

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри КН  
Довбиш А.С.

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2021 р

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

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

на тему

### **Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02**

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Журавльов О. Ю.

Проектант:

студент групи СУз-71с

Кулініч М.В.

Суми – 2021

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ НАЙМЕНУВАНЬ .....	3
ВСТУП .....	4
1 ОПИС ГПА ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ .....	6
1.1 Склад компонентів ГПА та їх опис .....	6
1.2 Вимоги до обладнання .....	9
1.3 Загальний опис ГПА .....	14
1.4 Будова і робота основного обладнання агрегатів .....	17
2 РЕЖИМИ РОБОТИ ГПА .....	23
3 ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ГПА-10 МН 70.02 .....	29
3.1 Технічні дані .....	29
3.2 Склад пристрою УК-02А .....	30
3.3 Опис і робота КК-02А .....	32
3.4 Програмований логічний контролер ПЛК 90-30 .....	35
3.5 Опис принципової електричної схеми .....	41
4 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГПА .....	44
ВИСНОВКИ .....	47
Список використаної літератури .....	48
ДОДАТКИ	

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ НАЙМЕНУВАНЬ

АСУ ТП - автоматизована система управління технологічним процесом

ТА - технологічний агрегат

ПТЗ - програмно-технічні засоби

САУ і Р ГПА - система автоматичного управління і регулювання ГПА

ПУ - пульт управління

АПО - апарат повітряного охолодження

АЗ - аварійна зупинка

АЗС - аварійна зупинка зі стравлюванням газу

АС - аварійний сигнал

БС - блок силовий

БК - байпасний клапан

БМО - блок маслоохолоджувачів

ПВОД - повітряний вентилятор обдування двигуна

ВМОД - вентилятор маслоохолоджувача двигуна

ПОП - повітроочисний пристрій

ГПА - газоперекачувальний агрегат

ГТУ - газотурбінна установка

НЗ - нормальна зупинка

СК - стопорний клапан

ХП - холодна прокрутка

ЕАЗ - екстрена аварійна зупинка

НУ - насос ущільнень

НВ МБД - насос відкачування маслобака двигуна

КНТ - компресор низького тиску

КВТ - компресор високого тиску

ТНТ - турбіна низького тиску

ТВТ - турбіна високого тиску

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

## ВСТУП

Розвиток газової промисловості нерозривно пов'язаний з необхідністю створення нового обладнання для транспорту газу по магістральних газопроводах. Значна частина запасів природного газу знаходиться в районах з суворими кліматичними умовами, слабо розвиненою дорожньою мережею і недостатнім розвитком індустріальної бази будівництва. Це поставило перед машинобудівниками завдання створення газоперекачувальних агрегатів ГПА в блочно-контейнерному виконанні, що дозволить значно скоротити терміни спорудження компресорних станцій, підвищить якість їх будівництва і забезпечить високий рівень автоматизації. У 60-70-ті роки ГПА встановлювали в загальних будівлях компресорного цеху. Більш перспективним є блочне розміщення обладнання. Блочно-контейнерне виконання ГПА дозволяє знизити обсяг будівельно-монтажних робіт в умовах КС на 30%. У порівнянні зі стаціонарним блочно-контейнерне виконання ГПА дозволяє: поліпшити умови роботи для обслуговуючого персоналу, знизити обсяги будівельно-монтажних робіт при створенні КС, створити більш сприятливі умови для проведення регламентних робіт.

У зв'язку з тим, що центр видобутку газу перемістився в важкодоступні райони, основним приводом ГПА є газотурбінний. На його частку припадає 80% встановленої потужності, на електропривід близько 15%, решта - поршневий привід.

Компресорні станції є складовою частиною магістрального газопроводу і призначені для підтримки продуктивності газопроводу за рахунок підвищення тиску газу, що транспортується за допомогою нагнітачів ГПА.

На КС з різними технологічними схемами використовують різні ГПА, що відрізняються параметрами, конструктивним виконанням, складом устаткування і ін. Тип застосовуваного ГПА визначається, перш за все, його призначенням. Види ГПА мають різні

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.						СумДУ СУз-71с		
Ватв.	Довбиш А.С							

виконання, що розрізняються принципом дії компресора, типом приводу, функціональними ознаками.

У газовій промисловості застосовують два види КС - обладнані поршневими і відцентровими нагнітачами. Принцип стиснення, застосований в відцентрових нагнітачах, дозволяє отримувати більш високі продуктивності, ніж у поршневих. Відцентрові нагнітачі компактні і мають малу металоємність, надійні і довговічні, добре врівноважені і не вимагають громіздких фундаментів. За типом приводу компресора розглядуваний ГПА газотурбінний.

Об'єктом управління є газоперекачувальний агрегат типу ГПА-10 МН 70.02 з приводним газотурбінним двигуном.

Блочно-контейнерне виконання агрегату дозволяє відмовитися від будівництва споруди КС, що особливо важливо в важкодоступних районах країни. Маса і розміри блоків забезпечують можливість їх транспортування залізничним, автомобільним, річковим і повітряним транспортом. Монтаж агрегату виконується на місці експлуатації на монолітному залізобетонному фундаменті. Стиківка всіх блоків здійснюється за допомогою гнучких перехідників, що дозволяють компенсувати неточності установки при монтажі агрегату.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

## 1 ОПИС ГПА ЯК ОБ'ЄКТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 1.1 Склад компонентів ГПА і їх опис

Агрегат ГПА-10 МН 70.02 (рис.1.1) призначений для стиснення природного газу на компресорних станціях магістральних газопроводів.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							



Рисунок 1.1 - Газоперекачувальний агрегат

Схема розміщення вузлів ГПА-10МН70.02 представлена на кресленні СУз-71С.151. 02 С7, де умовними позначеннями показані:

- 1) машзал (приміщення двигуна);
- 2) Блок двигуна (газотурбінний привід нагнітача);
- 3) Блок паливних агрегатів (БПА) двигуна;
- 4) Лінія підведення паливного газу до БПА;
- 5) Шафи електрообладнання;
- 6) Прибудова пожежогасіння агрегату;
- 7) Прибудова обладнання автоматизації агрегату (ПК-02А і ПК-02Б);
- 8) Автомат повітряного охолодження (АПО) масла;
- 9) Лінія підведення-відведення масла змащування двигуна;
- 10) Відсік нагнітача;
- 11) Нагнітач (компресор);
- 12) Зовнішня коробка приводів агрегату;
- 13) Блок агрегатів системи ущільнення нагнітача;
- 14) Лінія підведення-відведення масла змащування і ущільнення нагнітача;
- 15) Лінія технологічного газу.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							



Технологічний газ з вхідної магістралі через кран №1 підводиться до двоступінчастого нагнітача (рис.1.2) вхідним тиском 50-55 кгс / см<sup>2</sup>. Кран №4 служить для заповнення контуру нагнітача перед пуском агрегату. У нагнітачі відбувається компримування (стиснення) газу до вихідного тиску 70-75 кгс / см<sup>2</sup>, який через кран №2 подається в газову магістраль. Кран №6 - рециркуляційний, служить для розвантаження нагнітача під час виходу нагнітача на робочий режим (в магістраль) під час пуску і виведення нагнітача з режиму магістралі під час зупинки, а також для розвантаження нагнітача і усунення явища помпажа.



Рисунок 1.2 - Нагнітач ГПА

Лінія підведення-відведення масла змащування і ущільнення призначена відповідно для змащення підшипників нагнітача і запобігання прориву газу через робочі підшипники в зал нагнітача. Для цього масло ущільнення до нагнітача подається тиском, на 1,5-3 кгс/см<sup>2</sup>, що перевищує тиск технологічного газу в контурі нагнітача. Для регулювання тиску масла ущільнення призначений блок агрегатів системи ущільнення нагнітача (поплавкові камери, регулятори перепаду тиску, газовідділювачі).

Виносна коробка приводів агрегату (див. рис.1.2) призначена для приводу навішеного обладнання ГПА (навішених насосів змащення і ущільнення нагнітача) від вала нагнітача.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Лінія підведення-відведення масла змащування двигуна призначена для подачі масла змащування двигуна до підшипників для змащення й охолодження.

В АПО масла (рис.1.3) відбувається повітряне охолодження масла, що відводить тепло від вузлів змащування і ущільнення двигуна і нагнітача. АПО масла є радіатори з примусовим обдувом їх вентиляторами. Масло після АПО надходить в маслобаки двигуна і нагнітача відповідно.



Рисунок 1.3 – АПО масла

У прибудові пожежогасіння розташовані основна і резервна батареї кислотного пожежогасіння агрегату, а також засувки пінного пожежогасіння. У прибудові автоматизації ГПА розташовані шафи пристрою контролю ГПА для збору і попередньої обробки інформації про стан ГПА (їх опис наведено в наступному розділі).

У шафах електрообладнання (рис.1.4) розташоване обладнання електроживлення та захисту електрообладнання ГПА. На передній панелі шаф розташовані рукоятки вибору режиму електрообладнання, а також кнопки їх управління.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							



Рисунок 1.4 – Шафи електрообладнання

Блок паливних агрегатів (БПА) (рис.1.5) призначений для подачі паливного газу до паливникових пристроїв двигуна, що є приводом нагнітача ГПА.

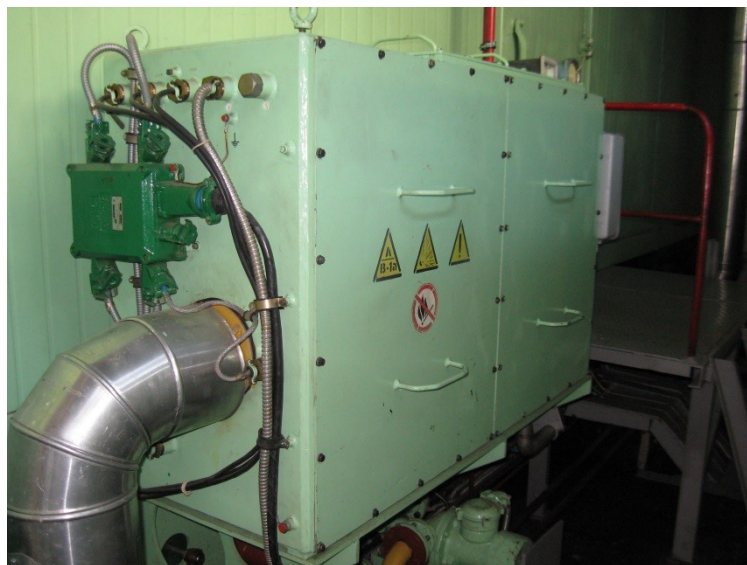


Рисунок 1.5 – БПА

Більш детально склад і призначення вузлів ГПА наведено в пункті 1.3.

### 1.2 Вимоги до обладнання

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Технічні вимоги до газотурбінних ГПА найбільш повно відображені в ряді державний і галузевих стандартів (ГОСТ 17140-79, 21199-75, 23194-83, 23690-79), які визначають основні експлуатаційні властивості агрегату:

-Показники призначення (потужність, ККД) в робочому діапазоні експлуатаційних режимів, їх стабільність при тривалому використанні;

-необхідні показники надійності;

-ступінь автоматизації ГПА;

-ступінь пристосованості до взаємодії з навколишнім середовищем (захист робочих органів від ерозії, обмерзання, корозії, шумові характеристики, емісія вихлопних газів);

-наявність автономності електропостачання;

-пристосованість до сучасних методів техобслуговування і ремонту

Нижче перераховані основні технічні вимоги до ГПА.

1.2.1 ГПА слід виготовляти відповідно до вимог даного стандарту і технічних умов на виробу конкретних типів.

1.2.2 ГПА повинен включати в себе газотурбінну установку (ГТУ) і відцентровий нагнітач (ВЦН), забезпечені системою автоматичного управління і допоміжними пристроями, що забезпечують його нормальну експлуатацію.

1.2.3 ГПА слід виготовляти кліматичного виконання У і ХЛ, УХЛ за ГОСТ 15150 категорій розміщення 1 (для контейнерно-блокового виконання) і 4 (для розміщення в індивідуальних або загальних будівлях). Категорію розміщення обладнання в контейнері визначає розробник ГПА.

1.2.4 Конструкція ГПА повинна допускати зниження температури всередині блоків на непрацюючому агрегаті до температури навколишнього середовища за умови виконання заходів відповідно до інструкції по експлуатації.

1.2.5 Обладнання ГПА має витримувати сейсмічну дію інтенсивністю не менше 7 балів за шкалою MSK-64. Вимоги підвищеної сейсмостійкості повинні бути узгоджені між розробником і замовником.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

1.2.6 Комплектність ГПА повинна визначатися технічними умовами на виробі конкретного типу в залежності від напрямку використання (нове будівництво, реконструкція і т.д.). При цьому повинна бути визначена комплектність запасних частин, спеціального інструменту і пристосувань, експлуатаційна і ремонтна документація.

1.2.7 Максимальна потужність ГПА (гранична робоча потужність, що розвивається при низьких температурах атмосферного повітря без перевищення номінальної температури газу) - до 120% номінальної.

1.2.8 ГПА повинен забезпечувати робіт у при абсолютному тиску газу на виході з нагнітача, що становить до 115% номінального (для проведення випробувань газопроводу), при сумарній тривалості режиму не більше 200 годин на рік.

1.2.9 Система автоматичного управління (САУ) ГПА повинна забезпечувати:

- автоматичне виконання і контроль передпускових операцій;
- автоматичний пуск, нормальну і аварійну зупинку агрегату за заданим алгоритмом;
- автоматичне регулювання і контроль необхідних параметрів ГПА, в тому числі частот обертання роторів і температур продуктів згоряння;
- попереджувальну і аварійну сигналізацію;
- захист агрегату на всіх режимах роботи;
- розподіл електроживлення із забезпеченням захисту від перевантажень і коротких замикань;
- зв'язок агрегату з цеховою (станційною) системою автоматичного управління технологічними процесами і відпрацювання її команд;
- збір, обробку та подання інформації, що характеризує режими роботи ГПА.

1.2.10 САУ ГПА повинна включати в себе систему контролю і захисту по вібрації.

1.2.11 ГТУ повинна мати стопорний клапан, що забезпечує повне припинення подачі палива по команді САУ.

1.2.12 ГПА повинен бути забезпечений автоматичною системою протипомпажного регулювання і захисту нагнітача, включаючи виконавчі органи.

1.2.13 Діапазон регулювання частоти обертання ротора нагнітача повинен забезпечуватися в межах від 70 до 105% номінальної частоти обертання.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.						СумДУ СУз-71с		
Ватв.	Довбиш А.С							

1.2.14 Ступінь нечутливості системи регулювання частоти обертання силової турбіни ГТУ при будь-якому навантаженні не повинна перевищувати 0,3% номінальної частоти обертання.

1.2.15 Конструкція ГПА повинна забезпечувати пуск з попереднім заповненням контуру нагнітача технологічним газом робочого тиску. Час пуску - не більше 30 хв.

1.2.16 Конструкція ГПА повинна забезпечувати пуск, зупинку і його роботу на всіх робочих режимах без постійної присутності обслуговуючого персоналу біля ГПА.

1.2.17 Конструкція ГТУ повинна передбачати можливість її роботи з утилізаційним теплообмінником на вихлопному тракті, а також на вимогу замовника в складі парогазової газоперекачувальної установки з відповідною зміною параметрів.

1.2.18 Конструкція нагнітача повинна передбачати можливість використання змінних проточних частин.

1.2.19 Конструкція нагнітача повинна забезпечувати можливість гідравлічних випробувань його технологічної (газової) обв'язки.

1.2.20 З'єднання вхідних і вихідних патрубків нагнітача з технологічними трубопроводами компресорної станції повинно здійснюватися за допомогою фланців.

1.2.21 Величини максимального силового впливу на ГПА від приєднаних трубопроводів компресорної станції (технологічних, паливних, пускових, масляних і ін.) повинні бути узгоджені між розробником і замовником.

1.2.22 Обладнання ГПА має бути виконано у вигляді блочних конструкцій. Блоки повинні бути готовими до монтажу без розбирання для ревізії.

1.2.23 ГПА повинен мати об'єднані мастильні системи ГПУ і нагнітача, системи ущільнення вала нагнітача і гідравлічного регулювання, що використовують один тип масла і один видатковий масляний бак.

Конструкція ГПА повинна забезпечувати можливість автоматичної дозаправки масла в процесі роботи від системи маслопостачання КС.

1.2.24 Всі головні (робочі) насоси системи змащування і ущільнення повинні бути виконані з приводом від ГТУ та (або) нагнітача.

ГПА повинен мати пристрої, що забезпечують його безаварійну зупинку в разі припинення роботи головних масляних насосів.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

1.2.25 Конструкція ГПА повинна передбачати, як правило, електричний нагрів масла в баку до необхідної температури і підтримка її на агрегаті, що знаходиться в гарячому резерві.

1.2.26 Охолодження масла повинно бути повітряне: безпосереднє «масло-повітря» або з проміжним контуром «масло-вода або антифриз-повітря». Схема охолодження повинна бути узгоджена між виробником і споживачем. Рідини, що застосовуються в проміжному контурі (вода, антифриз, включаючи інгібітори корозії), повинні бути взаємозамінними без додаткових промивок трубопроводів.

1.2.27 Фактичні втрати масла не повинні перевищувати для ГПА потужністю до 10 МВт включно: 1,0 кг / год

1.2.28 Система ущільнень нагнітача повинна забезпечувати герметичність газових порожнин і не допускати загазованість маслобака.

Регулятор перепаду тиску «масло-газ» із змінною (для настройки) установкою повинен забезпечувати заданий перепад з нерівномірністю регулювання не більше 25% у всьому робочому діапазоні тисків.

Акумулятор масла повинен мати обсяг, достатній для ущільнення вала при відключенні масляних насосів протягом не менше 3 хв до 50% спорожнення. В системі ущільнення повинна бути забезпечена безперервна циркуляція масла через акумулятор.

1.2.29 Конструкція ГПА повинна передбачати можливість технічного огляду складальних одиниць і деталей відповідно до регламенту технічного обслуговування і ремонту без розкриття інших елементів, що мають більш тривалий міжремонтний ресурс.

1.2.30 Базові вузли та деталі ГПА, що мають обмежений ресурс (лопаткові апарати турбіни і ротори нагнітачів), повинні мати термін служби не менше ресурсу між капітальними ремонтами або бути кратними йому.

1.2.31 Конструкція ГТУ і нагнітача повинна передбачати використання пристроїв для огляду базових деталей без розкриття.

1.2.32 ГПА повинен бути агрегований з метою забезпечення взаємозамінності складальних одиниць і деталей і їх централізованого ремонту.

1.2.33 Маса найбільш важкого елемента ГПА, переміщуваного в процесі ремонту і технічного обслуговування, повинна бути не більше 15 т.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							



1.2.34 У системах ГПА повинна бути забезпечена можливість обслуговування і ремонту масляних і паливних фільтрів без зупинки ГПА.

1.2.35 Масляні баки повинні бути пило- та вологонепроникними, всі кришки повинні бути з прокладками. Конструкція маслобака повинна забезпечувати можливість повного зливу масла і очищення бака.

За погодженням між розробником і замовником для відкачування масла в станційні ємності може бути передбачений електричний насос.

1.2.36 Конструкція ГПА повинна передбачати можливість діагностування технічного стану обладнання.

1.2.37 ГТУ повинна бути оснащена пристроєм (системою) для періодичного очищення (промивання осевого компресора) і автоматичною системою протиоблідиння.

1.2.38 Вимоги до надійності ГПА

1.2.38.1 Повний середній ресурс ГПА - не менше 100 тис. годин;

середній ресурс до капітального ремонту - не менше 25 тис. годин;

середній ресурс до середнього ремонту (при його необхідності) - не менше 12 тис. ч.

1.2.38.2 Клас використання ГПА - базовий (час роботи понад 6000 год, число пусків не менше 20 в рік, час безперервної роботи більше 300 годин / пуск).

1.2.38.3 Середній наробіток на відмову - не менше 3,5 тис. годин.

1.2.38.4 Коефіцієнт готовності - не менше 0,98.

1.2.38.5 Коефіцієнт технічного використання, не менше:

ГПА з конвертованим двигуном - 0,94;

ГПА із стаціонарними ГТУ - 0,91.

1.2.39 Зниження потужності і ККД ГТУ за міжремонтний період не повинна перевищувати відповідно 4% і 2% (відносних) від номінальної, а ККД нагнітача - 2% (відносних).

Конструкція ГПА повинна забезпечувати відновлення при капітальних ремонтах номінальних показників потужності і ККД.

1.2.40 Забарвлення і зовнішня обробка елементів ГПА і вживані матеріали повинні відповідати технічній документації виробника, розробленої з урахуванням вимог ГОСТ 9.032.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							



1.2.41 Розпізнавальне забарвлення трубопроводів повинне відповідати ГОСТ 14202.

#### 1.2.42 Маркування

1.2.42.1 Фірмова табличка повинна містити наступні дані: товарний знак виробника, позначення установки, заводський номер, продуктивність (номінальну), тиск початковий (номінальний), тиск кінцевий (номінальний), потужність приводу, частоту обертання ротора (номінальну), рік випуску.

1.2.42.2 Маркування деталей і складальних одиниць агрегату виконують відповідно до вказівок на кресленнях.

1.2.42.3 Деталі і складальні одиниці, які є запчастинами, повинні забезпечуватися биркою із зазначенням номера виробу, якщо маркування неможливо виконати безпосередньо на деталі або складальній одиниці.

1.2.42.4 Маркування транспортних місць - по ГОСТ 14192.

#### 1.2.43 Упаковка

1.2.43.1 Упаковка повинна забезпечувати збереженість складових частин ГПА при зберіганні і транспортуванні в умовах 8 (ОЖЗ) по ГОСТ 15150, а в частині механічних впливів - жорстким (Ж) по ГОСТ 23170 протягом 18 міс. з дня відвантаження з підприємства-виготовлювача.

1.2.43.2 Спосіб упаковки, кількість і маса виробів в одиниці упаковки повинні бути вказані в кресленнях на упаковку і відповідати вимогам ГОСТ 23170 або ГОСТ 15846.

1.2.43.3 Блоки ГПА, окремі складальні одиниці і деталі, запасні частини, пристосування і спеціальний інструмент піддають консервації відповідно до ГОСТ 9.014 за технічною документацією виробника.

Консервацію ГПА слід проводити методами і складами, що не вимагають розбирання обладнання при монтажі та розконсервації.

Термін дії консервації повинен бути не менше 18 міс. з дня відвантаження обладнання виробником при дотриманні встановлених умов зберігання.

### 1.3 Загальний опис ГПА

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							СумДУ СУз-71с

До складу агрегату (рис. 1.6) входять: блок двигуна 2 (турбоблок), блок паливний 9, блок вентиляторів охолодження двигуна з повітроводом 3, агрегати систем, які обслуговують роботу агрегату, нагнітач 6. Турбоблок складається з повітровода 10, двигуна газотурбінного 5 на власній рамі, маслобака 11, газовідвода, ресори 8, матеріальної частини для доопрацювання укриття агрегату.

Двигун 2 (рис. 1.7) і газовідвід 3 встановлюються на загальну раму 1 за допомогою сферичних 7 регульованих і плоскопаралельних прокладок (елемент А). Двигун стикується з газовідводом за допомогою плаваючого кільця 13 (елемент Б), яке фіксується притискним кільцем 11.

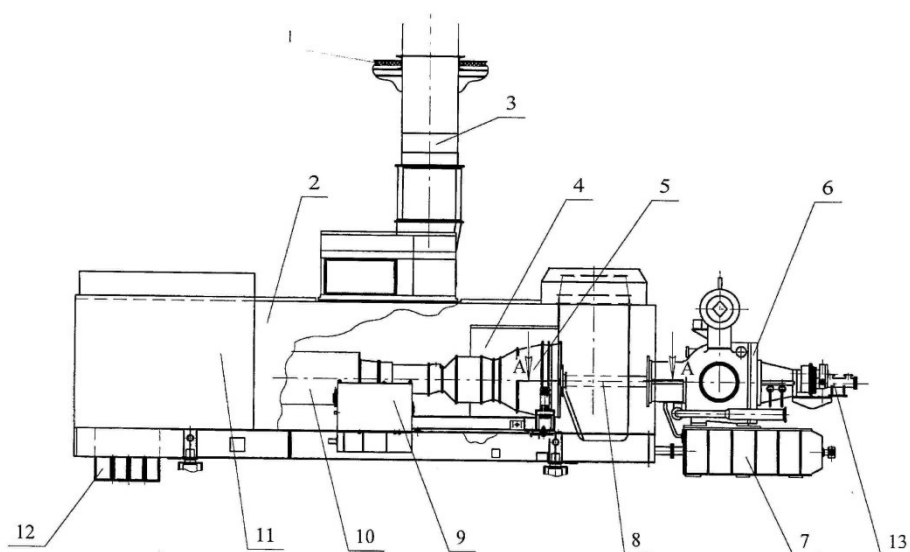


Рисунок 1.6 - Агрегат ГПА-10МН70.02

На раму турбоблоку встановлений кожух 4 (рис. 1.6), що не має передньої стінки, який закриває найбільш нагріті частини двигуна і газовідвода і виконує функції екрану і дефлектора для організації проходу охолоджуючого повітря.

Силовa турбіна двигуна і ротор нагнітача з'єднані за допомогою ресори і муфти. Установка дискової муфти нагнітача (рис. 1.7) виконана на вал 14 нагнітача. Муфта призначена для передачі крутного моменту з вала силової турбіни двигуна на вал нагнітача і

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

складається з корпусу муфти 7, щік еластичних 8, з'єднаних між собою і з корпусом 7 болтами.

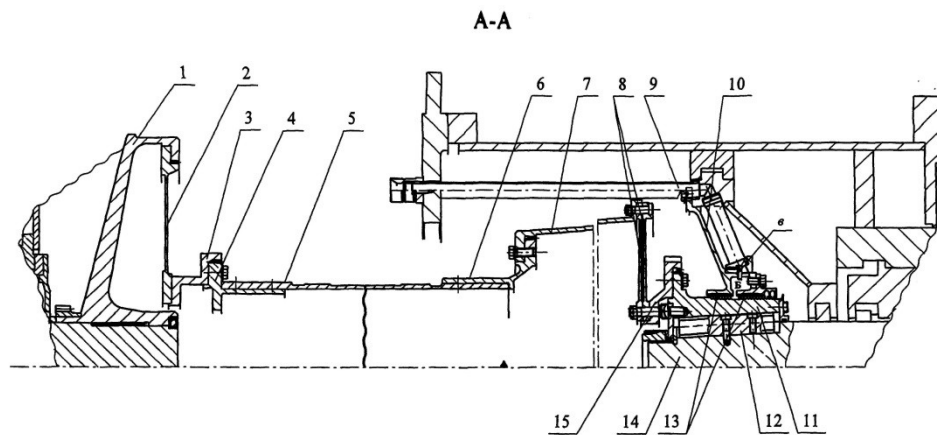


Рисунок 1.7 – З'єднання двигун-нагнітач

Еластичні щіки 8 з'єднані болтовим з'єднанням з перехідником 15.

Корпус муфти 7 гвинтами кріпиться до фланця 6 ресори «двигун - нагнітач». Муфта встановлюється на вал нагнітача за допомогою шпоночно з'єднання (поз. 12).

На корпусі 11 є два ряди лабіринтів 13, які з ущільнювальною кришкою лабіринту 10 утворюють ущільнення масляної порожнини нагнітача. Для підпору масляної порожнини подається повітря від двигуна в порожнину Б через отвір в.

Запуск двигуна здійснюється автоматично по командам автоматизованої системи управління агрегатом.

Устаткування агрегату забезпечує подачу повітря через комплексний пристрій підготовки повітря об'єкта по повітреводу 10, до двигуна 5 (рис. 1.5). Повітропровід 10 є перехідним патрубком між повітроприймальною камерою і двигуном.

Повітроприймальний пристрій об'єкта забезпечує очищення повітря, що надходить в двигун, від пилу.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Розкрутка ротора КНТ двигуна при запуску здійснюється електростартером. Управління стартером при запуску двигуна здійснюється регулятором частоти струму типу «Altivar».

Паливноповітряна суміш надходить в камеру згоряння двигуна, де відбувається її займання.

Компресори двигуна, стискаючи повітря, подають його в камеру згоряння, де воно, змішуючись з паливним газом, утворює паливноповітряну суміш.

При спалюванні паливо-повітряної суміші в камері згоряння утворюються гази, що приводять в обертання турбіни компресорів і силову турбіну. Потужність, що розвивається силовою турбіною, використовується для приводу нагнітача.

Роботу агрегату забезпечує паливна система, система змащування двигуна і нагнітача, система пневмокерування двигуном, система електрообладнання.

Двигун і нагнітач мають автономні системи змащення. Змащування двигуна проводиться від навішеного маслоагрегата - на режимній роботі, і від мас-лоагрегатів з електроприводом - при пуску і зупинці.

Паливна система виконана в блочному виконанні. Паливна апаратура встановлюється в блоці паливному 9. Передбачена попередня підготовка паливного газу, підігрів і очищення від механічних домішок, рідких фракцій в блоці фільтрації паливного газу.

#### 1.4 Будова і робота основного обладнання агрегату

##### 1.4.1 Турбоблок. Повітропровід.

Повітропровід 10 (рис. 1.5) служить для організації підведення циклового повітря до двигуна. Підведення повітря здійснюється через камеру повітреприймальну 12 і повітровід

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

10. Повітровід (рис. 1.8) складається з проставок циліндричних 3, 4, проставки конічної 5, сітки 2.

Повітреприймальна камера являє собою конструкцію коробчатої форми, зібрану з зовнішніх і внутрішніх стінок.

У середині камери розташована захисна сітка 2 перед циліндричною проставкою 3.

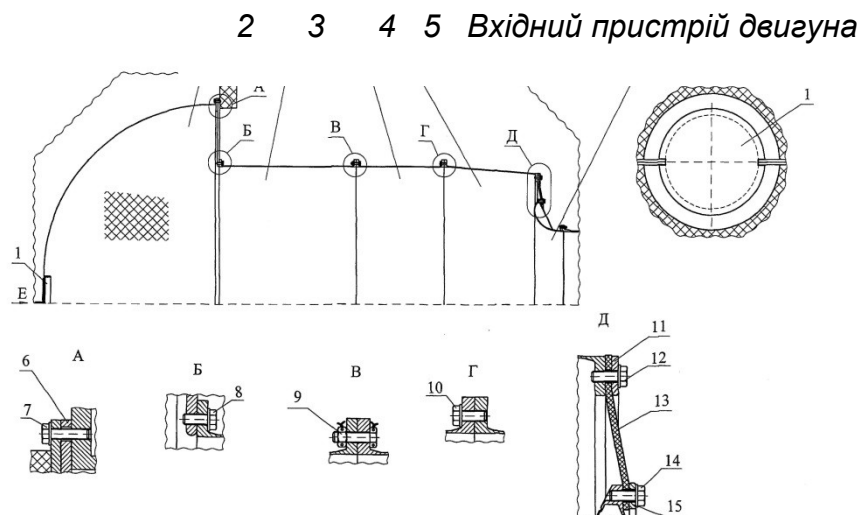


Рисунок 1.8 – Повітровід

У відсіку повітреприймальної камери є отвір, через який здійснюється підведення циклового повітря до двигуна. Кріплення проставки циліндричної 3 повітровода з повітреприймальною камерою і сіткою 2 здійснюється гвинтами 7 через фланець 6, болтами 8. З'єднання вхідного пристрою двигуна з конічною проставкою 5 повітровода здійснюється притискними півкільцями 11, 15, діафрагмою 13.

Газовідвід призначений для відводу відпрацьованих газів в вихлопну систему об'єкта. Газовідвід (рис. 1.9) складається з корпусу газовідвода 4, що закінчується конусним соплом, кожуха зовнішнього 2, кожуха внутрішнього 3. Кожух внутрішній 3 складається з трьох фланців і двох кожухів 3.1, 3.2.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

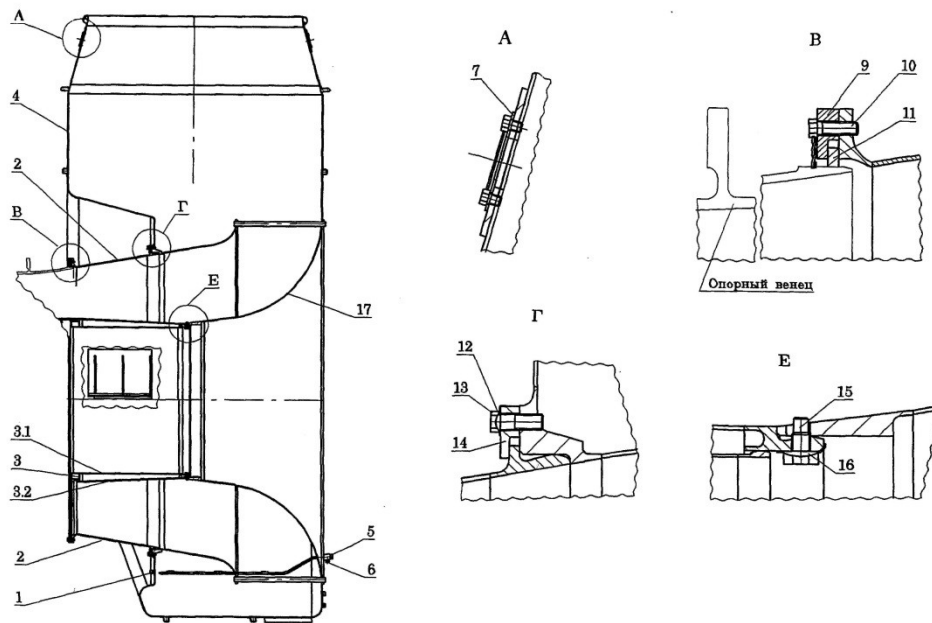


Рисунок 1.9 – Газовідвід

Така конструкція внутрішнього кожуха зменшує нагрів ресори двигуна. Кожух 3 телескопічно з'єднаний з кожухом 17 газовідвода. Гвинти 15 (елемент Е) виконують роль осьових фіксаторів телескопічного з'єднання двигуна з корпусом газовідвода і, завдяки збільшеному діаметру отворів у фланці корпусу газовідвода не перешкоджають переміщенням кожуха внутрішнього в необхідних межах. Гвинти стопоряться шайбою-замком 16.

По зовнішньому діаметру опорний вінець силової турбіни двигуна стикується з газовідводом через плаваюче кільце 11 (елемент В), яке притискається кільцем 9 до фланця корпусу газовідвода гвинтами 10, що стопориться проволокою. Для забезпечення можливого температурного розширення в з'єднанні кожуха з опорним вінцем передбачений тепловий зазор.

У нижній частині газовідвода на передній стінці на корпусі газовідвода є дренажні отвори для відводу в теплоізолюючий кожух масла, яке може потрапити з двигуна в газовідвід. На задній стінці приварені два штуцери пожежного колектора, закриті заглушками 5, 6.

Кожух зовнішній 2 виконаний з двома фланцями. Кожух зовнішній кріпиться до корпусу газовідвода 4 гвинтами 13. З'єднання кожуха зовнішнього з опорним вінцем здійснюється через плаваюче кільце 11, яке притискається до фланця кожуха зовнішнього кільцем 9. Кільце 9 кріпиться до фланця кожуха гвинтами 10 і стопориться дротом.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.					СумДУ СУз-71с			
Ватв.	Довбиш А.С							

Укриття (рис. 1.10) індивідуальне, легкозбірне призначене:

- для розміщення систем, що забезпечують роботу ГТД;
- для захисту механізмів і систем агрегату від впливу зовнішнього середовища;
- для захисту навколишнього середовища від акустичного впливу працюючого двигуна.

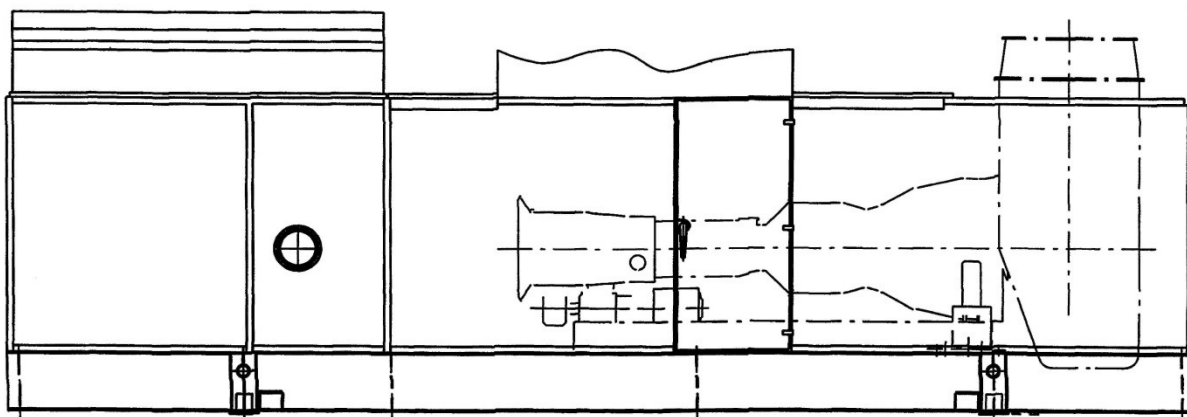


Рисунок 1.10 – Укриття

Укриття зовні складається з десяти бічних панелей, з двох дверних, двох торцевих і трьох стельових. Всі панелі знімні. Із зовнішнього боку панелі покриті сталевими гофрованими листами. Усередині панелі знаходиться звукопоглинаюча ізоляція з базальтового волокна.

З бічних сторін і попереду передбачені двері, що відкриваються і закриваються як зовні, так і зсередини.

Дві поперечних стінки в носовій частині укриття утворюють шахту прийому повітря до ГТД, в якій для спостереження за станом захисної сітки турбіни в бічних панелях передбачені два ілюмінатора.

Передня поперечна стінка повітреприймальної шахти, а також передня стінка укриття складається з двох стулок, які можуть відкриватися при викочуванні двигуна для його заміни. Задня стінка повітреприймальної шахти має знімну частину, яка також служить для викочування двигуна. Двигун викочується на знімних технологічних колесах по стаціонарних рейках в рамі блоку двигуна.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

З внутрішнього боку укриття на поперечних балках стійок, що кріплять бічні і верхні панелі, монтується елементи пожежної автоматики і газопиявлення, система освітлення, трубопроводи та електричні траси.

Укриття монтується на рамі блоку двигуна.

#### 1.4.2 Повітропровід охолодження блоку ВМД

Повітропровід (рис.1.11) призначений для подачі повітря, що охолоджує блок ГТД в процесі експлуатації.

Конструктивно повітропровід виконаний у вигляді повітрозабірника і складається з блоку вентиляторів 2, встановленого на контейнер двигуна 8, і труб 4 підводу охолоджуючого повітря до блоку двигуна.

Для зниження рівня шуму, розповсюджуюваного від ГТД через тракт подачі охолоджуючого повітря по трубі 4, а також від вентиляторів блоку охолодження, на вході в блок вентиляторів встановлений глушник 3.

Глушник 3 являє собою двостінний короб, всередині обшитий перфорованими сталевими листами. Між листами знаходиться шумопоглинаючий матеріал 4 (мати звукопоглинаючі з базальтового волокна). Глушник кріпиться зверху на фланці блоку вентиляторів.

Повітря в контейнер двигуна подається через розсікач 1.

Регульовані жалюзі 9, встановлені на корпусі розсікача, дозволяють змінювати як напрямок, так і кількість повітря, що розподіляється по контейнеру ГТД.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							



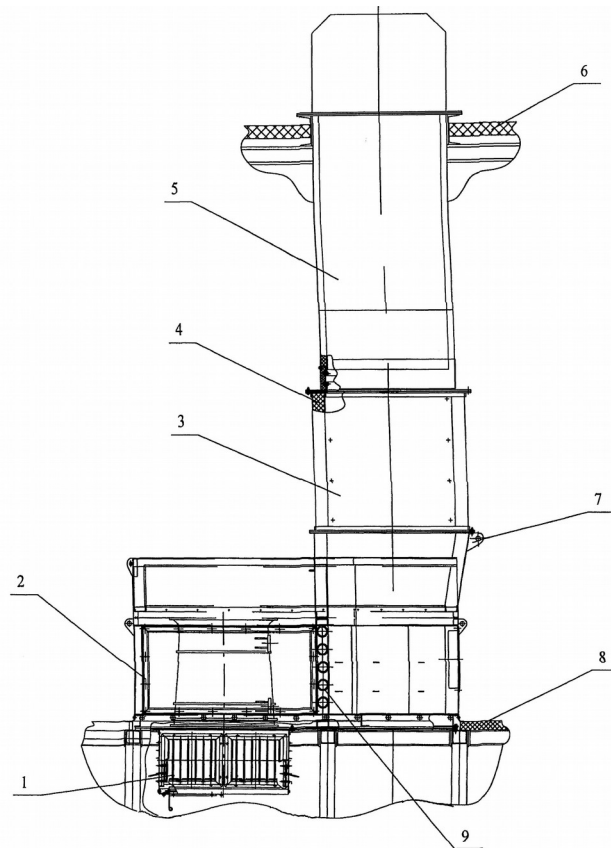


Рисунок 1.11 - Повітровід охолодження блоку двигуна

Блок вентиляторів (рис. 1.12) служить для нагнітання охолоджуючого повітря в контейнер двигуна.

Усередині блоку встановлені два осьових електровентилятори 1, 2 і жалюзі. Рух повітря всередині короба блоку вентиляторів здійснюється від вхідного патрубку блоку вентиляторів через жалюзі 5 до вентиляторів 1 або 2. Жалюзі 5 виконані у вигляді лопаток 8, які можуть вільно повертатися у втулках 9.

При непрацюючих вентиляторах лопатки перекривають перетин патрубка.

При включенні вентилятора лопатки жалюзі під впливом потоку повітря розгортаються горизонтально по потоку, відкриваючи прохідний перетин. Лопатки жалюзі непрацюючого вентилятора, навпаки, під дією тиску, створюваного в контейнері працюючим вентилятором, закриваються.

Для підвищення надійності роботи в блоці охолодження встановлені два вентилятори (один - робочий, другий - резервний).

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

При непрацюючому ГТД вентилятори 1 (2) включаються при досягненні 0.5% концентрації паливного газу в контейнері ГТД незалежно від температури повітря в контейнері. Відключаються - після закінчення 5 хвилин після падіння концентрації паливного газу нижче 0,5%.

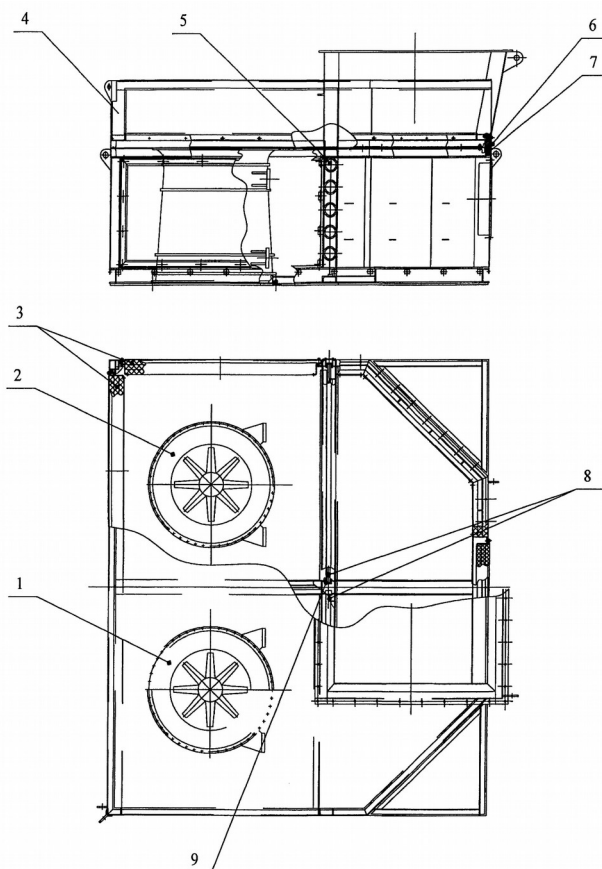


Рисунок 1.12 – Блок вентиляторів охолодження двигуна

### 1.4.3 Коробка приводів нагнітача

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Коробка приводів (рис. 1.13) встановлена на задньому корпусі нагнітача і призначена для приводу відцентрового масляного насоса низького тиску і масляного гвинтового насоса високого тиску.

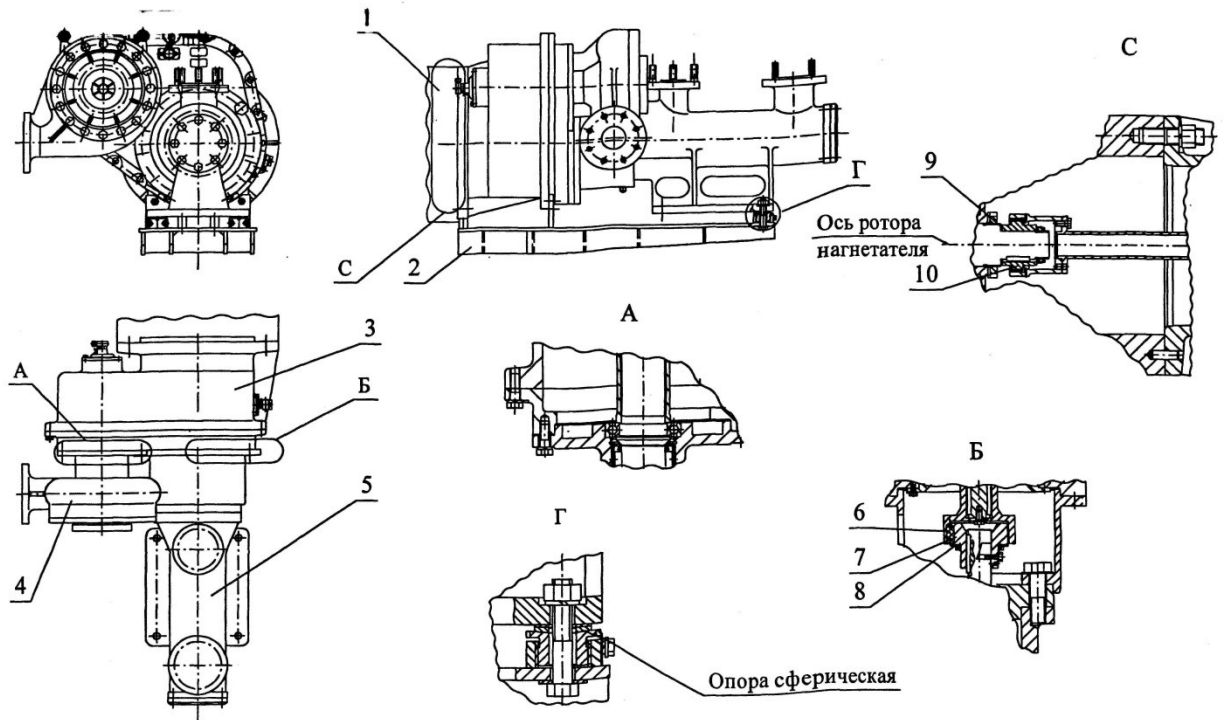


Рисунок 1.13 – Коробка приводів нагнітача з маслососами

Відцентровий масляний насос призначений для змащення нагнітача, а гвинтовий для подачі масла в систему ущільнення нагнітача.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

## 2 РЕЖИМИ РОБОТИ ГПА

У ГПА можливі наступні режими роботи:

- режим "Регламентні роботи" ГПА;
- режим "Резерв" ГПА;
- передпускова перевірка готовності ГПА;
- режим "Холодна прокрутка" ГПА;
- режим "Промивання ГПА";
- режим "Автоматичний пуск" ГПА;
- режим "Нормальна зупинка» ГПА;
- режим "Аварійна зупинка без стравлювання газу з контуру нагнітача" ГПА;
- режим "Аварійна зупинка зі стравлюванням газу з контуру нагнітача" ГПА;
- режим "Екстрена аварійна зупинка" ГПА.

При роботі ГПА виникають різні ситуації, пов'язані з несправністю виконавчих механізмів, виходом з ладу певних блоків агрегату і багато інших. В такому випадку кожній ситуації, що виникла, відповідає конкретний режим роботи. На рис. 2.1 відображена послідовність переходу з одного режиму в інший.

Так, наприклад, перехід в режим "Резерв" здійснюється при:

- автоматично після включення контролера;
- автоматично після закінчення режимів "Холодна прокрутка", "Промивання ГПА", "Нормальна зупинка», «Аварійна зупинка".

ГПА виходить з режиму "Резерв":

- автоматично при переході в режим "Аварійна зупинка";
- при ініціалізації одного з режимів: "Холодна прокрутка", "Промивання ГПА", "Автоматичний пуск";
- при виборі оператором режиму "Регламентні роботи".

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

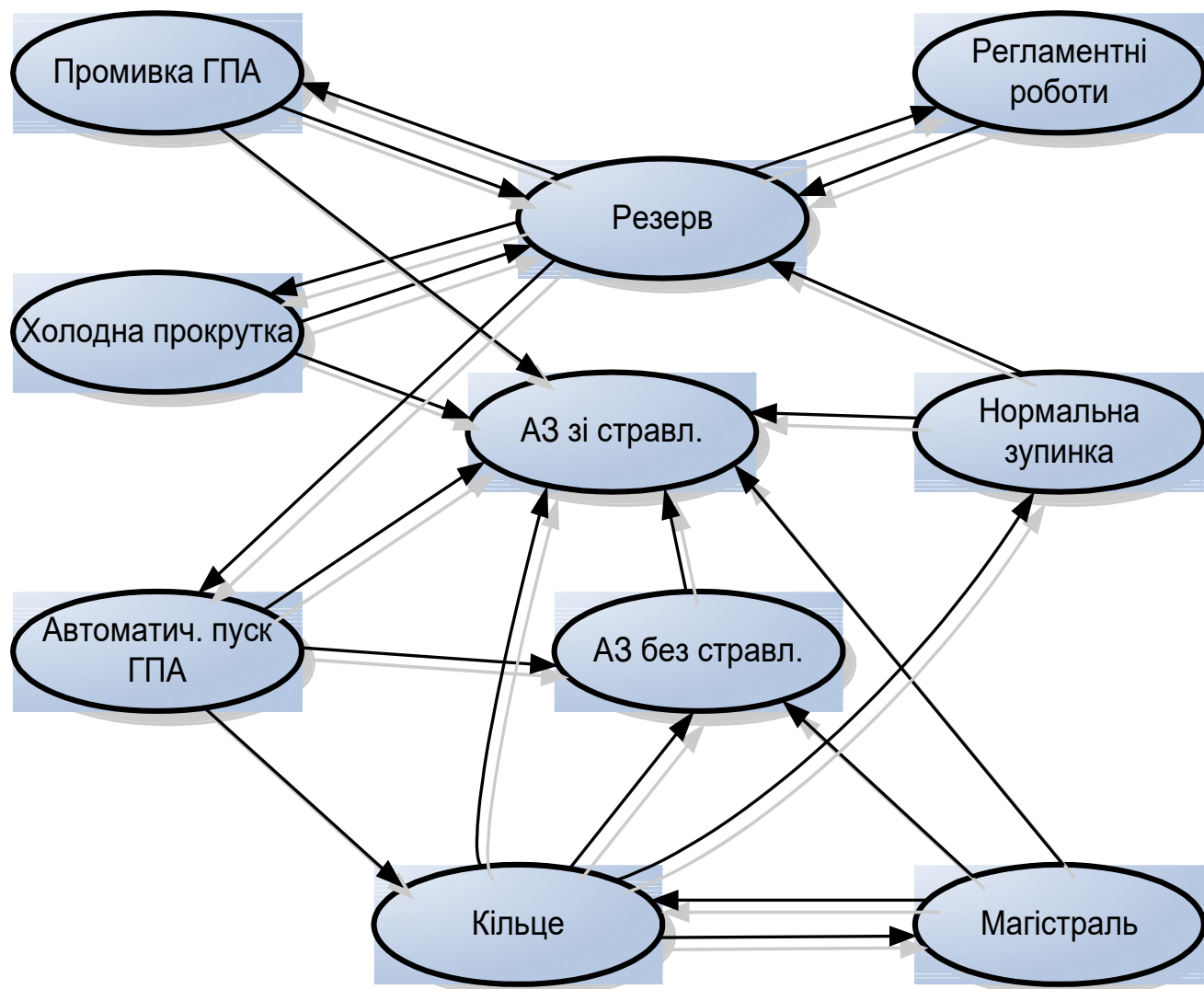


Рисунок 2.1 - Граф режимів роботи ГПА

Перехід на режим "Регламентні роботи" можливий тільки з режиму "Резерв".

Оператор має можливість переводити ГПА в режими "Резерв" і "Регламентні роботи". Включення режиму оператором привласнює значення "1" змінної, що передається по інтерфейсу в САУ ГПА. При отриманні значення "1" даної змінної, САУ ГПА переводить ГПА в обраний режим.

Режим "Резерв" призначений для перевірки виконавчих механізмів, для передпускової підготовки ГПА. Оператор має можливість дистанційно керувати виконавчими механізмами.

Дистанційне керування дозатором газу ДУС 6,5М відбувається на режимі "Резерв".

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

Для перевірки спрацьовування дозатора палива ДУС 6,5М на режимі "Резерв" САУ забезпечує:

- перевірку стану запірної арматури подачі паливного газу (КК12 - закритий, СК12 - закритий, СК11 - закритий);
- скидання сигналу "Продувка оболонки завершена";
- продування оболонки під надлишковим тиском. Після натискання кнопки "Продувка оболонки" виконується алгоритм "Управління системою вентиляції і охолодження ГПА". Запуск алгоритму по кнопці виконується тільки на режимі "Резерв".

Після завершення продувки оболонки під надлишковим тиском САУ формує і передає сигнал "Продувка оболонки завершена". Після цього САУ ГПА виконує подачу живлення на ДУС 6,5М.

При переході на режими запуску "Холодна прокрутка" та "Автоматичний пуск" сигнал "Продувка оболонки завершена" повинен бути знятий.

Також в режимі "Резерв" виконується передпускова перевірка готовності ГПА. Ця перевірка здійснюється за наявності таких передпускових умов:

- відсутність пускових і робочих режимів;
- відсутність режимів зупинки;
- передпускова готовність САУ ГПА;
- блок ЕАЗ готовий;
- справність каналів аналогових датчиків;
- перемикач режиму управління механізмами ГПА в положенні "Автомат" (сигнал "Готовність САУ до автоматичного управління");
- рівень масла в маслобаку двигуна - в нормі;
- температура масла в маслобаку двигуна - в нормі;
- температура масла в передній опорі двигуна - не менше 5 ° С;
- ТЕН в маслобаку Д відключений;
- сигнал загазованості знятий;
- відсутність сигналу "Несправність ПЧ ВОД";
- відсутність сигналу "Несправність ПЧ МОД";
- закриті:

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

- а) кран підведення пускового газу КК11;
- б) кран підведення паливного газу КК12;
- в) байпасні клапани ВЗП - БК1, БК2, БК3;
- г) заслінка підігріву циклового повітря;
- д) двері оболонки закриті;
- е) заслінка повітряна на повітреводі, що подає ЗП1;
- ж) заслінка повітряна на зворотному повітреводі ЗП2;
- з) кран зливу масла з БМО;
- відкриті:
  - а) кран скидання пускового газу на свічку КК10;
  - б) кран скидання паливного газу на свічку КК9;
  - в) відсічний клапан пускового газу СК11;
  - г) відсічний клапан паливного газу СК12.

До передпускових умов ГПА відноситься також попередня технологічна підготовка компресорного агрегату (КА): підготовка маслосистеми (подача масла на змащення і ущільнення), подача газу і продування газом КА.

З режиму "Резерв" здійснюється перехід в режим "Холодна прокрутка", за умови виконання передпускової готовності САУ і наявності сигналу від САУ ГПА "Готовність до пуску ГПА". Режим "Холодна прокрутка" призначений для автоматичного виконання холодної прокрутки газотурбінного двигуна. В процесі "ХП" виконується перевірка роботи механізмів двигуна і прокрутка роторів двигуна.

Режим "Промивання ГТУ" призначений для промивання газоповітряного тракту двигуна. Перехід в режим "Промивання ГПА" здійснюється оператором з режиму "Резерв", за умови виконання передпускової готовності САУ і наявності сигналу від САУ ГПА "Готовність до пуску ГПА".

Різниця алгоритму "ХП" і "Промивання ГПА" полягає в тому, що оператор має можливість задавати час прокрутки роторів двигуна. Максимальний час прокрутки роторів двигуна буде погоджено з заводом - виробником двигуна НК16-СТ. Оператор має можливість перервати процес промивання ГПА натисканням кнопки "Кінець промивання ГПА". В САУ ГПА передається сигнал "Кінець промивання ГПА".

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Вихід з режиму "Промивання ГПА" відбувається: автоматично після закінчення промивання с переходом в режим "Резерв", при автоматичному переході в режим "Аварійна зупинка", при ініціалізації оператором режиму "Аварійна зупинка".

Процес автоматичного пуску ГПА починається після виконання попередньої технологічної підготовки КА, передпускових умов САУ і наявності сигналу від САУ ГПА "Готовність до пуску ГПА".

Режим "Нормальна зупинка» проводиться по команді оператора. Після формування режиму (команди) "Нормальна зупинка» САУ автоматично переходить на виконання алгоритму НЗ. Оператору видається повідомлення "Нормальна зупинка».

В САУ ГПА передається команда "Нормальна зупинка ГПА".

Алгоритм САУ ГПА нормальної зупинки двигуна передбачає зниження режиму двигуна до малого газу, охолодження і зупинку. Програмний регулятор палива САУ ГПА переводить двигун на режим малого газу і підтримує частоту обертання ротора ВД 5050 об / хв. В САУ видається повідомлення "Охолодження двигуна". Протягом 300 секунд двигун охолоджується. Після чого САУ ГПА видає команди на: закриття стопорного клапана СК, закриття дозатора, відкриття КПВ, через 2сек. прикриття РНА.

Після закриття стопорного клапана (СК) САУ ГПА видає сигнал "СК закритий".

Після отримання сигналу від САУ ГПА "СК закритий" формується команда на перестановку кульових кранів підведення паливного газу:

- закриття крана підведення паливного газу (КК12);
- відкриття скидання паливного газу на свічку (КК9).

Після перевірки закритого стану СК або КК12 формуються команди на:

- закриття крана на вході нагнітача КК4 (якщо був відкритий);
- закриття кранів на лінії рециркуляції КК1, КК2, КК6;
- виключення вентиляторів ВПОУ1 і ВПОУ2;
- відкриття свічки нагнітача КК5.

Після зниження тиску газу на вході нагнітача (менше 0,5 МПа ) на екран монітора видається повідомлення "Газу в нагнітачі немає".

САУ формує сигнал на дозвіл виконати знеструмлення невибухозахищеного електрообладнання.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			



Після закриття СК або КК12 зводиться таймер 300 секунд для охолодження вузлів ГПА. Вентилятори маслосистеми відсіку двигуна ВМОД1 (2) відключаються по температурі масла на виході маслоохолоджувача. Вентилятори обдування двигуна ВОД1 (2) відключаються по часовій затримці. Відключення маслосистеми виконується при відсутності газу в контурі нагнітача. Після перевірки відключення вентиляторів завершується режим нормальної зупинки. На екрані відключається індикація "Нормальна зупинка». Режим "НЗ" деблокується оператором натисканням кнопки "деблокування", після чого агрегат переходить в режим "Резерв".

При формуванні команди на аварійну зупинку система автоматично переходить на виконання алгоритму АЗ з будь-якої стадії виконання алгоритму НЗ.

Аварійна зупинка без стравлювання газу з контуру нагнітача виконується по команді оператора, а також при спрацьовуванні одного з аварійних захистів САУ ГПА. Режим "Аварійна зупинка без стравлювання газу з контуру нагнітача" формується в САУ. Після формування режиму (команди) "Аварійна зупинка без стравлювання газу" протягом 20 секунд подається світлова та звукова сигналізація. САУ автоматично переходить на виконання алгоритму аварійної зупинки. Оператору видається повідомлення "Аварійна зупинка без стравлювання газу" і вказується причина АЗ.

В процесі аварійної зупинки ГПА виконуються наступні операції: закриття стопорного клапана СК, закриття дозатора, відкриття КПП, через 2сек. перекидка РНА з робочого в пусковий стан.

Якщо АЗ сталася на запуску, виконуються наступні операції: закриття заслінки ВС, відключення електромагніту ВС, закриття клапанів пускового палива КПТ1, КПТ2, відключення агрегату запалювання. Сигнал "Двигун працює" обнуляється.

САУ видає команди на перестановку кульових кранів підведення паливного та пускового газу:

- закрити КК12 - підведення паливного газу;
- відкрити КК9 - свічка паливного газу;
- закрити КК11 (якщо не закрито) - підведення пускового газу;
- відкрити КК10 (якщо не відкрито) - свічка пускового газу;

Після перевірки закритого стану СК або КШ12 формуються команди на:

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

- закриття крана на вході нагнітача КК4 (якщо був відкритий);
- закриття кранів на лінії рециркуляції КК1, КК2, КК6;
- виключення вентиляторів ПВОП1 і ПВОП2.

САУ формує сигнал на дозвіл виконати знеструмлення невибухозахищеного електрообладнання.

Після закриття СК або КК12 зводиться таймер 300 секунд для охолодження вузлів ГПА. Вентилятори маслосистеми відсіку двигуна ВМОД1 (2) відключаються по температурі масла на виході маслоохолоджувача. Вентилятори обдування двигуна ВОД1 (2) відключаються по часовій затримці. Після перевірки відключення вентиляторів завершується режим аварійної зупинки. На екран монітора видається повідомлення "А3 закінчена". Режим А3 деблокується оператором натисканням кнопки "деблокування", після чого агрегат переходить в режим "Резерв".

В процесі аварійної зупинки зі стравлюванням газу виконуються ті ж операції, що і при А3 без стравлювання газу. Різниця полягає в тому, що після закриття кранів КК1, КК2, КК6 відкривається кран стравлювання газу з контуру нагнітача КК5. Після перевірки тиску газу на вході нагнітача  $<0,5$  МПа відображається повідомлення "Газу в нагнітачі немає".

Режим "Екстрена аварійна зупинка" призначений для зупинки ГПА в разі відмови САУ. Команда подається від блоку ЕА3, розташованого в щиті управління.

### 3 ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ГПА-10 МН 70.02

Пристрій контролю ПК-02А призначений для збору і попередньої обробки інформації, яка надходить від первинних датчиків об'єкта управління (САУ ГПА) і видачі керуючих сигналів на виконавчі механізми САУ ГПА.

Обробка і видача сигналів відбувається згідно пакету прикладних програм, які реалізують вимоги з контролю та управління САУ ГПА.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

ПК-02А забезпечує виконання таких функцій:

- прийняття вхідних дискретних сигналів логіки рівнем 24В;
- прийняття вхідних аналогових сигналів високого рівня (4-20) мА;
- прийняття вхідних аналогових сигналів низького рівня від термоопорів (ТО) і термопар (ТП);
- прийняття вхідних частотних сигналів прямокутної форми (1-25000) Гц і перетворення їх в цифровий код;
- перетворення цифрового коду в аналоговий вихідний сигнал високого рівня (4-20) мА;
- формування вихідних дискретних сигналів для управління виконавчими механізмами;
- індикацію стану кожного вхідного і вихідного дискретного каналу;
- обробки інформації відповідно до прикладних програм, записаних в програмованих логічних контролерах (ПЛК 90-70 і ПЛК 90-30 фірми GE FANUC);
- обміну інформацією між ПЛК в ПК-02А і з пристроєм оператора ПО-02 по локальній шині "GENIUS";
- самодіагностики з відображенням несправностей на передніх панелях модулів і блоків ПЛК, а також на моніторі пристрою ПО-02;
- програмування ПЛК на мові релейної логіки (LOGICMASTER 90).

### 3.1 Технічні дані

ПК-02А приймає такі вхідні сигнали:

- струмові аналогові сигнали (4-20) мА - не більше ніж 40;
- частотні сигнали з електромагнітних датчиків обертів - не більш 6 (рівень "0" - 0,25В (2,5 В); рівень "1" - 0,75 В (3В));
- аналогові сигнали від термопар (ТП) - не більше 16;
- аналогові сигнали від термоперетворювачів опору (ТО) - не більше 28;
- дискретні сигнали (- загальний + 24 В) - не більше 192;

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.		Кулініч М.В				Д	2	48
Перев.		Журавльов				СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.		Довбиш А.С						

рівень "1" - (15 - 30) У, (3 - 8) мА

рівень "0" - (0 - 5) У, (0 - 1,5) мА

ПК-02А видає такі вихідні сигнали:

- аналогові сигнали управління (4-20) мА або  $\pm 10\text{В}$  - максимум 4;
- дискретні сигнали управління виконавчими механізмами при активному навантаженні:

220В змінного струму до 1,0 А;	} не більше 80;
110В постійного струму до 0,5 А	
27В постійного струму до 5,0 А.	

### 3.2 Склад пристрою ПК-02А

Технічні характеристики і габаритні розміри контролерів ПЛК 90-70 і ПЛК 90-30 наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Найменування	Одиниці Вимірю- вання	ПЛК 90-70 (процесор СРХ935)	ПЛК 90-30 (процесор СРУ313)
Час виконання логічної операції	мкс	0,4	0,6
Кількість дискретних каналів введення - виведення	шт	до 12288	до 320
Робоча температура	0°С	0 - 60	0 - 60
Температура зберігання	0°С	- 40 + 85	- 40 + 85
Вологість (без конденсату)	%	от 5 до 95	от 5 до 95
Живлення (постійний струм)	В	24	24
Потужність вихідна	Вт	90	30

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Вага каркаса	кг	6,8	0,5
Розміри	мм	267x483x184	130x265x142
Тип акумуляторної батареї		Літійвий акумулятор	Літійвий акумулятор
Термін служби ненавантаженої батареї (при t = +250С)	років	8-10	8-10
Термін служби акумулятора в режимі збереження інформації (ПЛК відключений)		6 мес	до 2 років

Склад пристрою ПК-02А наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Позиційне позначення	Найменування		Кількість	Примітка
ПЛК 90-70				
AD1	Модуль живлення	IC697PWR724	1	
AD2	Модуль процесора	IC697CPX935	1	
AD3, AD4	Модуль шини Genius	IC697BEM731	2	
AD5, AD6	Модуль АЦП	IC697ALG230	2	
AD7	Модуль розширення АЦП	IC697ALG440	1	
AD8	Модуль ЦАП	IC697ALG320	1	
AD9, AD10	Модуль вих. дискретних сигналів	IC697MDL750	2	
AE1	Каркас змонтований ПЛК 90-70	IC697CHS790	1	
AM	Блок вентиляторів	IC697ACC724	1	
ПЛК 90-30				
AD11	Модуль живлення	IC693PWR322	1	
AD12	Модуль шини Genius	IC693CMM302	1	
AD13, AD15	Модуль вх. дискретних сигналів	IC693MDL655	3	
AD16	Модуль вих. дискретних сигналів	IC693MDL753	1	
AE2	Базова плата ПЛК 90-30	IC693CPU313	1	
CBL1.CBL8	Кабель (3м)	IC693 CBL315	8	
FIELD CONTROL 1				
AD17	Модуль шини Genius	IC670GBI002	1	
AD18, AD21	Модуль вх. дискретних сигналів	IC670MDL640	4	
AD22	Модуль вимірювання сигналів	IC670ALG620	1	
AD23	Модуль АЦП	IC670ALG240	1	
AD24, AD25	Модуль вимірювання сигналів	IC670ALG630	2	
AE3... AE5	Субблок клемний	IC670CHS001	3	
AE6	Субблок клемний	IC670CHS003	1	

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

AE7	Блок клемний термокомпенсації	IC670CHS004	1	
TBM1.TBM3	Клемник розподільний	IC670TBM001	3	
CBL19, CBL20	Кабель	IC670 CBL004	2	
FIELD CONTROL 2				
AD26	Модуль шини Genius	IC670GBI002	1	
AD27, AD28	Модуль вх.дискретних сигналів	IC670MDL640	2	
AD29... AD34	Модуль вимірювання сигналів	IC670ALG620	6	
AE8... AE11	Субблок клемний	IC670CHS001	4	
A1	Перетворювач СН БЖ	13829680.468714.004	1	
A2	Блок екстреної зупинки	13829680.468243.004	1	
A3...A9	Підсилювач-формував УФ-02	13829680.468714.002	7	
AR1...AR3	Комірка с резисторами	13829680.468714.005	3	
EL	Лампа освітлення	PS 4107.000, 230 V	1	
IFMA 1...7	Перетворювач частота-струм	IFMA 0035	7	
FV	Блок грозозахисту	MT-rs485-ttl	1	
G1, G2	Блок живлення ((220 / =24)	EWS300P-24V	2	
G3	Перетворювач DC/DC (=24 /=24)	DSR30-24-24	1	
G4, G5, G6, G8	Перетворювач DC/DC (=24 /=24)	13829680.468714.003	4	
G7	Перетворювач DC/DC (=24 /(12)	13829680.468714.003	1	

### 3.3 Опис і робота ПК-02А

Структурна схема ПК-02А приведена на кресленні СУз-71с.151.02 С1.

Пристрій управління ПК-02А складається з:

- двох програмованих логічних контролерів (ПЛК 90-70 і ПЛК 90-30);
- двох блоків введення-виведення (БВВ) сигналів (FIELD CONTROL 1,2);
- двох блоків живлення (G1, G2);
- п'яти перетворювачів DC / DC (G3.G6 = 24В / = 24В але G7 = 24В / (12В);
- блоку екстреної аварійної зупинки (БЕАЗ);
- перетворювачів частота-струм (IFMA1.7) і підсилювачів ПФ-02 (А3.А9);
- блоків вихідних реле (2ХТ1, 2ХТ2, 3ХТ5) і запобіжників (FU1.FU33);
- клемників вхідних дискретних (3ХТ1.3ХТ3) і аналогових (4ХТ1, 4ХТ2) сигналів.

ПЛК 90-70 виконує наступні функції:

- збір, обробка дискретних і аналогових сигналів через модулі введення АЦП і модулі зв'язку з внутрішньою локальною мережею (ЛМ) "GENIUS";

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

- реалізація основних режимів управління ГПА за допомогою програми, записаної в модуль процесора (CPU);
- видача сигналів управління через модулі дискретного (DO) і аналогового виводів (ЦАП);
- обмін даними з ПЛК 90-30 і блоками Field Control по внутрішній ЛМ "GENIUS";
- обмін інформацією з пристроєм ПК-02 по зовнішній ЛМ "GENIUS".

ПЛК 90-70 - це каркас, який вміщує модуль живлення PS, модуль процесора CPU, два контролера ЛМ "Genius", два модуля АЦП, модуль розширення АЦП, модуль ЦАП і два модуля дискретного виводу DO.

Перетворювачі IFMA здійснюють перетворення частотних сигналів (1Гц - 25 кГц) в сигнали (4-20) мА, виходи яких під'єднані до входів першого АЦП. На входи другого АЦП і розширювача АЦП надходять сигнали від датчиків тиску, вібрації, положення та інші сигнали (4-20) мА. Модуль ЦАП видає сигнали управління (4-20) мА на регулюючі клапани РК1, РК2 і антипомпажного клапан "Mocveld".

Модулі дискретного виводу здійснюють видачу дискретних сигналів на блоки вихідних реле для управління механізмами ГПА.

Інформацію від дискретних датчиків ПЛК 90-70 отримує за допомогою модулів дискретного вводу DI ПЛК 90-30 і Field Control через внутрішню локальну мережу "GENIUS".

ПЛК 90-30 виконує наступні функції:

- збір, обробку вхідних дискретних сигналів і передачу їх в ПЛК 90-70 через внутрішню ЛМ "GENIUS";
- організацію резервного аварійного захисту при виході з ладу ПЛК 90-70 шляхом видачі сигналів управління на блок вихідних реле.

ПЛК 90-30 - це панель з вмонтованим процесором і роз'ємами, на які встановлені: модуль живлення PS, модуль зв'язку з "GENIUS", три модуля дискретного введення DI і модуль дискретного виводу DO.

Блоки Field Control виконують функції збору, обробки і передачі інформації через внутрішню ЛМ "GENIUS" до ПЛК 90-70 сигналів від дискретних датчиків, термоопорів, термопар.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

Блок термокомпенсації служить для термокомпенсації холодних спаїв датчиків термопар.

Field Control 1 складається з модуля зв'язку ЛМ "GENIUS" (GBI) і чотирьох субблоків з роз'ємами і клемами. У два перших субблока встановлюються по два модуля дискретного вводу (DI), в третій субблок - модуль (TC) і АЦП, в четвертий субблок - перетворювачів термопар (ТП).

Field Control 2 складається з модуля зв'язку ЛМ "GENIUS" (GBI) і чотирьох субблоків з роз'ємами і клемами. У перший субблок встановлюється два модуля (DI); у другій, третій і четвертий субблоки - модулі перетворювачів сигналів термоопорів (ТО).

Блок БЕАО виконує функцію екстреної аварійної зупинки:

- від кнопки ЕАЗ, яка встановлена в ПО-02;
- при несправності ПЛК 90-30, ПЛК 90-70 (замикання реле 2ХТ3 / 32);

Екстрена аварійна зупинка здійснюється шляхом блокування сигналів з ПЛК 90-70 і видачі сигналів управління на блок вихідних реле (2ХТ1) з блоку БЕАЗ.

Конструкція ПЛК 90-30 пристрою управління включає п'ятироз'ємну базову плату з процесором, в яку вставляються модулі. Розміщення модулів в ПЛК 90-30 наведено згідно таблиці 2.2.

Конструкція ПЛК 90-70 пристрою контролю включає змонтований каркас, в якому встановлені модулі. Модулі встановлюються відповідно до конфігурації ПЛК, яка задається програмою Logiсmaster 90. Конфігурація ПЛК приведена в програмному забезпеченні. Деякі модулі ПЛК 90-70 мають механічний ключ, який запобігає неправильній заміні одного типу модуля іншим в даному місці.

При першій установці модуля в каркас кодовий ключ фіксується на направляючій на задній панелі каркаса. Коли модуль виймається, ключ залишається в каркасі і належить тільки певному модулю. Якщо потрібно поміняти місце модуля в каркасі, після того як ключ зафіксовано, необхідно витягнути ключ. Ключ вставляється в модуль, а модуль може бути встановлений в каркас на нове місце. Кожен модуль має зверху і знизу затискачі для фіксування його в каркасі.

Модуль встановлюють за направляючою в середину каркаса, натискають на затискачі і просувають модуль до кінця. Затискачі відпускають. Модуль повинен бути зафіксований.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							



Знімають модуль в зворотному порядку. Деякі модулі (Genius, АЦП, ЦАП, вихідні модулі) мають в своєму складі клемні колодки, які закріплюються гвинтом до модуля. Відкрутивши гвинт можна витягнути клемник.

Введення і виведення зовнішніх сигналів в ПЛК 90-30 і ПЛК 90-70 здійснюється за допомогою внутрішніх кабелів і джгутів, які пов'язують модулі з зовнішніми клемниками.

Блок введення-виводу (БВВ) сигналів FIELD CONTROL 1 (2) складається з базового інтерфейсного модуля шини "GENIUS" AD17 (AD26), до якого за допомогою кабелів послідовно приєднуються клемні блоки АЕ3 ... АЕ6 (АЕ8 ... АЕ11). У дужках вказані номери модулів і клемних блоків для БВВ-2.

До роз'ємів клемного блоку АЕ6 підключається клемний блок термокомпенсації АЕ7. У клемні блоки вставляють модулі введення-виводу сигналів. Модулі встановлюють згідно конфігурації БВВ, яка задається програмно. Кожен тип модуля має кодовий ключ. У розетках клемних блоків механічними ключами виставляється відповідна даному модулю кодова комбінація.

Розміщення клемних блоків і модулів наведено на кресленні СУз-71с.151.02 С1 згідно таблиці 3.2.

### 3.4 Програмований логічний контролер ПЛК 90-30

#### 3.4.1 Модуль живлення

Модуль живлення IC693PWR322 розрахований на роботу з вхідною напругою 24 В постійного струму.

Характеристики модуля живлення наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Модуль живлення, N за специфікацією	IC693PWR322
Номінальна напруга	24 В
Робоча напруга	18 до 56 В постійного струму
Вхідна потужність	150 Ватт
Вихідна потужність	90 Ватт загальна 15 Ватт + 5 В 15 Ватт - 24 В (релейний вихід)

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Ізольований вихід	24 В постійного струму 0,8 А
-------------------	------------------------------

На лицьову панель блоку живлення виведені:

- чотири індикатора, що сигналізують:
  - PWR - живлення подано;
  - OK - ЦП працездатний;
  - RUN - ЦП в роботі;
  - BATT - розряд батареї;
- серійний порт PS-485 для інтерфейсу;
- літєва батарея довгострокового користування (IC693FCC301).

### 3.4.2 Базова плата моделі CPU313

Базова плата моделі CPU313 є 5-ти роз'ємною платою з вмонтованим процесором IC693CPU313 для ПЛК 90-30.

Характеристики процесора:

- швидкість - 10 МГц;
- процесор - 80188;
- кількість вх / вих каналів - не більш 128;
- реєстрова пам'ять - 2 Кбайт;
- максимальний обсяг програмованої пам'яті - 6 Кбайт;
- внутрішня бітова пам'ять - 1024 біт;
- таймери / лічильники - 170;
- реєстр зсуву - є;
- реєстр даних - 512.

Зовнішній вигляд базової плати з вмонтованим ЦП, наведено на рис. 3.1.

Модуль вхідних дискретних сигналів IC693MDL655 логіки напругою 24В має 32 вхідних канали. У ПК-02А модулі дискретного введення використовуються в режимі логіки - загальний дискретний плюс 24 В.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

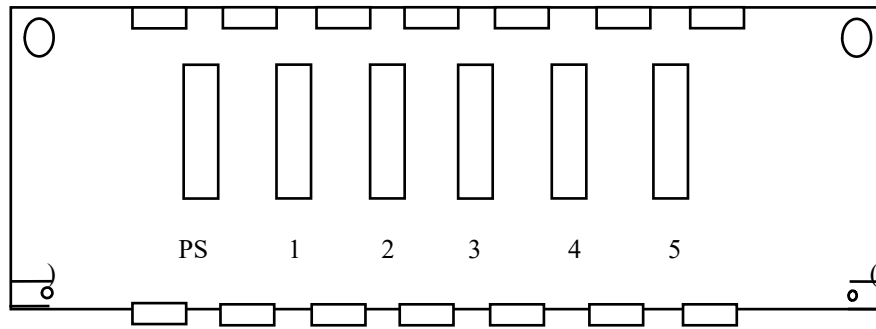


Рисунок 3.1

### 3.4.3 Модуль вхідних дискретних сигналів

Входи розбиті на 4 групи (A1-A8, B1-B8, C1-C8, D1-D8), кожна група має свій загальний (A, B, C, D, COM). Для підключення вхідних дискретних сигналів використовуються штатні кабелі (IC693CBL315), які приєднуються до двох 24-х контактних роз'ємів, розміщених попереду модуля (один АВ, другий на групу CD).

Кінці кабелів підключені до клемників 3ХТ1 ... 3ХТ3 ПК-02А.

Схема підключення вхідних сигналів наведена на рис. 3.2.

Схема розпаювання кабелю (IC693CBL315) приведена на рис. 3.3 і в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

N контакту	Колір проводу	N контакту	Колір проводу
A1	коричневий	B1	фіолетовий
A2	чорно коричневий	B2	чорно фіолетовий
A3	червоний	B3	білий
A4	чорно червоний	B4	чорно-білий
A5	помаранчевий	B5	сірий
A6	чорно-помаранчевий	B6	чорно сірий
A7	жовтий	B7	рожевий

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов				СумДУ СУз-71с			
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

A8	чорно жовтий	B8	чорно рожевий
A9	тем.зелений	B9	тем.зелений
A10	тем.зелений-чорний	B10	тем.зелений-чорний
A11	синій	B11	світлозелений
A12	чорно-синій	B12	світлозелений-чорний

Блок-схема модуля представлена на рис. 3.4.

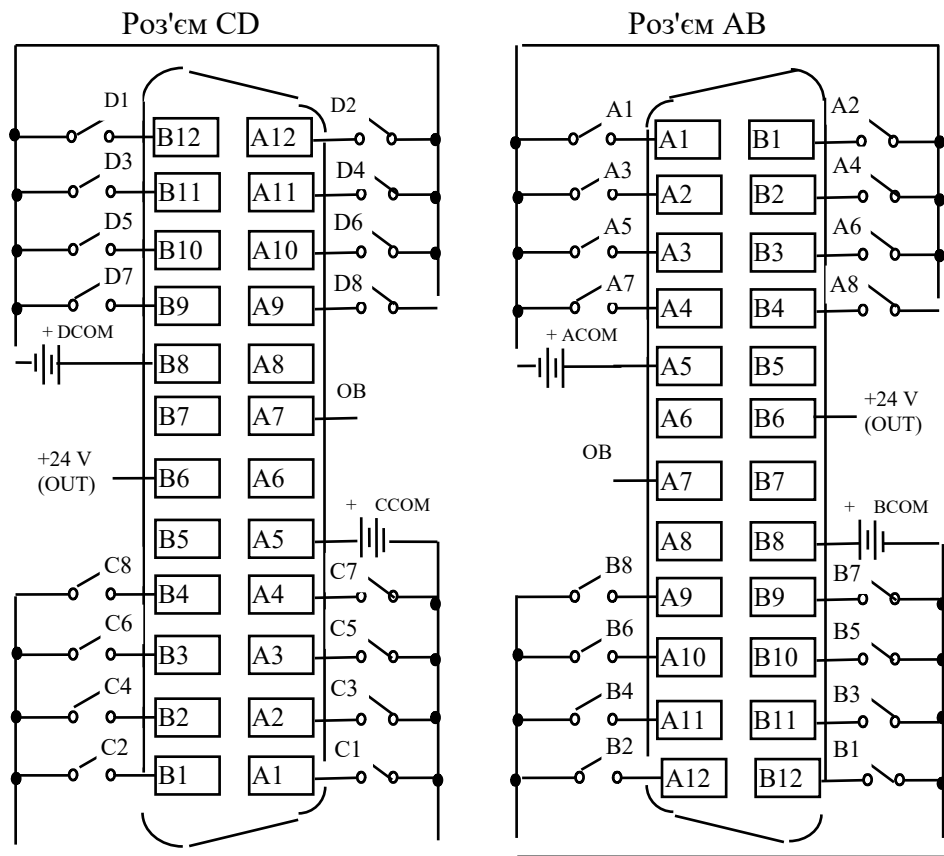


Рисунок 3.2

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

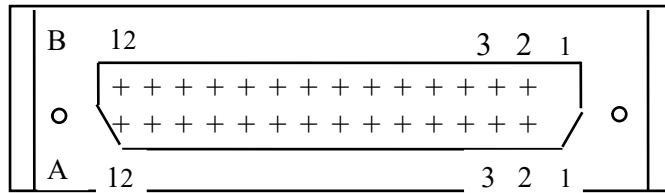


Рисунок 3.3

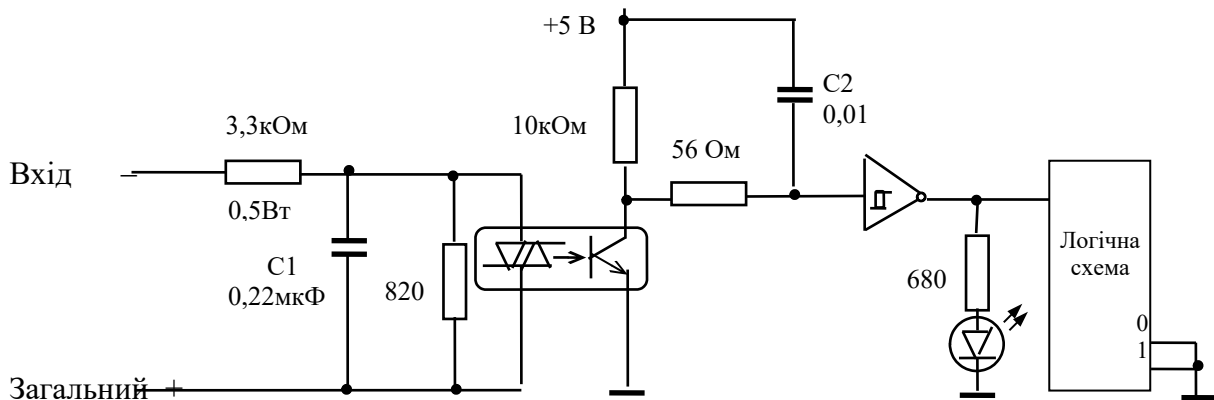


Рисунок 3.4

При активному стані входу струм, який протікає по вхідному колу, ініціює оптопару. Транзистор оптопару відкривається, конденсатор С2 заряджається і на вході інвертуючого операційного підсилювача з'являється - "0", а на виході "1". Індикатор світиться, а сигнал надходить в логічну схему модуля.

Характеристики модуля наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Номинальна вхідна напруга, струм	24 В пост. струму логіки
Діапазон вхідної напруги	От 0 до 30 В пост. струму
Вхідні канали	32 (4 групи по 8 каналів кожний.)
Ізоляція	1500 В між вхідн.і вихідн. колами 500 В між вхідними групами
Вхідний струм	7 мА (логіч.одиниця)
Гарантована напруга включення	От 11,5 до 30 В пост. струму

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулінич М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Гарантована напруга виключення	От 0 до 5 В пост. струму
Гарантований струм включення	3,2 мА, не менше
Гарантований струм відключення	1,1 мА, не більше
Час вкл / викл	2 мкс, не більше
Внутрішнє споживання	195 мА (max) на шині +5 В (29 мА+0,5 мА на кожну точку вкл +4.7 мА на вкл.світлодіода) 224 мА (заг.) для ізольован.шини +24 В (зовн. живлення) або +24 В (внутр. живлення) на 32 кан

#### 3.4.4 Модуль зв'язку з шиною "GENIUS"

Модуль зв'язку з шиною "GENIUS" (GCM +) IC693CMM302 призначений для організації прийому і передачі глобальних даних між ПЛК 90-30 та іншими абонентами.

Характеристики модуля наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Кількість в ПЛК 90-30	1
Струм споживання	< 300 мА напруга +5 В
Передача даних	128 байт
Прийом даних	128 байт від кожного з 30 абон.
Тип пам'яті для глобальн. даних	% G %I, %AI, %AQ, %R
Діагностика:	
індикатори	ОК, COMM
програмна	стан бітів, передача помилок в ПЛК 90-70

Можливі стану індикаторів модуля наведені в таблиці 3.7.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Таблиця 3.7

OK	COMM	Стан
Світиться	Світиться	Нормальний
Світиться	Блимає	Нестабільна робота шини
Блимає	Блимає	Конфлікт шини адрес "GENIUS"
Світиться	Не світиться	Не конфігурований модуль або немає зв'язку
Не світиться	Не світиться	Відсутність живлення або несправність модуля

Модуль має 12-ти контактну колодку для підключення проводів шини. Схема об'єднання модулів "GENIUS" в локальну мережу для САТ-02 наведена на рисунку 3.5.

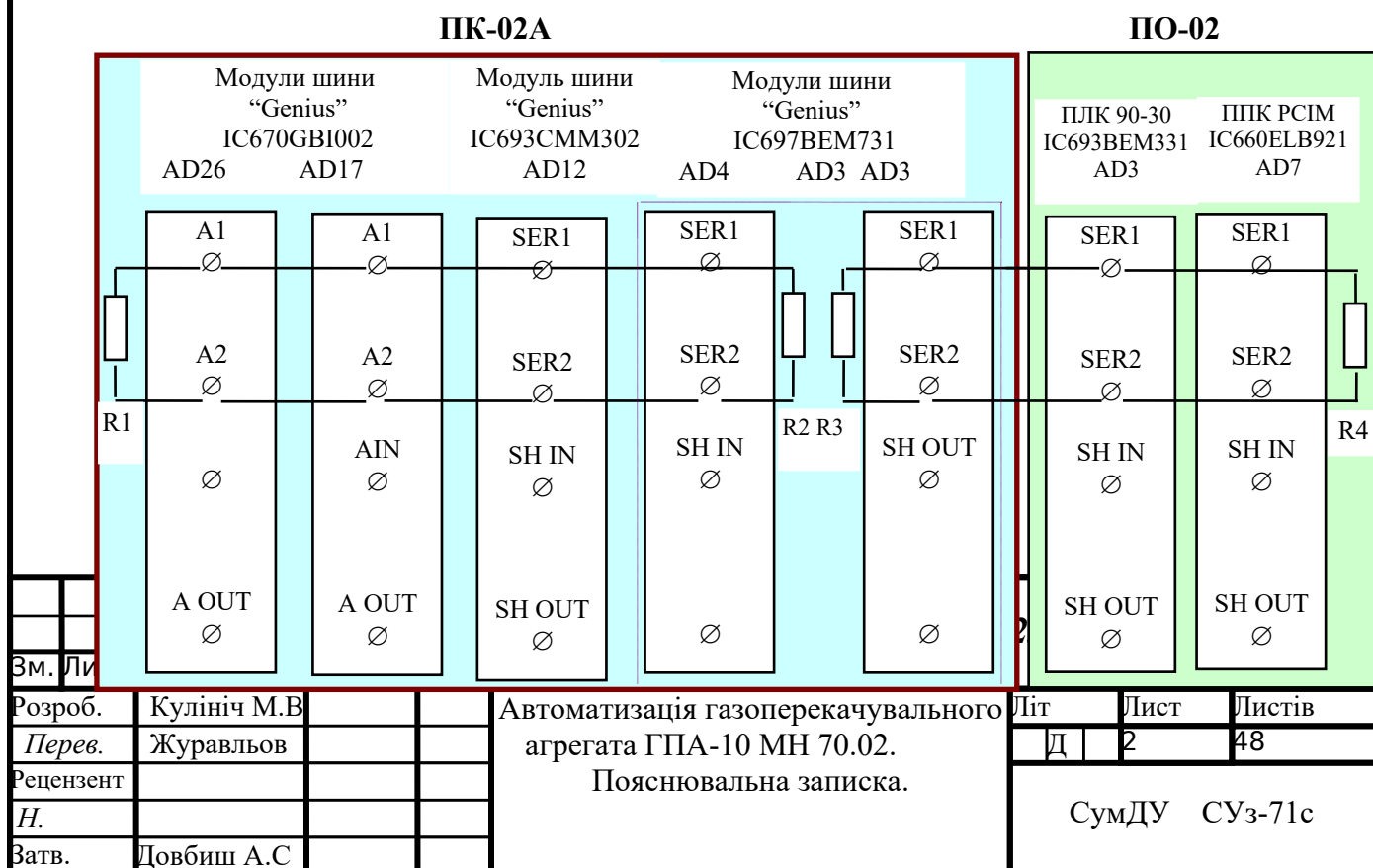




Рисунок 3.5

### 3.5 Опис принципової електричної схеми

Кожна принципова електрична схема в системах автоматизації технологічних процесів повинна бути побудована таким чином, щоб при виникненні аварійних режимів, викликаних несправностями в колах управління, а також при повному зникненні або зниженні і наступному відновленні напруги живлення в головних (силових) колах управління забезпечувалася безпека обслуговуючого персоналу і запобігався подальший розвиток аварії.

Принципова електрична схема повинна забезпечувати оптимальні умови для роботи оперативного персоналу. Ця вимога передбачає:

- спрощення операцій, виконуваних обслуговуючим персоналом при управлінні;
- скорочення кількості органів управління;
- можливість простого і швидкого вибору необхідного режиму роботи;
- перехід з автоматичного управління на ручне і назад;
- зняття і введення блокувань.

Принципова електрична схема повинна бути спроектована так, щоб її експлуатація в виробничих умовах була гранично простою, вимагала мінімум витрат і уваги експлуатаційного персоналу, забезпечувала можливість проведення ремонтних і налагоджувальних робіт з дотриманням необхідних заходів безпеки.

Проектована САУ і Р ГПА побудована на базі Fanuc. Для роботи проектується спеціальна схема живлення. Вона призначена для стабільного живлення контролера, лінійок, датчиків, виконавчих механізмів, кульових, кранів, струмових петель.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.						СумДУ СУз-71с		
Ватв.	Довбиш А.С							



При розробці принципової електричної схеми СУз-71С.151.02 СБ управління були використані державні стандарти і нормативні документи, що стосуються проектування систем автоматизації технологічних процесів.

Для стабільного живлення САУ і Р організовано так зване «двойоване» живлення. Воно організовано двома лініями: 220 V 50 Гц і 220 V постійного струму. Живлення 220 V 50 Гц здійснюється від станційної схеми електропостачання, а постійного струму - акумуляторами.

До складу схеми входять перетворювачі напруги, реле, автомати, пускачі, діодні збірки, спеціальний модуль для чисельного контролю величини постійного струму 220 V, оптопара.

Все електромеханізми двигуна повинні живитись напругою 27 V. Для цього застосовуються спеціальні перетворювачі Mega Pack. Їх використовується 2, один перетворює 220 V змінного струму, другий (такий же самий) - 220 V постійного струму. Потужність кожного становить 1 кВт. Для подачі напруги від станційних систем електропостачання використовуються автомати QF1 і QF2 (перший - 200 V AC, другий - 220V DC). Для контролю напруги на вході Mega Pack (A1) після включення відповідного автомата використовується реле KV1 (котушка 220В AC), для контролю напруги на вході другого Mega Pack використовується спеціальний модуль MCR-VDC-UA. Він перетворює величину постійної напруги в аналоговий сигнал 4-20 mA для чисельного контролю величини останнього. Для контролю напруги на виході Mega Pack використовуються реле KV2, KV3 (котушка 24VDC). Виходи обох перетворювачів паралельні (це і становить основну шину живлення L1-L7 всієї схеми живлення). Для правильного включення обох перетворювачів застосовується діодна збірка.

БУЩД живиться 200 V AC через автомат QF3. Для контролю напруги використовується реле KV4.

Для живлення вихідних реле, котушка 24 V - KV 5 і двополюсний автоматичний вимикач, 6А - FQ 4.

Живлення вихідних дискретних сигналів забезпечується через реле, котушка 24 V, двополюсний автоматичний вимикач, 6А - QF 5 і перетворювач постійного струму 24Vdc / 24Vdc (100W) - A3.

Живлення контролера ПЛК 90-70 забезпечується через ДАВ, 10А - QF 6 і перетворювач постійного струму 24Vdc / 24Vdc (200W) - A4.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

Живлення IC670BI002 забезпечується через ДАВ, 16А - QF 7.

Резервне живлення БУЩД проводиться через ДАВ, 12А - QF 8, перетворювач постійного струму 300Vdc / 24Vdc (400W) і реле, котушку 24V - А5.

Живлення БУЕП кульових кранів - через і реле, котушку 24 V - А6 і вихідну опторозв'язку, яка дозволяє контролювати напругу в мережі.

Блок екстреної зупинки живиться безпосередньо від акумуляторів через перетворювач постійного струму (А6).

Switch живиться через ДАВ, 2А - QF 20.

Живлення перетворювачів IFMA і датчиків («Метран»), і активних бар'єрів здійснюється через ДАВ, 6А - QF 11, перетворювач постійного струму 24Vdc / 24Vdc (100W) - А7 і вихідних реле, котушка 24V - KV 9.

Живлення авіаприладів НК-16 (СРО-2Р, ЕСП12-1, ІВ-Д-ПФ) і апаратури вібрації Bently Nevada здійснюється через ДАВ, 4А - QF 19 і вихідних реле, котушка 24V - KV 15.

Живлення здійснюється аналогічно авіаприладу НК-16.

У кожне АРМ оператора входить монітор офісний ПК, ЖК монітор з колонками, живлення яких забезпечується від розеток, і switch який живиться від мережі 220 V через перетворювач змінного струму. Також передбачений блок безперебійного живлення (UPS), який буде забезпечувати живлення АРМ в разі відсутності напруги в мережі.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С					СумДУ	СУз-71с	

#### 4 АНАЛІЗ НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ЧИННИКІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГПА

Газоперекачувальні агрегати відрізняються підвищеною пожежною безпекою, так як їх завдання перекачувати легкозаймистий газ по газопроводу. Їх характеризує дуже складна конструкція і виробнича установка. Значна кількість легкозаймистих та горючих рідин, скраплених горючих газів, які є вельми пожежонебезпечними; велика кількість ємностей і апаратів, в яких знаходяться пожежонебезпечні продукти під тиском; наявність розгалуженої мережі трубопроводів; велика оснащеність електроустановками (насоси, електроприлади, система обігріву)

При роботі компресорного устаткування можливо надмірне підвищення температури або тиску стиснення газу, що чинить вплив на механічну міцність і створює небезпеку руйнування від вибуху. Температура повітря при стисканні його без охолодження різко підвищується в залежності від зростаючого тиску:

Абсолютний тиск, 0,1 МПа ..... 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Кінцева температура повітря, ° С ... 15 79 123 158 186 212 234 254 277 281

З підвищенням температури посилюється розкладання масла змащування, використовуваного для змащування деталей компресорного устаткування. Змащування при високій температурі частково випаровуються і у вигляді туману проникають в циліндри, утворюючи з вхідним повітрям вибухонебезпечні суміші. При концентрації в повітрі 6-10% масляної пари суміш може вибухати при температурі близько 200 ° С. Така небезпека усувається охолодженням компресора в цілому або кожної його ступені. Температура води, що виходить з сорочок компресора і холодильників, не повинна перевищувати 40 ° С. Температура повітря після кожного ступеня стиснення в нагнітальних патрубках не повинна перевищувати 170 ° С для компресорів загальнопромислового, 180°С для компресорів

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов					СумДУ СУз-71с		
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

технологічного призначення. У ряді спеціальних випадків ця температура повинна бути нижче 160-150 ° С. Велику небезпеку становить струмінь стисненого повітря, що вирвалася з аварійно порушеного сполучення деталей компресорного устаткування. Володіючи великою швидкістю, вона може завдати обслуговуючому персоналу, що опинився поблизу, важкі ушкодження. Для забезпечення безпеки при експлуатації компресорного обладнання необхідно, щоб воно задовольняло вимогам ГОСТ 12.2.003-74.

Компресорне обладнання повинно мати запобіжні сигналізуючі і блокувальні пристрої, що спрацьовують автоматично і забезпечують послідовність виконання технологічних операцій і захист устаткування від перевантажень. Кількість запобіжних клапанів та їх розміри розраховують так, щоб їх пропускна здатність була не менше продуктивності компресора.

Всі відкриті рухомі і обертові деталі (маховики, шківни, вали, муфти та ін.), розташовані на висоті менше 2 м над рівнем підлоги або майданчика обслуговування, повинні бути закриті суцільними або сітчастими кожухами. Огородження виконують знімними і легко розбірними.

Компресори і трубопроводи ретельно заземлюють для відводу статичної електрики. Статична електрика утворюється внаслідок тертя пилу, що засмоктує з повітрям, окалини і продуктів корозії (з трубопроводів), а також при обертанні привідних ременів. Пил, осідаючи з маслом, дає нагар, накопичення якого може бути причиною заїдання поршня, механічних пошкоджень, аварії і вибуху. Повітря для повітряних компресорів має надходити чистим, для цього на компресорах продуктивністю до 10 м<sup>3</sup> / хв встановлюють фільтри при заборі повітря із приміщення. На компресорах більшої продуктивності забір повітря проводиться зовні приміщення на висоті не менше 3 м від рівня землі. Компресорне обладнання постачається контрольно-вимірювальною апаратурою: манометрами, термометрами, автоматичними регулярами тиску, запобіжними клапанами і запірними пристосуваннями. Через несправність всмоктуючих або нагнітальних клапанів в окремих проміжних ступенях компресора можливо місцеве підвищення тиску, що не усувається регулятором тиску.

Для ліквідації цього на проміжних ступенях встановлюють запобіжні клапани.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

Для змащення циліндрів компресорів застосовується спеціальне масло з температурою спалаху 220-240 ° С, тобто більшої, ніж температура повітря, що стискається.

Всі встановлені контрольно-вимірвальні прилади повинні проходити державні випробування. При роботі компресора показання приладів перевіряють не рідше ніж через дві години і їх свідчення записують в журнал обліку роботи компресора. Робочі манометри перевіряються не рідше одного разу на шість місяців.

Для забезпечення безпечної роботи газоперекачувального агрегату, контролю його технологічних параметрів, діагностики, а також передаварійної і аварійної сигналізації застосовується система автоматичного управління і регулювання Series 5 на основі процесора.

При роботі ГПА для попередження аварійних ситуацій використовуються 3 види сигналізації:

1. Попереджувальна сигналізація. Включається сигнальна лампочка або спрацьовує зумер, якщо технологічний параметр підходить до межі діапазону нормальної роботи агрегату.
2. Передаварійна сигналізація. Використовується світловий і звуковий сигнал. Спрацьовує, якщо технологічний параметр вийшов за межі нормальної роботи агрегату. У разі бездіяльності оператора система сама переводить роботу агрегату в безпечний режим (режим холостого ходу газотурбінного двигуна, режим холодної прокрутки агрегату).
3. Аварійна сигналізація. Використовується світловий і звуковий сигнал. Спрацьовує, якщо технологічний параметр вийшов за межі безпечної роботи агрегату. Система виконує захисне відключення агрегату.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С				СумДУ СУз-71с			

## ВИСНОВКИ

В результаті виконання проекту були вивчені будова і робота основних частин ГПА-10 МН 70.02, вимоги до обладнання, розглянуті режими роботи ГПА.

Розглянуто пристрій контролю ГПА-10 МН 70.02, його склад, опис і робота. Обрано програмований логічний контролер ПЛК 90-30 фірми Fanuc.

Розроблено: схема розміщення обладнання ГПА-10 МН 70.02; структурна схема розміщення складових частин і приєднання зовнішніх проводів до приладу ПК-2А; схема принципова живлення ГПА-10 МН 70.02.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.		Кулініч М.В				Д	2	48
Перев.		Журавльов						
Рецензент								
Н.						СумДУ СУз-71с		
Ватв.		Довбиш А.С						

Зроблено аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що виникають при експлуатації  
ГПА.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навч. посіб./ В. В. Ванін,  
А. В. Блюк, Г. О. Гнітецька. – К. : Каравела, 2016. – 200 с.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата				
Розроб.	Кулініч М.В				Автоматизація газоперекачувального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Перев.	Журавльов					Д	2	48
Рецензент					СумДУ СУз-71с			
Н.								
Ватв.	Довбиш А.С							

2. Кумар Б.К. Эксплуатация насосных и компрессорных станций: Учебное пособие /. Б.К.Кумар, Е.К.Ботаханов — Алматы: КазНИТУ имени К. И. Сатпаева, 2015. — 392 с.
3. Петров С.В. Эксплуатация и ремонт оборудования насосных и компрессорных станций. Учебное пособие / С.В. Петров, И.Н. Бирилло. — Ухта: УГТУ, 2014. — 115 с.
4. Коршак А.А. Основы транспорта, хранения и переработки нефти и газа. - Ростов н/Д: Феникс, 2015. — 365 с.
5. GS10 Valve Driver & Gas Fuel Valve\_Actuator Assembly Technical Manuals. Manual 40167. <https://wenku.baidu.com/view/98c9b5315a8102d276a22fb4.html>
6. Series 90-70 Programmable Controller Data Sheet Manual GFK-0600F <https://www.cimtecautomation.com/files/pdf/IC697CPX935.pdf>
7. Нестеров К.Е. Программирование промышленных контроллеров Учебно-методическое пособие. / К. Е. Нестеров, А.М. Зюзов — Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина (УрФУ), 2019. — 96 с.
8. Третьяков А.А. Средства автоматизации управления: системы программирования контроллеров. Учебное пособие / А.А. Третьяков, И.А. Елизаров, В.Н. Назаров— Тамбов: ТГТУ, 2017. — 82 с.
9. Панченко, В.О. Гідравлічні машини і обладнання нафтових та газових комплексів: навч. посіб. / В.О.Панченко, А.А. Панченко. - Суми: СумДУ, 2018. - 227 с.
10. Macisaac B., Langton R. Gas Turbine Propulsion Systems. John Wiley & Sons, Ltd., 2011. - 340 p.
11. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. – Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2016. – 214 с.

					<b>СУз-71с.151.02.ПЗ</b>			
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Автоматизация газоперекачивального агрегата ГПА-10 МН 70.02. Пояснювальна записка.	Літ	Лист	Листів
Розроб.	Кулініч М.В					Д	2	48
Перев.	Журавльов							
Рецензент								
Н.						СумДУ СУз-71с		
Ватв.	Довбиш А.С							