ c}; ; a_\mu = 4$$

$$k_{РШ} = \frac{T_{01}}{T_{РШ}} = \frac{0,035}{0,091} = 0,385 \cdot$$

7.3. Моделювання САР

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

Для побудови перехідного процесу даної АСР скористаємось програмним забезпеченням, а саме додатком програми Matlab – Simulink. Структурна схема даної АСР буде мати вигляд:

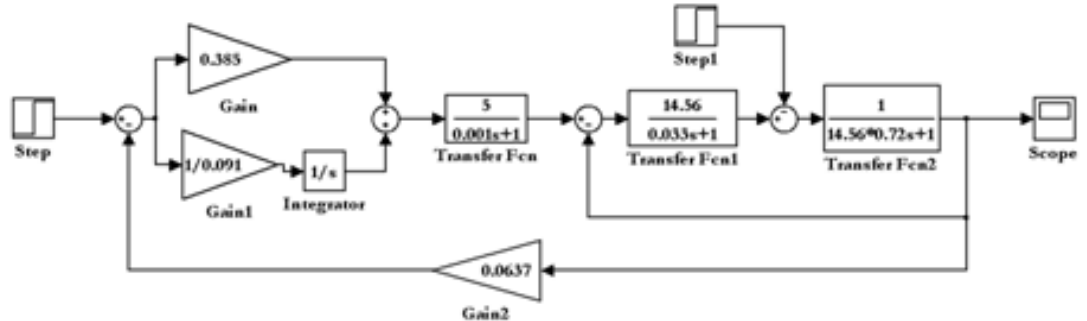


Рисунок 7.4 – Структурна схема АСР швидкості двигуна

Підставивши в регулятор обчислені значення отримали перехідний процес, що містить коливання та значне перерегулювання (рисунок 7.5)

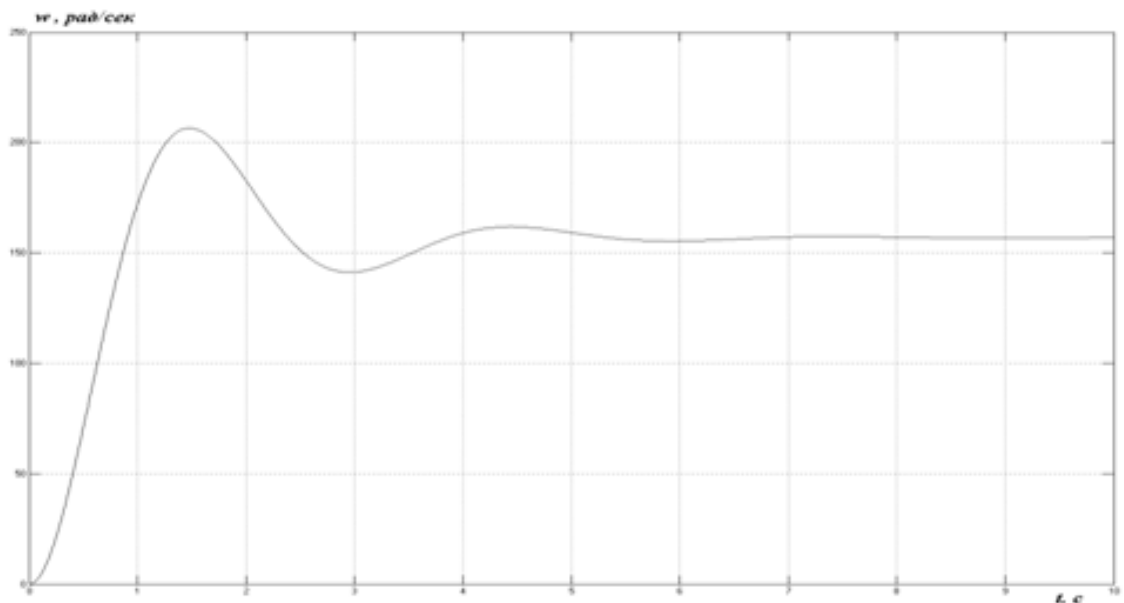


Рисунок 7.5 – Перехідний процес АСР з розрахованими параметрами регулятора

7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

Для знаходження оптимальних параметрів ПІ регулятора використовуємо програму Matlab. У програмі Simulink, яка є додатком програми Matlab, будуємо математичну модель об'єкта параметри якої необхідно знайти.

Для оптимізації параметрів ми будемо використовувати найбільш поширений та достовірний метод знаходження оптимальних параметрів ПІ регулятора за допомогою використання пакету NCD-Blockset.

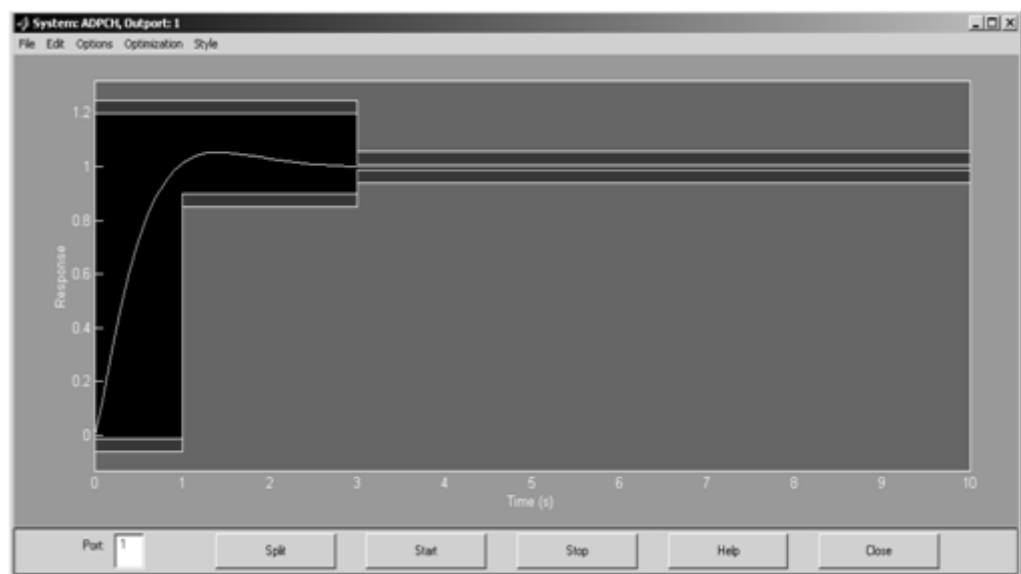


Рисунок 7.6 – Вікно оптимізації пакету NCD-Blockset

За допомогою даного інструмента можна налаштовувати параметри нелінійної Simulink – моделі, в якості яких може бути задана будь-яка кількість змінних, включаючи вектори і матриці.

Хід оптимізації контролюється на екрані з допомогою відображення графіка контрольованого процесу і поточних значень функції, що мінімізується.

Після закінчення процесу оптимізації, оптимальні значення параметрів зберігаються в робочому просторі MatLab, в даному випадку, це:

`>> Kp = 16,4;`

`>> Ti = 0.092;`

Підставивши ці коефіцієнти у математичну модель побудовану у Matlab отримаємо такий перехідний процес.

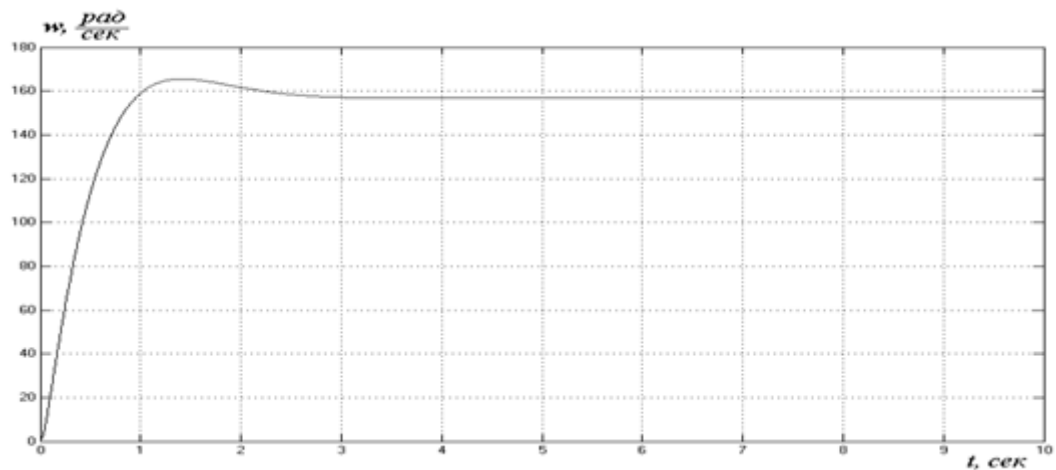


Рисунок 7.7 – Оптимізована перехідна характеристика

Визначимо динамічні показники якості регулювання:

$\omega_{\max}=165.4$ рад/с – максимальне відхилення регульованої величини,

$\omega_{\text{уст}}=157$ рад/с – усталене значення регульованої величини,

$$\sigma = \frac{\omega_{\max} - \omega_{\text{уст}}}{\omega_{\text{уст}}} = \frac{165,4 - 157}{157} = 5,35\% \text{ - перерегулювання,}$$

$t_p=3\text{с}$ – час регулювання.

Висновок: параметри якості перехідного процесу задовольняють

вимогам до систем автоматичного регулювання.

Висновки

Розробка системи автоматизації для трьохступінчастої компресорної станції є важливим етапом вдосконалення технологічних процесів в галузі нафтогазовидобувної промисловості. На підставі проведених досліджень та аналізу можна зробити наступні висновки:

Підвищення ефективності виробництва: Впровадження автоматизованої системи дозволяє оптимізувати роботу компресорної станції, підвищуючи її продуктивність та знижуючи витрати енергії.

Забезпечення надійності і безпеки: Автоматизація дозволяє контролювати інтенсивність роботи обладнання, вчасно виявляти несправності та автоматично виконувати заходи щодо їх усунення. Це підвищує надійність роботи станції та забезпечує безпеку виробництва.

Зменшення людського втручання: Автоматизована система дозволяє зменшити залежність від людського фактору в управлінні компресорною станцією, що може позитивно позначитися на ефективності та точності виконання роботи.

Економія ресурсів: Автоматизована система забезпечує ефективне використання ресурсів, оптимізує споживання енергії та матеріалів, що призводить до економії коштів та зменшення впливу на навколишнє середовище.

Можливість вдалого масштабування: Розроблена система автоматизації повинна мати потенціал для масштабування та адаптації до змінних умов експлуатації компресорної станції.

Розробка системи автоматизації для трьохступінчастої компресорної станції виявляється важливою та перспективною задачею, яка сприятиме покращенню технічних характеристик, зниженню витрат та підвищенню загальної ефективності виробництва.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

Список використаної літератури

1. Бондаренко Г. А. Компресорні станції : підручник / Г. А. Бондаренко, Г. В. Кирик. – Суми: Сумський державний університет, 2016. – 385 с.
2. Ельперін І.В. Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
3. Ельперін І.В. Промислові контролери. Частина 2 / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2012. – 106 с.
4. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів: монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
5. Сташинський. О.П. Вирішення задачі оптимізації режимів роботи компресорних станцій в комп'ютеризованій системі підтримки диспетчера газотранспортного підприємства / О.П. Сташинський // Вісник Інженерної академії України. – 2014. – №1. – С. 132-136.
6. 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.
7. 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.
8. Ладанюк А.П., Системний аналіз складних систем управління. Навчальний. посібник / Ладанюк А.П., Смітюх Я.В., Власенко Л.О. – К.:НУХТ, 2013. – 274с.
9. Методи сучасної теорії управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 57 |

10. Системний аналіз складних систем управління. Практикум: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)

11. 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. [Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с.

12. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: Навчальний посібник. / В.Г. Трегуб // К.: НУХТ, 2006 – 139 с.

13. Paul C. Halon Compressor Handbook / ISBN 0-07- 026005-2 / Mc Grow-Hill/2001. – 754 с.

14. ПЧВЗ преобразователи частоты векторные для насосов и вентиляторов: веб-сайт. URL: https://owen.ru/product/preobrazovatel_chastoti_oven_pchv3.

15. Блоки питания для промышленной автоматики: веб-сайт. URL: https://owen.ru/product/bloki_pitaniya_dlya_promishlennoj_avtomatiki.

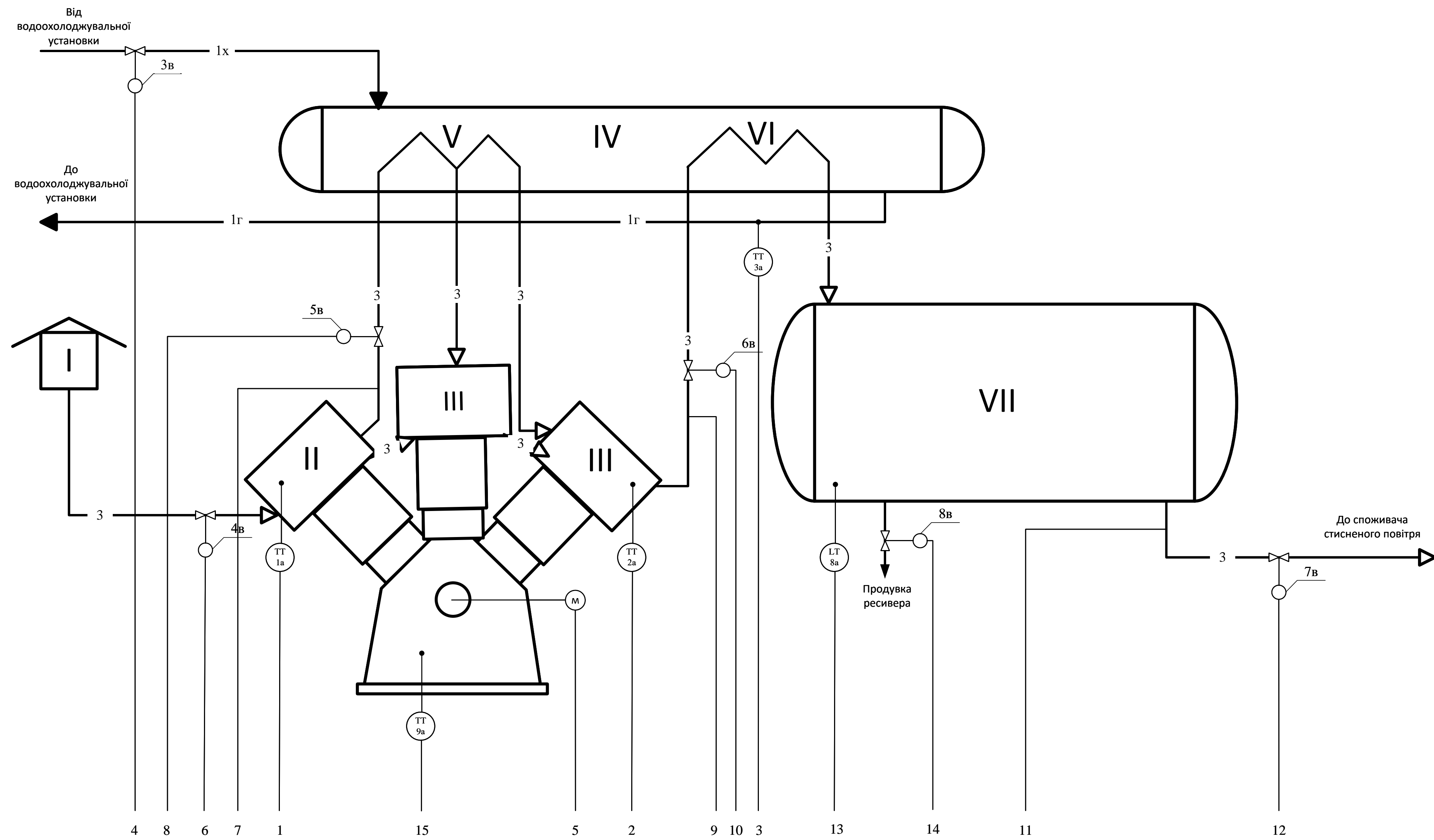
16. ПЛК160[M02]. Програмований логічний контролер: веб-сайт. URL: <https://owen.ua/ua/programovani-logichni-kontrolery/plk160-m02-programovanyj-logichnyj-kontroler>.

17. ИП320. Графічна монохромна панель оператора: веб-сайт. URL: <https://owen.ua/ua/paneli-operatora/ip320-grafichna-monohromna-panel-operatora>.

18. Клапаны взрывозащищенные электромагнитные ACL: веб-сайт. URL: <https://www.italgaz.com.ua/solenoid-valves/solenoid-valve-for-water-steam-air/explosion-proof-solenoid-valve-a107-a177-acl.html>.

19. Клапан регулирующий с электроприводом EV25G PN16 Valsteam ADCA: веб-сайт. URL: <https://primatrading.com.ua/product/klapan-reguliruyuschiy-s-elektroprivodom-ev25-pn16-40-dn15-valsteam-adca>.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------------|------|
| | | | | | <i>КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 58 |



| Прилади за місцем | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | | | |
|------------------------|--------|--------|-------|-------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|------------------------|-----------|---------------------------|-----------|---------|-----------|--------|------|----|--------|--------|
| | 110 °C | 120 °C | 90 °C | Регулювання | Керування | Керування | 4.5 кгс/см ² | Керування | 11 кгс/см ² | Керування | 11-16 кгс/см ² | Керування | 0-0.3 м | Керування | 150 °C | | | | |
| Прилади на щиті | TL 16 | HL 1 | TL 26 | HL 2 | TL 36 | HL 3 | HC 46 | SC 4a | HL 4 | PI 56 | PI 66 | PI 76 | HL 5 | HL 6 | TL 95 | HL 7 | HA | HS SB1 | HS SB2 |
| ОВЕН ПЛК 160 | Y | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | C | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | A | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | B | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| Панель оператора ИП320 | B | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | I | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | R | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |
| | A | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • |

| Позиц. познач. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|--------------------------|---|------|----------|
| Прилади за місцем | | | |
| 1а, 2а, 3а, 9а | Термоперетворювач опорного вибухозахисний ОВЕН ДТС065М-РТ100.0.25.160.МГ.И | 4 | |
| 5а, 6а, 7а | Перетворювач тиску вибухозахисний ПД100ДИ-111/171/181-Exi | 3 | |
| 8а | Ємнісний рівнемір NivoCAP | 1 | |
| 3в | Клапан регулюючий з електроприводом EV25G PN16 Valsteam ADCA | 1 | |
| 4в, 5в, 6в, 7в, 8в | Соленоїдний нержавіючий клапан вибухозахисний, тип А177. А177ЕV25/1/А6С | 5 | |
| Прилади на щиті | | | |
| 16 – 36, 56 – 76, 96 | Вимірювач технологічних параметрів ОВЕН ИТП-11 | 7 | |
| 4а | Перетворювач частоти векторний ПЧВ3-5К5-В-54 11кВт | 1 | |
| 46 | Світлосигнальна арматура серії МТВ2-Е, однокісний перемикач 2-позиційний з ключем | 1 | |
| SB1 | Світлосигнальна арматура серії МТВ2-Е СТАРТ | 1 | |
| SB2 | Світлосигнальна арматура серії МТВ2-Е СТОП | 1 | |
| HL1-HL3 | Сигнальні лампи МТ22. 3 лінзами червоного кольору | 3 | |
| HL4, HL5 – HL7 | Сигнальні лампи МТ22. 3 лінзами червоного кольору | 4 | |
| HA | Сирена світлозвукова Volttronic LD-95 | 1 | |
| | Програмований логічний контролер ПЛК160[M02] | 1 | |
| | Панель оператора ИП320 | 1 | |

| Поз. познач. | Найменування | Примітка |
|--------------|-------------------------------------|----------|
| — 1 — | Вода | |
| — 3 — | Повітря | |
| I | Фільтр повітряний | |
| II | I ступінь нагрівання | |
| III | II ступінь нагрівання | |
| IV | Теплообмінник охолодження | |
| V | Теплообмінник I ступені нагрівання | |
| VI | Теплообмінник II ступені нагрівання | |
| VII | Ресивер повітря | |

| КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | | | | | |
|-----------------------------------|-----------------|-------|-------|-----------------|--------|
| Зм. | Кільк | Архит | Редок | Підпис | Дата |
| Розроб. | Москаленко Д.В. | | | | |
| Перевір. | Зайка В. І. | | | | |
| Функціональна схема автоматизації | | | | | |
| Зав.каф. | Ситюх Я. В. | | | | |
| Секр. ЕК | Крутько Т. М. | | | | |
| | | | | Стадія | Маса |
| | | | | Листів | Листів |
| | | | | НУХТ ЗАВ-3-1 | |

| Поз. познач. | Найменування | Кіл. | Примітка |
|--------------|--|------|----------|
| | Програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК 160 [02] | 1 | |
| | Модуль дискретного виводу МУ 110-8к | 1 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

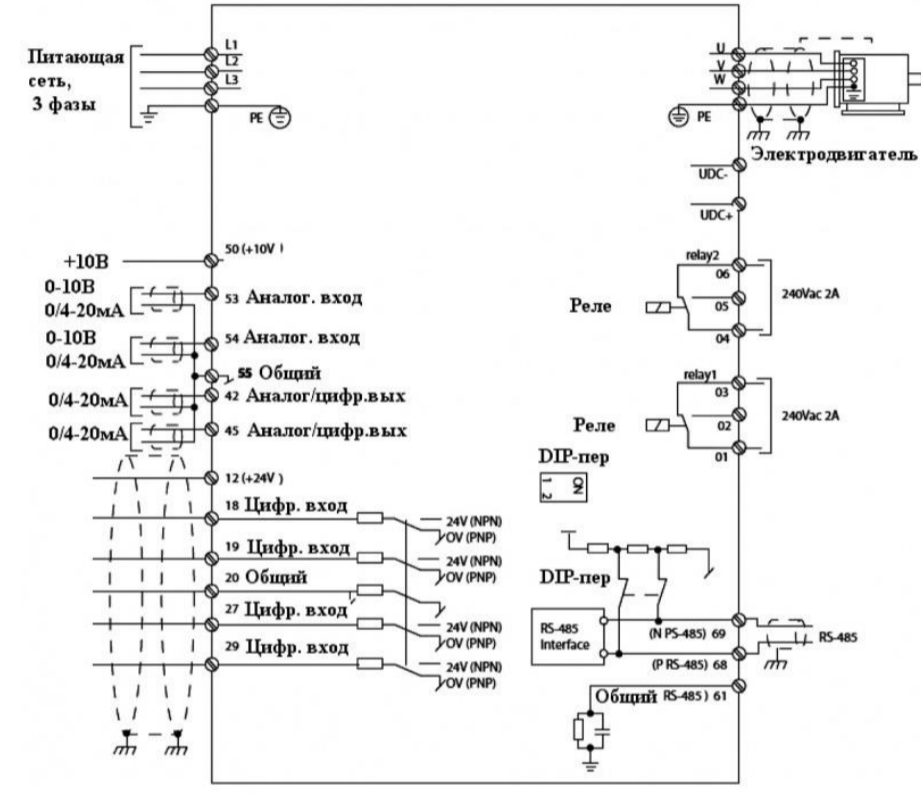
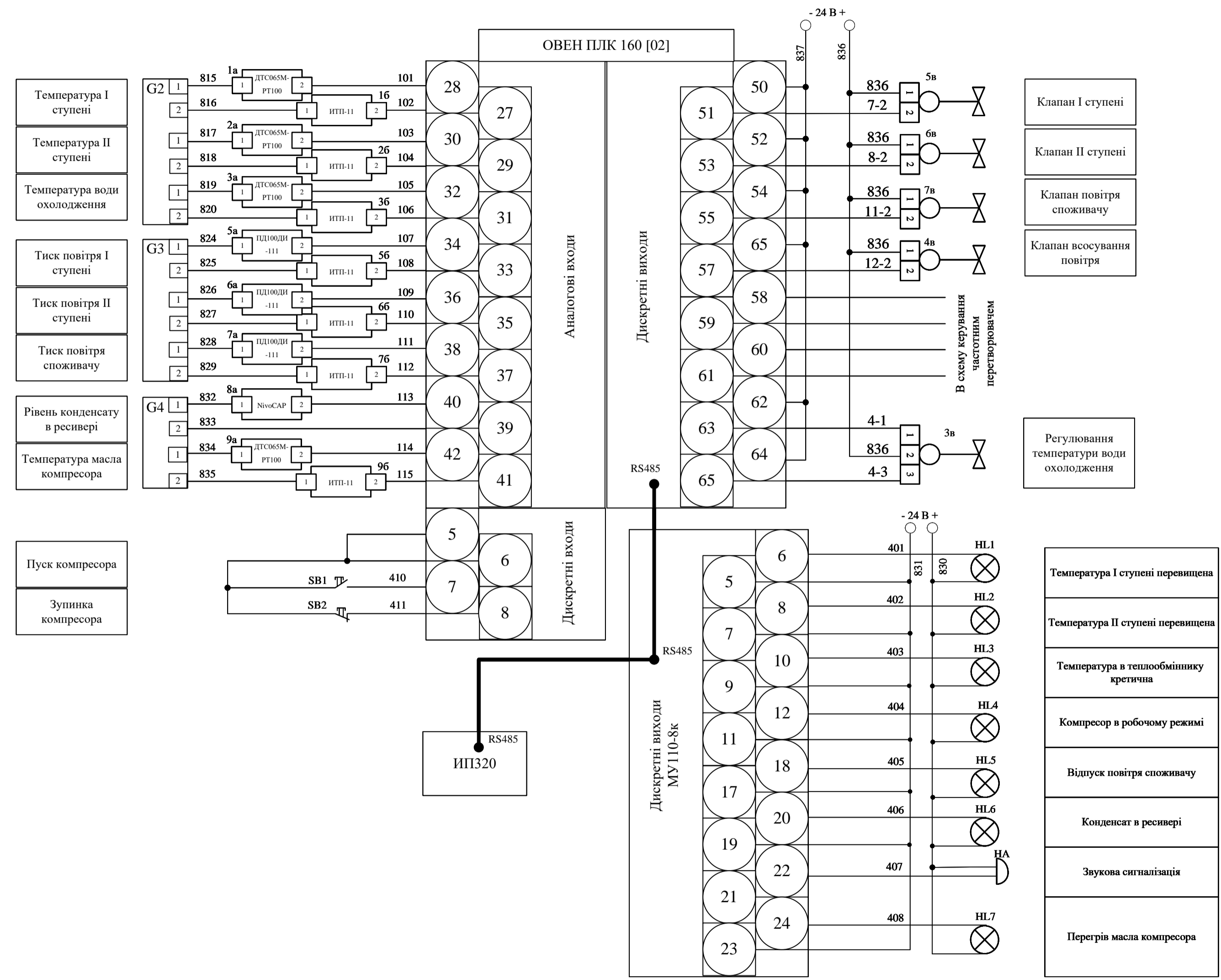
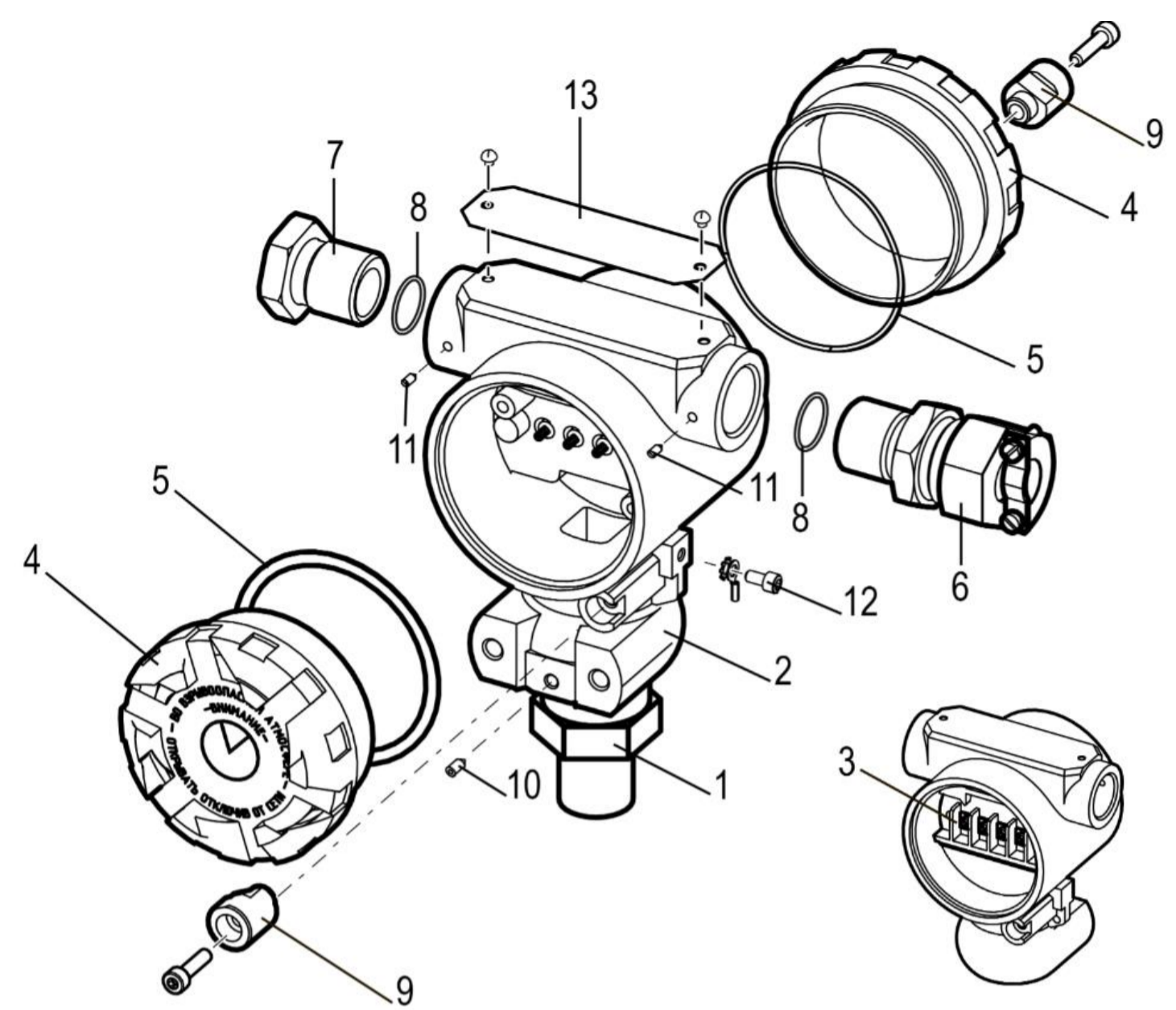


Схема підключення частотного перетворювача ПЧВ3-5К5-В-54 11кВт

| |
|---------------------------------------|
| Температура I ступені перевищена |
| Температура II ступені перевищена |
| Температура в теплообміннику кретична |
| Компресор в робочому режимі |
| Відпуск повітря споживачу |
| Конденсат в ресивері |
| Звукова сигналізація |
| Перегрів масла компресора |

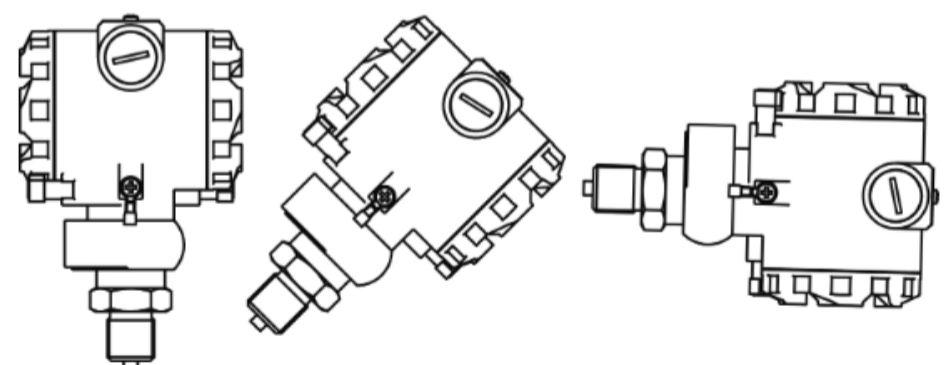
| КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | | | | |
|--|-----------------|-------|--------|-----------------|
| Кільк | Аркуп | Редок | Підпис | Дата |
| Розроб. | Москаленко Д.В. | | | |
| Перевір. | Зайка В. І. | | | |
| Зав.каф. | Смітюх Я. В. | | | |
| Секр. ЕК | Крутська Т. М. | | | |
| Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | | | | Лист 1 |
| Схема керування, регулювання та сигналізація | | | | Листів |
| | | | | НУХТ ЗАВ-3-1 |



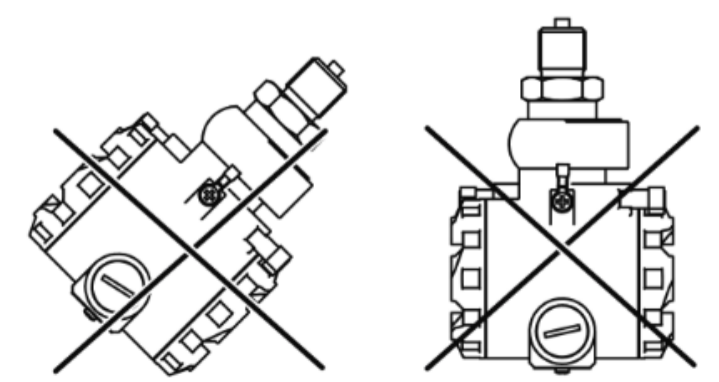
Елементи перетворювача моделі 1X5:

- 1 – штуцер із тензомодулем.
- 2 – корпус.
- 3 – клемна колодка для підключення зовнішніх ліній зв'язку.
- 4 – кришка.
- 5 – гумове кільце під кришками для забезпечення герметичності.
- 6 – кабельне введення.
- 7 – заглушка.
- 8 – гумове кільце під кабельне введення та заглушку.
- 9 – фіксатор для запобігання відкочування кришок.
- 10 – стопорний гвинт для фіксації положення корпусу щодо штуцера.
- 11 – стопорний гвинт для фіксації кабельного введення та заглушки.
- 12 – клемма заземлення.
- 13 - табличка з маркуванням.

Допустимо

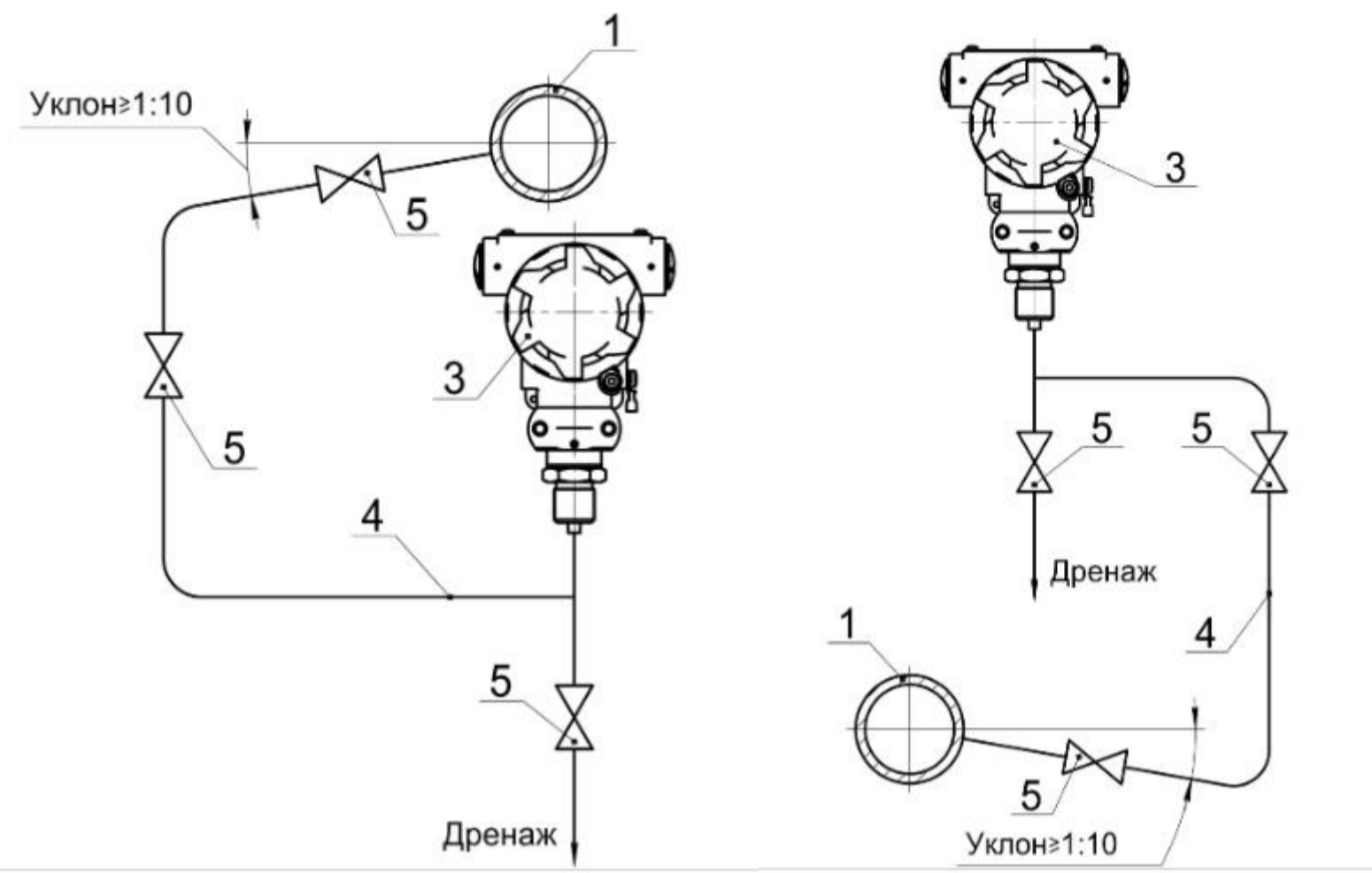


Недопустимо!

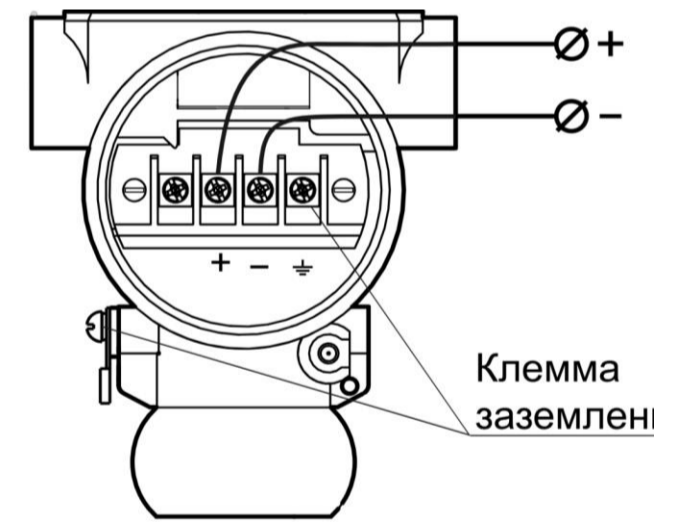


Рекомендації зі встановлення перетворювача відносно горизонталі

Схеми встановлення перетворювачів з розташуванням нижче та вище місця відбору імпульсу



- 1 – трубопровід;
- 2 – відвідна трубка;
- 3 – ПД100;
- 4 – сполучна лінія;
- 5 – запірний вентиль



Клемна колодка вибіхозахищеного перетворювача тиску ПД-100 ДИ 1Ex d ІС Т6 Gb

| | | | | | КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА | | | |
|----------|-----------------|-------|--------|------|--|-----------------|--------|--------|
| | | | | | Стадія | Маса | | |
| Кільк | Аркул | Редок | Підпис | Дата | Розробка системи автоматизації 3-х ступінчастої компресорної станції | | Лист 1 | Листів |
| Розроб. | Москаленко Д.В. | | | | | | | |
| Перевір. | Зайка В. І. | | | | | | | |
| Зав.каф. | Смітюх Я. В. | | | | Креслення встановлення технічного засобу | НУХТ ЗАВ-3-1 | | |
| Секр. ЕК | Крутська Т. М. | | | | | | | |