

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КСУ

Леонтєв П.В.

« » червня 2022р.

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

на тему «Автоматизація газоперекачувального агрегату
ГПА 25 МН 80.02»

(Дипломний проект)

Керівник проекту :
К.т.н., доцент

Журавльов О.Ю.

Дипломник:
студент групи СУз-83-0с

Петренко А.М.

РЕФЕРАТ

Петренко Артем Михайлович. Автоматизація газоперекачувального агрегату ГПА 25 МН 80.02 Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет. Суми 2022 р.

Кваліфікаційна робота бакалавра. містить 46 аркушів пояснювальної записки, враховуючи 13 рисунків, 2 таблиці, конструкторську документацію, що містить 5 креслень.

Наведені матеріали патентних досліджень. Розроблено технічне завдання. Описано систему керування ГПА, як об'єкта автоматизації. Зроблено вибір технічних засобів для побудови системи автоматичного управління газоперекачувальним агрегатом. Підібрано логічний контролер MS68332.

Зроблено розрахунок показників економічної ефективності розроблених у проекті заходів. Проаналізована система керування з точки зору охорони праці.

Ключові слова: газоперекачувальний агрегат, компресор низького тиску, компресор високого тиску, турбіна низького тиску, турбіна високого тиску, газотурбінний двигун, компресорна станція, мікро контролер, програмно технічні засоби.

ABSTRACT

Petrenko Artem Mikhailovich. The automation of the GPA 25 MN 80.02 gas pumping unit. Bachelor's degree work . Sumy State University. Sumy 2022.

Bachelor's thesis. contains 46 sheets of explanatory note, including 13 figures, 2 tables, design documentation containing 5 drawings.

These materials patent research. A technical task. The systems management GPA as an object of automation. Made choice of means for building automation control systems for gas compressor unit. MS68332 chosen logic controller.

A design of economic efficiency indicators developed in the project activities. Control system is analyzed in terms of safety.

Keywords: gas compressor unit, low pressure compressor, high pressure compressor, low pressure turbine, high pressure turbine, gas turbine, compressor station, micro controller, and software technology.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
1 ОПИС ГПА, ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ	5
1.1 Технологічна схема КС – 37.....	5
1.2 Будова і робота агрегату.....	6
1.3 Устаткування і робота складових частин агрегату.....	8
1.4 Система змашування.....	10
1.5 Система паливна.....	12
2 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОБУДОВИ САУ ГПА	14
2.1 Система автоматичного управління. Основні характеристики.....	14
2.2 Опис і робота складових частин виробу	19
2.3 Датчики і виконавчі механізми	29
3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	38
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	45
ДОДАТКИ	

					<i>СУз-83-0с.151.01 ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Петренко А.М			Автоматизація газоперекачувального агрегату ГПА 25 МН 80.02 Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Журавльов О.Ю.				2	45	
Реценз.						СумДУ СУз-83-0с		
Н. Контр.		Журавльов О.Ю						
Затверд.		Леонтьєв П.В.						

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

АЗ	Аварійна зупинка
АПОг	Агрегат повітряного охолодження газу
ГПА	Газоперекачувальний агрегат
ГТД	Газотурбінний двигун
КС	Компресорна станція
ЛВУМГ	Лінійне виробниче управління магістральними газопроводами
МК	Мікроконтролер
САУ	Система автоматичного управління
ПТЗ	Програмно технічні засоби
ТВТ	Турбіна високого тиску
ТНТ	Турбіна низького тиску

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						3
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ВСТУП

Розвиток народного господарства у сучасних умовах пов'язаний із значним зростанням споживання нафти та природного газу.

Природний газ є найбільшим прогресивним і економічним видом палива, і його частина у паливному балансі країни свідчить про рівень її технологічного розвитку. Застосування газу, як палива та сировини для хімічних виробництв сприяє підвищенню продуктивності та поліпшенню умов праці, значно покращує побутові умови населення.

З кожним роком зростає роль природного газу в паливно-хімічному балансі нашої країни на фоні загальної енергетичної кризи. Безперервна робота багатьох галузей народного господарства залежить від своєчасного постачання природного газу.

Транспортування природного газу від місця його видобутку (на газовому промислі) до місць його споживання здійснюється по магістральних газопроводах на відстань до кількох тисяч кілометрів.

Система газопостачання України є національним багатством і гарантом економічного зростання і суверенітету. Вона виконує стратегічну функцію забезпечення країни основним видом енергоносіїв – природним газом.

Основним керуючим елементом систем транспорту газу слід вважати компресорні станції, на яких встановлені потужні газоперекачувальні агрегати, енергоносієм для яких, в більшості випадків, є транспортований природний газ. Від режиму їх роботи і його зміни залежить в основному режим експлуатації всієї системи газопостачання.

Компресорні станції з газотурбінним приводом – це складний автоматизований об'єкт в загальній системі керування магістральними газопроводами. На більшості підприємств газової галузі наявні технічні вирішення традиційної автоматики. Одним із найважливіших процесів на компресорній станції є процес нагнітання природного газу. Для того, щоб нагнітач працював з максимальною пропускною здатністю передбачається система автоматизованого керування газоперекачувальним агрегатом.

При виникненні поломок основне обладнання компресорної станції (газоперекачувальний агрегат), при недосконалій системі автоматизації, може вийти з ладу. Дані поломки та заміна обладнання досить дорогі і тому є доцільним на сьогодні вкладати кошти на розробку нових і вдосконалення існуючих систем автоматизації.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1 ОПИС ГПА, ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ

1.1 Технологічна схема КС

Компресорні станції призначені для перекачки газу по магістральному газопроводу, підвищення тиску газу і вони є елементом в комплексі споруд які входять в магістральний газопровід. Параметри роботи КС дозволяють регулювати режими роботи газопроводу при коливаннях споживання газу і при цьому максимально використовується акумулююча здатність газопроводу.

Технологічна схема КС виконана в класичній схемі з використанням повно напірних нагнітачів при їх паралельній роботі (СУз-83-0с.151.01 Х7).[6]

Границями КС є охоронні крани А і Б. Газ із магістрального газопроводу поступає на КС через кран 7, який має типову обв'язку як лінійний кран, тобто байпасні крани 7а і 7б які служать для заповнення контуру станції газом, а також свічного крану 17, який служить для стравлювання газу із контуру газу при аварійних ситуаціях або планових роботах, при цьому кран 7 закривається. Крани 7,17 це крани з пневмо-гідро приводом який має дистанційне і ручне управління і може управлятись із операторної КС. Крани 7а і 7б, з ручним управлінням, Після крану 7 по вхідному шлейфу газ поступає на блок очистки технологічного газу, діаметр вхідного шлейфу 1420 мм. Блок очистки складається із шести паралельно підключених мультициклонних пиловловлювачів які призначені для очистки технологічного газу від механічних домішок, вологи, конденсату тощо. Кількість включених в роботу пиловловлювачів залежить від кількості працюючих агрегатів. Механічні домішки, волога і конденсат збираються в дренажну ємність, а із дренажної ємності поступають в систему збору конденсату.

Після блоку очистки газу, газ поступає в кільцевий колектор всмоктування до якого підключаються вхідні шлейфи відцентрових нагнітачів. На всмоктування нагнітачів газ поступає через кран 1, крани 44р1 і 4р2 служать для заповнення контуру нагнітача. З виходу нагнітача, який безпосередньо виконує компримування газу, газ через зворотній клапан і кран 2 поступає в вихідний колектор на блок охолодження газу

Блок охолодження газу складається із 16 секцій апаратів повітряного охолодження газу (АПО). Блок АПО газу призначений для підтримування температури газу на виході КС не вище 40°С. Ця температура визначена нормами компримування на КС. Вище температуру підтримувати нераціонально в зв'язку із необхідності підтримування оптимальної роботи стискування, недопущення підігріву ізоляції, виконання умов теплового розрахунку. Після

					<i>СУз-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

апаратів охолодження газу газ через кран 8 поступає в магістральний газопровід. Призначення кранів 8, 8а, 8б аналогічно обв'язці крану 7.[4]

Крани 6, 6р, 6р₁ і обвідна лінія діаметром 700 мм призначена для виводу станції на “кільце”, тобто з виходу АПО газу на вхід системи очистки, таким чином знижується ступінь стискування КС, це необхідно для регулювання помпажних режимів КС, при аварійних ситуаціях, високому рівні конденсату в системі очистки. Для захисту нагнітача від помпажу, а також при пусках і зупинках агрегату використовується лінія рециркуляції (розвантаження) агрегату, через кран 6, тобто вивід агрегату на “кільце”.

Коли станція не працює в технологічній схемі передбачена обвідна лінія через кран 30 з обв'язкою, при цьому крани 7 і 8 закриті. Через крани 1пт, 2пт, 3пт, 4пт йде підключення блоку підготовки газу з вузла підключення, коли станція не працює. Або через кран 5пт. При роботі станції газ на власні потреби відбирається через крани 21пт і 22пт (з вихідного колектора) 23пт і 24пт (з вхідного колектора).[5]

На вузлі підключення КС встановлені камери прийому-запуску очисних пристроїв з обв'язкою.

1.2 Будова і робота агрегату

Газоперекачувальний агрегат ГПА 25 МН 80.02 складається з: блоку двигуна, встановленого на фундаменті, проставки повітрозбірника, з'єднаного з вхідним пристроєм КС, газовихлопа, повітроводу охолодження з глушником, блока вентиляторів для підводу охолоджуючого повітря, масло блока двигуна і нагнітача.

Обладнання агрегату забезпечує подачу повітря до компресора двигуна. Компресори двигуна, стискаючи повітря, подають його в камеру згорання, де він, змішуючись з паливним газом, утворює паливно – повітряну суміш. Паливно - повітряна суміш, згораючи, приводить в рух турбіни компресорів і турбіни нагнітача.

У нагнітачі відцентрового типу транспортуючим газом стискається тиск необхідної величини.

Відпрацьований газ виводиться в атмосферу через газовихлоп.

Охоложене повітря під теплоізолюючий кожух двигуна і газовідводу подається блоком вентиляторів.

Маслоблок двигуна розміщений поряд з двигуном в машинному залі. В склад маслоблока входить ряд агрегатів і пристроїв сигналізації масляної і паливної систем.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						6
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.2.2 Принцип роботи двигуна

Розкрутка ГТД при запуску приводиться електростартерами змінного струму. Через вхідні пристрої повітря поступає послідовно в компресори низького і високого тиску, де відбувається його стиснення.

З КВТ повітря поступає в камеру згорання, в якій спалюється природний газ.

Регулювання подачі палива при запуску і роботі ГТД здійснюється за допомогою виконавчих пристроїв системи автоматичного регулювання, захисту і контролю.

Частина повітря використовується для спалювання палива, частина охолоджує стінки жарових труб, і змішуючись з продуктами згорання, утворює газ, енергія якого використовується в турбінах.

Запалювання палива при запуску ГТД здійснюється плазмовими запальниками. В подальшому горіння в камері згорання забезпечується безперервною подачею палива з повітрям.

Газ поступає в послідовно розташовані турбіни високого і низького тиску, які розвивають необхідну для привода компресорів, відповідно високого й низького тиску, потужність. Вихідний із турбіни низького тиску газ потрапляє в турбіну силову.

З силової турбіни відпрацьований газ потрапляє через газовідвід в атмосферу. Потужність від силової турбіни передається нагнітачу за допомогою ресори, приєднаної до муфти ГТД.

1.3 Устаткування і робота складових частин агрегата

1.3.1 Блок двигуна

Блок двигуна складається з двигуна на рамі з кожухом, рами блока, газовідводу з кожухом.

Рама блока є зварювальною конструкцією з стандартних балок і листів і виконує функцію проміжної рами, між існуючими фундаментом і рамою двигуна.

На рамі блока встановлені рейки для монтажу і демонтажу двигуна, на рамі за допомогою регулюючих в вертикальному і горизонтальному напрямленні коліс. Для стропування блока двигуна на бокових балках рами блока приварені рами.

Рама кріпиться до фундаменту шістьма опорними площадками. На рамі блока передбачені місця для кріплення трубопроводів обв'язки і електричних кабелів.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						8
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Двигун на рамі кріпиться до рами блока через сферичні прокладки. Рама і кожух двигуна, а також рама блока і кожух газовідводу утворюють місце для проходження охолоджуючого повітря.

Кожух двигуна зв'язаний з кожухом газовідводу телескопічно, для підведення охолодженого повітря в передній частині рами на дні встановлений фланець, на якому встановлено розсікач, рівномірно розділяючи повітря під кожухом.

1.3.2 Маслоблок двигуна

Маслоблок двигуна призначений для забезпечення змащування двигуна. Маслоблок двигуна складається з цистерни циркуляційної, маслоагрегата з електроприводом, клапанів, датчиків, підігрівача масла.

Цистерна циркуляційна двигуна призначена для зберігання робочого масла, призначеного для змащування двигуна.

Ємність маслобака двигуна 15м³

На верхній кришці цистерни циркуляційної встановлений маслоагрегат нагнітаючий з електродвигуном, три клапани автоматичних.

На маслоблоці встановлено скло замірне для визначення масла в баці, сигналізатор рівня.

На цистерні циркуляційній встановлений блокагрегатів системи регулювання двигуна з сигналізатором тиску системи змащування. Для забезпечення необхідної жорсткості цистерни циркуляційної на зовнішній поверхні приварені ребра жорсткості.

Для очистки внутрішньої поверхні цистерни передбачено люк з кришкою. В нижній частині цистерни встановлено трубчатий електрообігрівач масла.

Для перекачки масла на маслоблоці встановлено електронасос перекачки.

Маслоблок має заземлення.[5]

1.3.3 Блок вентиляторів

Блок вентиляторів служить для накопичення охолоджуючого повітря під кожухом двигуна.

На рамі блока приварений короб, на якому з одної сторони встановлені два повітреприймальних патрубків, розташованих під кутом, з протилежної сторони встановлений вихлопний патрубков. До повітреприймальних патрубків під'єднуються осьові вентилятори, закріплені на рамі. На обох кінцях вентилятора закріплені фланці з патрубками для під'єднання до патрубків коробка і повітреприймального трубопроводу.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З'єднання патрубків виконується при допомозі парусинової діафрагми з наступним кріпленням її дротом.

В середині короба за вхідними патрубками встановлені лопатки, які можуть вільно повертатися в капронових втулках. Втулки встановлені в знімальних кришках і отворах короба, втулки насаджені на осі лопаток.

При непрацюючому вентиляторі лопатки перекривають патрубок. При включенні вентилятора під дією потоку повітря розвертаються по потоку, відкривається патрубок. В залежності від температури охолоджуючого повітря можуть працювати два вентилятори або один.

1.4 Система змащування

Система змащування – циркуляційна, під тиском з примусовою відкачкою відпрацьованого масла. Система змащування забезпечує змазку і охолодження підшипникових вузлів, зубчатих зчеплень і інших деталей двигуна на всіх режимах роботи двигуна.

В систему змащування двигуна входять: цистерна циркуляційна, маслоагрегат, маслоагрегат з електродвигуном відкачуючим, маслоагрегат з електроприводом накопичуючим, масловідділювач статичний, фільтр, фільтри захисні, датчики реле різниці тисків, сигналізатори тиску, датчики тиску, сигналізатори стружки, термоперетворювачі опору, регулятор перепаду тиску, бак масловідділювача, сигналізатори рівня, маслоохолоджувач, стоп-кран, шайба дросельна, клапани автоматичні, маслоагрегат з електроприводом, маслоохолоджувач, терморегулятор, трубопроводи.

Робота системи змащування двигуна. При натисканні кнопки ПУСК вступають в роботу маслоагрегати з електроприводом відкачуючим і накопичуючим. Масло з цистерни циркуляційної відбирається маслоагрегатом, з електроприводом нагнітаючим і через фільтр тонкої очистки масла подається на змащування і охолодження підшипникових вузлів, зубчатих зчеплень, і інших деталей двигуна.

З початком розкрутки стартерів вступає в роботу маслоагрегат. Працюючи разом з маслоагрегатом накопичуюча секція маслагрегата відбирає масло з цистерни циркуляційної і подає його в систему змащування, збільшуючи тиск в системі. При досягненні граничної частоти обертання КНТ маслоагрегати з електроприводом відкачуючим і нагнітаючим відключаються. При подальшому збільшенні частоти обертання на всіх режимах роботи

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двигуна, змащування і охолодження масляних частин двигуна здійснюється навісним маслоагрегатом.

Відпрацьоване масло з переднього корпусу через нижню коробку двигунів зливається в ємність маслоагрегата з КВТ, ТНТ, масло в масловідділювальний бак. З перехідника ОВ ТС на робочих режимах масло відбирається маслоагрегатом, при пусках, зупинках маслоагрегата. З піддона маслоагрегата і маслоагрегатного бака відповідними секціями маслоагрегата, електроприводом відкачуючого чи секціями навішеного маслоагрегата, масло через маслоохолоджувач відкачується в цистерну циркуляційну.

Маслоповітряна суміш з переднього корпусу КНТ, бака масловіддільного, через регулятор перепаду тиску, стоп – кран поступає в масловідділювач статичний, де відбувається кінцеве відділення масла з маслоповітряної суміші. Масло із масловідділювача статичного зливається в нижню коробку приводів, а повітря поступає в газовідвід для подальшої утилізації.

При зниженні частоти обертання двигуна до певного значення САК, вмикаються маслоагрегат з електроприводом відкачуючий і маслоагрегат з електроприводом нагнітаючий.

При зниженні тиску масла на вході в двигун, нижче певного значення сигналізатор видає сигнал на переключення двигуна, на режим холостого ходу і включення маслоагрегатів з електроприводом відкачуючого і нагнітаючого. При подальшому зниженні тиску датчик видає сигнал на зупинку двигуна.

При підвищенні перепаду тиску масла на фільтр вище певної величини по датчику тиску САК формується сигнал про забруднення фільтра. Тиск масла на лінії відкачки вимірюється датчиком. При збільшенні тиску масла сигналізатор тиску видає сигнал про підключення двигуна на режим холостого ходу. При зниженні тиску масла до певного значення на виході з маслоагрегата з електроприводом відкачуючого сигналізатор тиску видає сигнал на зупинку двигуна.

З метою ранньої діагностики стану підшипникових вузлів двигуна на зливних трубопроводах із масляних частин двигуна встановленні сигналізатори стружки магнітні, сигналізуючи про наявність стружки в маслі.

Температура масла на вході в двигун і на виході з масляних ємкостей вимірюється термометрорегуляторами опору.

Клапан запірний використовується для зливу масла з маслоохолоджувача, заповнення цистерни циркуляційної.

Цистерна циркуляційна обладнана сигналізаторами мінімального і максимального рівнів, клапанами запірними для зливу масла і відбору проб, та електронасосом перекачування.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						11
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Дросельна шайба використовується для заповнення маслом всмоктуючого трубопроводу навішеного маслоагрегата, перед запуском двигуна з лінії накопичення маслоагрегата з електроприводом накопичуючим.

Стоп–кран використовується для забезпечення роботи контактних ущільнювачів на низьких режимах роботи двигуна.[6]

1.5 Система паливна

Система паливна призначена для дозування паливного газу в камеру згорання ГТД і виконує наступні функції :

- подачу паливного газу до пускових блоків для розпалу камери згорання;
- дозування палива при запуску з виходом на холостий хід ГТД;
- дистанційна зміна режиму роботи ГТД в діапазоні від холостого ходу до номінального режиму;
- автоматична підтримка частоти обертання турбіни нагнітача при будь-якому навантаженні;
- нормальне і аварійне закінчення подачі паливного газу за сигналами з системи управління чи по команді оператора;
- дренаж паливного газу в свічу з колектора форсунок при нормальній і аварійній зупинці ГТД;
- захист ГТД від перевищення частоти обертання турбіни нагнітача і перевищення температури газів за ТНТ вище допустимих;
- захист ГТД від пожежі при запуску;
- захист по мінімальному тиску газу;

Паливна система складається з стоп-крана включаючого в себе клапани електромагнітні: відкриття стоп-крана, нормальної зупинки, аварійної зупинки, пускового газу і сигналізатор розміщення стоп-крана.

Робота системи. Пройшовши очистку і підігрів в системі об'єкта, паливний газ через контрольний фільтр підводиться до стоп-крану. За алгоритмом старту, вмикається агрегат загорання, після чого подається живлення на електромагніт пускового газу. Газ через дросельний пакет, розміщений всередині блока пускового газу, поступає до пускових блоків і загоряється.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						12
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Подається живлення на електромагніти. Відкривається стоп-кран. Після відкриття стоп-крану живлення з електромагніта знімається. Під цією напругою електромагніт залишається протягом всієї роботи ГТД.

Після відкриття стоп-крана відбувається викид тиску паливного газу в камеру згорання, де він загоряється від пускових блоків. Після цього агрегат загоряння і електромагнітний клапан відключаються.

Подальше дозування газу на запуску, вихід на холостий хід і режимну роботу ГТД виконує електронна система САУ .

Якщо перший викид перевищує 0.02 МПа чи не відбулося запалення газу в камері згорання на протязі 5...8 с від моменту відкриття стоп-крану, поступає сигнал від датчика-реле різниці тиску, в якому формується сигнал, в САУ – на аварійну зупинку.

Якщо при запуску температура газів за ТНТ перевищує задану, електронна система видає сигнал на регулюючий клапан, який знижує подачу газу до форсунок.

Після прогріву двигуна на холостому ходу, відбувається його вивід на режим. Вихід на режим виконується за програмою електронної САУ, шляхом дії регулятора САУ на клапан регулюючий. Подальше збільшення режиму відбувається з пульта керування, за рахунок зміни величини відкривається клапан регулюючий шляхом взаємодії на виконуючий механізм з електронної САУ.

Паливна система передбачає нормальну і аварійну зупинки ГТД шляхом нормального чи аварійного закриття стоп-крану.

При нормальному закритті стоп-крану знімається живлення з електромагніту. При аварійному закритті – подається живлення на електромагніт 1 і знімається живлення з електромагніта 2. Після закриття стоп-крану живлення з електромагніта 1 знімається по сигналу сигналізатора положення.[6]

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

2 ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ ДЛЯ ПОБУДОВИ САУ ГПА

2.1 Система автоматичного управління. Основні характеристики

2.1.1 Опис

Система автоматичного управління призначена для автоматичного управління і регулювання газоперекачувальним агрегатом ГПА - 25 МН.80 і технологічним обладнанням, що входить в його склад.

САУ включає в себе:

- Комплекс засобів контролю, управління і регулювання на базі програмно-технічних засобів "Series-4" фірми "Compressors Controls Corporation".
- Датчики (аналогові і дискретні), а також виконуючі механізми газоперекачувального агрегату.

САУ забезпечує функціонування ГПА-25МН 80 без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

САУ може працювати в двох режимах:

- дистанційного управління по командах і сигналах системи цехового чи станційного рівнів;
- автономному функціонуванні ГПА.

Об'єктом автоматизації системи автоматичного управління і регулювання є газоперекачувальний агрегат ГПА-25МН-80.

До складу автоматизованого газоперекачувального агрегату входять:

- газотурбінний двигун ДН-80Л;
- відцентровий нагнітач 650-21-2;
- система очистки циклічного повітря;
- системи маслопостачання двигуна та нагнітача;
- кранова обмотка ГПА;
- система подачі паливного газу.

2.1.2 Основні технічні характеристики

Основні функції САУ:

Функції, виконання яких забезпечує САУ, ГПА ділиться на три групи:

- функції управління;

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- функції регулювання;

- інформаційні функції.

Функції управління:

- перевірка каналів захисту ГПА;

- перевірка пускової готовності;

- автоматичний пуск ГПА із завантаженням і без завантаження агрегату в трасу;

- автоматична аварійна зупинка з втравлюванням газу;

- автоматична аварійна зупинка;

- автоматичне управління виконуючими механізмами і кранами газової обмотки агрегату;

- автоматичний захист по технологічних параметрах;

- дистанційне ручне керування (по команді оператора) виконуючими механізмами на працюючому чи непрацюючому агрегаті;

- екстрена зупинка ГПА при відмові САУ;

- відмова виконання команд оператора при роботі агрегату в автоматичному режимі управління, якщо вони не передбачені алгоритмами управління і регулювання.

Функції регулювання:

- регулювання частоти обертів силової турбіни;

- відпрацювання завдання по частоті обертання, видимого оператором, чи по командах підсистеми управління верхнього рівня;

- автоматичне граничне регулювання (обмеження):

- температури продуктів згорання (верхня границя);

- частоти обертання нерегулюючих валів (верхня границя);

- тиск повітря за компресором високого тиску газотурбінного двигуна;

- протипожежне регулювання нагнітача природного газу на всіх режимах роботи агрегату шляхом управління клапана рециркуляції газу;

- безударний перехід від регулювання частоти обертання турбіни нагнітача до граничного регулювання ;

- збереження працездатності системи при відмові датчиків („стратегія виживання”).

Інформаційні функції:

- обмін інформації (за потребою) з системою управління верхнього рівня через порти послідовного зв'язку;

- оперативне, з допомогою персонального комп'ютера представлення режимних параметрів агрегату в цифровій і графічній формі;

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

- безперервне відображення найважливіших параметрів, характеруючих роботу ГПА;
- розрахунок ряду непрямих параметрів;
- сигналізація основних режимів роботи;
- автоматичне представлення інформації про попереджувальні і аварійні ситуації;
- автоматичне запам'ятовування першопричини спрацювання аварійної сигналізації;
- автоматичне формування цілодобової відомості;
- документування по команді оператора, параметри цілодобової відомості, попереджувальних і аварійних ситуаціях, зміни стану об'єкту управління;
- автоматичний контроль виконання всіх команд управління і регулювання, формуючих САУ;
- автоматичний контроль справності ланцюгів датчиків, соленоїдів кранів, магнітних пускачів, виконуючих механізмів,
- автоматичний контроль працездатності основних модулів і блоків САУ;
- підрахунок і зберігання значень роботи ГПА, в тому числі кількість автоматичних аварійних пусків і нормальних зупинок.

2.1.3 Будова і робота

Структура схеми САУ побудована з використанням ПТЗ „Series-4”

Основними складовими частинами САУ являються:

- операційний блок з програмно-апаратними модулями логічного управління ГПА (GTLC), регулювання ГПА (GTCC), апаратними модулями розширення вводу-виводу (EIOM), а також комунікаційний модуль зв'язку (MPM).

Операційний блок призначений для збору даних, їх обробці, спостереження за роботою агрегату, виконання функцій обміну інформації, виконання алгоритму управління і регулювання агрегатом.

Пристрій зв'язку , призначений для співставлення програмно-апаратних модулів з датчиками, виконуючими механізмами і каналами управлінні об'єкту.

Пульт управління і контролю, призначений для управління ГПА і включаючий в себе каркас-пульт управління на якому розміщені станція контролю і управління (MOIS), панель оператора UniOP і блок клавіш управління.

Блок екстреної аварійної зупинки призначений для реалізації екстреної аварійної зупинки ГПА при повній відмові САУ, пов'язаним з втратою функції управління, включаючи автоматичний захист, а також по команді оператора від клавіші ЕАЗ, розміщеної на пульті управління.[11]

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В склад САУ також входять датчики і виконуючі механізми об'єкта управління:
Аналогові датчики технологічних параметрів САУ:

- термоперетворювач опору заміру температури масла системи маслопостачання двигуна і нагнітача, заміру температури повітря на вході в ГТД, а також заміру температури технологічного газу і ін.;

- термоелектричні перетворювачі заміру температури повітря за КНД, ТНД, а також під кожухом ГТД;

- датчики частоти обертів ГТД з вихідним сигналом частоти напруги змінного струму;

- датчики заміру тиску, перепаду тиску системи маслопостачання двигуна і нагнітача, повітря по тракту ГТД, технологічного і паливного газу;

- датчики вібрації двигуна і нагнітача.

Дискретні датчики:

- датчики-реле (сигналізатори) тиску;

- конічні вимикачі кранів навісного електрообладнання;

- сигналізатори положення та рівня і ін.;

Виконуючі механізми:

- соленоїди кранів технологічного і паливного газу;

- пускачі електроагрегатів ГПА;

- регулятори частоти струму і напруги;

- регулюючий паливний клапан „АМОТ”;

- антипомпажний клапан „МОКVELD” та ін.

2.1.4 Принцип дії

Інформація про стан ГПА від датчиків в вигляді аналогових і дискретних сигналів поступає на вхід пристрою зв'язку з об'єктом FTA, де й проходить, з допомогою вторинних перетворень нормалізація сигналів, їх гальванічне розділення і підсилення.

З FTA нормовані сигнали поступають в операційний блок до програмно -апаратних модулів GTLC, GTCC, EIOM, в якому проходить їх обробка, регулювання ГПА, а також обмін інформацією по ущільненому каналу зв'язку з станцією контролю і управління MOIS, універсальною панеллю оператора UniOP, де й відбувається контроль за роботою ГПА, а також з системою управління більш високого рівня.

Команди управління здійснюються оператором через активні динамічні елементи екранів монітору станції управління MOIS, по ущільненому каналу зв'язку передається в операційний блок до модулів GTLC і GTCC чи формують вказаними модулями в ході

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

виконання алгоритму і далі через пристрої FTA здійснюють управляючу дію на виконуючі механізми ГПА.

Передача інформації по ущільненому каналу зв'язку можлива на відстані до 500 м.

При відмові станції управління MOIS контроль роботи газоперекачувального агрегату, а також його управління здійснюється універсальною панеллю оператора UniOP і блоком клавіш управління.

Зв'язок між програмно-апаратними засобами САУ, датчиками і виконуючими механізмами ГПА, а також принципи їх взаємозв'язку відображені в схемі.[11]

2.1.5 Конструкція

Конструктивне виконання програмно-апаратних засобів САУ забезпечуються наступними основними вузлами:

- шафа управління і регулювання;
- пульт управління;

Шафа управління і регулювання, двостороннього обслуговування і складається з двох з'єднаних секцій, в яких розміщені апаратні засоби САУ.

В верхній частині кожної секції встановлені спарені блоки живлення, автоматичні вимикачі розподілення живлення, світильники освітлення шаф.

В секції 1 під спареним блоком живлення розміщений операційний блок САУ. В середній частині цієї ж секції розміщений блок екстренної аварійної зупинки.

В середній і нижній частинах кожної секції на вертикальних рельсах розміщені плати пристрою зв'язку з об'єктом FTA, аналогові перетворювачі AGM сигналів термоперетворювачів опорів градування 50 М, бар'єри іскробезпеки аналогових і дискретних датчиків, діодні модулі і блоки реле.

Підключення вхідних від об'єкта управління кабелів до САУ здійснюється через клемники, які розміщені на бокових сторонах секції.

Ввід кабелів до шафи управління і регулювання здійснюється знизу секції через герметичні резинові конусоподібні вводи .

Захист апаратних засобів, розміщених в шафі, від попадання пилу і вологи здійснюється встановленими в дверях шафи резиновими ущільнювачами.

Шафа управління і регулювання встановлюється в блоці автоматики газоперекачувального агрегату в безпосередній близькості від газотурбінного двигуна.

Пульт управління складається з трьох секцій, кожна з яких призначена для управління одним газоперекачувальним агрегатом.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

На пульті управління розміщена станція управління і контролю MOIS, включаючи в себе комп'ютер, відеомонітор, клавіатуру, а також індустріяну „мишу” (джойстик).

На передній панелі пульту управління змонтовані універсальна панель оператора UniOP, блок клавiш управління агрегатом, ключ завдання частоти обертання ротора нагнітача.

З боку столу стоїть принтер, що служить для документування необхідних параметрів і подій працюючих ГПА.

У внутрішній частині пульту управління встановлені:

- блок DBAM-2-8, призначений для гальванічного розділення і підсилення сигналів зв'язку між операційним блоком САУ і станцією управління і контролю MOIS, універсальною панеллю UniOP. З'єднання апаратних засобів пульту управління, а також їх підключення до інших пристроїв САУ.

Пульт управління встановлюється в операторній кімнаті (головному щиті управління) компресорної станції.

2.2 Опис і робота складових частин виробу

Кожний функціональний пристрій, що входить до складу САУ, має закінчену конструкцію і орієнтоване для виконання конкретних задач управління. Між собою функціональні пристрої пов'язані каналами обміну інформацією, ланцюгами електроживлення, і разом орієнтовані на виконання функцій управління і регулювання газоперекачувальним агрегатом.

САУ складається з таких основних функціональних пристроїв:

Пристрої розміщені в шафі управління і регулювання:

- операційний блок;
- пристрій зв'язку з об'єктом;
- блок екстреної і аварійної зупинки;
- система забезпечення електроживлення САУ;
- пристрої, розміщені в пульті управління:
- станція контролю і управління MOIS;
- універсальна панель управління UniOP;
- блок DBAM-2-8 для гальванічного розділення і підсилення сигналів зв'язку: операційний блок MOIS; операційний блок UniOP;
- джерело ел. живлення VICOP для ел. живлення UniOP і DBAM-2-8

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.1 – Система ССС „Зоря – 1” в загальному вигляді

Пристрої розміщені на ГПА і в блоках електротехнічного обладнання об'єкту:

- аналогові і дискретні датчики;
- виконавчі механізми.

2.2.1 Операційний блок

Операційний блок виконує функції центра збору і обробки інформації про стан об'єкта управління і технічних засобів САУ. операційний блок здійснює прийом вхідної інформації і проводить її обробку у відповідності з даною програмою і алгоритмом управління і регулювання ГПА, виробляє формування масивів вихідної інформації, здійснює їх пересилку по послідовних каналах зв'язку в пристрої зв'язку з об'єктом.

Основними компонентами операційного блоку являється програмно-апаратні функціональні модулі (AFM).

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



Рисунок 2.2 – Операційний блок

Модулі AFM являються комбінацією складових з апаратного і програмного забезпечення, розробленого для виконання конкретних функцій.

Модулі AFM виконують відповідні алгоритми управління і регулювання, обробляють вхідні і вихідні сигнали, а також обмінюються інформацією між собою, сторінкою управління і контролю MOIS, а також системою верхнього рівня.

Кожний AFM являється „розумним” пристроєм з одним або декількома мікропроцесорами.

Програмно-апаратні прикладні функціональні модулі містять в собі два види програмного забезпечення:

Операційна система FTOS призначена для:

- обробки вхідних і вихідних сигналів об'єкту управління;
- самодіагностики програмно-апаратного функціонального модуля, включаючи виявлення програмних і апаратних відмов;
- обмін інформації по послідовному каналу зв'язку з сторінкою контролю і управління MOIS;
- обміну інформації з системою верхнього рівня побудованої на базі комплексу „Series-4”;
- забезпечення роботи відлагоджувальними засобами;

- внутрішнього обміну процесорних модулів ІОМ з розширювачами вводу-виводу ЕІОМ;

- обміну між управляючими модулями.

Система FTOS управляє апаратним забезпеченням модулів АФМ і забезпечує інтерфейс між апаратним забезпеченням і прикладним програмним забезпеченням.

Прикладні програмні забезпечення АСП призначаються для виконання наступних функцій управління і регулювання:

- управління витрати палива;
- антипомпажного регулювання;
- розподілення навантаження між агрегатами;
- логічне управління і захист ГПА;
- регулювання і обмеження основних параметрів ГПА.

АСП являється програмним модулем, завантаженим в апаратне забезпечення АФМ і реалізоване заданими йому функціями.

Кожний АСП виконує одну основну функцію, незалежно від інших, але пов'язаний з іншими функціями управління.

Кожний із модулів АФМ орієнтований на виконання конкретних задач і може містити до трьох прикладних функцій управління. АФМ базується на трьох типах апаратних модулів.

ІОМ являється основним компонентом програмно-технічних засобів, в якому встановлюються і виконуються програмні забезпечення.

Модулі ІОМ виконують відповідні алгоритми управління і регулювання, приймають і видають вхідні і вихідні сигнали і обмінюються інформацією з сторінкою управління МОІС і системами управління більш високого рівня.

Модулі ІОМ можуть підтримувати декілька різних компонентів програмного забезпечення, які повинні бути логічно зв'язаними один з одним.

В залежності від встановленого програмного забезпечення, модуль виконує функції логічного управління GTLC чи регулювання GTCC.

Зв'язок з вхідними і вихідними сигналами здійснюється через „дочірні плати”, які також виконують функції аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворення.

Дві дочірні плати встановлюються на модулі ІОМ і тим самим визначають кількість і типи сигналів, приймаючих модулем.

ЕІОМ служить для збільшення загальної кількості сигналів вводу-виводу. Модулі ЕІОМ підключаються по послідовному каналу зв'язку до модулів ІОМ. Зв'язок з вхідними сигналами здійснюється модулями ЕІОМ через такі ж „дочірні плати” як і ІОМ.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

МРМ служить для міжпроцесорного обміну і забезпечує:

- обмін інформацією між модулями GTCC і GTLC;
- зв'язок САУ з верхнім рівнем управління.[12]

2.2.2 Пристрій зв'язку з об'єктом

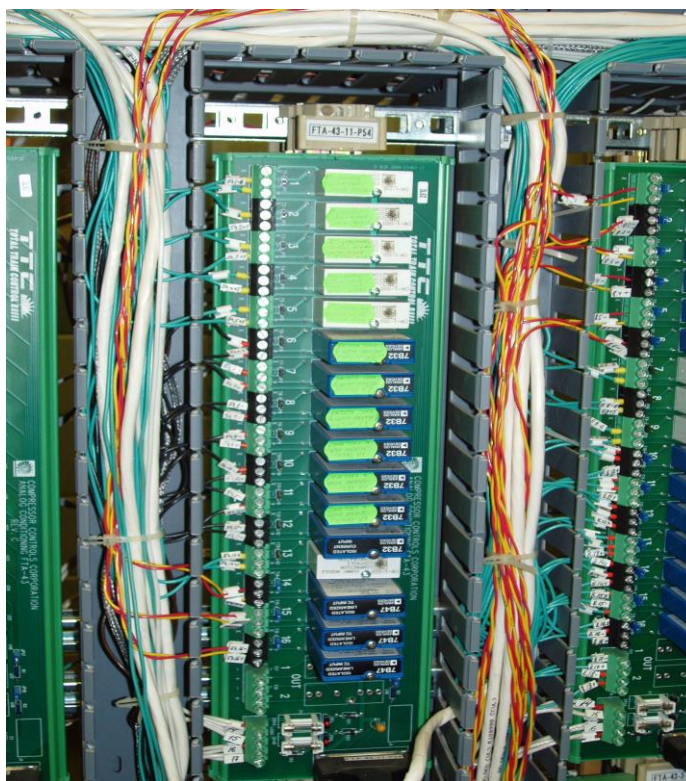


Рисунок 2.3 - Пристрій зв'язку з об'єктом

Пристрій зв'язку з об'єктом (FTA) призначений для:

- спряження ПТЗ САУ „Зоря - 1” з датчиками виконуючих механізмів і каналами управління об'єкту;
- установки вторинних перетворювачів для нормалізації, гальванічного розділення і підсилення вхідних і вихідних сигналів.

На FTA розміщені клемники, до яких під'єднуються кабелі від датчиків і виконуючих механізмів.

Пристрої FTA являють собою печатну плату-панель, на якій розміщені клемники підводу електроживлення, підключення аналогових і дискретних датчиків, виконуючих механізмів до FTA.

Зв'язок між FTA і операційним блоком САУ здійснюється за допомогою плоского кабелю через 25 штирковий роз'ємний з'єднувач, встановлений на панелі FTA.

					СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2.2.3 Блок екстреної аварійної зупинки

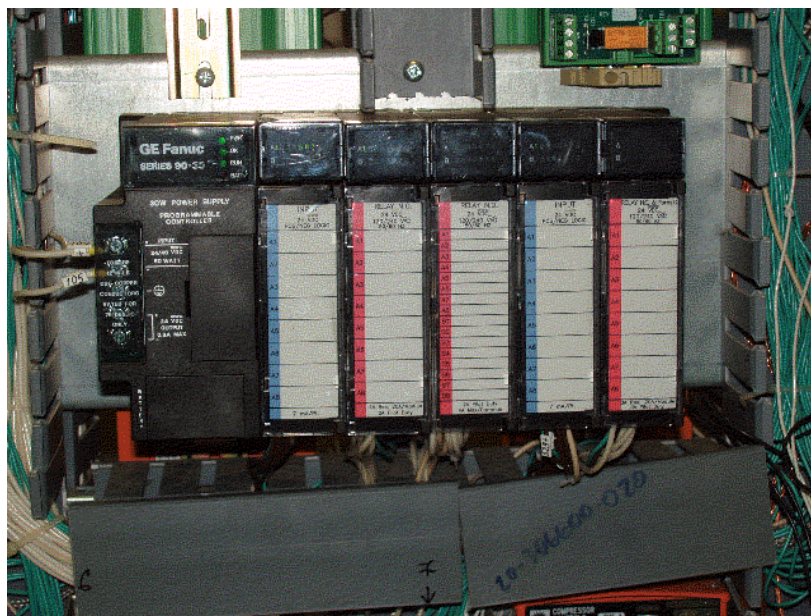


Рисунок 2.4 - Блок екстреної аварійної зупинки

Блок екстреної аварійної зупинки (БЕАЗ) призначений для реалізації екстреної аварійної зупинки ГПА при повній відмові САУ, пов'язаним з втратою функцій управління, включаючи автоматичний захист, а також по команді оператора від клавіші ЕАЗ, розміщеної на пульті управління.

Блок екстреної аварійної зупинки являється програмно-апаратним модулем працюючим під управлінням прикладної програми Logicmaster.

На вхід блоку екстреної аварійної зупинки поступають сигнали, що інформують про аварійну ситуацію в роботі ГПА.

Вихідні сигнали блоку екстреної аварійної зупинки управляють виконавчими механізмами ГПА.

Блок екстреної аварійної зупинки складається з шести модулів:

Модуль „POWER SUPPLY IC693PWB322” являється блоком живлення, а також програмно-логічним контролером. В модулі також встановлена внутрішня батарея для збереження інформації при втраті основного живлення.

В верхній частині лицьової панелі модуля розміщені чотири світлодіоди „PWR”, „OK”, „RUN”, „BATT”.

Призначення світлодіодів таке:

„PWR” – забезпечує індикацію наявності живлення;

					СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

„ОК” – забезпечує індикацію нормальної роботи програмуючого логічного контролера. (PLC) Якщо PLC працює нормально, світлодіод ввімкнений. Якщо PLC знайшов яку-небудь несправність, світлодіод вимкнений.

„RUN” – забезпечує індикацію роботи PLC, коли PLC знаходиться в режимі „Робота” світлодіод „RUN” – ввімкнений.

„БАТТ” – забезпечує індикацію напруги резервної батареї живлення. Якщо напруга батареї нижче потрібного для забезпечення підтримки пам’яті, світлодіод буде вимкнений.

Модулі дискретного вводу IC693 MDL-634-1, IC693 MDL-634-2 перетворюють дискретні сигнали постійного струму від пристроїв САУ в логічні рівні, необхідні для обробки, виконуючої процесором по заданому алгоритму.

Модулі дискретного виводу IC693MDL930, IC693MDL931, IC693MDL940 перетворюють логічні рівні процесора в сигнали управління виконуваними механізмами.

В модулях вводу-виводу встановлені світлодіоди індикатори, що інформують про стан сигналів, що надходять в блок екстреної аварійної зупинки і тих, що виходять з нього.[12]

2.2.4 Система забезпечення електричного живлення САУ

Електроживлення апаратних засобів САУ здійснюється від двох незалежних мереж:

- мережа змінного струму;
- мережа постійного струму.

В САУ використовуються декілька джерел живлення. Це зумовлено необхідністю розділення ел. живлення програмно-технічних засобів і виконуючих механізмів.

Використовуються типові блоки-каркаси ел. живлення фірми SCHAFER, включаючи в себе імпульсивні джерела живлення C2774-1, C2784-1 і діодні модулі.

Підвід живлення до засобів САУ здійснюється через автомати включення електроживлення.

Блок живлення G1P1 призначений для живлення операційного блоку, вторинних перетворювачів, нормалі заторів встановлених на FTA, а також для живлення зовнішніх вхідних ланок дискретних датчиків типу „сухий контакт”.

Блок живлення G1P2 призначений для живлення виконуючих механізмів, датчиків ГПА.

Живлення засобів САУ, встановлених в пульті управління здійснюється блоком живлення фірми „VICOR”.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2.2.5 Станція контролю і управління MOIS



Рисунок 2.5 - Станція контролю і управління MOIS

Станція контролю і управління являє собою апаратно-програмний модуль, призначений для контролю і управління газоперекачувальним агрегатом.

Станція контролю і управління включає в себе наступні апаратні засоби:

- персональний комп'ютер;
- відеомонітор;
- клавіатуру управління;
- джойстик чи мишу.

Персональний комп'ютер працює під управлінням MS Windows 3.11.

Програмне забезпечення включає в себе пакет прикладних програм WOIS.

Пакет прикладних програм WOIS, працюючий в MS Windows 3.11, призначений для створення і редагування технологічного інтерфейсу оператора.

Пакет прикладних програм WOIS складається з:

- V.4.0. PRISM (монітор інтерфейсу);
- V.4.0. Coin (конструктор інтерфейсу);
- V.4.0. ForCE (калькулятор формул);
- V.4.0. EASI (імітатор сигналів);
- V.4.0. CoNTE (редактор бази даних).

Крім того WOIS включає в себе програму архіву, драйвери обміну і ряд допоміжних програм.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Оператор здійснює управління і контроль через активні динамічні елементи екрану монітора, які в реальному масштабі часу взаємодіють з програмно-апаратними модулями регулювання GTCC і логічного управління GTLC, а також з другими пристроями САУ.

2.2.6 Універсальна панель оператора UniOP



Рисунок 2.6 - Універсальна панель оператора UniOP

Універсальна панель оператора призначена для управління і контролю газоперекачувальним агрегатом у випадку відмови станції управління MOIS. Робота ГПА під управлінням UniOP допускається до усунення несправності MOIS, але не більше 120 годин.

Універсальна панель оператора являється програмно-апаратним модулем працюючим під управлінням операційної системи Windows.

Для зв'язку панелі управління з операційним блоком використовується порт програмно-логічного контролера (PLC Port)

Порт персонального комп'ютера/принтера () використовується для завантаження програмного забезпечення і тим самим конфігурування універсальної панелі UniOP.

Внутрішня батарея UniOP використовується для збереження інформації, що знаходиться в UniOP.

На лицевій панелі UniOP розміщені:

- дисплей на рідких кристалах для відображення параметрів ГПА;
- ряд клавiш управління ГПА (задання режиму, видів параметрів ГПА);
- світлодіоди – індикатори стану UniOP.

2.2.7 Блок гальванічного розділення портів зв'язку DBAM – 2 – 8

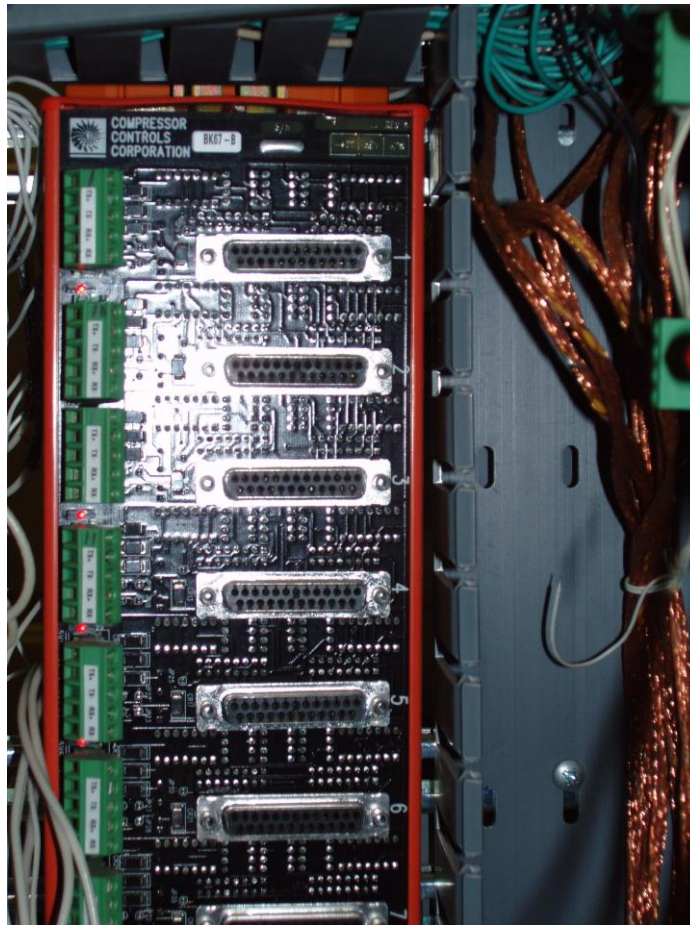


Рисунок 2.7- Блок гальванічного розділення портів зв'язку DBAM – 2 – 8

Блок гальванічного розділення портів зв'язку DBAM – 2 – 8 призначений для передачі цифрових сигналів від програмно-апаратних засобів операційного блоку до станції MOIS, панелі оператора UniOP і назад.

Передача сигналів в блоці DBAM – 2 – 8 ведеться разом з гальванічним розділенням портів зв'язку пристроїв передачі-прийому сигналів, а також підсилення цих сигналів.

Живлення блоку здійснюється від джерела постійного струму VICOR. Блок має 8 каналів зв'язку, через які здійснюється передача сигналів. Світлодіоди – індикатори, розміщені на блоці, інформують про наявність живлення блоку, роботу каналів передачі інформації.

2.2.8 Блок електроживлення VICOR

В якості джерела живлення засобів САУ розміщених в пульті управління використовуються перетворювачі $\sim 220 / = 24 \text{ V}$ потужністю 100 W моделі V1-L73-EW фірми

					СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

VICOR.Перетворювач VICOR призначений для живлення універсальної панелі UniOP і блоку гальванічного розділення портів.

2.3 Датчики і виконавчі механізми

Для забезпечення , контролю параметрів, газоперекачувального агрегату, а також обслуговуючих його системи (маслопостачання, паливного газу, пускового і ін.) використовуються аналогові і дискретні датчики та виконуючі механізми.

Аналогові датчики технологічних параметрів:

- термоперетворювач термометрів опорів;
- термоелектричні перетворювачі;
- індустрийні датчики частоти обертання роторів газотурбінного двигуна;
- датчики тиску, перепаду тиску;
- датчики віброшвидкості, вібропереміщення, осьового зсуву.

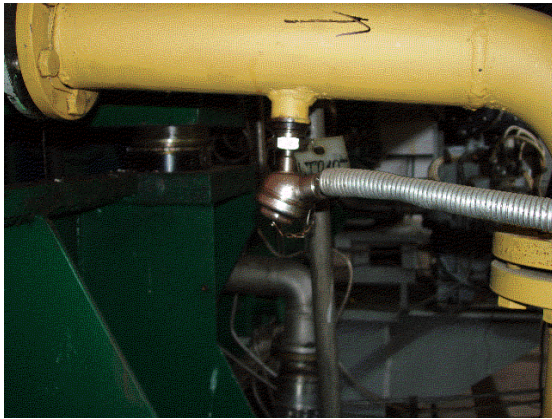
Дискретні датчики:

- тиску, перепаду тиску;
- сигналізатори положення ІМ, рівня масла та ін.

Виконуючі механізми:

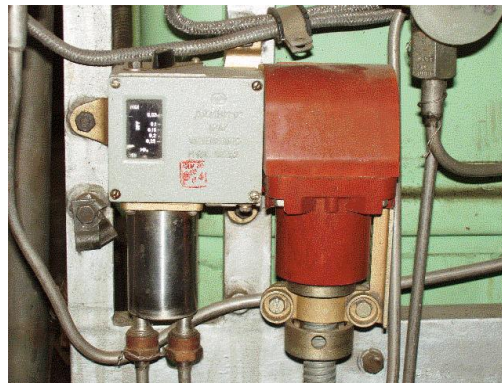
- регулюючий паливний клапан;
- антипомпажний клапан;
- регулятор частоти току і напруги;
- пускачі електроагрегатів ГПА;
- система плазмового загорання;
- електромагніти кранів ГТД (стоп-кран, клапан перепуску);
- електропривідний механізм приводу заслінок кранів системи змащування ГТД.[3]

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



А

Б



В

Рисунок 2.8 – Аналогові та дискретні датчики

2.3.1 Вимірювання температури

Для вимірювання температури в даній системі використовуємо термопару. Термопара складається з :

- вимірювального сенсора і
- необхідних монтажних і сполучних деталей.

Сенсор складається з двох провідників, які виготовлені з різних металів або сплавів і які на одному кінці, місці вимірювання, спаяні або зварені один з одним.

Якщо температура місця вимірювання відрізняється від температури на вільному кінці сенсора, то між вільними кінцями виникає напруга, термічна напруга. Величина термічної напруги залежить від різниці між температурою місця вимірювання і температурою на вільних кінцях, а також від виду комбінації матеріалів сенсора. Оскільки одним сенсором завжди реєструється одна різниця температур, то для визначення температури місця

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

вимірювання вільні кінці повинні знаходитися в порівнюючому пристрої з рівномірною і відомою температурою.

У процесі експлуатації при високих температурах допуски сенсорів можуть змінюватися через поглинання домішок, окислення або випаровування залишкових частин сплавів. Сенсори від їх місця з'єднання через компенсаційні лінії по можливості подовжувати до місця з рівномірною температурою (місце компенсації).

Компенсаційні лінії мають таке саме ідентифікаційне забарвлення як і відповідні сенсори; плюсовий полюс забарвлений в червоний колір. Стежити за дотриманням полів при з'єднанні, в іншому випадку виникають великі похибки вимірювання. До 200 °С для компенсаційних ліній діють ті ж основні величини і допуски, що і для відповідних сенсорів.

Вплив коливань температури на місці компенсації (компенсуючому пристрої) може бути усунене компенсаційним підключенням, наприклад, за допомогою компенсаційної розетки. Еталонна температура складає 0 °С або 20 °С.

На рисунку 2.9 представлена структура термопари: де а) розріз термопари, б) сенсор з ізолюючими трубками, с) комутаційна схема; l_N – номінальна довжина, 1 – керамічна захисна трубка, 2 – упорний фланець, 3 – утримувач, 4 – кільце утримувача, 5 – з'єднувальні клеми, 6 – з'єднувальна головка, 7 – з'єднувальний цоколь, 8 – температурний сенсор, 9 – компенсуючий опір, 10 – підвідна лінія, 11 – компенсуючий пристрій, 10 – компенсуюча лінія, 13 – місце з'єднання, 14 – сенсор з плюсовим і мінусовим термовідводами, 15 – місце вимірювання. Термопари дуже гнучкі, майже завжди їм можна надати форму і розмір, відповідно до використання. Температурний чутливий елемент має форму точки. Тому термопари особливо підходять для вимірювання швидкозмінних температур.[3]

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

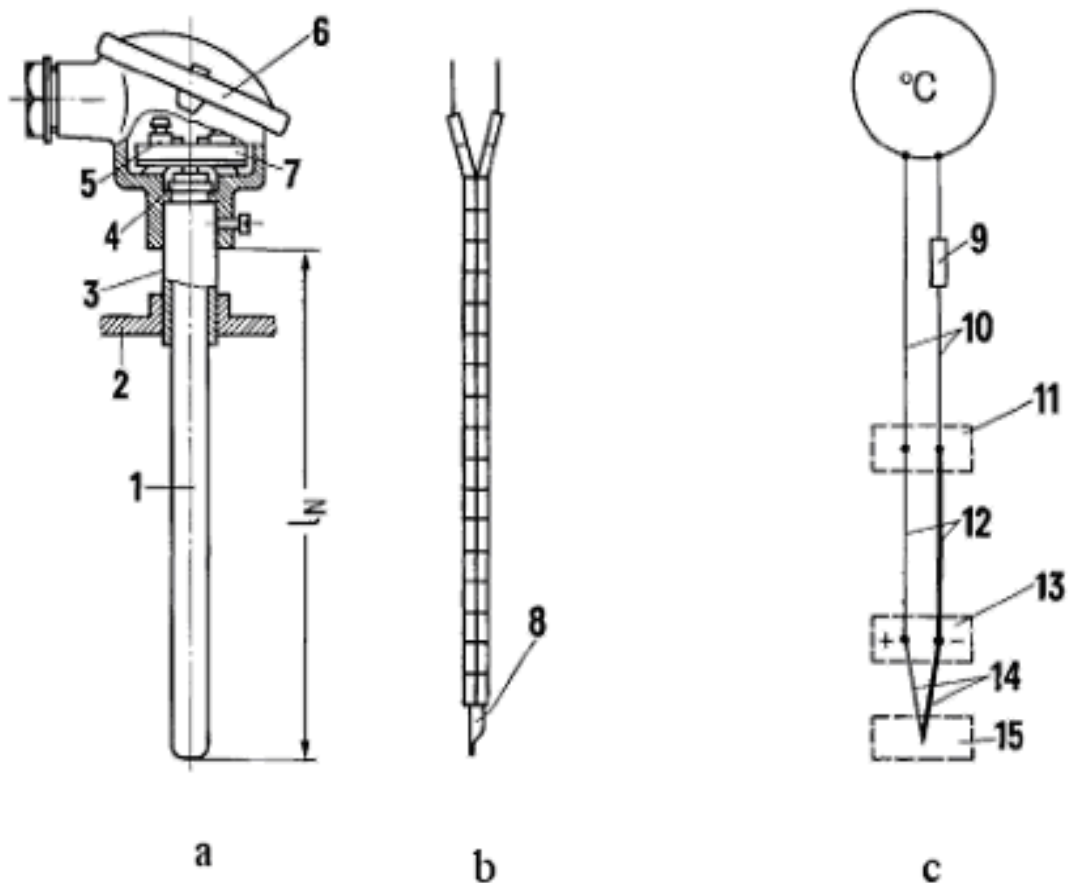


Рисунок 2.9 – Структура термопары

Таблиця 2.1 - Діапазони вимірювання для термопар

Сенсор	Cu-CuNi	Fe-CuNi	NiCr-Ni	PtRh-Pt
Діапазон вимірювання, °C	0 до 300	0 до 250	0 до 600	0 до 1200
	0 до 400	0 до 400	0 до 1000	0 до 1400
	0 до 600	0 до 600	0 до 1200	0 до 1600
		0 до 800	0 до 1300	600 до 1600
		0 до 900	300 до 600	
			300 до 600	600 до 900
			300 до 1000	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ

Арк.

32

2.3.2 Вимірювання тиску

У загальному випадку вимірювальна установка для вимірювання тиску або різниці тисків має назву манометр. Манометри відрізняються за видом вимірюваного тиску, способом перетворення вимірюваної інформації, принципом дії, класом точності і призначенням.

Для даної системи оберемо вимірювальний перетворювач типу САПФІР-22ДА-Вн.

Даний перетворювач призначений для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання і управління технологічними процесами і забезпечують неперервне перетворення значень вимірюючого параметру.

Дані пристрої для вимірювання тиску являються тензорезисторними засобами вимірювання тиску.

Принцип роботи тензорезисторних вимірювачів тиску побудований на зміні активного електричного опору провідників при їхній механічній деформації. Основна характеристика тензоефекту - коефіцієнт відносної тензочутливості, який визначається, як відношення зміни опору провідника до зміни його довжини

$$k = \frac{\varepsilon_R}{\varepsilon_l} \quad (2.1)$$

де $\varepsilon_R = \frac{\Delta R}{R}$ - відносна зміна опору;

$\varepsilon_l = \frac{\Delta l}{l}$ - відносна зміна довжини.

Для твердих тіл відносна зміна опору залежить як від зміни геометричних розмірів, так і від зміни питомого опору

$$k = 1 + 2\mu + m \quad (2.2)$$

де μ - коефіцієнт Пуассона (для металів $\mu = 0,24-0,4$);

$m = \frac{\Delta \rho / \rho}{\Delta l / l}$ - зміна питомого опору матеріалу, що пов'язана з зміною його фізичних властивостей.

Для металів $(1 + 2\mu) \gg m$, для напівпровідникових матеріалів $m \gg (1 + 2\mu)$ і для них можна вважати, що $k = m$.

Тензорезисторні чутливі елементи являють собою металеву або діелектричну вимірювальну мембрану, на якій розміщуються тензорезистори (найчастіше у вигляді врівноваженого вимірювального моста) з контактними площадками для провідного підклю-

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

чення до внутрішньої або зовнішньої електровимірювальної схеми — електронному блоку обробки.

Деформація мембрани під впливом зовнішнього тиску P приводить до локальних деформацій тензорезисторного моста і його розбалансу — зміні опору, що вимірюється електронним блоком.

Перетворювач складається із вимірюючого блоку і електричного пристрою.

Параметр що вимірюється, подається в камеру вимірюючого блоку і лінійно перетворюється в деформацію чутливого елемента і зміну електричного опору тензорезисторів тензоперетворювача, розміщеного в вимірюючому блоці.

Електричний пристрій перетворювача перетворює цю зміну опору в струмовий вихідний сигнал.

Чутливим елементом тензоперетворювача є пластина з монокристалічного сапфіру з кремнієвими плівковими тензорезисторами, що щільно з'єднані з металеву мембраною термоперетворювача.

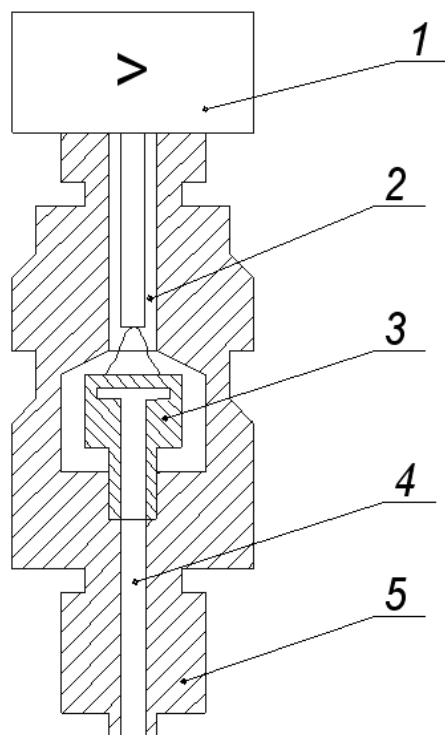


Рисунок 2.10 – Схема перетворювача САПФІР-22ДА-Вн

Мембранний тензоперетворювач 3 розміщений всередині корпусу 5. Тиск що вимірюється, подається в камеру 4 і діє на мембрану тензоперетворювач, викликаючи цим прогин і зміну опору тензорезисторів. Порожнина 2 пов'язана з навколишнім середовищем.

					СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Електричний сигнал від тензоперетворювач передається по проводах з вимірюючого блоку в електричний пристрій 1.[3]

2.3.3 Вимірювання витрати

Витрата – це фізична величина, що визначається кількістю рідини або газу, що проходять через трубу або русло за одиницю часу. Розрізняють об'ємну витрату Q , коли кількість речовини вимірюється в об'ємних одиницях, і масову M , коли вона вимірюється в одиницях маси. Витрата пов'язана із середньою по перерізу швидкістю v і площею його перерізу S співвідношеннями

$$Q = vS \quad (2.3)$$

$$M = \rho vS \quad (2.4)$$

де ρ – густина середовища.

Найбільш поширеним методом вимірювання витрати в трубах є метод вимірювання за перепадом тиску в звужуючому пристрої [12].

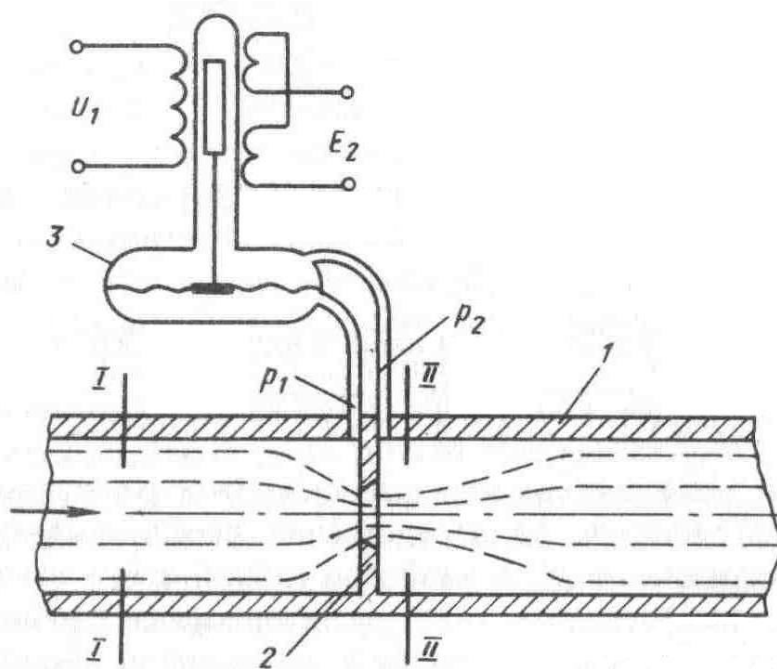


Рисунок 2.11 – Схема витратоміра

В трубу 1 вставляють пристрій 2, звужуючий потік, наприклад діафрагма – диск з отвором. В місці звуження швидкість потоку зростає і його кінетична енергія збільшується. Це викликає зменшення потенційної енергії, яка визначається статичним тиском. Тиск у звуженому потоці менший, ніж тиск в потоці до звуження. Різниця тисків зростає з збільшенням швидкості середовища і служить мірою витрати. Звужуючий пристрій являє

собою перетворювач швидкості потоку(витрати) в різницю тисків. Різницю тисків при цьому вимірюють диференційним манометром 3, градуйованим в одиницях витрати.

До нормалізованих звужуючих пристроїв відносяться діафрагми, виконані у відповідності до діючих нормативних документів і такі, що дозволяють використання в якості первинних перетворювачів витрати потоків без індивідуального градування. Нормалізована діафрагма – це витратомірна діафрагма з круглим отвором, який розміщений концентрично до осі з прямокутною кромкою на стороні входу і конічною частиною на стороні виходу (рисунок 3.12).

Звичайно концентричні діафрагми представляють собою тонкий плоский диск з круглим гострим отвором, закріплюваний між фланцевими з'єднаннями трубопроводу перпендикулярно осі з концентрично розміщеним отвором. Іноді використовується потовщений диск з камерами кругом отвору на периферійній стороні. Його закріплюють так, щоб тонка частина диску, повернена до входу, залишалась плоскою з кутом 90^0 біля кромки отвору. Диференційний манометр або окремі статичні манометри під'єднуються до бокових отворів в стінці трубопроводу з обох сторін діафрагми.

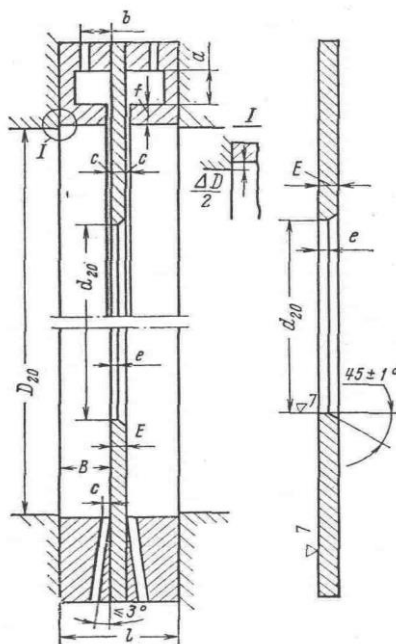


Рисунок 2.12 – Структура діафрагми

В деяких випадках діафрагма має заокруглену вхідну кромку, утворюючи дуже коротке сопло.

Вимірювання витрати речовини по перепаду тиску на звужуючому пристрої відноситься до виду непрямих вимірювань.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Середня квадратична відносна похибка показів по шкалі диференційного перетворювача тиску обраховується по формулі

$$\sigma_{\sqrt{\Delta P}} = \frac{\delta_Q \cdot Q_{ВП}}{2Q}, \quad (2.5)$$

де δ_Q - основна допустима похибка показів по шкалі диференційного перетворювача тиску, %.

Для вимірювання витрати і перепаду тиску в даній системі антипомпажного захисту нагнітача використовується диференційний перетворювач тиску, який призначений для неперервної видачі інформації про вимірювальний перепад тиску у вигляді уніфікованого вихідного параметру, який виражається взаємною індуктивністю. Диференційні перетворювачі тиску використовуються для вимірювань неагресивного середовища по відношенню до сталі. Границі вимірювань складають (1,6...630) кПа. Граничний робочий тиск – 16 МПа. Основна похибка вимірювань – ($\pm 1,5$)%. Умови експлуатації: температура повітря навколишнього середовища – (-30...+50)°С, відносна вологість повітря – 95%.

Для перетворення електричного сигналу мікроконтролера в пневматичний сигнал для керування регулюючим органом використовується малогабаритний електропневмоперетворювач типу ЕПП-63. Цей перетворювач призначений для пропорційного перетворення неперервного (електричного) сигналу постійного струму (0...5) мА в уніфікований пневматичний сигнал (0,2...1) кгс/см² (0,02 МПа...0,1 МПа). Клас точності перетворювача ЕПП-63 складає 0,6. Вхідний опір – не більше 2 кОм. Зміна вихідного сигналу перетворювача, яка викликана перепадом температури повітря навколишнього середовища від (20 \pm 5)°С до будь-якої температури від 5°С до 20°С на кожні 10°С не перевищує значення, яке визначається за формулою

$$\delta = \pm(x_{нс} + 0,025 \cdot \Delta t), \quad (2.6)$$

де $x_{нс}$ – значення допустимого відхилення вихідного сигналу, %; $x_{нс}=0,3\%$;

Δt – абсолютне значення різниці температур, °С;

0,025 – температурний коефіцієнт, %·°С.

Зміна вихідного сигналу перетворювача, яка викликана перепадом тиску живлення на 10% від номінального значення 1,4 кгс/см² (0,14 МПа), не перевищує половини абсолютного значення границі допустимої основної похибки.[3]

					СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

У проєктованому устаткуванні робочим середовищем є природний газ наступного складу %:

метан	0,9863
етан	0,0012
пропан	0,0023
н-бутан	0,0001
азот	0,0101

Властивості газу: не отруйний, вибухонебезпечний в суміші з повітрям.

Концентраційні межі займання в суміші з повітрям:

нижній - 5%; верхній - 17%.

Температура самозаймання : 650°C -670°C.

Максимальний (надмірний) тиск при вибуху газу в суміші з повітрям, 0,717 МПа при вмісті газу в суміші 9,8 .%.

Характеристика змащувального масла І - 40А:

температура займання визначається у відкритому тиглі - не нижче 220 °С.

Основні заходи безпеки при обслуговуванні ГПА

Вимоги безпеки при експлуатації ГПА з приводом від газової турбіни авіаційного типу визначаються вибухонебезпекою газу, що транспортується, його високим тиском, наявністю високооборотних двигунів і нагнітачів газу, розміщених в контейнерах обмеженого об'єму.

Основне завдання техніки безпеки при експлуатації ГПА — запобігання небезпечним явищам, пов'язаним з газом, що транспортується. Природний газ безбарвний, легший за повітря і малотоксичний (якщо не містить шкідливих домішок), не має відчутного запаху, здатний в певній концентрації утворювати з повітрям вибухонебезпечну суміш.

Головною складовою частиною природних і попутних нафтових газів є метан, вміст якого залежно від родовища може досягати 80—98%. Вміст вуглекислого газу в природному газі зазвичай не перевищує 6—7%, азоту 10%. Сірководень, що міститься в деяких природних і нафтових газах, є шкідливою домішкою. Нафтовий газ окрім метану містить значну кількість етану, пропану, бутану і інших важких компонентів.

					СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Основний компонент природного газу (метан) має наступні фізичні характеристики:

Відносна густина за повітрям (при 20 °С)	0,554
Густина (при 0°С і 1 кгс/см ²), кг/м ³	0,717
Температура займання, °С	650—670
Гранично допустима за санітарними нормами (СН 245—71) концентрація в повітрі робочої зони (у перерахунку на вуглець), мг/м ³	300
Межі займання в суміші за повітрям, %	5—15
Граничний допустимий вміст в повітрі робочої зони, %: за звичайних умов експлуатації	До 1
при проведенні вогняних робіт	0,5

Домішки важких вуглеводнів змінюють властивості природного газу таким чином: підвищують його густину, знижують температуру займання, межі займання в суміші з повітрям, а отже, і допустимий об'ємний вміст в повітрі робочої зони.

Чистий метан і етан не отруйні, але при недостатчі кисню в повітрі викликають задуху. Перші ознаки нездужання виявляються при вмісті метану в повітрі приблизно 25—30%. Перші ознаки отруєння пароподібними вуглеводнями, що містяться в природному газі: нездужання і запаморочення. Услід за цим настає ніби сп'яніння, що супроводжується сміхом, галюцинаціями і втратою свідомості.

Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони наведені в ГОСТ 12.1.005—88. У природному газі деяких газових і газоконденсатних родовищ присутній сірководень. Це безбарвний газ з характерним запахом тухлих яєць. Запах сірководню відчувається при вмісті його в повітрі 0,0014—0,0023 мг/л. Вміст його в газі, що транспортується, згідно ГОСТУ 51 40—83 не повинен перевищувати 0,02 мг/м³. Сірководень відноситься до високонебезпечних шкідливих речовин, є сильною отрутою, що діє на нервову систему. За наявності в повітрі 0,01—0,015 % сірководню відбувається легке отруєння, при 0,1—0,3% — отруєння із смертельним результатом. Граничний допустимий вміст сірководню в робочій зоні по санітарних нормах 10 мг/м³, а в суміші з вуглеводнями не більше 3 мг/м³.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 3.1 - Можливі несправності і способи їх усунення

Відхилення параметра	Способи усунення
Температура масла	
<p>1. Температура масла на виході маслоохолоджувачів нагнітача <35°C</p> <p>2. Температура масла на виході маслоохолоджувачів нагнітача >55°C</p> <p>3. Підвищення температури масла на виході з підшипників нагнітача</p> <p>4. Температура масла на вході в двигун >100°C</p>	<p>Оцінити працездатність РТП -65-45, при необхідності замінити його.</p> <p>Перевірити кількість працюючих вентиляторів і при необхідності ввімкнути додаткові. Оцінити працездатність РТП – 65 – 45 і при необхідності замінити його.</p> <p>Проконтролювати тиск масла в напірному колекторі; у випадку необхідності перевірити настройку і справність редуційних клапанів, працездатність основного насоса мастила. Проконтролювати перепад тиску на маслофільтрах системи мастила. Перевірити зазори між валом ротора і масляними кільцями ущільнювачів підшипників, стан поверхонь колодок підшипників, зазор в упорному підшипнику. Проконтролювати температуру масла на виході маслоохолоджувачів, у разі потреби виконати роботи згідно п.2</p> <p>Перевірити роботу вентиляторів масло охолоджувачів двигуна і при необхідності включити РТП - 32 – 50, при необхідності замінити його.</p>

Тиск масла

5. Падіння тиску в системі мастила нагнітача

Перевірити працездатність основного насоса мастила, настройку і справність перепад на маслофільтрах. Перевірити зазори між валом ротора і масляними кільцями ущільнювачів підшипників, між наполегливим диском і кільцем ущільнювача. Переконайтеся в герметичності маслосистеми і відсутності підсосу повітря на вході в підшипники.

6. Тиск масла на вході в двигун $<0,23$ Мпа

Переконайтеся в герметичності маслосистеми. Перевірити положення вентилів на маслофільтрах системи мастила двигуна. Проконтролювати перепад на маслофільтрах.

7. перепад тиск масло – газ $<0,03$ Мпа

Переконайтеся в справності пускового і основного насосів ущільнення, в справності і правильності настройки РПД – 2М. Перевірити зазор між валом ротора і кільцем з боку камери «масло – газ». Перевірити стани гумових кілець ущільнювачів, у разі потреби замінити їх. Перевірити перепад на фільтрах високого тиску, у разі потреби замінити їх.

8. Перепад тиску на фільтрах мастила або ущільнення більше норми

Перевірити положення вентилів. Перейти на резервний фільтр, забруднений фільтр передати на регенерацію. Оцінити характер забруднення фільтру і при необхідності провести очищення масла.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

При монтажі ГПА слід звернути увагу на наступне. Підйом турбоблока необхідно проводити за допомогою спеціальної траверси. Підйом інших блоків — всмоктуючої камери, блоку маслоохолоджувачів, вихлопного пристрою, шумоглушника і ін.— повинен проводитися відповідно до схем строповки і рекомендацій, викладеними в технічній документації на ГПА. У з'єднаннях блоків ГПА необхідно усунути всю нещільність і щілини, кришки маслобаків повинні бути встановлені герметично. На непрацюючому агрегаті жалюзі ВОУ, повітрязабірного відсіку двигуна повинні бути закриті, вхідні дифузори вентиляторів блоку маслоохолоджувачів заохлюють.

Обслуговування устаткування, зокрема його пуск, зупинку і регламентні роботи, необхідно здійснювати відповідно до вимог технічних інструкцій заводу-виробника. Експлуатація ГПА з параметрами, що мають відхилення від значень, вказаних в інструкції з експлуатації, не допускається. Після монтажу основного і допоміжного устаткування при проведенні пусконаладжувальних робіт, коли на КС зосереджені будівельні, монтажні, експлуатаційні і пусконаладжувальні організації і єдине керівництво утруднено, слід звернути особливу увагу на дотримання правил техніки безпеки. Перед подачею газу на КС весь персонал будівельних, монтажних, пусконаладжувальних і інших організацій, задіяних на майданчику, повинен пройти інструктаж по техніці безпеки, що повинно бути зафіксовано в документах.

Роботи по пусконаладці, ремонту і експлуатації ГПА повинні проводитися відповідно до вимог «Правил техніки безпеки при монтажі устаткування компресорних станцій магістральних газопроводів»; «Правил безпеки при експлуатації магістральних газопроводів» і «Збірника інструкцій по техніці безпеки при експлуатації і ремонті компресорних станцій магістральних газопроводів».

До експлуатації і ремонту газоперекачуючих агрегатів типу ГПА-25МН80ЛІ допускається обслуговуючий персонал, що пройшов спеціальну підготовку, склав іспити і допущений в установленому порядку до його обслуговування і експлуатації.[7]

Перед пуском ГПА потрібно переконатися в спрацьовуванні звукового сигналу при натисненні кнопки «Пуск».

Пуск агрегату без огорож і кожухів на деталях, що обертаються, і вузлах, знаходяться на висоті не більше 2 м від рівня підлоги (торсіонний вал, вентилятори блоку маслоохолоджувача, муфта пускових насосів), або зняття їх під час роботи агрегату не допускається.

При експлуатації ГПА забороняється:

- входити у відсік двигуна при запуску і роботі двигуна;
- проводити роботи на двигуні, коли система ГПА знаходиться під струмом;
- проводити роботи у всмоктуючій камері і вихлопній шахті агрегату під час запуску або при роботі двигуна;
- працювати з відкритими дверима відсіку двигуна, нагнітача, ВОУ і всмоктуючої камери.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Повітря в маслобачі повинно щодня перевірятися на вміст в нім горючих газів із записом в журналі. При зміні горючих газів в маслобачі агрегату більше 1% робота ГПА не допускається.

Не допускається перебування обслуговуючого персоналу біля працюючого агрегату без засобів індивідуального захисту від шуму більше 1 г протягом однієї робочої зміни.

Допустимий рівень вібрації газотурбінної установки, вимірюваний штатною апаратурою, не повинен перевищувати 60 мм/с.

Герметична перегородка між відсіками двигуна і нагнітача повинна підтримуватися в такому стані, щоб повітря з відсіку нагнітача не проникало у відсік двигуна.

При подачі гарячого повітря від двигуна для обігріву відсіків агрегату необхідно оповіщати про це персонал, що працює у відсіках. При роботі з арматурою гарячого повітря слід користуватися захисними рукавицями.

При вимкненні електроенергії необхідно користуватися станційними переносними світильниками напругою 12В вибухонебезпечного виконання.

У зимовий час майданчики обслуговування ГПА слід періодично очищати від льоду і снігу.

Аварійна зупинка агрегату повинна бути вироблена в наступних випадках: при загрозі безпеці обслуговуючого персоналу або поломці агрегату; появі металевих стуків і ударів; сильних вибоках масла або газу; займанні масла або газу; помпажних явищах в агрегаті.

Перед оглядом і ремонтом агрегату з контура нагнітача повинен бути підбурений газ і в місцях розміщення арматури і пускових пристроїв повинні бути вивішені плакати «Не включати, працюють люди».

Всі роботи по регулюванню двигуна можуть проводитися тільки при зупиненому агрегаті. Регламентні і ремонтні роботи на двигуні повинні проводитися тільки після охолодження його зовнішніх поверхонь до температури 45 °С. В період збірки і розбирання агрегату необхідне безпечне ведення робіт. Забороняється: користуватися несправними підйомними механізмами і пристосуваннями для підйому двигуна, кришки нагнітача, ротора і інших складальних одиниць агрегату; залишати деталі в підвішеному перебуванні на вантажопідйомних механізмах; експлуатувати вантажопідйомні механізми при температурі нижче — 20 °С.

Вантажопідйомні механізми, що працюють в парі, слід навантажувати рівномірно, щоб уникнути їх поломки і травматизму персоналу.

При розконсервації і митті деталей слід користуватися пожежобезпечними технічними миючими засобами.

Забороняється в контейнерах, або поблизу агрегату зберігати гас, бензин і інші легкозаймисті матеріали.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Експлуатація установки пожежогасіння недопустима, якщо закінчився термін чергового огляду балонів, а також якщо виявлені дефекти, що виключають гарантію безпечної роботи установки. Транспортувати установку в балонах вогнегасної речовини забороняється.

Входити у відсіки двигуна і нагнітача після спрацьовування системи пожежогасіння без протигаза дозволяється тільки після ретельного їх провітрювання і узяття проб загазованості у відсіку.

Для визначення вмісту шкідливих речовин в повітрі робочої зони повинні проводитися контрольні вимірювання методом відбору проб не рідше за 1 раз на рік.

На дверях відсіку двигуна, всмоктуючою камери і повітроочисного пристрою повинні бути нанесені заборонні знаки безпеки, виконані по ГОСТ 12.4.026—76, з пояснюючим написом «При роботі ГПА не входити».

Виконання перерахованих вище вимог необхідне для безпечної і надійної експлуатації всього устаткування газоперекачувальних агрегатів з авіаційним приводом.[8]

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навч. посіб./ В. В. Ванін, А. В. Блюк, Г. О. Гнітецька. – К. : Каравела, 2018. – 200 с.
2. НПП. „Машпроект”. Двигатель газотурбинный ДН80Л.
3. Васильківський І. С. Виконавчі пристрої систем автоматизації: навчальний посібник / І. С. Васильківський, В. О. Фединець, Я. П. Юсик. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2020. – 220 с.
4. Транспортування нафти, нафтопродуктів і газу: навч. посіб. / Л.Н. Ширін, О.В. Денищенко, С.С. Барташевський, Є.А. Коровяка, В.О. Расцветаев ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2019. – 203 с.
5. В. К. Касперович. Трубопровідний транспорт газу: Підручник. Івано-Франківськ. – 1999. – 198 ст с іл.
6. Бондаренко Г. А. Компресорні станції : підручник / Г. А. Бондаренко, Г. В. Кирик. – Суми : Сумський державний університет, 2016. – 385 с.
- 7 Охорона праці та цивільний захист: Підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / О. Г. Левченко, О. І. Полукаров, В. В. Зацарний, Ю. О. Полукаров, О. В. Землянська. За ред. О. Г. Левченка. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 420 с.
8. Гасило Ю. А. Охорона праці в галузі та цивільний захист: навчальний посібник / Ю. А. Гасило, О. А. Крюковська. К. О. Левчук, Р. Я. Романюк. —Кам'янське : ДДТУ, 2017. — 369 с.
- 9 В. Савицький, Р. Федоришин. Технічні засоби автоматизації: навчальний посібник. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2018. – 292 с.
- 10 Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі : В. Д. Черв'яков, О. Ю. Журавльов, І. В. Щокотова – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 69 с.
- 11 Пістун Є. П., Стасюк І. Д. Основи автоматики та автоматизації. Навчальний посібник. Друге видання, змінене і доповнене. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. - 336 с.
- 12 Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 344 с.

					СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 13 Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. - 136 с.
14. GS10 Valve Driver & Gas Fuel Valve_Actuator Assembly Technical Manuals. Manual 40167. <https://wenku.baidu.com/view/98c9b5315a8102d276a22fb4.html>
15. Series 90-70 Programmable Controller Data Sheet Manual GFK-0600F <https://www.cimtecautomation.com/files/pdf/IC697CPX935.pdf>
16. Панченко, В.О. Гідравлічні машини і обладнання нафтових та газових комплексів: навч. посіб. / В.О.Панченко, А.А. Панченко. - Суми: СумДУ, 2018. - 227 с.
17. Macisaac B., Langton R. Gas Turbine Propulsion Systems. John Wiley & Sons, Ltd., 2011. - 340 p.

					<i>СУЗ-83-0с.151.01 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46