

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
_____Леонтєв П.В.
_____2022р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

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

на тему: «**Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22**»

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

доцент

Толбатов В.А.

Дипломник:

студент групи СУ-81/3-9

Зиков М.Д.

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
2		ТЗ	Технічне завдання	2		
3			Реферат	1		
4	A4	СУ-81/3-9 6.151.09 ПЗ	Пояснювальна записка	65		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A4	СУ-81/3-9 6.151.09 A1	Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Функціональна схема автоматизації обв'язки компресорної лінії	1		
6	A4	СУ-81/3-9 6.151.09 A1.1	Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Функціональна схема автоматизації оливозабезпечення і суфлювання компресора	1		
7	A4	СУ-81/3-9 6.151.09 A1.2	Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Функціональна схема автоматизації підготовки буферного газу та захисного повітря	1		
8	A4	СУ-81/3-9 6.151.03 A1.3	Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Функціональна схема автоматизації вібромоніторингу та частоти	1		
9	A4	СУ-81/3-9 6.151.09 C1	Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Схема електрична принципова підключень до ПЛК	9		
10	A4	СУ-81/3-9 6.151.09 C1.1	Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Схема структурна САК	1		
11	A4	СУ-81/3-9 6.151.09 C2	Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Схема електрична принципова блоку екстреного зупину ГПА	1		

СУ-81/3-9 6.151.09.ДП

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Зиков М.Д.		
Перевір.		Толбатов В.А.		
Реценз.				
Н. Контр.				
Затверд.		Леонтьєв П.В.		

**Автоматизація нагнітача
газоперекачуючого агрегату
моделі ГПА-Ц-22
Відомість проекту**

Літ.	Арк.	Аркушів
	2	76
СумДУ, СУ-81/3-9		

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

_____Леонт'єв П.В.

_____2022 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проект студенту
Зикову М.Д.

1. Тема проекту: Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22
Затверджено наказом ректора університету. №0360-VI від “17” травня 2022р.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту “12” червня 2022р.
3. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація.
4. Зміст пояснювальної записки: характеристика об'єкта автоматизації, система автоматизованого керування нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22, вибір засобів автоматизації, розробка шкада – системи.
5. Перелік графічних матеріалів: 35 рисунків, 8 таблиць, 7 схем.
6. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	17.05.2022 – 19.05.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	19.04.2022 – 21.05.2022
3	Система автоматизованого керування нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22	22.05.2022 – 24.05.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	24.05.2022 – 26.05.2022
5	Створення програми користувача	28.05.2022 – 2.06.2022
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	08.06.2022 – 12.06.2022

1. Дата видачі завдання “17” травня 2022р.

Керівник проекту:
доцент

Толбатов В.А.

До виконання прийняв:
студент-дипломник
групи СУ-81/3-9

Зиков М.Д.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизованого керування нагнітача
газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22

Розробник:
студент групи СУ-81/3-9

Зиков М.Д.

Погоджено:
доцент

Толбатов В.А.

1. Назва і галузь застосування :автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22; газотранспортні підприємства, механізація та автоматизація газового виробництва та магістрального транспортування;

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

3. Мета і призначення проекту: Оглянути систему, розробити функціональні схеми автоматизації; Створити систему автоматизованого керування нагнітача системи ГПА – Ц – 22

4. Джерела розроблення: конструкторська та технічна документація отримана під час проходження переддипломної практики.

5. Режим роботи об'єкта: режим роботи за графіком, з щоденними технічними роботами та регулярним плановим технічним обслуговуванням.

6. Умови експлуатації СК: живлення блоку живлення для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В; живлення промислового комп'ютера – 220В; 50Гц;. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 20.

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

8. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	17.05.2022 – 19.05.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	19.04.2022 – 21.05.2022
3	Вдосконалення системи автоматизації ГПА – Ц – 22	22.05.2022 – 24.05.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	24.05.2022 – 26.05.2022
5	Розробка програми користувача	28.05.2022 – 2.06.2022
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	08.06.2022 – 12.06.2022

РЕФЕРАТ

Зиков М.Д. Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2022 р.

Дипломний проект містить 65 аркушів пояснювальної записки, 35 рисунків, 8 таблиць, 7 схем. При виконанні дипломного проекту було використано 20 літературних джерел.

Даний дипломний проект спрямований на створення і опис автоматизації нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22. Розроблено технічне завдання. Розроблено основні технічні креслення. В ході проекту була розроблена система автоматизованого керування ГПА – Ц – 22, призначена для використання підприємствами, які займаються магістральним транспортуванням газу, стисненням, очищенням та використанням у своїх потребах.

Ключові слова: система керування, ГПА-Ц-22, транспортування газу, турбоблок, маслосистема, буферний газ, захисний газ.

ABSTRACT

Zykov M.D. Automation of the supercharger of the gas pumping unit of the GPA-22 model. Degree project. Sumy State University. Sumy, 2022

The diploma project contains 65 sheets of explanatory note, 35 figures, 8 tables, 7 diagrams. 20 literature sources were used during the diploma project.

This diploma project is aimed at creating and describing the automation of the supercharger of the gas pumping unit model GPA-C-22. The technical task is developed. The main technical drawings are developed. During the project, an automated control system GPA - C - 22 was developed, intended for use by enterprises engaged in main gas transportation, compression, cleaning and use in their needs.

Key words: control system, GPA-22, gas transportation, turbo unit, oil system, buffer gas, shielding gas.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломного проекту
Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22

Керівник проекту:
доцент

Толбатов В.А.

Виконав:
студент групи СУ-81/3-9

Зиков М.Д.

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	9
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ	11
1.1 Призначення компресорної станції.....	11
1.2 Опис технологічного процесу ГПА.	11
1.3 Технічні характеристики ГПА-Ц-22С/57-1,7 М1	15
1.4 Пристрій агрегату	17
1.5 Турбоблок агрегату.....	20
РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗАЦІЯ НАГНІТАЧА ГПА –Ц - 22	21
2.1 Функціональні задачі керування	21
2.2 Опис контурів керування	21
2.2.1 Системи оливозабезпечення і суфлювання компресора	21
2.2.2 Системи підготовки буферного газу і захисного повітря	24
2.3 Призначення та вимоги до системи САК.....	30
2.4 Функціональна схема автоматизації.....	32
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	33
3.1 Підбір ПЛК та ПК.....	33
3.2 Підбір давачів.....	50
3.3 Підбір вторинних приладів та додаткового обладнання	54
РОЗДІЛ 4 SCADA – СИСТЕМА ГПА	60
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	64
ДОДАТОК А. Схеми функціональні ГПА.....	66
ДОДАТОК Б. Схема структурна.....	70
ДОДАТОК В. Схема електрична принципова екстремного зупину ГПА	71
ДОДАТОК Г. Схеми електрична принципова з'єднань ПЛК	72

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Зиков М.Д.</i>			Автоматизація нагнітача газоперекачуючого агрегату моделі ГПА-Ц-22 Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Толбатов В.А.</i>					8	76
<i>Реценз.</i>						СумДУ, СУ-81/3-9		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Леонтьев П.В.</i>						

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

КС – компресорна станція;
ГПА - газоперекачувальний агрегат;
АПО – апарат повітряного охолодження;
Ду – діаметр умовний;
СВТ – сепаратор високого тиску;
СНТ – сепаратор низького тиску;
РТ – регулятор тиску;
ПУ - пиловловлювач;
ГГ – газогенератор;
СТ – силова турбіна;
КВТ – компресор високого тиску;
КНТ – компресор низького тиску;
СК – стопорний клапан;
ЗК – зворотний клапан;
АПК – антипомпажний клапан;
ГС – газовий сепаратор;
САК – Система автоматичного керування;
ВМ – виконавчий механізм;
ПЛК – програмований логічний контролер;
ПК – промисловий комп'ютер;
АСУТП – автоматизована система управління технологічним процесом;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Однією з умов сталого розвитку газової галузі є забезпечення надійності та ефективності експлуатації газотранспортних підприємств. Оптимальний режим експлуатації магістральних газопроводів полягає насамперед у максимальному використанні їх пропускної спроможності при мінімальних втратах на компримування та транспортування газу газопроводом. Значною мірою цей режим визначається роботою компресорних станцій, що встановлюються на магістралі газопроводу.

Проблеми підвищення надійності та ефективності експлуатації газоперекачувальних агрегатів (ГПА) тісно пов'язані із завданням своєчасного розпізнавання дефектів різних вузлів агрегату. Непередбачені поломки призводять до суттєвих економічних витрат, пов'язаних із витратами на непланові ремонти, відновлення порушеного технологічного процесу.

Для забезпечення безаварійної роботи газокомпресорних станцій потрібно здійснювати безперервний моніторинг технічного стану газоперекачувальних агрегатів. При цьому основним завданням є контроль коливальних процесів, до яких насамперед відносяться процеси вібрації, так як характерним явищем, що супроводжує майже завжди несправну роботу агрегату, є збільшення його механічних коливань.

В даних умовах різко зростає потреба у розробках, з удосконаленням методів і засобів достовірного моніторингу технологічних параметрів газоперекачуючого агрегату. Основне призначення моніторингу полягає у підвищенні надійності об'єктів на етапі їх експлуатації. Аналіз вібрацій дозволяє проводити оцінку технічного стану динамічного обладнання та його вузлів, визначаючи характер та локалізацію дефекту за відповідними вібраційними параметрами роботи агрегату.

Метою даного дипломного проекту є підвищення надійності роботи газоперекачувального агрегату за даними вібромоніторингу за рахунок новітніх засобів автоматизації, диспетчеризації та контролю за режимами роботи ГПА.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПРЕСОРНОЇ СТАНЦІЇ

1.1 Призначення компресорної станції

При русі газу газопроводом частина його енергії витрачається на подолання сил тертя. Внаслідок цього швидкість газу в трубопроводі зменшується, відбувається падіння тиску по його довжині і це викликає зниження пропускної спроможності газопроводу.

Для відновлення колишніх параметрів газу необхідно періодично, через певні відстані, повідомляти відповідну кількість енергії газу, що транспортується. Процес підведення енергії виконується у спеціальних спорудах газопроводу – компресорних станціях (КС). [1]

Компресорна станція - складова частина магістрального газопроводу, призначена для забезпечення його розрахункової пропускної здатності за рахунок підвищення тиску газу на виході за допомогою різних типів газоперекачувальних агрегатів (ГПА).

Основний об'єкт КС - компресорний цех, оснащений газоперекачуючими агрегатами та низкою допоміжних систем (агрегатних та загальноцехових). Коли компресорна станція не працює, газ пропускається лише газопроводом.

Максимальний тиск газу на вході в КС становить 5 МПа, а на виході до 7,6 МПа, але залежно від споживання змінюється тиск. Залежно від потужності та кількості газоперекачувальних агрегатів компресорна станція здатна перекачувати від 30 до 230 млн. м³ газу на добу.

Основні виробничі завдання КС (рис. 1.1.) полягають у забезпеченні надійної, економічної та безперебійної роботи турбокомпресорного, технологічного та допоміжного обладнання у заданому режимі.

На КС здійснюються такі основні технологічні процеси: очищення транспортованого газу від механічних і рідких домішок, стиснення газу в відцентрових нагнітачах, охолодження газу в апаратах повітряного охолодження (АВО) після стиснення, вимірювання та контроль технологічних параметрів. [2]

1.2 Опис технологічного процесу ГПА

Газ із магістрального газопроводу через охоронний кран надходить на вузол підключення КС до магістрального газопроводу. Цей кран призначений для автоматичного відключення магістрального газопроводу від КС у разі виникнення будь-яких аварійних ситуацій на вузлі підключення, у технологічній обв'язці компресорної станції або обв'язці ГПА. Потім газ надходить до установки очищення, де розміщені пиловловлювачі. [3]

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На КС встановлені циклонні пиловловлювачі, в яких газ очищається від механічних домішок та вологи. Після очищення від механічних домішок і рідини газ надходить у колектор нагнітальний Ду 1000, де потік газу розділяється на дві частини.

Частина технологічного газу йде через сепаратор високого тиску (СВТ) та сепаратор низького тиску (СНТ) на встановлення підготовки паливного та пускового газу (УПГ), де проводиться його редукування та очищення.

Інша, основна частина газу надходить у всмоктуючий колектор газоперекачувальних агрегатів Ду 1000 (технологічний газ). Після стиснення в відцентрових компресорах газ, проходячи через зворотний клапан і вихідний кран, надходить у вихідний колектор Ду 1000, звідки надходить на установку охолодження газу (АПО газу).

На вузлі підключення КС встановлені камери прийому та запуску очисного пристрою магістрального газопроводу. [4]



Рисунок 1.1 – Компресорна станція (загальний вигляд)

Компресорний цех включає наступне основне обладнання та системи:

- газоперекачувальний агрегат;
- систему маслопостачання;
- систему технологічного газу;
- систему паливного та пускового газу;
- систему імпульсного газу;
- систему пожежної безпеки;
- систему вентиляції та опалення;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- комплекс засобів контролю та автоматики;
- Систему електропостачання.

Установка підготовки паливного та пускового газу.

Паливний газ призначений для реалізації процесу горіння у камері згорання. Пусковий газ – це газ, який використовується для запуску турбіни. Як паливний і пусковий газ компресорних агрегатів використовується газ, що транспортується, після спеціального блоку редукування. [5]

Установка підготовки паливного та пускового газу призначена для очищення, осушення та підтримання необхідного тиску та витрати перед подачею його в камеру згорання. Відбір газу на установку підготовки паливного, пускового та імпульсного газу проводиться з всмоктуючого колектора після пиловловлювачів або нагнітальних шлейфів компресорного цеху.

Для початкового запуску ГПА потрібно зробити відбір газу з газопроводу. Система паливного та пускового газу має блочне виконання та складається з наступних основних частин:

- Підігрівач газу;
- блок редукування;
- блок осушення та зберігання імпульсного газу.

Робота системи здійснюється в такий спосіб. Газ високого тиску проходить через витратомірну діафрагму, з'єднану трубками з блоком датчиків вимірювання витрати газу, в якому встановлений сильфонний дифманометр, що робить вимірювання витрати газу. Після діафрагми газ розподіляється на два потоки: частина газу надходить у підігрівач, де підігрівається до температури (45 - 50) С. [6]

Після підігрівача газ надходить на вхід лінії паливного газу блоку редукування, а частина газу надходить безпосередньо на вхід лінії пускового газу блоку редукування. Перед редукуванням газ очищається від механічних домішок у блоці очищення газу.

Очищений газ високого тиску надходить на вхід регуляторів тиску газу, у яких високий тиск газу (3,5...5 МПа) знижується до значення 0,6...2,5 МПа, залежно від тиску повітря за осьовим компресором. Пусковий газ, пройшовши систему редукування, знижує свій тиск до 1,0...1,5 МПа.

Система імпульсного газу.

Імпульсним називається газ, що відбирається з технологічних трубопроводів об'язки КС для використання в пневмогідролічних системах приводів запірної арматури: пневмопривідних кранів технологічного, паливного та пускового газів, для подачі газу до контрольно-вимірювальних та регулюючих приладів. Встановлює очищення газу від механічних домішок.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Циклонний пиловловлювач (ПУ) являє собою апарат циліндричної форми, обладнаний для технічних перемикачів запірною арматурою та засобами автоматики. Секція введення газу складається із вхідної труби діаметром 600 мм. Секція очищення складається з циклонів типу ЦН – 16 діаметром 600 мм.

Циклонний елемент складається з корпусу - труби діаметром 600 мм, гвинтового завихрювача, труби - виходу діаметром 500 мм очищеного газу та дренажного конуса, яким рідкі і тверді частинки потрапляють в осадову секцію. Нижня частина апарату є збіркою пилу та вологи, що виділяються з газу після обробки в циклонах. [7]

Пиловловлювач працює наступним чином: неочищений газ через штуцер входу надходить у секцію введення газу, проходить через циклонні елементи, де завдяки закручуванню потоку газу в завихрювачі і відбувається очищення газу від механічних домішок або рідини. Відсепаровані в циклонних елементах механічні домішки або конденсат збираються у збірнику в нижній частині апарату, звідки видаляються через дренажний штуцер при періодичному продуванні в міру накопичення.

Система охолодження газу, що транспортується, на КС.

На КС використовуються схеми з використанням апаратів повітряного охолодження (АПО). Глибина охолодження технологічного газу обмежена температурою зовнішнього повітря. Температура газу після охолодження в АПО не може бути нижчою за температуру зовнішнього повітря.

Охолоджувачі природного газу є апаратом повітряного охолодження з горизонтальним розташуванням трубних пучків. АПО працює так: на опорних металоконструкціях закріплені трубчасті теплообмінні секції. По трубах теплообмінної секції пропускають газ, що транспортується, а через міжтрубний простір теплообмінної секції за допомогою вентиляторів, що приводяться в обертання від електромоторів, прокачують зовнішнє повітря.

За рахунок теплообміну між нагрітим при компримуванні газом, що рухається в трубах, і зовнішнім повітрям, що рухається міжтрубним простором, і відбувається охолодження технологічного газу на КС.

Блок компрімування. [8]

Блок компрімування призначений для стиснення газу. До складу блоку компрімування входять газоперекачувальні агрегати. Кількість агрегатів на станції визначається виходячи з потужності застосовуваних ГПА.

За добу кожна станція має видавати у магістраль у середньому 80 млн. м³ (витрата газу). Станція повинна працювати за такою формулою: кількість агрегатів, що підтримує витрати, плюс один агрегат у резерві, плюс один агрегат у ремонті. [9]

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Технічні характеристики ГПА-Ц-22С/57-1,7М1

Агрегат газоперекачувальний ГПА-Ц-22С/57-1,7М1 являє собою блочно-контейнерний автоматизований агрегат с газотурбінним двигуном ДГ90Л2.1 потужністю 22 МВт (двигун поставляється окремо), відцентровим газовим компресором на кінцевий тиск 5,8 МПа (57 кгс/см²) і відношенням тисків 1,7 з торцевими газодинамічними ущільненнями (ТГДУ), системою автоматичного управління і регулювання (САК і Р). [10]

Приклад запису скороченого позначення агрегату:

ГПА-Ц-22С/57-1,7М1, де:

Ц – відцентровий газовий компресор;

22 – потужність газотурбінного двигуна, МВт;

57 – тиск кінцевий, абсолютний, кгс/см²;

1,7 – відношення тисків;

М1 – модифікація компресора з торцевими газодинамічними ущільненнями (ТГДУ).

Таблиця 1 – Технічні параметри відцентрового компресора 323ГЦ2-360/34-57М1

Параметр	Числове значення
Продуктивність, приведена до температури 293 К (+20°C) і тиску 0,101 МПа (1,033кг/см ²), м ³ /с (млн.м ³ /добу), не менше	208,33 (18)
Продуктивність об'ємна, приведена до початкових умов, м ³ /с (м ³ /хв), не менше	5,991 (359,5)
Тиск початковий, абсолютний, МПа (кгс/см ²) номінальний	3,29 (33,55)
Тиск кінцевий, абсолютний, МПа (кгс/см ²) номінальний	5,6 (57,1)
Відношення тисків (розрахункове)	1,7
Політропний ККД компресора, %, не менше	87
Частота обертання ротора компресора, розрахункова, с ⁻¹ (об/хв)	85 (5100)
Діапазон зміни частоти обертання ротора компресора, с ⁻¹ (об/хв)	91 – 60,7 (5460 – 3640)
Номінальна (розрахункова) потужність, споживана компресором, МВт	13,203
Температура газу на вході в компресор, розрахункова, К (°С)	294,2 (21)
Підвищення температури газу в компресорі на номінальному режимі, (розрахункове), °С	44,2
Коефіцієнт стисливості за умовами входу в компресор	0,929

Таблиця 2 – Технічні характеристики двигуна ДГ90Л2.1

Найменування параметру, одиниця виміру	Числове значення
1 Номінальна потужність на муфті двигуна ДГ90Л2.1 в станційних умовах, МВт, при: – атмосферному тиску 0,101 МПа (760 мм рт. ст.); – температурі повітря на вході в двигун 288 К (15 °С); – відносної вологості повітря 60%; – опір воздухозаборної системи до входу в компресор НТ не більше 981 Па (0,010 кгс/см ²); – опір вихлопних пристроїв від тиску на зрізі завитка ГТД до атмосферного тиску не більше 1470 Па (0,015 кгс/см ²)	22,0
2 Ефективний ККД двигуна в станційних умовах, зазначених в п.1 даної таблиці, %, не менше	33,5
3 Номінальна частота обертання ротора силової турбіни (СТ) двигуна, в станційних умовах, с ⁻¹ (об / хв), не більше	86,67 (5200)
4 Діапазон регулювання (зміни) частоти обертання ротора СТ від номінального значення, %	70 – 105
5 Розрахункова витрата газу на зрізі завитки ГТД при роботі на номінальному режимі, кг/с, не більше	70,0±1,0
6 Розрахункова температура продуктів згорання на зрізі завитки ГТД, К (°С)	693+20 (420+20)
7 Тиск паливного газу, МПа (кгс/см ²)	2,94±0,05 (30,0±0,5)
8 Температура паливного газу перед ГТД, К (°С)	293 – 333 (20 – 60)
9 Максимальні витрати паливного газу при потужності на 20% вище номінальної, кг/с (кг/год)	1,1 (4000)
10 Ступінь очищення паливного газу від механічних домішок, мкм, не більш	10

Таблиця 3 – Основні параметри агрегату

Найменування параметру	Значення параметру
Час пуску агрегату до виходу на номінальний режим (без урахування передпускової підготовки), хв, не більше	20
Час пуску агрегату до виходу на номінальний режим (з урахуванням передпускової підготовки), ч, не більше	2
Габаритні розміри агрегату, м, не менше: довжина, ширина, висота	31,6, 18,97, 21,6
Маса найбільш важкого блоку агрегату при транспортуванні, т, не більше	60
Маса агрегату в обсязі поставки, т, не більше	220

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

1.4 Пристрій агрегату

Агрегат газоперекачувальний ГПА-Ц-22С/57-1,7М1 (рис. 1.2, 1.3.) складається з окремих блоків і складальних одиниць повної заводської готовності, з яких він монтується на місці експлуатації на спеціальному фундаменті, розробленому відповідно до завдання на фундамент.

Базовою складальною одиницею агрегату є турбоблок 4, в якому розташоване основне обладнання ГПА (компресор з приводним газотурбінним двигуном), а також окремі вузли систем забезпечення.

До бічної стінки турбоблоку 4 пристиковується блок систем забезпечення (БСЗ) 5, в якому, для зручності обслуговування агрегату і виконання вимог техніки безпеки, розміщені: оливоагрегати системи змащення двигуна, трубна обв'язка теплообмінника газооливного і обладнання системи пожежогасіння. До турбоблоку 4 пристиковується камера всмоктування 3.

Камера всмоктування 3 разом з глушником шуму вхідного тракту 2 і повітроочисним пристроєм (ПОП) 1, утворюють вертикальну всмоктувальну шахту, яка з'єднується з відсіком-перехідника турбоблоку 4 складають всмоктуючий тракт двигуна. У відсіку-перехіднику встановлена сітка. Подача підготовленого повітря для нормальної роботи ГТД здійснюється через всмоктуючий тракт.[11]

Потік очищеного повітря через всмоктуючий тракт надходить на вхід осьового компресора газотурбінного двигуна.

Ущільнення вхідного патрубку двигуна з проставкою проводиться за допомогою діафрагми на обтічнику зовнішньому патрубку двигуна, ущільнення проставки до стінки передньої кожуха шумотеплоізолюючого за допомогою прокладки, що виключає перетікання повітря із зони з надлишковим тиском в зону з тиском розрідження (зона всмоктування).

З'єднання відсіку-перехідника контейнера турбоблоку з камерою всмоктування здійснюється за допомогою перехідника, що дозволяє компенсувати неточності установки блоків при монтажі агрегату.

На опорі вихлопної шахти 14 агрегату встановлений компенсатор 1 ступеня 9, дифузор 1 ступеня 10, шумоглушник вихлопного тракту 11, компенсатор 2 ступеня 12, дифузор 2 ступеня 13, секція заслінок 15, утилізатор тепла 16, зонт 18, які спільно з перехідником завитки і завиткою, що входять в турбоблок, складають вертикальний вихлопний тракт двигуна.

Встановлені компенсатори 1, 2 ступенів 9, 12 дозволяють компенсувати теплові переміщення блоків відносно один одного вздовж вертикальної осі вихлопного тракту.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

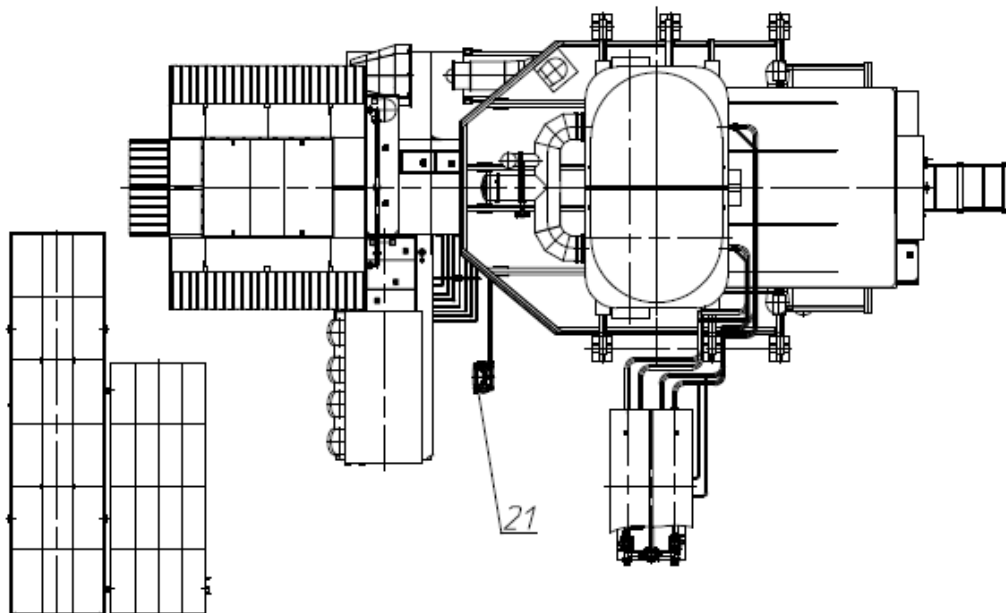
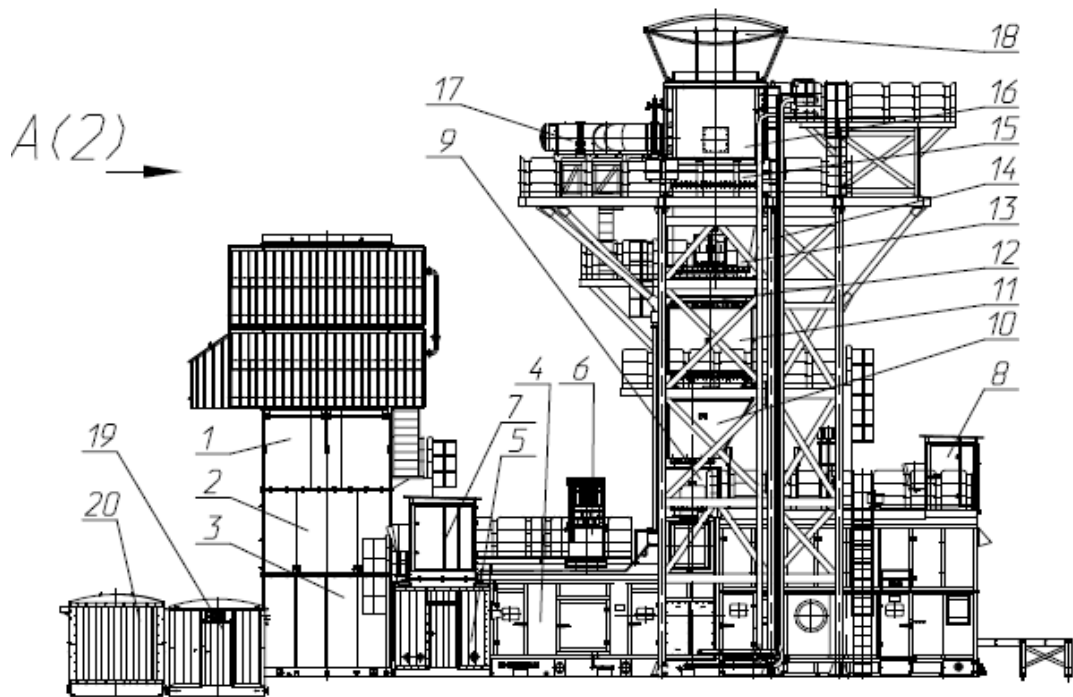


Рисунок 1.2 (аркуш 1 з 2) – Агрегат газоперекачувальний ГПА-Ц-22С/57-1,7М1

1 – повітроочисний пристрій (ПОП); 2 – глушник шуму вхідного тракту; 3 – камера всмоктування; 4 – турбоблок; 5 – блок систем забезпечення (БСЗ); 6 – блок системи вентиляції для охолодження ГТД; 7 – блок оливоохолоджувачів ГТД; 8 – блок оливоохолоджувачів компресора; 9 – компенсатор 1 ступеня; 10 – дифузор 1 ступеня, 11 – глушник шуму вихлопного тракту; 12 – компенсатор 2 ступеня; 13 – дифузор 2 ступеня; 14 – опора вихлопного тракту; 15 – секція заслінок гарячого повітря; 16 – утилізатор тепла; 17 – система охолодження секцій теплообмінних; 18 – зонт; 19 – блок пожежогасіння; 20 – блок електроживлення та САК, 21 – блок фільтрів паливного газу.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

18

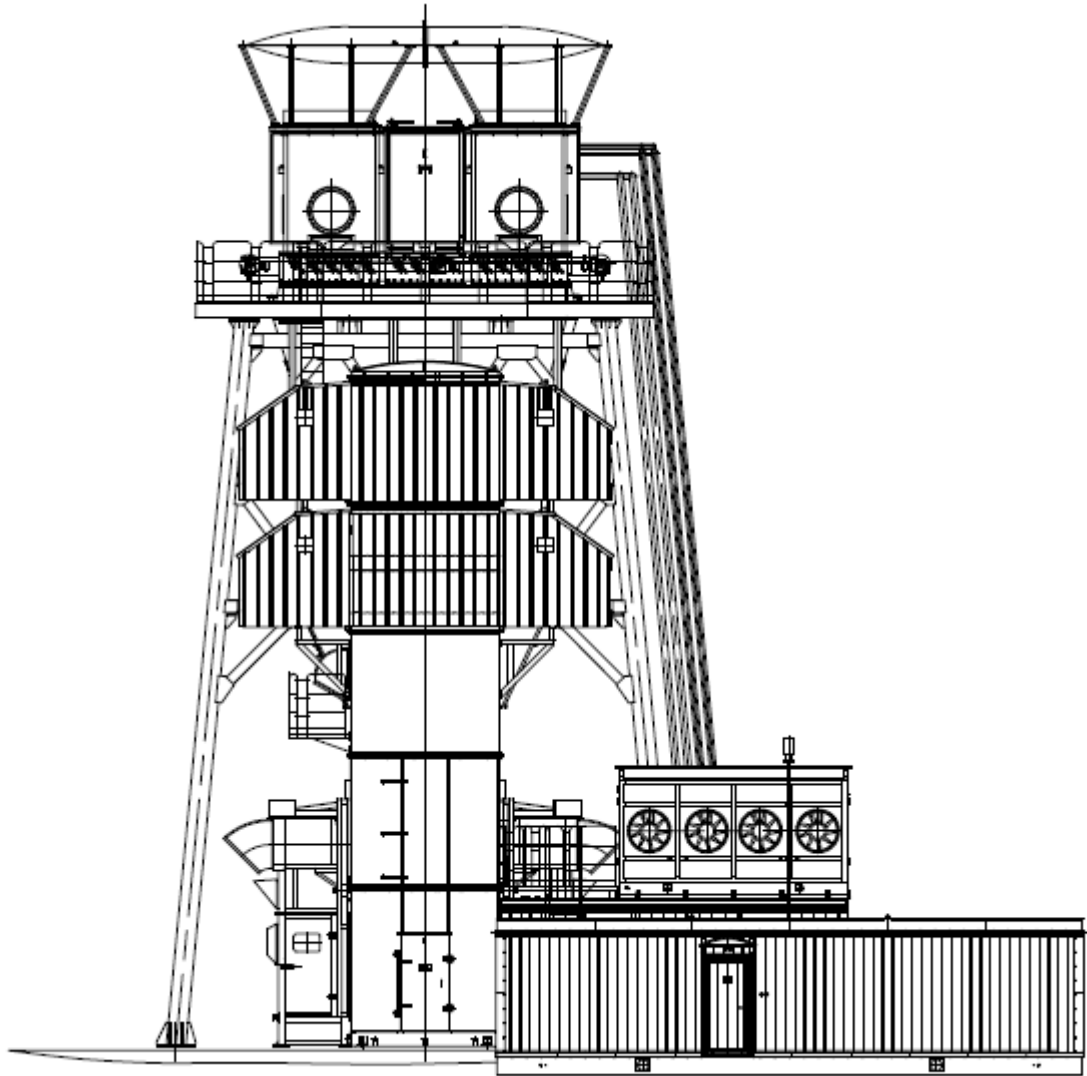


Рисунок 1.3 (аркуш 2 з 2) – Агрегат газоперекачувальний ГПА-Ц-22С/57-1,7М1

Газ, що перекачується по газопроводу – через вхідний патрубок надходить в компресор, де відбувається його стиснення і подання через вихідний патрубок в напірний колектор КС і далі в магістральний газопровід.

В якості приводу використовується газотурбінний двигун ДГ90Л2.1 потужністю 22 МВт, що працює на газі.

Очищене в повітроочисному пристрої атмосферне повітря надходить в компресор двигуна, де стискається і надходить в камеру згоряння. Одночасно через робочі форсунки в камеру згоряння подається паливний газ.

Відпрацьовані гази, потрапляючи на лопатки, виробляють обертання вільної турбіни двигуна, яка з'єднана механічним зв'язком (через муфту) з основним робочим органом агрегату – відцентровим компресором. [13]

Потужність, що передається від вільної турбіни приводу на відцентровий компресор,

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

19

витрачається на компримування газу, що перекачується. Вихлопні гази через завитку плавно повертаються на 90° і через вихлопний тракт викидаються в атмосферу.

1.5 Турбоблок агрегату

Турбоблок (рис. 1.4.) являє собою контейнер 1, в якому розміщені основні складальні одиниці: приводний газотурбінний двигун 2, встановлений в кожусі шумотеплоізолюючому і компресор 3. Двигун 2 і компресор 3 з'єднані між собою за допомогою муфти 4. Крім того, в контейнері турбоблоку розміщені: перехідник завитки 5, завитка 6, а також окремі складальні одиниці систем забезпечення – система суфлювання двигуна 7, система змащення двигуна 8, установка БПА 9, газопровід 10, трубопроводи пожежогашіння кожуха двигуна 11, трубопроводи промивання двигуна 12, система змащення і ущільнень компресора 13, система суфлювання компресора 14, трубопроводи пожежогашіння відсіку компресора 15, установка захисної сітки 16, установка ролети 17, освітлення, автоматика. [12]

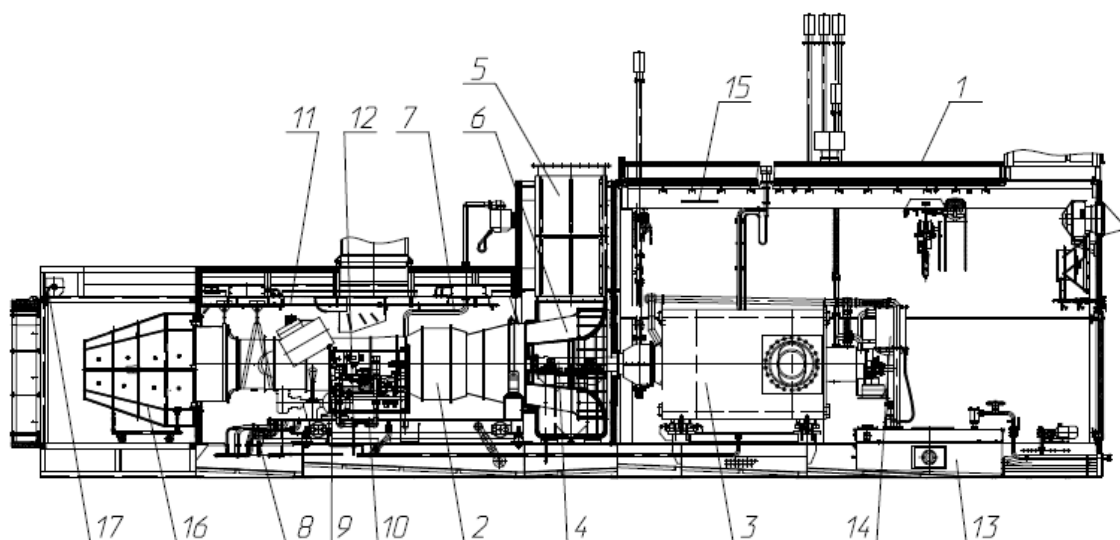


Рисунок 1.4 – Турбоблок

1 – контейнер, 2 – двигун, 3 – компресор, 4 – муфта, 5 – перехідник завитки, 6 – завитка, 7 – система суфлювання двигуна, 8 – система змащення двигуна, 9 – установка БПА, 10 – газопровід, 11 – трубопроводи пожежогашіння кожуха двигуна, 12 – трубопроводи промивання двигуна, 13 – система змащення і ущільнень компресора, 14 – система суфлювання компресора, 15 – трубопроводи пожежогашіння відсіку компресора, 16 – установка захисної сітки, 17 – установка ролети

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

20

РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗАЦІЯ НАГНІТАЧА ГПА-Ц-22

2.1 Функціональні задачі керування

У газотурбінних установках контроль та сигналізація здійснюється за великою кількістю параметрів. Основні з них включені в систему аварійно-попереджувального захисту та сигналізації. До них відносяться:

- Температура підшипників компресора;
- Тиск паливного газу;
- тиск газу на вході та виході компресора;
- температура газу на вході та виході компресора;
- Частота обертання валів;
- перепад тиску на конфузори нагнітача;
- перепад тиску між газовими та оливними ущільненнями в порожнині нагнітача;
- осьовий зсув ротора нагнітача;
- вібрація підшипників нагнітача;

2.2 Опис контурів керування

2.2.1 Системи оливозабезпечення і суфлювання компресора

Система оливозабезпечення і суфлювання компресора (рис. 2.1.) забезпечує безперервну подачу оливи із заданими параметрами у підшипники компресора. У ГПА застосована циркуляційна система змащення компресора. Для живлення системи оливою передбачено бак об'ємом 3,66 м³.

Заправка і поповнення баку здійснюється при відкритому крані кульовому через фільтр (зі ступенем фільтрації 25 мкм). Забруднення фільтру контролюється за допомогою манометру. Контроль рівня оливи у баку здійснюється за допомогою електронного датчика рівня. Гідрозатвор ЗГ2 призначений для запобігання потрапляння пари оливи до станційної ємності під час роботи ГПА.

Для відкачування оливи з баку передбачено електронасос НВБОК потужністю $N = 2,2$ кВт. Перед запуском ГПА температура оливи у баку повинна бути вищою за +15°C.

Для підігрівання оливи у баку встановлено електронагрівачі ЕНБОК1, 2, 3 потужністю 10 кВт кожний. З метою запобігання коксування оливи під час роботи електронагрівачів, обов'язково повинно виконуватись перемішування оливи за допомогою насоса відкачки НВБОК.

Під час запуску та зупинки ГПА олива подається пусковим агрегатом електронасосним ПНЗ потужністю $N = 11$ кВт. Через 10 секунд після досягнення силовою турбіною двигуна

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

частоти обертання 4200 об/хв пусковий насос ПНЗ автоматично відключається. При зупинці агрегату пусковий насос ПНЗ автоматично включається і живить систему оливою до повного зупинення.

Під час роботи ГПА олива подається у систему головним насос змащення ГНЗ, який встановлено на валу компресора.

Олива з баку всмоктується насосами через прийомні пристрої ПП1 та ПП2. Прийомні пристрої запобігають спустошенню всмоктуючих трубопроводів насосів після зупинки ГПА, залишаючи їх заповненими оливою. На вході в прийомні пристрої встановлені сітчасті фільтри зі ступенем фільтрації 630 мкм.

Для контролю забруднення сітчастих фільтрів на трубопроводах всмоктування насосів встановлені манометри.

З нагнітання насосів олива подається у блок оливоохолоджувачів компресора. У блоці встановлено 6 оливоохолоджувачів, які обдуваються повітрям, що подається осьовими вентиляторами ВООК1...2 потужністю $N=7,5$ кВт.

З метою плавного регулювання температури оливи, один з вентиляторів оснащений тиристорним перетворювачем частоти обертання. Конструктивно оливоохолоджувачі розділені на два окремі блоки. У верхній частині кожного блоку встановлені дроселі, які забезпечують вихід повітря з системи у бак. При повністю заповнених оливоохолоджувачах незначна частина оливи через дроселі зливається у бак.

Під час роботи ГПА в зимовий період конструкцією блоку оливоохолоджувачів компресора передбачена можливість відключення одного блоку оливоохолоджувачів.

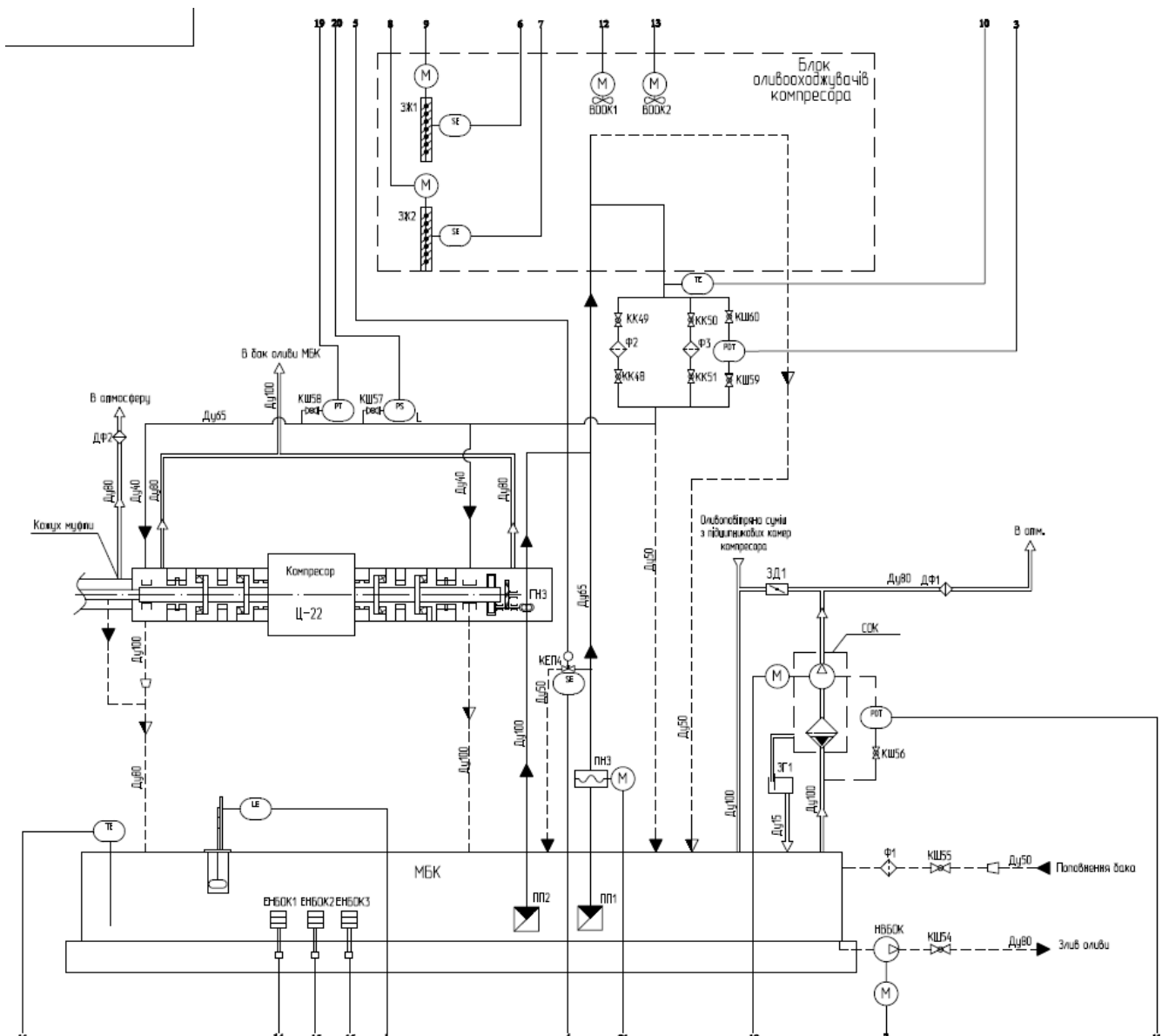
Охолоджена олива подається у фільтр зі ступенем фільтрації 10 мкм. З метою контролювання забруднення фільтроелементів встановлено датчик перепаду тиску, який підключено через крани кульові.

При досягненні перепаду на робочому фільтрі 0,2 МПа подається попереджувальний сигнал про необхідність переключення на резервний фільтр.

Очищена олива надходить у напірний колектор. Для підтримки тиску у напірному колекторі в межах 0,15 МПа, встановлений перепускний клапан, який регулює тиск за рахунок скидання надлишку оливи у бак.

З метою контролювання тиску оливи у напірному колекторі встановлені датчики тиску, підключені через крани кульові.. У разі зниження тиску оливи у напірному колекторі нижче 0,12 МПа активується попереджувальний сигнал, а у разі зниження тиску нижче 0,08 МПа (0,1 МПа) – сигнал на аварійну зупинку агрегата зі стравленням газу.

					<i>СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



		За місцем																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
Прилади на щиті	ПЛК	AI	•																					
		DI																						
		DO																						
Панель управління	ПК	AI																						
		DI																						
		DO																						
Панель оператора																								

Рисунок 2.1 – Функціональна схема оливозабезпечення і суфлювання компресора

Олива з напірного колектора надходить до підшипників компресора. Для швидкого зливу оливи з колектора на непрацюючому ГПА передбачено кран кульбовий.

Для швидкого зливу оливи з оливоохладжувачів компресора у бак після зупинки ГПА передбачено кран з електроприводом.

Кран з електроприводом КЕП2 призначений для подачі оливи у напірний колектор під час аварійної зупинки ГПА.

Система суфлювання компресора призначена для підтримки тиску повітряно-оливої суміші у порожнинах підшипникових камер і баку компресора близьким до атмосферного. З метою зменшення безповоротних втрат оливи у системі суфлювання компресора передбачений сепаратор оливи СОК.

Захисне повітря, що подається у переднє та заднє ущільнення компресора, змішується з парами оливи та по системі трубопроводів надходить у бак компресора звідки відсмоктується вентилятором, що входить до складу СОК.

У корпусі СОК встановлені фільтроелементи-коалесцери, у яких олива відділяється від повітря. Олива, що відсепарувалася зливається у бак, а очищене повітря викидається вентилятором СОК в атмосферу. Для контролю ступеня забрудненості фільтроелементів-коалесцерів СОК обладнаний манометрами.

2.2.2 Системи підготовки буферного газу і захисного повітря

З метою захисту торцевих газодинамічних ущільнень від потрапляння технологічного газу з проточної частини компресора, у камеру перед ущільненнями необхідно подавати буферний газ у кількості 6,42...17,9 нм³/хв.

Схема системи підготовки буферного та захисного газу представлена на рисунку 2.2.

Під час запуску ГПА буферний газ подається у систему від станційного поршневого компресора (для запуску першого ГПА на КС) або відбирається з нагнітаючого колектора. Обладнання системи підготовки буферного газу розміщено у панелі газових ущільнень.

З метою очищення буферного газу від вологи та конденсату у конструкції панелі газових ущільнень передбачено фільтр-сепаратор. Фільтр-сепаратор оснащено датчиком рівня, по сигналу якого спрацьовує швидкодіючий відсічний клапан, у результаті чого відділена волога відводиться у всмоктуючий патрубок компресора.

Для контролювання забруднення фільтроелементу фільтра-сепаратора передбачено датчик перепаду тиску, підключений через крани кульові.

При підвищенні перепаду тиску на ФС вище 0,1 МПа подається відповідний попереджувальний сигнал. Для відключення фільтра-сепаратору на період технічного обслуговування передбачена байпасна лінія з краном.

З метою запобігання потрапляння до підшипникових камер буферного газу, що просочується через другий ступінь торцевих ущільнень, а також пари оливи з підшипникових камер до торцевих ущільнень, передбачено бар'єрне ущільнення, у яке подається захисне повітря під тиском 0,01...0,035 МПа.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

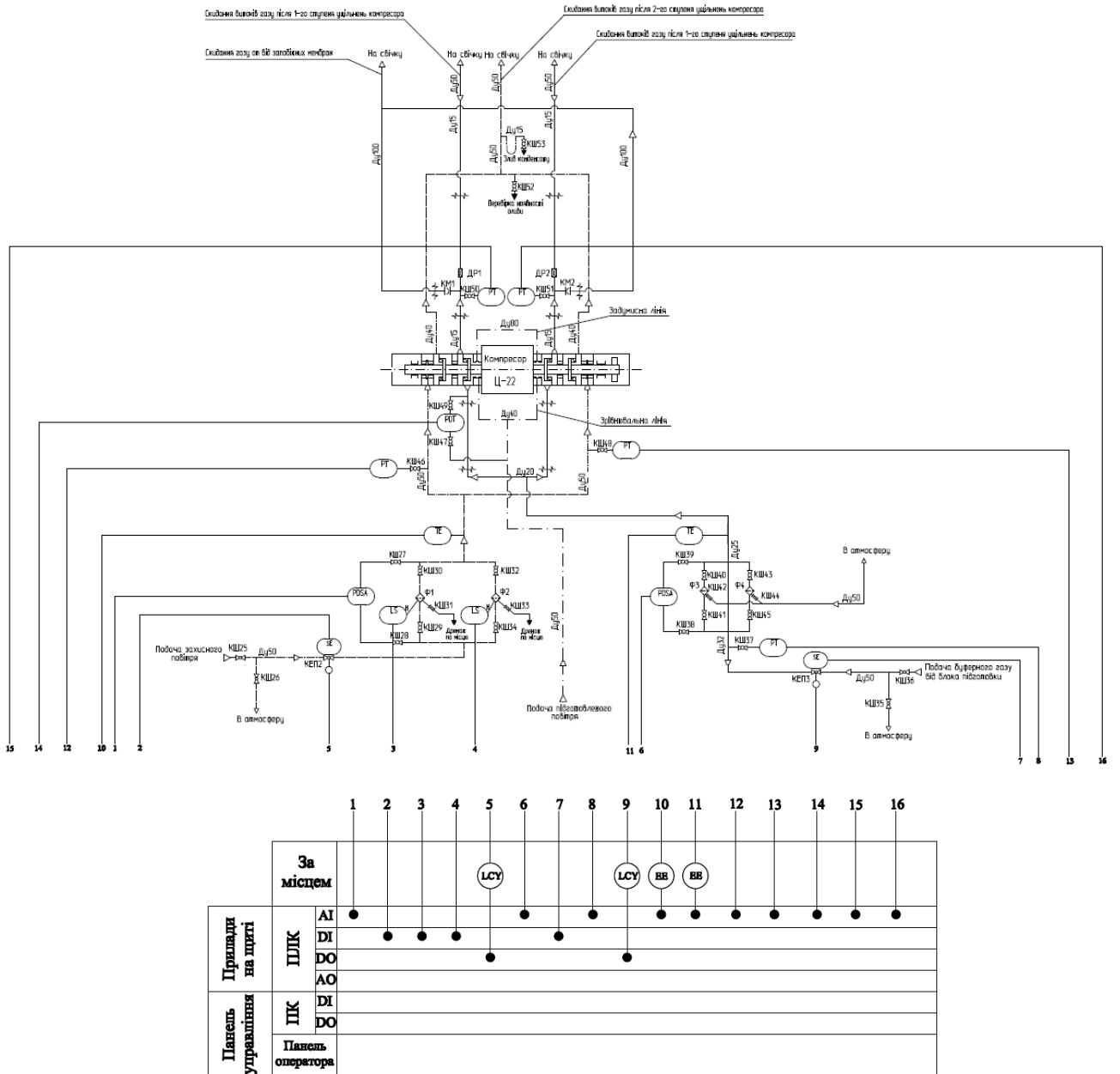


Рисунок 2.2 – Функціональна схема підготовки буферного газу та захисного повітря

Під час запуску ГПА захисне повітря подається від станційної системи, під час роботи – відбирається за компресором низького тиску ГТД. З метою запобігання потрапляння повітря зі станційної системи до ГТД під час запуску ГПА передбачено зворотній клапан КЗ. З метою відключення ГПА від станційної системи захисного повітря передбачений гран кульовий з електроприладом КЕПЗ

На лініях підводу захисного повітря максимально близько до входу в ущільнення встановлені датчики тиску. При тиску повітря $\leq 0,01$ МПа (10 кПа), або $\geq 0,035$ МПа (35 кПа) подається попереджувальний сигнал, а при тиску $\leq 0,005$ МПа (5кПа), або $\geq 0,04$ (40кПа) подається команда на зупинку агрегату зі скиданням газу.

Таблиця 4 – Таблиця вхідних сигналів

Таблиця вхідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Давач
1	Температура газу на вході компресора	-50...150°C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
2	Температура газу на виході з компресора	-50...150°C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
3	Тиск газу на вході в компресор	0...6 МПа	4...20mA	Honeywell STG77L (Пасс.)
4	Давление газа на выходе компрессора	0...8 МПа	4...20mA	Honeywell STG77L (Пасс.)
5	Температура газу после АПО	0...80 °C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
6	Перепад тиску газу на вхідній лінії компресора	0...0,1 МПа	4...20mA	Honeywell STD720
7	Температура газу перед РЗ	0...50 °C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
8	Перепад тиску газу перед РЗ	0...100 кПа	4...20mA	Honeywell STD820
9	Тиск газу перед РЗ	0...4,0 МПа	4...20mA	Honeywell STG77L
10	Температура захисного повітря	0...60 °C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
11	Температура буферного газу	0...60 °C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
12	Тиск буферного газу перед фільтрами Ф1,Ф2	0...4,5	4...20mA	Honeywell STG77L
13	Перепад тиску на фільтрах захисного повітря Ф1,Ф2		0...1	Реле перепаду тиску J120K-S147B

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

26

Продовження таблиці 4

Таблиця вхідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Давач
14	Перепад тиску на фільтрах буферного газу Ф3,Ф4		0...1	Реле перепаду тиску J120K-S147B
15	Перепад тиску газ-газ	-0...50 кПа	4...20mA	Honeywell STD820
16	Тиск захисного повітря на вході ТГДУ	0...40 кПа	4...20mA	Honeywell STG73L
17	Тиск захисного повітря на вході ТГДУ ЗКВ	0...40 кПа	4...20mA	Honeywell STG73L
18	Тиск буферного газу на виході 1 ступеня ТГДУ	0...0,15 МПа	4...20mA	Honeywell STG73L
19	Тиск буферного газу на виході ТГДУ ЗКВ	0...0,15 МПа	4...20mA	Honeywell STG73L
20	Рівень рідини в фільтрі Ф1		0...1	OPTISWITCH 5200C
21	Рівень рідини в фільтрі Ф2		0...1	OPTISWITCH 5200C
22	Температура оливи на виході з оливоохолоджувачів	0...50 °C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
23	Температура оливи в колекторі оливи	0...60 °C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
24	Температура буферного газу	0...60 °C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
25	Температура оливи в оливному баку	0...80°C	4...20mA	ТСП-012.60 (Пасс.)
26	Тиск оливи в колекторі оливи	0...0,2 МПа	4...20mA	Honeywell STG74L
27	Тиск оливи в колекторі оливи		0...1	Реле тиску J120K-S147B

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

27

Продовження таблиці 4

Таблиця вхідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Давач
28	Рівень оливи в баку	0...600 мм	4...20mA	Показчик рівня UMG-FE Kubler
29	Перепад тиску на фільтрах Ф1, Ф2		0...1	Реле перепаду тиску J120K-S147B
30	Частота обертів ВТ	0...6000 об/хв	4...20mA	ДЧВ2500 (Пасс.)
31	Частота обертів ВД	0...8000 об/хв	4...20mA	ДЧВ2500 (Пасс.)
32	Частота обертів НД т.1	0...6000 об/хв	4...20mA	ДЧВ2500 (Пасс.)
33	Частота обертів НД т.2	0...6000 об/хв	4...20mA	ДЧВ2500 (Пасс.)
34	Рівень вібропереміщення (горизонт) ротора зі сторони ПОН компр.	0...125 мкм	4...20mA	1442-PS-0807M0010A 9031803800 ф.Allen Bradley (Акт.)
35	Рівень вібропереміщення (вертикаль) ротора зі сторони ПОН компр.	0...125 мкм	4...20mA	1442-PS-0807M0010A 9031803800 ф.Allen Bradley (Акт.)
36	Рівень вібропереміщення (горизонт) ротора зі сторони ЗОН компр.	0...125 мкм	4...20mA	1442-PS-0807M0010A 9031803800 ф.Allen Bradley (Акт.)

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Продовження таблиці 4

Таблиця вхідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Давач
37	Рівень вібропереміщення (вертикаль) ротора зі сторони ЗОН компр.	0...125 мкм	4...20mA	1442-PS-0807M0010A 9031803800 ф.Allen Bradley (Акт.)

Таблиця 5 – Таблиця вихідних сигналів

Таблиця вихідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Виконавчий механізм
1	Вентилятор №1 оливоохолоджувача компресора	0 – 100%	4...20mA	Двигун АИР 100 L2 (5,5 кВт)
2	Вентилятор №2 оливоохолоджувача компресора	0 – 100%	4...20mA	Двигун АИР 100 L2 (5,5 кВт)
3	Антипомпажний клапан АПК	0 – 100%	4...20mA	Mokveld RZD-R1
4	Клапан байпасу газу на вході в компресор	0 – 100%	4...20mA	B20 N (0,45 кВт)
5	Насос системи оливозабезпечення	Робота/Стоп	0...1	Speroni CS65-250A (11 кВт)
6	Насос відкачки оливи з оливного баку	Робота/Стоп	0...1	PIUSI Viscomat 200/2 (2.2 кВт)
7	ТЕН №1 в оливному баці	Робота/Стоп	0...1	ТЕН (10 кВт)
8	ТЕН №2 в оливному баці	Робота/Стоп	0...1	ТЕН (10 кВт)
9	ТЕН №3 в оливному баці	Робота/Стоп	0...1	ТЕН (10 кВт)

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Продовження таблиці №5

Таблиця вихідних сигналів				
№ п/п	Сигнал	Діапазон вимірювань	Тип сигналу	Виконавчий механізм
10	Клапан зливу оливи в маслобак	Робота/Стоп	0...1	СЕМЕ 5510 (0,45 кВт)
11	Жалюзі №1 оливоохолодження	Робота/Стоп	0...1	(4 кВт)
12	Жалюзі №2 оливоохолодження	Робота/Стоп	0...1	(4 кВт)
13	Клапан подачі захисного повітря	Робота/Стоп	0...1	СЕМЕ 5510 (0,45 кВт)
14	Клапан подачі буферного газу	Робота/Стоп	0...1	СЕМЕ 5510 (0,45 кВт)

2.3 Призначення та вимоги до системи САК

Система автоматичного керування (далі по тексту САК) призначена для контролю і керування технологічним процесом, виконання функцій протиаварійного автоматичного захисту основного і допоміжного технологічного обладнання ГПА для перекачування природного газу.

САК ГПА побудована на базі програмно-технічних засобів (ПТЗ) «General Electric» (США) серії Rx3i.

САК ГПА забезпечує роботу ГПА на всіх режимах без постійної присутності обслуговуючого персоналу. САК ГПА має бути єдиною інформаційно-керуючою системою ГПА, включаючи його основне й допоміжне устаткування.

САК ГПА має у своєму складі такі функціональні пристрої:

1. давачі технологічних параметрів;
2. спеціалізовані апаратні засоби контролю;
3. програмно технічні засоби (ПТЗ) розташовані в шафах блоках автоматики;
4. незалежний блок екстреної аварійної зупинки, інтегрований в САК ГПА;
5. виконавчі механізми, задіяні у регулюючих функціях САК;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. панель резервного керування, розташована в операторній (КС);
7. комутаційні пристрої;
8. сервісні пристрої;
9. АРМ змінного інженера;

САК ГПА реалізовує такі функції:

1. функції керування;
2. функції регулювання;
3. функції протиаварійного захисту ГПА;
4. інформаційні функції;
5. функції архівування;
6. функції контролю (самодіагностика) САК ГПА;
7. допоміжні функції.

Функції керування:

1. автоматична реалізація динамічних режимів (переведення ГПА з одного статичного режиму в іншій за заданим алгоритмом) за командою оператора (у місцевому режимі керування), за командою САК верхнього рівня (у дистанційному режимі керування) або при спрацьовуванні обмежувальної уставки або аварійного захисту;

2. автоматичний контроль часу видачі команд на виконавчі механізми, які мають сигналізатори положення - на всіх режимах роботи ГПА;

3. блокування несанкціонованих дій оператора.

Функції регулювання:

1. стабілізація основних технологічних параметрів, таких як тиск, витрата газу, перепад тиску на ВЦН (відхилення стабілізованого параметра від заданого значення не повинно перевищувати 0,5 %);

2. регулювання частоти обертання роторів, включаючи автоматичну підтримку частоти обертання ротора ВЦН, відповідно до завдання диспетчера (оператора) або САК КЦ;

3. обмежувальне регулювання при досягненні параметрами ГПА граничних значень;

4. автоматичний перехід на альтернативні алгоритми регулювання («стратегії виживання») при відмові окремих вимірювальних каналів;

5. протипомпажне регулювання (з урахуванням взаємодії з регулятором палива ГТД) і захист ВЦН. Взаємодія із цеховим рівнем регулювання;

6. захист від помилкових дій оператора.

Функції протиаварійного захисту ГПА:

1. безперервний аналіз технологічних процесів для виявлення аварійних ситуацій;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. включення відповідного аварійного захисту при досягненні будь-яким параметром неприпустимого значення;
3. екстрену аварійну зупинку зі стравлюванням газу з контуру ВЦН за спрощеним алгоритмом;
4. захищення ГПА від розвитку аварійних ситуацій шляхом аварійної зупинки ГПА з будь-якого режиму роботи як без стравлювання, так і зі стравлюванням газу з контуру ВЦН залежно від спрацювання каналу захисту.

Інформаційні функції:

1. збір інформації з давачів фізичних каналів зв'язку та з інтелектуальних давачів ущільнених каналів зв'язку;
2. автоматичний оціночний розрахунок у масштабі реального часу низки непрямих параметрів ГПА (відношення тисків, середня температура газу за силовою турбіною, витрата паливного газу, запас по помпажу, ККД, потужність тощо), які враховують при регулюванні;
3. безперервне подання на АРМ значень вимірюваних, розрахункових і технологічних параметрів ГПА (за викликом оператора);
4. подання на екрані АРМ мнемосхем ГПА і його систем із вказівкою положення виконавчих механізмів та вимірюваних параметрів установлених давачів;
5. подання операторові аварійно-попереджувальної сигналізації;
6. автоматичне запам'ятовування першопричини спрацювання аварійної сигналізації, логічний аналіз та надання оператору можливих варіантів причини виникнення відказу ГПА;
7. надання операторові повідомлення про блокування ручного (дистанційного) керування виконавчими механізмами ГПА при спробі некоректного керування;

2.4 Функціональні схеми автоматизації

Функціональні схеми автоматизації є основним проєктним документом, що визначає структуру та рівень автоматизації технологічного процесу проєктованого об'єкта та оснащення його приладами та засобами автоматизації (у тому числі засобами обчислювальної техніки).

Функціональні схеми являють собою креслення, на яких за допомогою умовних зображень показують технологічне обладнання, комунікації, органи управління, прилади та засоби автоматизації, засоби обчислювальної техніки та інші агрегатні комплекси із зазначенням зв'язків між приладами та засобами автоматизації, таблиці умовних позначень та пояснення до схеми.

Пропонуються схеми автоматизації на кресленнях СУ-81/3-9 6.151.09 А1, СУ-81/3-9 6.151.09 А1.1, СУ-81/3-9 6.151.09 А1.2, СУ-81/3-9 6.151.09 А1.3.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Підбір ПЛК та ПК

В дипломному проекті було використано промисловий логічний контролер фірми Emerson RX3i СРК 330 (рис 3.1). [14]

Контролери RX3i є базою для підключення до промислових мереж. Це потужний модульний програмований контролер автоматизації, призначений для забезпечення високої доступності. У RX3i є єдиний механізм управління та універсальне середовище програмування, які забезпечують переносимість програм між різними апаратними платформами.

Переваги та особливості контролера:

- Інструменти програмування, у тому числі програмування на основі тегів, бібліотека готового коду та режим тестового редагування для більш ефективного пошуку та усунення несправностей в оперативному режимі;

- Зручне середовище користувача, яке підвищує гнучкість проектування, ефективність та продуктивність інженерних розробок;

- Завдяки можливості підключення пристроїв з підтримкою PROFINET спрощується безпечне підключення станцій, джерел даних;

- Унікальна рефлексивна пам'ять забезпечує синхронізацію ЦП, не вимагає складного налаштування, надає мінімальний вплив на продуктивність додатків та забезпечує м'яке перемикання при неполадках;

- Високошвидкісний процесор та патентована технологія забезпечують більшу пропускну здатність без вузьких місць;

- Підтримка модулів дискретного введення-виводу високої щільності, універсального аналогового введення-виводу (термопари, датчики RTD, тензометричні датчики, сигнали напруги та струму з можливістю налаштування для окремих каналів), ізольованих модулів аналогового введення-виводу, модулів аналогового введення-виводу високошвидкісних лічильників та датчиків руху;

- Підтримує протокол OPC UA Non-Transparent Server Redundancy.

Цей продукт згідно з вимогами МЕК 61131-3 (ІЕС 61131-3) має п'ять мов програмування:

- IL (Instruction List) - асемблер-подібна мова;

- ST (Structured Text) - структурований текст (Pascal - подібна мова);

- LD (Ladder Diagram) – мова релейних діаграм;

- FBD (Function Block Diagram) – мова функціональних блоків;

- SFC (Sequential Function Chart) – мова діаграм станів.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 3.1 – ПЛК Emerson RX3I CPK 330

Перевагами Emerson RX3I CPK 330 є:

- реалізація простих та середніх задач;
- оперативний і простий процес знайомства з контролером;
- зручний у використанні стандартний набір команд і доступні для розуміння принципи програмування дозволяють значно знижувати витрати часу на розробку проектів;
- оперативний і простий процес знайомства з контролером;
- широкий спектр модулів для максимальної адаптації згідно завдання;
- використання локальних та розподілених структур вводу – виводу та проста наладка мережевої конфігурації;
- зручна конструкція та робота з природнім охолодженням;
- висока потужність завдяки наявності великої кількості функцій.

В порівнянні з контролерами інших виробників, плк Emerson RX3I CPK 330 має більш гнучку мережеву архітектуру та більше можливостей при модернізації існуючої системи управління. Тому і було обрано даний контролер так як повністю задовольняє наші потреби у потужності та кількості необхідних функцій.

1. Центральний процесор IC695CPK330 (рис 3.2)

Модуль центрального процесора реалізує збір даних від віддалених лінійок введення/виведення, здійснює їх обробку відповідно до заданих алгоритмів керування. Модуль центрального процесора IC695CPK330 має наступні технічні характеристики:

- призначена для користувача пам'ять: 64Мб;
- годинник реального часу: є;
- число дискретних каналів введення/виведення: 32000;
- число аналогових каналів введення/виведення: 32000;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- тип пам'яті для зберігання даних: 1CFast (Високошвидкісна Compactflash);
- швидкодія процесора: 1,6 ГГц;
- вбудовані комунікаційні порти: один порт RJ-45, 10/100/1000Мбод., один перемикач 2 портів 10/100/1000;
- додаткові комунікаційні можливості: PROFINET, EGD, Modbus TCP, PROFIBUS, Genius, DeviceNet, МодБус RTU, Reflective Memory (CMX);
- використовуване внутрішнє живлення: +3.3 VDC: 0.0 А +5 VDC: 0.0А (до 1.5 А, якщо USB повністю навантажений на 0.5 А) +24 VDC: 0.625А без Energy Pack, G280.750 А з IC695ACC402 Energy Pack;
- кількість слотів, займаних модулем на базовій платі: 2



Рисунок 3.2 – Модуль центрального процесора IC695CPK330

2. Аналоговий вхідний модуль IC695ALG616 (рис. 3.3)

Аналоговий вхідний модуль IC695ALG616 забезпечує підключення 16 несиметричних або 4 диференціальних вхідних канали. Кожний канал може бути конфігурований з використанням конфігураційного ПЗ для наступних вхідних діапазонів:

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

- струм: 0 - 20мА, 4 - 20мА, +/- 20мА;
- напруга: +/- 10В, 0 – 10В, +/- 5В, 0 - 5В, 1- 5В.

Технічні характеристики модуля:

- діапазони вхідного сигналу: струм: 0 - 20мА, 4 - 20мА, +/- 20мА, напруга: +/- 10В, 0 – 10В, +/- 5В, 0 - 5В, 1- 5В;
- вимоги до живлення базової плати: 450мА максимум для напруги живлення 5.0В +5% / -2,5%, 600мА максимум для напруги живлення 5.0В +5% / -3%;
- споживча потужність модуля: 6,08Ватт;
- розділення: 24 розрядний ЦАП з перетворенням в подання з плаваючою комою (ПК) або ціле;
- формат вхідних даних: конфігурується як 32 розрядне подання ПК (IEEE) або 16-розрядне ціле в 32-розрядному полі;
- вхідний імпеданс: більше 100 кОм вводи по напрузі;
- опір вводу струму: 249 Ом ±-1%;
- час детектування обриву ланцюга: 1 секунда максимум;
- перенапруга: +/-60В пост. струму постійно, максимум;
- струм перевантаження: +/-28мА постійно, максимум;
- пригнічення синфазних перешкод: 120дБ мінімум 50/60Гц з 8Гц фільтром, 110дБ мінімум 50/60 Гц з 12 Гц фільтром;
- перехресні перешкоди з каналу на канал по пост. струму: 80 дБ мінімум (несиметричний режим);
- калібрована точність: 13°C – 33°C з 8 Гц, 12 Гц та 16 Гц фільтром: +/- 5В, +/- 10В, +/- 20 мА: 0.05%, 0 – 10В, 0 – 5В, 1 – 5В, 0 - 20 мА, 4 - 20 мА: 0.2% від діапазону 0 – 10В, 0 – 5В, 1 – 5В, 0 - 20 мА, 4 - 20 мА: 0.2%, +/- 5В, +/- 10В: 0.1% 0.2% від діапазону, +/- 20 мА: 0,125% від діапазону;
- напруга ізоляції: клемний блок до базової плати/шасі: оптоізольований, ізольований за допомогою трансформатора розрахована на робочу напругу 250В змінного струму, напругу 1500В змінного струму витримує впродовж 1 хвилини.

Індикаторні світлодіоди модуля IC695ALG616 живляться від шини живлення базової плати.

Світлодіод «**Module OK**»:

- світиться зеленим: модуль працює та конфігурований;
- повільно блимає зеленим або жовтим - модуль в порядку, але не конфігурований;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- швидко блимає зеленим: помилка;
- не світиться: модуль несправний або відсутнє живлення базової плати.



Рисунок 3.3 – Аналоговий вхідний модуль IC695ALG616

Світлодіод «Field Status»: [15]

- світиться зелений: немає збоїв ні в одному із дозволених каналів, клемний блок присутній;
- світиться жовтий: збій в крайній мірі в одному з каналів;
- не світиться: клемний блок відсутній або не повністю встановлений.

Світлодіод «TB»:

- світиться червоний: клемний блок відсутній або не повністю встановлений;
- світиться зелений: клемний блок присутній;
- не світиться: немає живлення від базової плати на модулі.

Модулі IC695ALG616 (рис. 3.4.) використовують 4 АЦП для досягнення максимально можливої швидкості опитування каналів. Модуль має до 4-х циклів отримання даних при опитуванні кожного модуля.

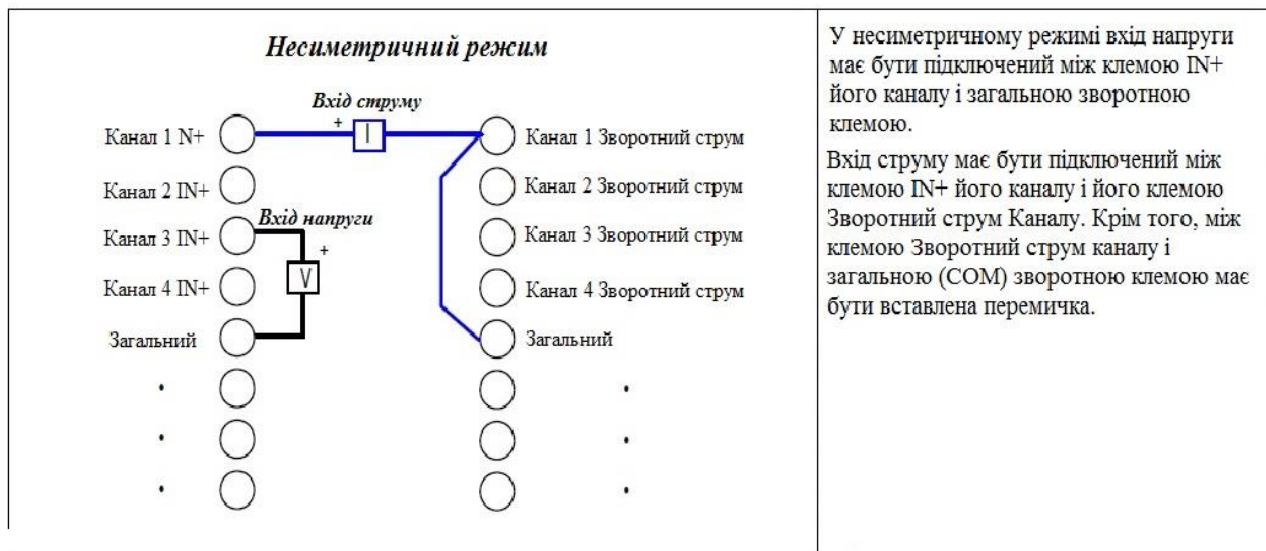


Рисунок 3.4. – Підключення модуля аналогового введення IC695ALG616

3. Аналоговий вихідний модуль IC695ALG708 (рис. 3.5)

Модуль аналогового виведення IC695ALG708 напруга/струм має 8 каналів виходу напруги або струму, що конфігуруються.

Кожний канал може бути конфігурований з використанням конфігураційного ПЗ для наступних вихідних діапазонів:

- струм: 0 - 20мА, 4 - 20мА;

Технічні характеристики модуля IC695ALG708:

- вихідні діапазони: струм: 0 - 20мА, 4 - 20 мА, напруга: +/- 10В, 0 – 10В;
- вимоги до живлення базової плати: 375 мА максимум при 3.3В;
- споживча потужність модуля: 7 Вт максимум;
- розділення: +/-10В - 15.9 біт, 0–10В - 14.9 біт, 0 – 20мА - 15,9 біт, 4 – 20мА - 15,6 біт;
- формат вихідних даних: конфігурується як 32 розрядне подання ПК (IEEE) або 16-розрядне ціле в 32-розрядному полі;
- швидкість оновлення: 8 мілісекунд;
- захист від вихідної перенапруги: тільки для виводів струму: -30В на 60 секунд, +30В на одну годину;
- калібрована точність: в межах 0.15% від всієї шкали при 25°C, 0.30% від всієї шкали при 60°C;
- максимальне вихідне навантаження: струм: 850 Ом максимум при V = 20В, напруга: 2кОм мінімум; [16]

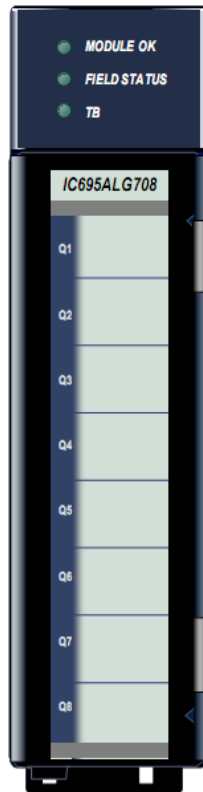


Рисунок 3.5 – Аналоговий вихідний модуль IC695ALG708

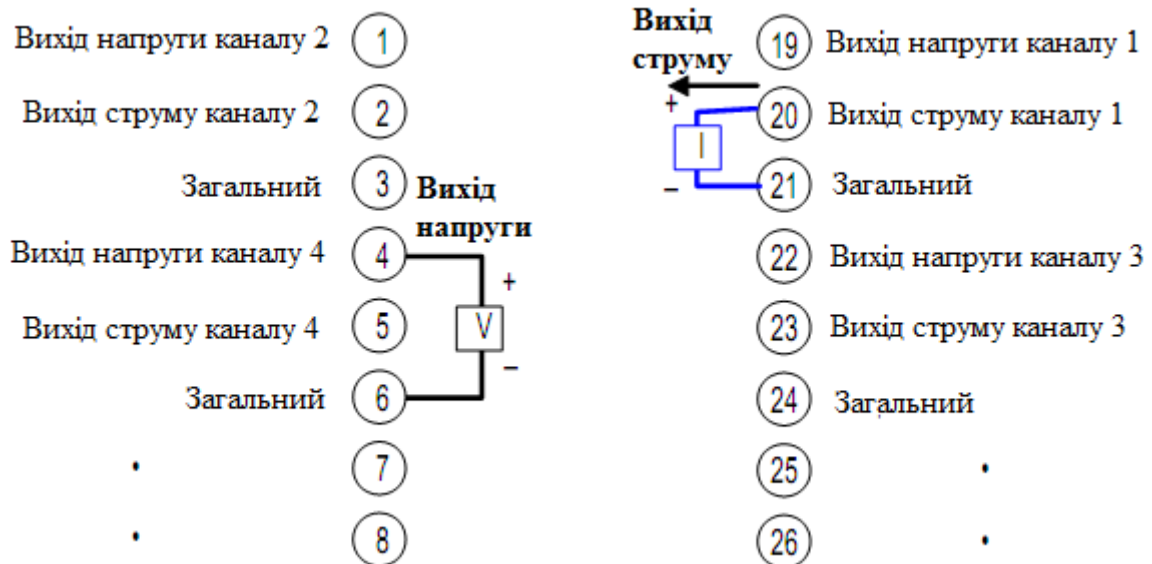


Рисунок 3.6. – Підключення модуля аналогового виходу IC695ALG708

4. Модуль дискретного входу IC694MDL660 (рис. 3.7)

Вхідний дискретний модуль IC694MDL660 з позитивно/негативною логікою на 24В постійного струму забезпечує підключення 32 дискретних вхідних канали (рис.3.8.). Входи об'єднані в 4 ізольовані групи по вісім каналів, кожна група має свою власну загальну клему.

Ізоляція забезпечується між чотирма групами входів. 32 зелених світлодіодних індикатори модуля вказують на стан каналів з 1 по 32. [17]

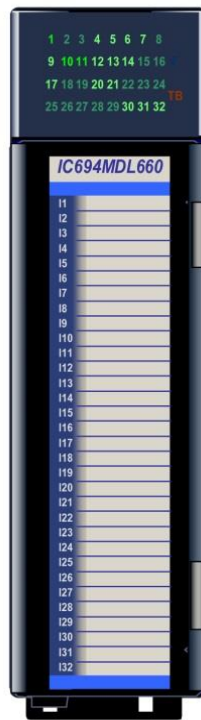


Рисунок 3.7 – Дискретний вхідний модуль IC694MDL660

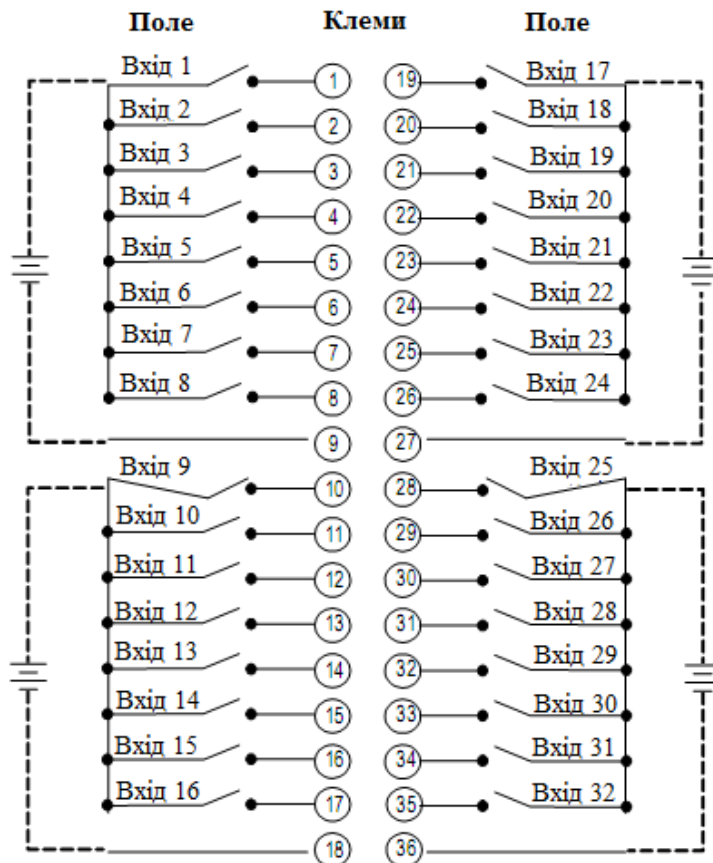


Рисунок 3.8. – Підключення модуля дискретного входу IC695MDL660

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

40

Технічні характеристики модуля IC695MDL660:

- номінальна напруга: 24В пост. струму;
- діапазон вхідних напруг: 0 - 30В пост. струму;
- входів на модуль: 32 (4 ізольовані групи по 8 входів);
- ізоляція між зовнішньою стороною і логікою на базовій платі (оптична): розрахована на робочу напругу 250В змінного струму, напругу 1500В змінного струму витримує впродовж 1 хвилини;
- ізоляція, між групами: розрахована на робочу напругу 250В змінного струму, напругу 1500В змінного струму витримує впродовж 1 хвилини;
- вхідний струм: 7,0мА на канал (типовий) при номінальній напрузі.

Вхідні характеристики:

- напруга в стані «Включено»: 11,5 - 30В постійного струму;
- напруга в стані «Вимкнено»: 0 - 5В постійного струму;
- струм в стані «Включено»: мінімум 3,2 мА;
- струм в стані «Вимкнено»: максимум 1,1 мА;
- споживча потужність: 300 мА (все входи включені) з шини 5В базової плати;
- діагностика: звіт про наявність клемної колодки передається в МЦП RX3і.

4. Модуль дискретного виходу IC695MDL754 (рис. 3.9)

Модуль дискретного виведення IC694MDL754, має 32 вихідних канали, розділених на дві групи по 16 виходів в кожній. Кожна група має свою власну загальну клему. До виходів модуля можуть підключатися навантаження з діапазоном живлення від 12 до 24В постійного струму (+20%, -15%) і здатні підводити струм не більше 0,75А на один канал.

Кожний канал має електронний захист від перевантаження по струму, захист від короткого замикання і видає сигнал про несправності при будь - якій з вказаних умов. Модуль в змозі діагностувати і передавати в контролер RX3і наявність помилок, втрату зовнішнього живлення, помилок каналу всередині групи, стан ON/OFF (Вкл/Викл) зовнішнього клемного блоку і помилки конфігурації DIP-перемикачів. [18]

Кожна група каналів може використовуватися для живлення різних навантажень. Наприклад, одна група може живити 24 VDC, а інша – 12 VDC. Живлення навантажень забезпечується користувачем. DIP-перемикач на задній частині модуля використовується для вибору режиму виходів по замовчуванню: зняття примусової установки або утримання останнього стану

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Модуль IC695MDL754 може бути встановлений у будь - який слот базової плати RX3i.

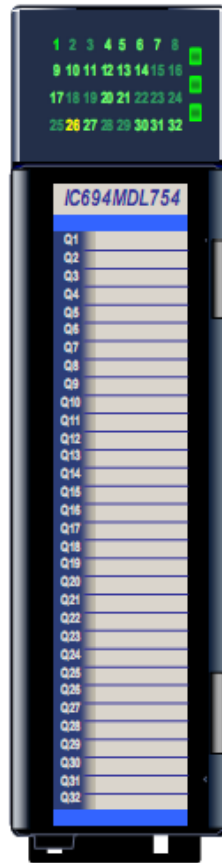


Рисунок 3.9 – Дискретний вихідний модуль IC695MDL754

Технічні характеристики модуля IC695MDL754:

- номінальна напруга (діапазон значень): 12/24В пост. струму, номінал 10.2 - 30 В пост. струму;
- кількість виходів на модулі: 32 (2 ізольовані групи по 16 виходів у кожній).

Ізоляція:

- між зовнішньою стороною та логікою на базовій платі (оптична) і уземленням: корпусу розрахована на робочу напругу 250В змінного струму, напругу 1500В змінного струму витримує впродовж 1 хвилини;
- між групами: розрахована на робочу напругу 250В змінного струму, напругу 1500В змінного струму витримує впродовж 1 хвилини;
- вихідний струм: 0,75А на канал;
- споживча потужність: 300 мА (максимум) від шини 5В на базовій платі;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– зниження номінальної потужності зі зростанням температури: не знижується при 24В пост. струму, при 30В пост. струму, кількість виходів знижується при температурі більше 42°C;

– зовнішнє джерело живлення від 12 до 30В пост. струму (12/24В пост. струму – номінальне значення);

Вихідні характеристики:

- Падіння вихідної напруги: постійна напруга максимум 0,3В;
- Засувка з перевантаження в сталому стані: 5А типове значення на канал;
- Вихідний струм витoku: максимум 0,1 мА;
- Час відгуку: в стані “включений” - максимум 0,5 мс;
- Час відгуку в стані “вимкнено” - максимум 0,5 мс;
- Захист: від короткого замикання, перевантаження по струму, перегріву.

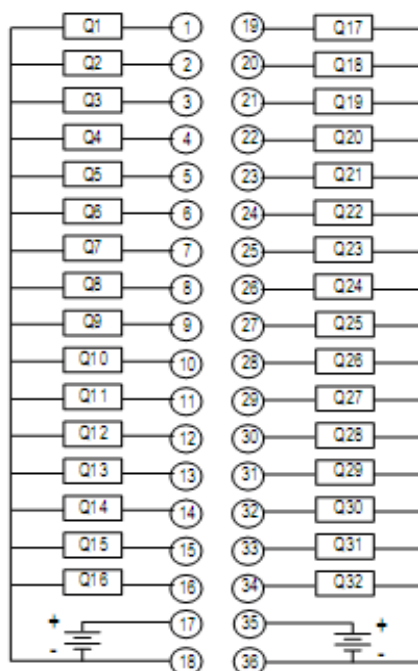


Рисунок 3.10. – Підключення модуля дискретного виходу IC695MDL754

32 зелених/жовтих індикатори показують статус каналів з 1 по 32. Ці індикатори підсвічуються зеленим кольором, коли відповідні виходи в робочому стані, жовті - у разі збою або виходу з ладу. Індикатори вимкнені, якщо відповідні виходи не активні. (рис. 3.10.)

Червоний/зелений індикатор «ТВ» - зелений коли знімний клемний блок модуля розташований на модулі, червоний колір означає, що клемна колодка не приєднана. Індикатор «ТВ» модуля блимає при невідновному збої модуля. Кожний вивідний канал забезпечує захист

від перевантаження по струму, короткого замикання і перегріву, перехідної напруги, фіксуючи високі напруги на рівні 40В постійного струму.

5. Модуль живлення IC695PSD140:

Модуль живлення забезпечує живленням модулі введення/виведення і комунікаційні модулі через внутрішню шину плати. На універсальну базову плату встановлюються 2 модулі живлення.

Модуль живлення має наступні технічні характеристики:

- вхідна потужність: 60Вт максимум при повному навантаженні, стрибок струму амплітудою 4А не більше 100 мс;
- вихідна потужність: 40Вт (вивід 5,1В пост. струму = 30Вт максимум, вивід 3,3В пост. струму = 30Вт максимум). Максимальна вихідна потужність блоку живлення залежить від навколишньої температури.
- номінальна вхідна напруга: від 24 до 30В пост. струму;
- вихідний струм: вивід 5,1В пост. струму - від 0 до 6А, вивід 3,3В пост. струму - від 0 до 9А;
- пульсації (всі виводи): 50мВ;

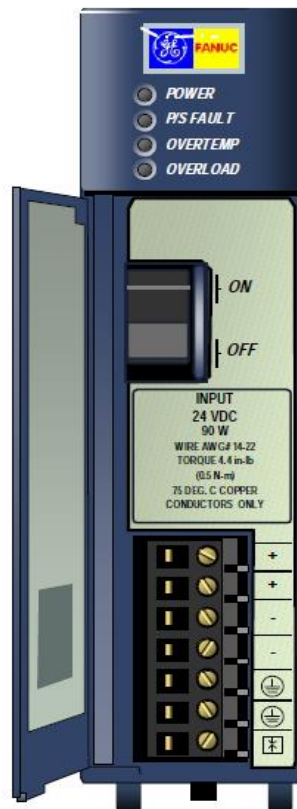


Рисунок 3.11 – Модуль живлення IC695PSD140

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

- шум (всі виводи): 50мВ;
- струм через клему: 6А;

Модуль живлення має три виводи: +5,1В пост. струму, «релейний» 24В пост. струму і 3,3В пост. струму, які сполучені по внутрішньому ланцюгу на базовій платі.

Модуль живлення має чотири індикаторні світлодіоди:

- «Power» (Живлення) (зелений/жовтий). Зелене світіння світлодіода означає, що живлення подане на базову плату. Жовте світіння означає, що живлення подане на цей модуль, але перемикач модуля живлення в положенні OFF (Викл).

- «P/S Fault» (Збій в модулі живлення) червоне світіння цього світлодіода означає, що в модулі живлення стався збій, і він більше не забезпечує необхідний рівень напруги для базової плати.

- «OverTemp» (Перегрів) (жовтий). Жовте світіння цього світлодіода означає, що температура модуля живлення близька або перевищує його максимальну робочу температуру.

- «Overload» (Перевантаження) (жовтий). Жовте світіння цього світлодіода означає, що навантаження на модуль живлення близьке або перевищує його максимальну вихідну потужність.

Перемикач «On/Off» розташований за дверцятами, на передній частині модуля. Цей перемикач контролює роботу виходів модуля живлення. Вкладка, що виступає, поряд з перемикачем допомагає запобігти випадковому переключенню його в положення On (Вкл) або Off (Викл).

Максимальна вихідна потужність модуля живлення PSD140 залежить від температури довкілля та забезпечує максимальну вихідну потужність при температурі до 40°C.

Струм на виводі модуля живлення по напрузі 5,1В пост. струму має обмеження 7А, струм виводу 3,3В пост. струму має обмеження 10А. Перевантаження модуля живлення (включаючи коротке замикання) відстежується модулем, і у разі перевантаження, модуль живлення відключається.

6. Базова плата RХ3і (рис. 3.12.):

Базова плата RХ3і використовується для встановлення МЦП, комунікаційних модулів та модулів введення-виведення. В САКіР ГПА використовуються базові плати на 12 та 16 слотів.

Модулі серії Rх3і здійснюють обмін даними через шину РСІ базової плати. Контактний роз'єм крайній ліворуч призначений для підключення вентиляторів і ізольованого введення живлення напругою 24В.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

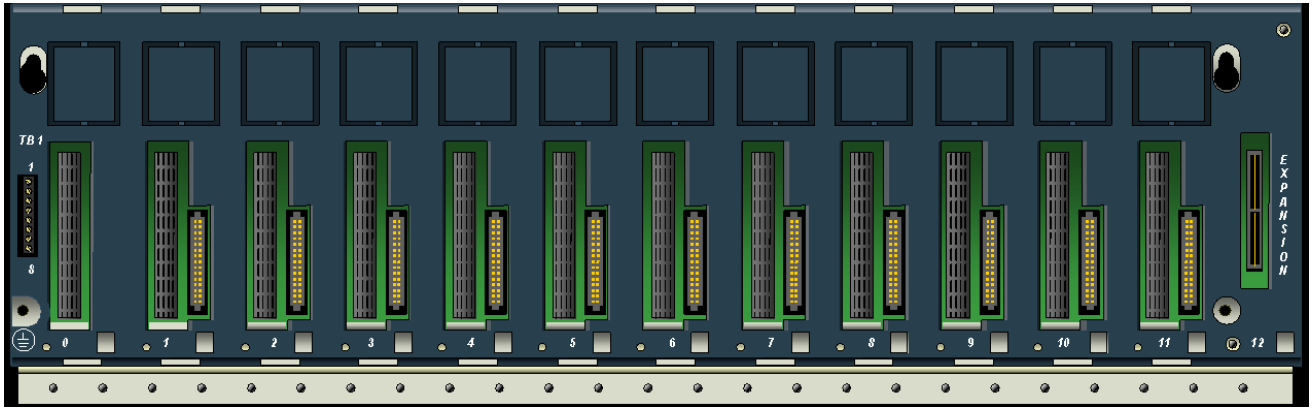


Рисунок 3.12 – Базова плата RX3i

Крайній правий роз'єм використовується для підключення базової плати послідовного розширення. Гвинт уземлення базової плати розміщується внизу зліва від першого роз'єму. Номери слотів позначені на базовій платі і використовуються для посилання при конфігурації модулів в ПЗ Machine Edition.

Модулі введення/виведення займають один слот, МЦП займає два слоти. Слот 0 використовується тільки для підключення модуля живлення Rx3i. При конфігурації МЦП в ПЗ Machine Edition для посилання використовується крайній лівий слот із двох слотів, займаних цим модулем. Слоти з 1 по 15 (з 1 по 11 для 12-ти слотової плати) мають два роз'єми – для шини PCI і для послідовної шини.

Кожний із цих слотів допускає установку сумісного модуля будь-якого типу. Модулі введення/виведення на універсальній базовій платі можуть бути видалені або замінені без відключення живлення.

7. Комунікаційний модуль IC695PNS001 (рис. 3.13.):

Комунікаційний модуль Profinet IC695PNS001 Комунікаційний модуль сканера RX3i Profinet IC695PNS001 обладнано 4 портами, два RJ-45 та дві ячейки для конекторів SFP (SFP замовляються окремо). Містить в собі чисту SD-карту, два монтажні гвинти та кришку USB-порту.

Модуль IC695PNS001. підключає віддалену універсальну базову плату вводу-виводу модулів RX3i до контролера. Модуль сканує модулі в базовій панелі, отримує вхідні дані і надає вихідні дані з налаштованою швидкістю.

IC695PNS001 підтримує швидкість 10/100/1000 Мбіт/с. Комунікації Profinet у мережі вимагають швидкості передачі по 100 або 1000 Мбіт/с. Незважаючи на те, що 10 Мбіт/с не можна використовувати для зв'язку Profinet, 10 Мбіт/с можна використовувати для інших типів трафіку Ethernet, наприклад PING.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Особливості IC695PNS001:

- a) програмування та конфігурування модулів RX3i з використанням ПЗ Proficy Machine Edition;
- b) підтримка топологій "лінія", "зірка" або "кільце";
- c) чотири комутованих Ethernet-портів - два 8-провідних RJ-45 екранованих витих пар 10/100/1000 Мб/с мідних інтерфейсів і дві ячейки для конекторів SFP (RJ-45, одномодового чи багатомодового оптоволокна);
- d) мережа може включати медіа-інтерфейси більш ніж одного типу;
- e) підтримка передачі IO-Device Name в інший модуль PNS з використанням SD-карти. Це виключає необхідність підключення інструменту конфігурації, наприклад, Proficy Machine Edition під час заміни модуля;
- f) USB-порт для поновлення вбудованого ПЗ за допомогою WinLoader (порт USB призначений лише для оновлення програмного забезпечення і не призначений для постійного використання).

Живлення відбувається через задню шину. Споживання від мережі 3,3В становить 0,5 А, (якщо SFP конектори не підключено) та 1,2 А максимум (якщо два SFP конектори підключено, 0,35 А на кожен SFP конектор).

Можливі значення індикації світлодіодів IC695PNS001:

- Світлодіод **OK**: горить зелений - модуль працює; не горить - модуль не працює;
- Світлодіод **LAN**: мигає зелений - мережевий інтерфейс модуля активний; не горить - мережевий інтерфейс модуля не активний;
- Світлодіод **STATUS**: горить зелений - модуль функціонує без зауважень; мигає червоний MAC-адреса, прочитані з енергонезалежної пам'яті недійсні. Порти з недійсними MAC-адресами залишаються відключеними від мережі Ethernet;
- Світлодіод **CONN**:
 - горить зелений - принаймні одне з'єднання Profinet з контролером вводу/виводу існує;
 - мигає жовтий - жодне ім'я пристрою не сконфігуровано;
 - не горить - жодне з'єднання Profinet з контролером вводу/виводу не існує 1, 2, 3, 4 (індикація швидкості портів);
 - горить синій - кабель підключено, швидкість 1000 Мбит/с;
 - мигає синій - порт активний (skonфігуровано) на швидкість 1000 Мбит/с;
 - горить зелений - кабель підключено, швидкість 100 Мбит/с;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- мигає зелений - порт активний (skonфігуровано) на швидкість 100 Мбит/с;
- горить фіолетовий - кабель підключено, швидкість 10 Мбит/с;
- мигає фіолетовий - порт активний (skonфігуровано) на швидкість 10 Мбит/с;
- не горить - відповідний порт відключено (можна відключити за допомогою конфігурації);
- горить червоний - несумісний SFP конектор підключено в порт (тільки для портів 3 та 4).
- Світлодіод **Active**: горить зелений - модуль підключено до контролера вводу/виводу Profinet (контроль даних вводу/виводу модуля); не горить - модуль не підключено до контролера вводу/виводу Profinet.
- Світлодіод **USB**:
- горить зелений - USB кабель підключено;
- мигає зелений - є обмін даними з USB портом;
- не горить - обмін даними з USB портом відсутній.

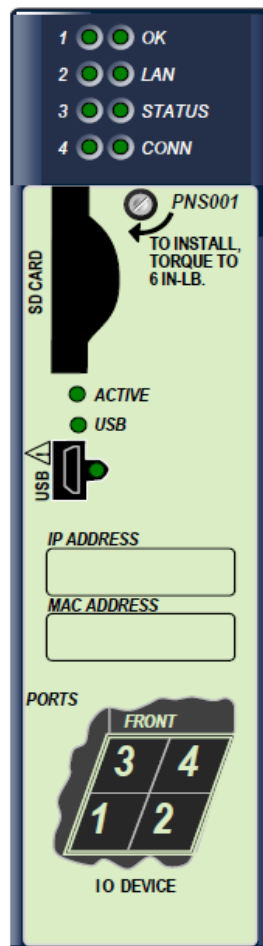


Рисунок 3.13 – Комунікаційний модуль IC695PNS001

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

В якості ПК обираємо Siemens SIMATIC IPC647E (рис 3.14) (6AG4112-3FA02-4AX1).



Рисунок 3.14 – Siemens SIMATIC IPC647E

Переглянути технічні характеристики ПК SIMATIC IPC647E можна в таблиці 6.

Таблиця 6 – Технічні характеристики промислового комп'ютера SIMATIC IPC647E

Характеристика	Значення
Інтерфейси	- 3 x LAN 10/100/1000 Mbit/s Ethernet interface. - 4x USB3.1 Gen2 (Type A), 2x USB3.1 Gen2 (Type C) на задній панелі; 2 порти USB3.1 Gen1 (тип A) на передній панелі; 1 вбудований порт USB3.1 Gen2 (тип A); 1x внутрішній слот M.2;
Процесори	- Core i5-8500 (6C/6T, 3,0 (4,1) ГГц, 9 МБ кеш-пам'яті, ТБ, АМТ); Плата 4 слоти: 2x PCIe x16 (8), 1x PCIe x16 (4), 1x PCIe x16 (1);
Оперативна пам'ять	16 ГБ DDR4 SDRAM (2x 8 ГБ), двоканальний
Розширення графіки	- PCI-Express графічна карта x16, (з підтримкою двох моніторів: 2 x VGA або 2 x DVI-D з адаптером), 256 МБ, дозвіл до 2048 x 1536 пікселів, 75 Гц, 32-бітний колір; - Адаптер для кабелю (DVI-I в VGA) для вбудованого графічного інтерфейсу (1 x VGA) для підключення монітора з аналоговим входом.
Накопичувачі	- 1 TB HDD 3.5" SATA
ОС	- Windows 10 Enterprise 2016 LTSC, Multi Language (En, De, Fr, It, Sp), 64 bit [for Core i3/i5]

До розгляду пропонується схема електрична принципова підключення до ПЛК - СУ-81/3-9 6.151.03 С1, схема електрична приципова блоку екстренного зупину - СУ-81/3-9 6.151.09 С2.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Підбір давачів

Для реалізації контролю тиску було обрано давач фірми Honeywell STG70X (рис. 3.15). Подібні датчики використані на всіх вузлах ГПА.

Характеристика давача:

- Точність до 0,065 % від каліброваного діапазону;
- Стабільність до 0,02% URL-адреси на рік протягом 10 років;
- Автоматична температурна компенсація;
- Дальність до 100:1;
- Час відповіді до 100 мс;
- Можливості алфавітно-цифрового відображення;
- Можливість зовнішнього нуля, діапазону та конфігурації;
- Нечутливі до полярності електричні з'єднання;
- Можливості бортової діагностики;
- Інтегральна конструкція подвійного ущільнення для безпеки на основі;
- Повна відповідність вимогам SIL 2/3 як стандарту;
- ANSI/NFPA 70-202 і ANSI/ISA 12.27.0. [19]



Рисунок 3.15 – Давач тиску STG70X

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

STG70X оснащені п'єзорезистивним датчиком технологія, що поєднує давач тиску на чіпі можливості температурної компенсації, що забезпечують високу точність, стабільність і продуктивність у широкому діапазоні тиск і температуру застосування.

Параметри зв'язку/виведення:

- Honeywell Digitally Enhanced (DE);
- HART ® (версія 7.0);
- FOUNDATION™ Fieldbus.

Реле диференціального тиску United Electric J120K-S147B-1180 ATEX серії 120 (рис. 3.16.). Технічні характеристики:

- Сертифікований ATEX;
- Один SPDT; корпус з епоксидним покриттям; внутрішнє регулювання без контрольної шкали, подвійні канали;
- Корпус: литий алюміній, покритий епоксидним порошковим покриттям; прокладка; замок кришки; внутрішній блокування заданої точки в стандартній комплектації;
- Електричне підключення: два 3/4" NPT Е/С; клемна колодка стандартна;
- Зварні сильфони з нержавіючої сталі 316L і напірні з'єднання 1/2" NPT (роз'ємні);
- Регульований діапазон заданих точок: від 3 до 30 фунтів на дюйм (0,2-2,1 бар);
- Герметично закритий вимикач із золотими флеш-контактами. SPDT. 11А, резистивний 125/250 В змінного струму. 5 А, 30 В постійного струму; 1А, 48 В постійного струму; 0,5 А, резистивний 125 В постійного струму;



Рисунок 3.16 – Реле диференціального тиску United Electric J120K-S147B-1180 ATEX серії 120

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серія 120 пропонує різноманітні діапазони тиску, вакууму, перепаду тиску та температури, а також технологічні з'єднання, матеріали, що звожуються, та типи датчиків. За допомогою загальної гнучкої платформи моделі можна швидко адаптувати на заводі під спеціальні вимоги, такі як діапазони, підключення до процесу та електричні параметри.

Вібраційний сигналізатор рівня зі стрижневим подовжувачем для технологічних процесів Optiswitch 5200 (рис. 3.17.)

OPTISWITCH 5200 є вібраційним сигналізатором рівня зі стрижневим подовжувачем сенсора. Цей універсальний пристрій призначений для визначення рівня рідини в ємностях. Сигналізатор рівня переважно використовується для виявлення переповнення, захисту від сухого ходу або захисту насосів.

Технічні характеристики:

- Виявлення номінального значення рівня рідин;
- Довжина сенсора до 6000 мм;
- Щільність: $\geq 0,5$ г/см³;
- -50 ... +250 ° C; -1 ... 64 бар тиску;
- Великий вибір технологічних фітінгів та матеріалів корпусу;
- Варіанти технологічних приєднань для високих температур до +250°C/+482°F;



Рисунок 3.17 – Вібраційний сигналізатор рівня зі стрижневим подовжувачем для технологічних процесів Optiswitch 5200

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Виходи: реле, транзистор, 2-провідний, NAMUR або безконтактний електронний перемикач;
- Можливість застосування у вибухонебезпечних та невибухонебезпечних зонах;
- Відповідність вимогам SIL2

Давач перетворювання частоти ДЧВ – 2500 А (рис. 3.18.).

Давач є первинним перетворювачем і може застосовуватися в схемах вимірювання частоти в обороті валу, лічильника числа оборотів (підсумовування незалежно від напрямку обертання валу), а також як давач положення валу в межах напівоберту.

Технічні характеристики:

- Напруга живлення, 5В;
- Споживаний струм не більше, 1,5 мА;
- Вихід цифровий (2 виходи), TTL-рівні;
- Габарити не більше, 15 x 20 x 36 мм (з валом);
- Діаметр валу, 3 мм;
- Маса не більше, 12,5 кг.

Давач складається із сталевого (оцинковане залізо) корпусу з отворами, у яких пропущений вал з циліндричним постійним магнітом (для здешевлення конструкції підшипники не застосовувалися).



Рисунок 3.18 – Давач перетворювання частоти ДЧВ – 2500 А

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

У корпусі є два додаткові кріпильні отвори для установки датчика. Корпус також є магнітним екраном. Матеріал магніту: ізотропний ферит барію; розміри магніту: діаметр 11.5 мм, висота 11 мм, отвір квадратного перерізу 3x3 мм².

3.3 Підбір вторинних приладів та додаткового обладнання

1. Перетворювач АСТ20М-АІ-АО-S (рис. 3.19.).

Розв'язуючий підсилювач постійного струму, що конфігурується АСТ20М-АІ-АО-S розділяє і перетворює аналогові сигнали. Вхідний аналоговий сигнал лінійно перетворюється у вихідний аналоговий сигнал із забезпеченням гальванічної розв'язки. Джерело живлення гальванічно розв'язаний від входу та виходу (3-канальна розв'язка) за допомогою прямого провідного з'єднання або шини рейки Weidmüller.



Рисунок 3.19 – Перетворювач АСТ20М-АІ-АО-S

Основні технічні характеристики АСТ20М-АІ-АО-S:

- Кількість входів: 1;
- Датчик: джерело напруги, джерело струму;
- Вхідна напруга: можливість конфігурування 0(2) ...10 V, 0(1) ...5 V;
- Вхідний струм: можливість конфігурування 0...20 mA, 4...20mA;
- Кількість виходів: 1;
- Вихідна напруга: можливість конфігурування 0(2) ...10 V, 0(1) ...5 V;
- Вихідний струм: можливість конфігурування 0...20 mA, 4...20mA;

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- Гальванічна розв'язка: 3-канальна гальванічна розв'язка;
- Конфігурація: DIP-перемикач;
- Напруга живлення: 24 V DC \pm 30 %;
- Споживча потужність, макс.: 0,8 W;
- Споживча потужність, тип.: 0,56 W;
- Точність: <0,2 % від діапазону вимірювання.

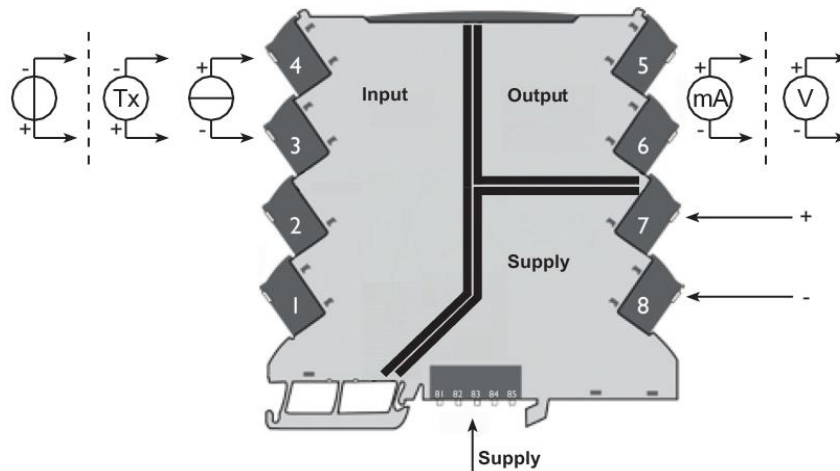


Рисунок 3.20 – Перетворювач АСТ20М-АІ-АО-S (схема підключення)

2. Перетворювач АСТ20М-RTI-АО-S (рис. 3.21.)

АСТ20М-RTI-АО-S перетворювач, що налаштовується, розв'язує і перетворює аналогові сигнали. Вхідний аналоговий сигнал RTD (тип Pt100) лінійно перетворюється в аналоговий вихідний сигнал із забезпеченням гальванічної розв'язки. Джерело живлення гальванічно розв'язане від входу та виходу (3-провідна розв'язка) за допомогою прямого провідного з'єднання або шини рейки Weidmüller.

Основні технічні характеристики АСТ20М-RTI-АО-S:

- Кількість входів: 1;
- Датчик: РТ100, 2-/3-/4-провідний термперетворювач;
- Вплив опору кабеля датчика: <0.002 Ω/Ω (@ 3/4-wire);
- Вхідний діапазон вимірювання: РТ100 -200...+850 °С;
- Кількість виходів: 1;
- Вихідна напруга: можливість конфігурування 0(2) ...10 V, 0(1)...5 V;
- Вихідний струм: можливість конфігурування 0...20 mA, 4...20mA;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

55



Рисунок 3.21 – Перетворювач АСТ20М-RTI-АО-S

- Гальванічна розв’язка: 3-канальна гальванічна розв’язка;
- Конфігурація: DIP-перемикач;
- Напруга живлення: 24 V DC \pm 30 %;
- Споживча потужність, макс.: 0,7 W;
- Споживча потужність, тип.: 0,49 W;
- Точність: абсолютна похибка $\leq \pm 0,05\%$ від діапазону вимірювання, основна похибка $\pm 0,1^\circ$.

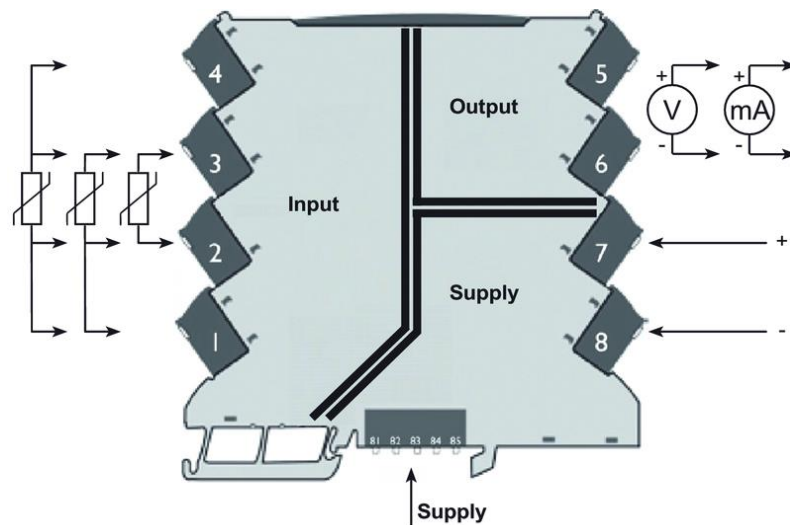


Рисунок 3.22 – Перетворювач АСТ20М-RTI-АО-S (схема підключення)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

56

3. Модулі релейні TRS 24VDC 1CO, TRS 24VDC 2 CO, TRS 230VAC 1 CO, TRS 24VDC 1 CO 16A (рис. 3.23, 3.24)

Модулі релейні служать для формування команд керування виконавчими механізмами і внутрішніх сигналів системи. Характеристики релейних модулів наведені в таблиці 7

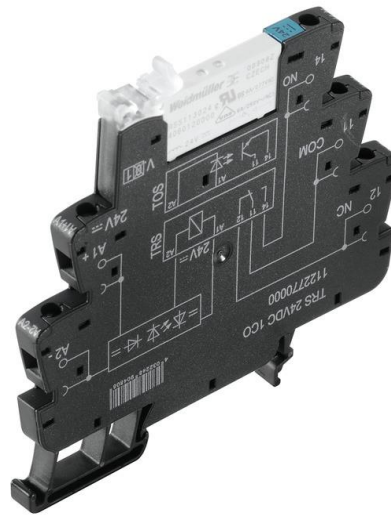


Рисунок 3.23 – Модуль релейний TRS 24VDC 2CO

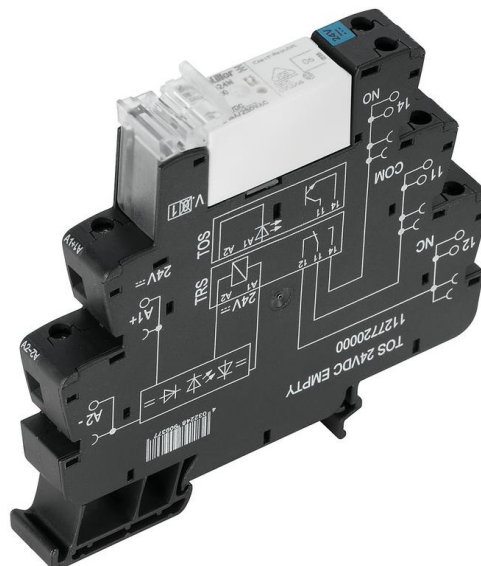


Рисунок 3.24 – Модуль релейний TRS 24VDC 1 CO 16A

Основні технічні характеристики оптопари TRS 24VDC 1 CO 16A:

Сторона керування:

- Номінальна напруга: 230 В UC $\pm 10\%$;
- Номінальний струм: 3.5 mA AC ($\pm 5\%$), 2.9 mA DC ($\pm 5\%$);
- Потужність утримування: 670 mW, 805 mVA;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

57

- Напруга спрацьовування/відпускання: 159 V/99 VAC, 145 V/128 VDC;
- Індикація стану: Зелений світлодіод;
- Схема захисту: Випрям. струму;
- Напруга котушки запасного реле: 60В DC;

Сторона навантаження:

- Номінальна напруга: 230В UC $\pm 10\%$;
- Номінальний струм: 3.5 mA AC ($\pm 5\%$), 2.9 mA DC ($\pm 5\%$);
- Потужність утримування: 670 mW, 805 mVA;

Таблиця 7 – технічні хаарктеристики релейних модулів

Параметр	TRS 24VDC 1 CO	TRS 24VDC 2 CO	TRS 230VAC 1 CO	TRS 24VDC 1 CO 16A
Вхід				
Номінальна керуюча напруга	24 V DC $\pm 20\%$	24 V DC $\pm 20\%$	230VAC $\pm 10\%$	24 V DC $\pm 20\%$
Номінальний струм, АС/DC	DC 11,5 mA	DC 20.5 mA	AC 8.5 mA	DC 22.0 mA
Потужність утримання	280 мВт	495 мВт	2 ВА	530 мВт
Напруга спрацьовування / відпуску, тип.	16 V / 3 V DC	17 V / 3 V DC	122 V / 45.5 V AC	18 V / 4 V DC
Струм спрацьовування / відпуску, тип.	7.5 mA / 1 mA DC	14 mA / 2 mA DC	5.5 mA / 2 mA AC	15.5 mA / 2.8 mA DC
Індикація стану	Зелений світлодіод	Зелений світлодіод	Зелений світлодіод	Зелений світлодіод
Схема захисту	Безінерційний діод, Захист від переполюсовки	Безінерційний діод, Захист від переполюсовки	Випрям. струму, Компонент RC	Безінерційний діод, Захист від переполюсовки
Напруга котушки запасного реле	24 В DC	24 В DC	60 В DC	24 В DC
Вихід				
Тип контакту	1 Пер. конт. (AgNi)	2 Пер. конт. (AgNi)	1 Пер. конт. (AgNi)	1 Пер. конт. (AgNi)
Номінальна напруга перемикання	250 VAC	250 VAC	250 VAC	250 VAC
Макс. комутована напруга, АС	250 V	250 V	250 V	250 V
Комуаційне перенапруження пост. струму, макс.	250 V	250 V	250 V	250 V
Струм	6 А	8 А	6 А	16 А
Пусковий струм	20 А / 20 мс	15 А / 4 с	20 А / 20 мс	30 А / 4 с

4. Блок живлення 24В

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Блоки електроживлення фірми "Weidmueller" мають наступні характеристики:

- час напрацювання на відмову (Mean Time Between Failure, MTBF) - 500000 годин;
- вхідна напруга: (85-277) В змінного струму або (80-370) В постійного струму, діапазон встановлюється перемикачем;
- мають можливість роботи на холостому ході і захистом від короткого замикання;
- захист від перенапружень при перехідних процесах;
- робочий діапазон температур від мінус 25°C до 70 °С.

Блоки мають вбудований індикатор стану і дискретний вихідний сигнал. Характеристика блоків ф. "Weidmueller" PRO MAX 960W 24V 40A (рис. 3.25.), PRO MAX 480W 24V 20A та PRO MAX 120W 24V 5A вживаних для електроживлення системи, приведені в таблиці 2.3.2.1.

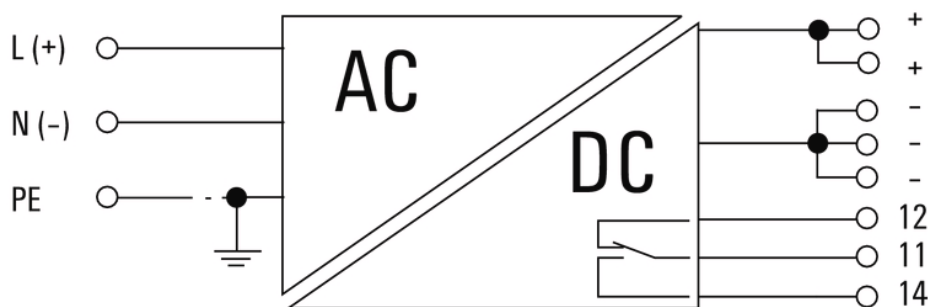


Рисунок 3.25 – Блок живлення

Таблиця 8 – технічні характеристики блоків живлення

	PRO MAX 960W 24V 40A	PRO MAX 480W 24V 20A	PRO MAX 120W 24V 5A
Вхідні дані			
Діапазон номінальних напруг на вході	100 VAC ... 240 VAC		
Діапазон вхідних напруг змінного/пост. струму	85VAC ... 277 VAC / 80 VDC ... 370 VDC		
Діапазон частот	45 Гц ... 65 Гц		
Споживаний струм (при номінальному навантаженні)	4,52 А (230 VAC) 2,8 А (370 VDC)	2,3 А (230 VAC) 1,5 А (370 VDC)	1А (230 VAC) 1,5А (370 VDC)
Вхідний запобіжник	швидкодіючий, внутрішній		
Вихідні дані			
Номінальна напруга на виході	24 VDC ±1 %		

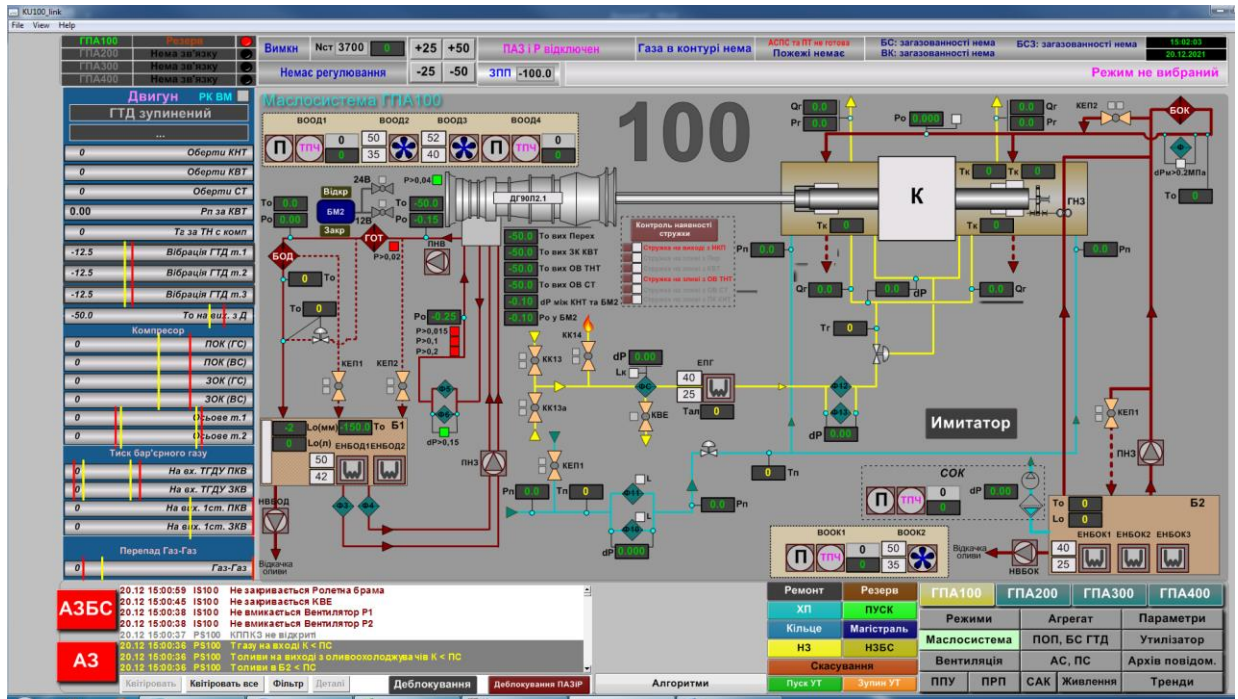


Рисунок 4.2 – Фрагмент скада – системи (екран оливозабезпечення)

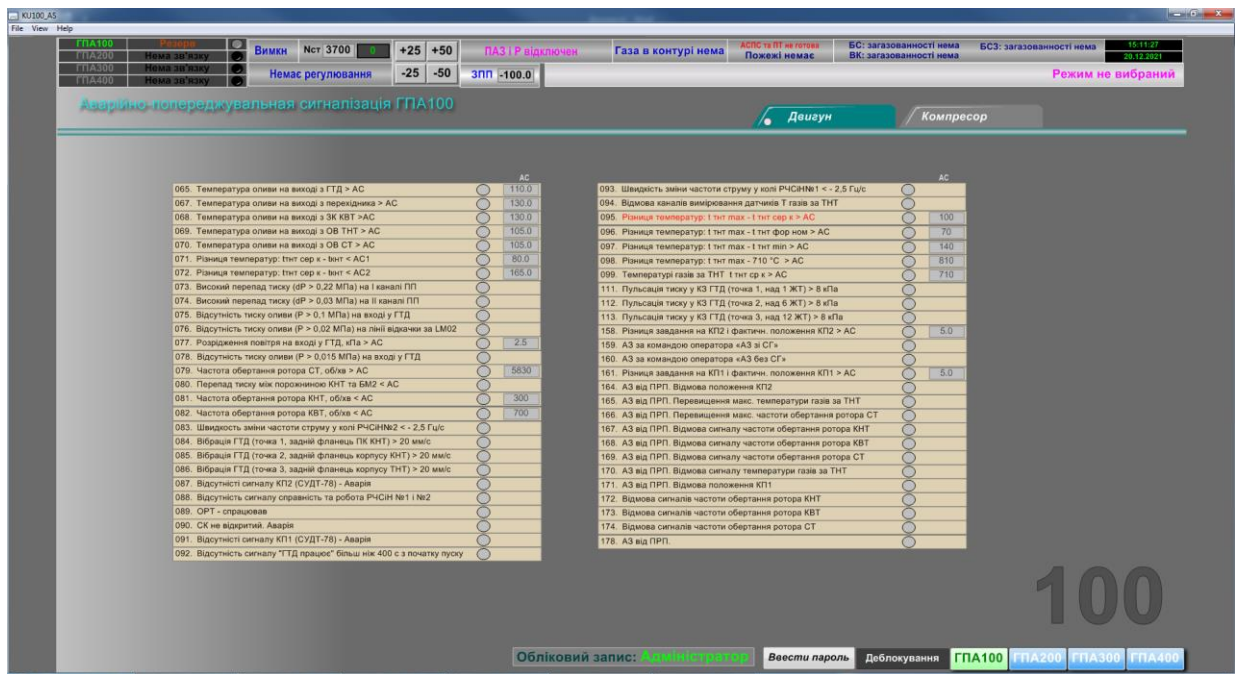


Рисунок 4.3 – Фрагмент скада – системи (екран тривоги)

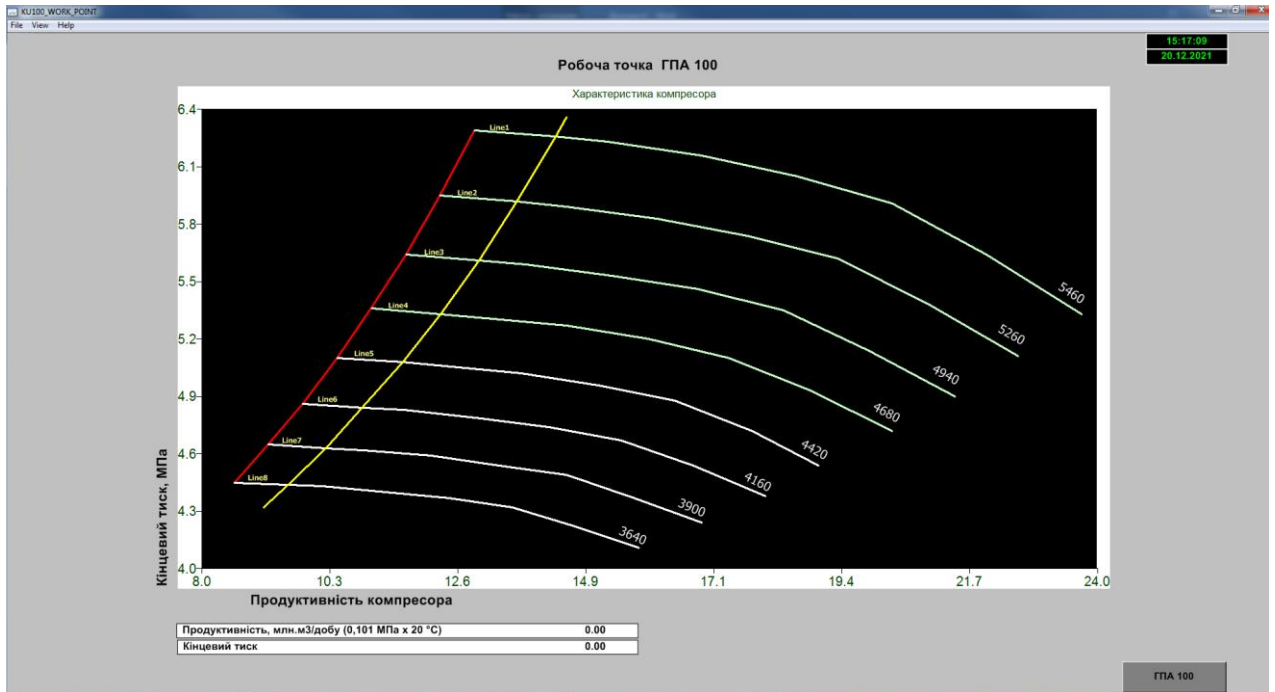


Рисунок 4.4 – Фрагмент скада – системи (робоча точка ГПА)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ

Арк.

62

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті розглянуті основні елементи та засоби автоматизації газоперекачувального агрегату ГПА-Ц-22, оскільки ефективна та надійна робота установки недопустима без використання високоточної вимірювальної техніки.

Було використано ПЛК фірми Emerson RX3I на базі процесора СРК330, як одну з передових у галузі машинобудування та відносно не високій собівартості, враховуючи кризу електронних компонентів.

В результаті аналізу технологічного процесу було розроблено функціональну схему автоматизації. Детально розглянуті окремі контури керування ГПА – Ц-22, а саме: схему оливоохолодження та суфлювання компресора, схему газової обв'язки нагнітача, схему підготовки буферного та захисного газу та схему функціональну вібрації компресора відповідно.

Обрані технічні засоби автоматизації, а саме: давачі тиску, рівня, сигналізатори зі ступенем захисту; виконуючі механізми - двигуни, клапани, насоси; розроблено також схему електричну принципову підключення до ПЛК та схему електричну принципову блоку екстренного зупину ГПА

Для розробки SCADA запропоновано обрати середовище Machine Edition v9.8 та верхній рівень за допомогою Simplicity Scada. Розроблені елементи SCADA системи для оливозабезпечення та суфлювання, газової обв'язки, вібрації, загальні екрани ГПА, тренди, архіви, тривоги і т.п.

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аберков АС, Ильин Л.В. Монтаж оборудования компрессорных станций магистральных газопроводов: Учебник. – М.: Академия, 2018. – 256 с.
2. Апанасенко А.И., Крившич Я.Г., Федоренко Н.Д. Монтаж, испытания и эксплуатация газоперекачивающих агрегатов в блочно-контейнерном исполнении. Л.: «Недра», 2013. 256с.
3. Апанасенко А.И., Малюшенко В.В. Газоперекачивающие агрегаты для газовой промышленности // Обзорн. инф. сер. "Компрессорное машиностроение". - М.: Изд. ЦИНТИхимнефтемаш, 2007.
4. Березин В.Л, Бобрицкий Н.В. Сооружение насосных и компрессорных станций. - М.: Недра. 2005.
5. Доброхотов В.Д. Центробежные нагнетатели природного газа. - М.: Недра, 2010.
6. Рис В.Ф. Центробежные компрессорные машины. - Л.: Машиностроение, 2009.
7. Седых З.С. Эксплуатация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом. - М.: Недра, 1998.
8. Суренович В.К. Опыт эксплуатации систем противопомпажного регулирования и защиты газоперекачивающих агрегатов КС // Обзорн. инф. Сер. "Транспорт и хранение газа". - М.: ВНИИЭгазпром, 2009.
9. Шабашов С.З. Регулирование газотурбинных установок. - Л.: Недра, 2000.
10. Застосування роботизованих систем у зварюванні [Електронний ресурс] – Режим доступу:<https://neftegaz.ru>
11. Технологія використання ГПА [Електронний ресурс] – Режим доступу:<https://stavropol-tr.gazprom.ru/press/proekt-azbuka-proizvodstva/gazoperekachivayushchij-agregat/>
12. ГПА з газотурбінним двигуном [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://snpo.ua/ru/produkts/oborudovanie-tehnologicheskoe-nefteg/gazoperekachivayushhie-i-turbokompressornye-agregaty/gpa-s-gazoturbinnym-privodom-harakteristiki/>
13. Автоматизація газоперекачувальних утсановок [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://shkval-antikor.ru/mess1059.htm>
14. PLC RX3I Emerson [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.emerson.com/en-gb/catalog/emerson-ic695cpc330-en-gb>
15. RX3i Analog Input module, current/voltage, 16/8 channel [Електронний ресурс]. – 2022. - Режим доступу: <https://www.emerson.com/en-us/catalog/emerson-ic695alg616>
16. RX3i Analog Output module, current/voltage, 8 channel [Електронний ресурс]. – 2022. - Режим доступу: <https://www.emerson.com/en-us/catalog/emerson-ic695alg708>

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. RX3i Digital Input module [Електронний ресурс]. – 2022. - Режим доступу: <https://www.emerson.com/en-us/catalog/emerson-idsc695mdl664>
18. RX3i Digital Output module [Електронний ресурс]. – 2022. - Режим доступу: <https://www.emerson.com/en-us/catalog/emerson-idsssc695mdl754>
19. Honeywell первинні перетворювачі тиску [Електронний ресурс]. – 2022. - Режим доступу: https://honeywell-rf.ru/catalog/datchiki_honeywell/
20. Програмне забезпечення Simplicity scada [Електронний ресурс]. – 2022. - Режим доступу до ресурсу: <https://www.ge.com/digital/applications/hmi-scada/simplicity>
21. Седых З.С. Эксплуатация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом. - М.: Недра, 2019
22. Суренович В.К. Опыт эксплуатации систем противопомпажного регулирования и защиты газоперекачивающих агрегатов КС // Обзорн. инф. Сер. "Транспорт и хранение газа". - М.: ВНИИЭгазпром, 2018
23. Артемова Т.Г. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов: Учебное пособие. - Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2018. -176 с.
24. Соколовский С.М. Компрессоры и компрессорные станции. М., Недра, 2017. - 263 с.
25. Eremin N.V., Stepanov E.I. Compressor stations of main gas pipelines, 2017.
26. Aberkov A.S., Pyin L.V. Installation of equipment for compressor stations of main gas pipelines.2020.
27. Тези: Діана Кореновська, Максим Зиков, Максим Железняк, Володимир Прищеп, Андрій Трапізон, Олена Толбатова. Автоматизована система розпізнавання облич на базі хмарних сервісів. – Сумський державний університет, Суми, Україна, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, 2022

					СУ-81/3-9 6.151.09.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

