

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 ГПА «ELIOT» 29 М 91

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Журавльов О. Ю.

Дипломник:

студентка групи СУз-71С

Пузік К.О.

Суми 2021

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ.....	3
ВСТУП .....	4
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ГПА ЕЛІОТ, ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ.....	5
1.1. Контрольно-вимірювальна апаратура обладнання ГПА і перелік основного електрообладнання .....	6
1.2. Функціональні схеми автоматизації.....	8
2 СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ГПА ЕЛІОТ.....	13
2.1 Програмно-технічні засоби САУ .....	14
2.2 Характеристика модулів автоматичного управління .....	19
3 УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ГПА. ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ УПРАВЛІННЯ.....	27
4 АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ РОБОТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГПА.....	33
5 ЗНАЧЕННЯ І ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА ВИРОБНИЦТВО.....	39
ВИСНОВОК .....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ .....	43
ДОДАТКИ	

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>					
					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>					
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматизація ГПА «ЕЛІОТ» 29 М 91 Пояснювальна записка.		Літ.	Лист	Листів	
Розроб.		Пузік К.О.								
Перевір.		Журавльов О.Ю.						2	44	
Реценз.							<i>СумДУ СУЗ-71с</i>			
Н. Контр.		Журавльов О.Ю.								
Затверд.		Довбиш А.С.								

## ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

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

## ВСТУП

Оцтова кислота - одна з провідних продукцій підприємства, яка користується величезним попитом, як в межах нашої держави, так і за кордоном. Так, наприклад, 70% продукції йде на експорт.

Розвиток промисловості був пов'язаний з необхідністю впровадження нового обладнання для транспорту газу по газопроводах до камер згорання. Природний газ, необхідний для виготовлення оцтової кислоти, знаходиться в газовій магістралі за межами підприємства.

Необхідно було впроваджувати ГПА нового покоління, які могли б забезпечити високий рівень автоматизації, в порівнянні з існуючими на той момент системами стиснення і передачі природного газу.

Саме система управління фірми FISHER® (діюча нині версія RS3TM), налаштована на управління ГПА ELIOT і реалізована на базі контролерів, підключених до комп'ютерної станції управління оператора, відповідає найжорсткішим вимогам завдяки простій логічній структурі, що дозволяє удосконалювати управління процесом, економити сировину та електроенергію.

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

# 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНОГО АГРЕГАТУ ELIOT, ЯК ОБ'ЄКТА УПРАВЛІННЯ

На КС з різними технологічними схемами використовують різні ГПА, що відрізняються параметрами, конструктивним виконанням, складом устаткування та ін. Тип застосовуваного ГПА визначається, перш за все, його призначенням. Види ГПА мають різні виконання, що розрізняються принципом дії компресора, типом приводу, функціональними ознаками.

У газовій промисловості застосовують два види КС - обладнані поршневыми і відцентровими нагнітачами, а в даному випадку розглядається останній. Принцип стиснення, застосовуваний в відцентрових нагнітачах, дозволяє отримувати більш високі продуктивності, ніж у поршневих. За типом приводу компресора цей ГПА газотурбінний.

Об'єктом управління є газоперекачувальний агрегат типу "ELIOT" модель 29 M91 з приводним двигуном "GENERAL ELECTRIK" модель 5K850070CL.

ГПА виготовлений в блочно-контейнерному виконанні. Монтаж агрегату виконується на місці експлуатації на монолітному залізобетонному фундаменті. Стиковка всіх блоків здійснюється за допомогою гнучких перехідників, що дозволяють компенсувати неточності установки при монтажі агрегату.

Газоперекачувальний агрегат типу "ELIOT" має в своєму складі: турбоблок, блок систем забезпечення, блок маслоохолоджувачів із шумоглушником, блок повітроочисного пристрою, блок вихлопного пристрою із шумоглушником. У ГПА вихлопний пристрій встановлено на опорах, розташованих усередині контейнера. Шумоглушник розміщений на верхній опорній поверхні каркаса вихлопного пристрою. Повітроочисний пристрій встановлюється на блоці маслоохолоджувачів, який розташований

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

на одній рамі з шумоглушником повітроочисного пристрою і встановлений на блоці систем забезпечення. У блоці систем забезпечення встановлено допоміжне обладнання (маслобаки і маслоагрегати, установка пожежогасіння).

### 1.1 Контрольно-вимірювальна апаратура обладнання ГПА ELIOT і перелік основного електрообладнання

Типи контрольно-вимірювальної апаратури: датчики тиску типу STG-97L-E1G. Вони вимірюють тиск (абсолютний або відносний) або перепад тисків в будь-якому певному діапазоні, наприклад: 0-40кПа або 0-10кПа. Вихідним сигналом датчика є струмовий сигнал 4-20мА, який лінійно змінюється пропорційно зміні вхідного тиску (перепаду тиску). Датчики температури вимірюють температуру робочого середовища (газу або атмосферного повітря) і мають шкалу, в якій лінійно змінюється опір термометра 0-20°C, -50- + 50°C і т.д. Вихідним параметром датчика є змінний опір, що лінійно змінюється в зазначеному діапазоні.

Для контролю характеристик безпосередньо нагнітача в складі ГПА також застосовуються, крім перерахованих вище, ще й датчики вібрації виробництва фірми METRTX USA. Застосовуються такі моделі датчиків.

Модель 5465-перетворювач формує сигнал 4-20мА, пропорційний рівню вібрації подвійної амплітуди. Цей пристрій поєднує чутливий елемент струмовихрового датчика і двопроводний перетворювач в один прилад, який ідеально підходить для виміру вібрації вала і передачі пропорційного сигналу 4-20мА безпосередньо на дистанційний індикатор струму реле попереджувальних сигналів, аналоговий монітор. Клеми тестування призначені для контролю не перетвореного сигналу, що містить складову по постійному струму, який застосовується для установки зазору датчика, і

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
						6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

складову по змінному струму, використовувану для аналізу вібрації в місці установки перетворювача. Двопровідне під'єднання, (як для живлення так і для вихідних сигналів) спрощує підключення; і крім того сигнал постійного струму не вимагає екранування проводів. Наконечник датчика має високу хімічну стійкість до масла, фетонів, кетонів, основ, солей і води.

Модель 5488-перетворювач формує сигнал 4-20мА, пропорційно до осьового положення вала.

**Електрообладнання.** Є три блоки безперебійного живлення: один - для забезпечення напругою 24 В постійного струму компонентів системи RS3TM фірми FISHER®, другий - для живлення датчиків, виконавчих механізмів двигуна і зовнішніх кіл напругою 24 В, третій призначений для живлення комп'ютера напругою 220 В змінного струму. Резервування живлення в перших двох блоках забезпечується за рахунок підключення зведеного блоку стабілізованого живлення до основного (~ 220 В) і резервного (- 110 В) фідерів. Резервування живлення в третьому блоці забезпечується перемикаючим реле компаратора з мережі ~ 220 В на мережу = 110 В при падінні напруги змінного струму до певної налаштованої величини на компараторі). Перетворення ж постійної напруги в змінну забезпечує інвертор. До електроустаткування системи відносяться: кнопки, сигнальні лампи, перемикачі, кінцеві вимикачі, автоматичні вимикачі, магнітні пускачі, електродвигун, електрозасувки т.д.

Поряд з комп'ютерним пультом управління є кнопковий пульт, що містить наступні керуючі кнопки:

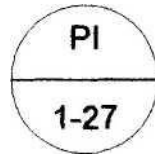
1. Поворотний перемикач "Менше - Більше" для частоти обертання СТ
2. Кнопка "Нормальне зупинення» (НЗ)
3. Кнопка "Аварійна зупинка" (АЗ)
4. Кнопка "Екстрена аварійна зупинка " (ЕАЗ)
5. Кнопка "деблокування ЕАЗ"
6. Кнопка "Квитування сигналізації"

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

7. Кнопка "Подача ВГР в відсік нагнітача" (ВГР ВН)
8. Кнопка "Подача ВГР в відсік двигуна" (ВГР ВД)
9. Кнопка "Подача ВГР в відсік маслоагрегатів" (ВГР ОМА)

## 1.2 Функціональні схеми автоматизації

На кожній функціональній схемі об'єкта управління повинна бути зображена відповідна частина технологічної схеми із зазначенням місць вимірювання і виконавчими механізмами. Один вимірюваний параметр або керуючий сигнал розглядається як одна "Позиція за проектом". Умовно позиція зображується в колі, як показано нижче.



У верхній його частині вказуються абревіатура параметра і його ідентифікатор (в даному прикладі Р - тиск, І - індикація), відповідно до Американського Національного Стандарту ISA, в нижній частині вказуються номер підсистеми (функціональної схеми) і через тире - порядковий номер позиції. У наведеній нижче таблиці 1.1 наведені дані, що застосовуються в даній роботі для позначення параметрів.

Всі аналогові параметри мають на функціональних схемах позначення І (індикація), дискретні - S.

Поруч з позицією вказуються адреси всіх сигналів, що відносяться до неї. Ці адреси присутні далі в Переліку контурів системи, в Переліку каналів зв'язку з об'єктом управління, в Таблиці уставок аналогових параметрів і в Таблиці аварійно-попереджувальної сигналізації. Умовно всі сигнали однієї позиції утворюють контур управління (хоча він не завжди має керуючі функції), які в Переліку контурів управління згруповані разом. Контури, що

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8



не мають технологічної значущості (наявність напруги живлення і т.д.) не показуються на функціональних схемах, але наведені в розділі Переліку контурів системи "Параметри діагностики та управління".

Таблиця 1.1-Позначення застосовуваних параметрів

Найменування параметра	Абревіатура	Ідентифікація				
		Індикація	Реєстрація	Регулювання	Сигналізація	Дискр. упр.
Температура	T	<b>TI</b>	<b>TR</b>	<b>TC</b>	<b>TA</b>	<b>TS</b>
Тиск	P	<b>PI</b>	<b>PR</b>	<b>PC</b>	<b>PA</b>	<b>PS</b>
Перепад тиску	DP	<b>DPI</b>	<b>DPR</b>	<b>DPC</b>	<b>DPA</b>	<b>DPS</b>
Частота оберт.	S	<b>SI</b>	<b>SR</b>	<b>SC</b>	<b>SA</b>	<b>SS</b>
Рівень масла	L	<b>LI</b>	<b>LR</b>	<b>LC</b>	<b>LA</b>	<b>LS</b>
Наявність стружки	C	-	<b>CR</b>	-	<b>CA</b>	<b>CS</b>
Вібрація	V	<b>VI</b>	<b>VR</b>	-	<b>VA</b>	<b>VS</b>
Обледеніння	A	-	<b>AR</b>	-	<b>AA</b>	<b>AS</b>
Пожежа	R	-	<b>RR</b>	-	<b>RA</b>	<b>RS</b>
Загазованість	B	<b>BI</b>	<b>BR</b>	-	<b>BA</b>	<b>BS</b>
Положення	Z	<b>ZI</b>	<b>ZR</b>	-	<b>ZA</b>	<b>ZS</b>
Управл. елемент	H	-	-	<b>HC</b>	<b>HA</b>	<b>HS</b>

У Переліку контурів управління даються найменування параметра, позиція по проекту, тип сигналу і їх кількість, логічна адреса, участь параметра в попереджувальній сигналізації, аварійній або технологічній зупинці, участь параметра в алгоритмах автоматичного управління, наявність режиму А (Автомат), Р (Ручне) для виконавчих механізмів і номер креслення, де присутній цей параметр.

Скорочення для типів сигналів:

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

FI - Frequency Input Частотний вхід

AI - Analog Input Аналоговий вхід

AO - Analog Output Аналоговий вихід

DI - Discrete Input Дискретний вхід

DO - Discrete Output Дискретний вихід

На аркуші 1 СУз-71С.151.04 А2 зображена функціональна схема управління нагнітачем з його кранової обв'язкою. На схемі використані наступні скорочення: Кр. - Кран, АПК - антипомпажний клапан.

На аркуші 2 СУз-71С.6.151 А2 зображена функціональна схема управління газотурбінного двигуна з крановою обв'язкою і місцями вимірювань технологічних параметрів. На схемі введені наступні скорочення:

КНТ - Компресор низького тиску

КВТ - Компресор високого тиску

ТВТ - Турбіна високого тиску

ТНТ - Турбіна низького тиску

СТ - Силова турбіна

КЗ - Камера згоряння

Кр. - Кран

СК - стопорний клапан

ПРК - паливний регулюючий клапан (АМОТ)

СП - Стартер повітряний (газовий)

ЕМК СВ - Електромагнітний клапан СВ

ЕМК ПГ - Електромагнітний клапан пускового газу

АЗ-1 (2) - Агрегат запалювання

КПП 1 (2) - Клапана перепуску повітря

ВЦ датчик - Відцентровий датчик частоти обертання СТ (дискретний)

На аркуші 3 СУз-71С.6.151 А2 зображена функціональна схема системи маслозмащування двигуна. На схемі введені наступні скорочення:

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
						10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

М / О - Маслоохолоджувач

ВМОД-1 (2) - Вентилятори 1,2 маслоохолоджувача двигуна

МБД - Маслобак двигуна

Е / Н - Електронагрівач масла в МБД

ЗДМ МБД - Засувка дозаправки масла в МБД

НВМ - Насос відкачування масла з МБД

ФДМ - Фільтр дозаправки масла в МБД

ФГО - Фільтр грубої очистки масла

ФТО - Фільтр тонкого очищення масла

ТСС - термосигналізатори стружки

СС - Сигналізатор стружки

М / Н – Масляні насоси

ЗНДМБД - загальностанційний насос дозаправки маслобаків двигунів

На аркуші 4 СУз-71С. 151.04 А2 приведена функціональна схема системи маслозмащування нагнітача. На схемі введені наступні скорочення:

Г / А - Гідроаккумулятор

М-Г - Камери "Масло - Газ"

ПП - Передній опорний підшипник

ЗП - Задній опорний підшипник

УП - Упорний підшипник

МБН - Маслобак нагнітача

ЗДМ - Засувка дозаправки масла в маслобак

НВМ - Насос відкачування масла в МБН

Е / Н-1 (2,3) - Електронагрівачі масла в МБН

ПНЗ - Пусковий насос змащування

ГНЗ - Головний насос змащування

ПНУ - Пусковий насос ущільнення

ГНУ - Головний насос ущільнення

ФЗ - Фільтр змащування

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

ФУ - Фільтр ущільнення

М / О - Маслоохолоджувач

Вмон-1 (2) - Вентилятор маслоохолоджувача нагнітача 1 (2)

ЗНДМБН - загальностанційний насос дозаправки маслбаків нагнітачів

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

## 2 СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ГПА

Система автоматичного управління (САУ) використовується в складі газоперекачувального агрегату (ГПА), призначеного для транспорту природного газу. Єдина система, що виконує всі функції забезпечення роботи ГПА - є інтегрований підхід до комплексного управління системою турбоагрегатів. САУ призначена для виконання наступних функцій:

- Управління та захист ГПА з його допоміжними механізмами і пристроями на всіх технологічних режимах;
- Автоматичне регулювання і обмеження параметрів двигуна і нагнітача;
- Безперервний контроль, індикація і реєстрація технологічних параметрів з поданням необхідної інформації оператору.

В САУ є можливість зв'язку з вищим (цеховим, станційним) рівнем управління для забезпечення роботи в складі цеху або станції. САУ забезпечує:

- Можливість конфігурації, налаштування і зміни керуючих алгоритмів безпосередньо при введенні САУ в експлуатацію;
- Збереження працездатності системи при відмовах елементів і структурних зв'язків і автоматичну локалізацію відмови з можливістю швидкої заміни.

Система не відноситься до засобів вимірювання і не вимагає Державного метрологічного контролю і нагляду. Застосовувані в системі датчики підлягають калібруванню в процесі експлуатації метрологічними службами підприємства.

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

## 2.1 Програмно-технічні засоби САУ

Система виконана на базі програмно-технічних засобів і складається з наступних складових частин:

AFM	Application Function Module	Програмно-апаратний модуль
IOM	Input/Output Module	Апаратний модуль входів-виходів
GTCC	Gas Turbine Compressor Control Module	Програмно-апаратний модуль регулювання ГПА
GTLC	Gas Turbine Logic Control Module	Програмно-апаратний модуль логічного управління ГПА
MCC	Machine Communication Control module	Програмно-апаратний комунікаційний модуль
EIOM	Extended Input/Output Module	Апаратний модуль розширення входів-виходів
MFC	Multifunction Chassis	Уніфікований каркас-шасі
DPSM	Dual Power Supply Module	Резервований блок живлення
FTA	Field Termination Assembly	Пристрій зв'язку з об'єктом
MOIS	Machine Operator Interface Station	Станція управління і контролю ГПА
IM	Indication module	Табло індикації
ПУ		Пульт управління

**Програмно - апаратний модуль AFM.** AFM - програмно-апаратний засіб, призначений для виконання різних функцій, пов'язаних з управлінням

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

агрегату. АФМ містить всі програми і апаратуру, необхідну для виконання цих функцій, що управляють. АФМ базується на таких апаратних модулях як ІОМ, ЕІОМ, МСС.

АФМ містить два типи програмного забезпечення:

- операційна система, що забезпечує управління апаратурою та зв'язок з прикладним програмним забезпеченням;
- прикладне програмне забезпечення, що служить для виконання функцій управління.

Кожен з модулів АФМ орієнтований на виконання конкретних функцій управління.

На аркуші 1 СУз-71С.151 А1 зображено структурну схему системи управління агрегатом ГПА.

**Модулі ІОМ.** Модуль входів-виходів ІОМ є основним компонентом системи, де встановлюється програмне забезпечення. Модулі ІОМ виконують відповідні алгоритми управління, обробляють вхідні і вихідні сигнали і обмінюються інформацією з системами управління більш високого рівня. Модулі ІОМ можуть підтримувати декілька різних комплектів програмного забезпечення, які повинні бути логічно пов'язані один з одним.

Зв'язок з вхідними та вихідними сигналами здійснюється через дочірні карти (ДС). Залежно від кількості і типу сигналів на модулі ІОМ встановлюються одна або дві дочірні карти відповідного типу. ДС приймають уніфікований вхідний сигнал

Типи дочірніх карт, що використовуються в даній роботі і типи сигналів, що підключаються до них з їх кількістю наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Типи і кількість дочірніх карт і сигналів

Тип карти	Частотний вхід 30-10000 Hz	Аналоговий вхід 1-5V	Аналоговий вихід 4-20mA	Дискретний вхід 24V, 10mA	Дискретний вихід 24V, 0.2A
DC-201-4	6		2	6	6 (до 0.5A)
DC-412		32	4		
DC-303				19	18
DC-310				38	

Залежно від завантаженого програмного забезпечення ІОМ може виконувати функції регулятора (GTCC) або логічного контролера (GTLC).

**ЕІОМ.** Є можливість розширення вхідних / вихідних сигналів за рахунок підключення до ІОМ по послідовному зв'язку до дев'яти модулів ЕІОМ. Зв'язок модуля з вхідними та вихідними сигналами здійснюється через такі ж дочірні карти, як і в модулі ІОМ.

Крім збільшення кількості входів / виходів, ЕІОМ виконує попередню обробку сигналів (фільтрація, калібрування, лінеаризація, контроль порогових значень і т.д.).

**МСС.** Комунікаційний модуль забезпечує:

- Обмін інформацією між модулями ІОМ, а саме GTCC і GTLC;
- Зв'язок САУ з вищим рівнем управління.

**FTA.** Пристрій зв'язку з об'єктом служить для:

- Підключення вхідних та вихідних каналів зв'язку з об'єктом управління;
- Нормалізації, гальванічного розподілу і посилення сигналів.

На FTA розташовані клеммники, до яких приєднуються кабелі від датчиків і виконавчих механізмів і перетворювачі аналогових або дискретних сигналів, що нормують.



**Модуль цифрової індикації.** Даний модуль є інформаційним 6-цифровим табло, на якому відображається один технологічний параметр. Вхідним сигналом є струм 4-20 мА.

САУ містить три цифрових модуля, куди виводяться наступні параметри:

1. Оберти СТ;
2. Температура продуктів згоряння перед СТ;
3. Перепад тисків "Масло - Газ".

**Станція оператора MOIS.** Станція контролю і управління служить для контролю і управління технологічним процесом. MOIS є персональним комп'ютером з операційним середовищем WINDOWS, куди завантажений пакет програмного забезпечення WOIS (Windows - based Operator Interface Software Toolkit). WOIS забезпечує оператора необхідною інформацією: мнемосхемами технологічного процесу, сторінками аварійної та попереджувальної сигналізації, архівами подій, трендами технологічних параметрів.

Функції операторського інтерфейсу виконує програма WOIS.

Для управління технологічним процесом використовуються наступні екрани на MOIS (табл.2.2)

Оператор здійснює управління і контроль через динамічні елементи екрану, які отримують інформацію від логічного контролера (GTLC) і контролера регулювання (GTCC).

Технологічні екрани дозволяють оператору сформувати необхідну команду (ПУСК, НЗ, ХП і т.д.), отримати динамічно оновлювану інформацію про стан агрегату в вигляді елементів мнемосхем (положення запірної арматури та допоміжних механізмів) і значень параметрів в цифровому вигляді і графіків трендів.

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 2.2 -Екран для управління технологічним процесом

Номер екрана	Найменування екрану
1	Передпускова готовність
2	Пусковий екран
3	Управління ГПА
4	Маслосистема двигуна
5	Маслосистема нагнітача
6	Система виброконтроля ГПА
7	Система циклового повітря
8	Система пожежогасіння та загазованості
9	Перевірка стану дискретних входів
10	Перевірка стану аналогових входів
11	Екран техніко-економічних показників

Поряд з перерахованої інформацією є можливість подання на екрані монітора газодинамічної характеристики нагнітача із зображенням робочої точки на ній.

Ця характеристика може бути представлена в наступних координатах:

- ступінь стиснення - об'ємна витрата на вході;
- ступінь стиснення - квадрат об'ємної витрати;
- тиск нагнітання - комерційний витрата.

На газодинамічну характеристику нагнітача накладені:

- робоча точка нагнітача;
- лінія помпажа;
- лінія настройки антипомпажного регулятора.

## 2.2 Характеристика модулів автоматичного управління

GTCC. Модуль регулювання GTCC (рис 2.1), в залежності від комплекту програмного забезпечення, може виконувати до трьох спеціалізованих функцій:

- управління подачею палива - GT
- антипомпажного регулювання нагнітача - AS
- розподіл навантаження (в даному проекті не використовується) -PF

Широкий пакет стандартних програм для регулювання технологічного процесу дозволяє налаштувати модуль GTCC для будь-якого приватного застосування. На рис.2.2 зображена структурна схема модуля GTCC. Функції автоматичного регулювання ГПА виконує програмно-апаратний модуль регулювання ГПА GTCC. Блок – схема ілюструюча між функціональні зв'язки модуля наведена на рис. 2.1.



Рисунок 2.1- Блок – схема функціональних зв'язків модуля

Для виконання зазначених функцій модуль GTCC включає в себе три функціональних програмних модуля:

- Регулятор швидкості;
- Регулятор антипомпажний;
- Регулятор навантаження (тиску);

Регулятор швидкості.

Призначення регулятора швидкості:

- Регулювання частоти обертання силової турбіни відповідно до завдання, яке отримується від оператора через станцію MOIS або від САУ більш високого рівня;
- Граничне регулювання (обмеження) частоти обертання ТВТ і ТНТ;
- Граничне регулювання (обмеження) швидкості зміни частоти обертання ТВТ;
- Граничне регулювання (обмеження) тиску на виході осьового компресора;
- Граничне регулювання (обмеження) відпрацьованих газів;
- Обмеження мінімальної і максимальної витрати палива в залежності від режиму роботи агрегату;
- Обмеження швидкості зміни витрати палива;
- Регулювання подачі палива в процесі пуску і зупинки і т.д.

Регулятор вибирає свої робочі статуси на підставі вимірюваних параметрів і команд управління логічного контролера GTLC.

**Повна зупинка.** Регулятор знаходиться в статусі "Повна зупинка" після включення живлення, після нормальної або при аварійній зупинці.

**Готовність.** Регулятор переходить в статус "Готовність" після отримання команди "Скидання" від логічного контролера GTLC (команда формується після вибору режиму Пуска). При цьому обороти СТ повинні бути рівні 0 і ступінь відкриття регулюючого клапана нижче конфігурованого мінімуму.

**Пуск.** Регулятор переходить в статус "Пуск" після отримання команди від логічного контролера GTLC, який фіксує факт успішного запалювання. При цьому регулятор швидкості повинен бути в статусі "Готовність". Регулятор виконує операцію пуску з розімкненим контуром регулювання (переміщення клапана із заданою швидкістю) до досягнення оборотів ТВТ, відповідних режиму "малого газу". Далі регулятор переходить на

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

регулювання частоти обертання ТВД і здійснює прогрів турбіни на даних оборотах. Після закінчення прогріву завдання зростає із заданою швидкістю до конфігурованої величини обертів запуску по СТ. Регулятор автоматично перейде в режим зупинки по перевищенню заданих значень по температурі продуктів згоряння перед СТ, швидкості обертання СТ або часу запуску.

**Робота.** Регулятор переходить в статус "Робота" автоматично після успішного завершення всієї пускової послідовності і буде перебувати в даному статусі до запиту на "Зупинку". У режимі "Робота" регулятор здійснює підтримку заданої швидкості обертання СТ.

**Нормальна зупинка.** Регулятор переходить в цей статус після отримання команди СТОП від логічного контролера GTLC. При цьому регулятор швидкості повинен бути в статусі "Робота". Регулятор автоматично виконає зниження оборотів із заданою швидкістю до мінімальних оборотів по ТВТ. Після охолодження регулятор перейде в статус "Повна зупинка».

**Фіксація вихідного сигналу.** Регулятор переходить в статус фіксації вихідного сигналу при зникненні всіх сигналів по частоті обертання будь-якого вала або всіх сигналах по температурі перед СТ.

Регулятор швидкості здійснює підтримку заданої швидкості обертання силової турбіни по ПІД-закону регулювання за умови, що інші робочі параметри турбіни, такі як температура перед СТ (обмеження зверху), обороти ТВТ (обмеження зверху і знизу) і ТНТ, тиск за осьовим компресором (обмеження зверху), не перевищують встановлених меж. Якщо будь-яка змінна перевищує межу, то регулятор перемикається на граничне регулювання (обмеження) зазначених змінних по ПІД-закону. Обмеження виконується шляхом зміни витрати палива. Перевищення заданих установок супроводжується попереджувальною або аварійною сигналізацією.

Селектор мінімуму (максимуму) відбирає один з вихідних сигналів

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
						21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

зазначених контурів, в першу чергу той, який найбільш оперативно виведе змінну з обмеження. Вихідний сигнал контурів регулювання проходить через кілька додаткових обмежень, а саме: максимально і мінімально допустиму витрату палива (як функція тиску за компресором), і обмеження швидкості його зміни. Після проведення корекції можливої нелінійності характеристики клапана і введення зони нечутливості, вихідний цифровий сигнал перетворюється в електричний і подається на паливний регулюючий клапан.

### **Регулятор антипомпажний.**

Регулятор антипомпажний забезпечує:

- антипомпажне регулювання і захист нагнітача;
- обмеження обраних змінних процесу в допустимих межах (тиск нагнітання або ступеня стиснення;
- певне положення клапана рециркуляції на етапах пуску і зупинки агрегату;

Виконавчим елементом регулятора є антипомпажний клапан (АПК).

Регулятор забезпечує максимально допустимий діапазон робочих режимів нагнітача без рециркуляції завдяки ефективному запобіганню його помпажа за рахунок швидкого формування вихідного сигналу. Регулятор виробляє постійне обчислення координати робочої точки нагнітача і відстань до помпажа.

Залежно від величини збурення і положення робочої точки на газодинамічній характеристиці нагнітача регулятор використовує один з трьох керуючих алгоритмів:

- Алгоритм регулювання при повільному наближенні робочої точки нагнітача до лінії помпажа;
- Алгоритм ступінчастої рециркуляції при швидко наростаючих збуреннях. При цьому вихідний сигнал регулятора змінюється стрибком на задану величину;
- Алгоритм захисту при настанні помпажа. При цьому регулятор збільшує

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

значення безпечної відстані до помпажа, тим самим коректуючи вплив за двома попереднім алгоритмам, і видає сигнал в GTLC, де лічильник кількості помпажних ударів збільшує свою величину на одиницю і при досягненні ним наперед заданого значення GTLC формує команду аварійної зупинки агрегату.

Залежно від алгоритму управління (пуск, зупинка) антипомпажний регулятор забезпечує: закриття АПК, відкриття АПК, безперервне регулювання АПК.

### **Регулятор навантаження (тиску).**

Регулятор забезпечить:

- підтримку заданої оператором через станцію MOIS величину тиску або ступень стиснення на виході нагнітача;
- управління регулятором швидкості в процесі введення і виведення ГПА в магістраль, а також розподіл навантаження між агрегатами при роботі в магістралі;
- обмеження тиску на виході ГПА.

Виконавчим елементом регулятора тиску є регулятор швидкості. Команди по зміні режиму роботи [ПУСК, ЗУПИНКА, ДИСТАНЦІЙНЕ КЕРУВАННЯ (для регулятора швидкості)] регулятору тиску надходять від модуля логічного керування GTLC.

**GTLC.** Модуль логічного управління GTLC призначений для виконання завдань управління ГПА і його допоміжними механізмами і пристроями. На рисунку 2.2 зображена структурна схема модуля GTLC.

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

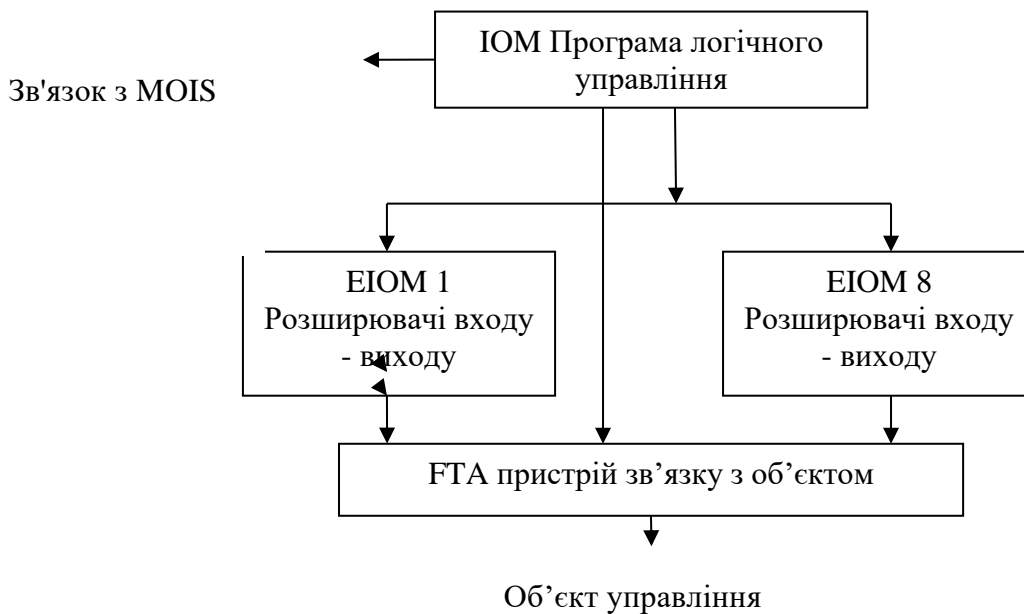


Рисунок 2.2- Структурна схема модуля GTLC

Виконувані модулем функції логічного управління визначаються користувачем і можуть легко змінюватися в залежності від конкретного застосування. У даній роботі модуль GTLC складається з одного модуля ІОМ (в якому встановлюються дві дочірні карти) і п'яти (може бути до дев'яти) модулів ЕІОМ (дві дочірні карти на кожному), що забезпечують необхідну кількість входів - виходів. У модуль ІОМ завантажуються програми, складені на мові релейного логіки і виконують логічні функції з управління агрегатом ГПА відповідно до алгоритмів управління. Гнучко програмована релейний логіка дозволяє відповідно до конкретних вимог замовника вводити нові функції і змінювати існуючу програму.

Функції автоматичного управління виконує модуль GTCC: підготовка агрегату до пуску, холодна прокрутка агрегату, автоматичний пуск агрегату, нормальна зупинка, аварійна зупинка, управління допоміжними системами, інформаційні функції.

Основні завдання, що виконуються модулем:

1. Підготовка агрегату до пуску або ХП (вибір режиму роботи агрегату через операторську станцію MOIS, формування команд на перестановку кранів



газової обв'язки нагнітача в початковий стан, перевірка передпускової готовності агрегату, формування сигналу "ГОТОВИЙ ДО ПУСКУ" або "ГОТОВИЙ ДО ХП" на MOIS, видача причин неготовності агрегату до Пуску або ХП на MOIS).

2. Холодна прокрутка агрегату (формування команди ХП через операторську станцію MOIS, включення насосів масла змащування і ущільнення, перестановка кранів обв'язки пускового газу, прокрутка агрегату на повітряному стартері, індикація стану і несправностей всіх елементів агрегатної системи).

3. Автоматичний пуск агрегату (формування команди ПУСК через операторську станцію MOIS, включення ПНЗ і ПНУ, перестановка кранів газової обв'язки і заповнення контуру нагнітача газом, включення запалювання, видача команди на автоматичний пуск регулятора швидкості GTCC, сигналізація режиму "КІЛЬЦЕ" після закінчення пускової послідовності, перехід в режим "МАГІСТРАЛЬ").

4. Нормальна зупинка (формування команди НЗ через операторську станцію MOIS, перехід ГПА з режиму "Магістраль" в режим "Кільце", видача команди НЗ регулятора швидкості, закриття стопорного клапана, перестановка кранів газової обв'язки, вимикання ПНЗ і ПНУ).

5. Аварійна зупинка (формування команди АЗ при спрацьовуванні захистів або по команді оператора, запам'ятовування першопричини АЗ, включення механізмів зупинки двигуна, перестановка кранів газової обв'язки, вимикання ПНЗ і ПНУ).

6. Управління допоміжними системами (управління системою маслозмащування і ущільнення, управління системою маслоохолодження двигуна і нагнітача, управління системами підігріву масла двигуна і нагнітача, управління підігрівом циклового повітря, управління системою пожежогасіння).

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
						25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

7. Інформаційні функції (безперервний контроль технологічних параметрів і стану агрегатного устаткування з видачею повної інформації на операторську станцію MOIS; функції контролю, відображення на операторській станції MOIS і звукова сигналізація відхилень технологічних параметрів від встановлених значень відповідно до таблиці аварійно-попереджувальної сигналізації; контроль виконання команд управління; контроль цілісності кіл аналогових і дискретних датчиків і соленоїдів виконавчих механізмів, що беруть участь в аварійній зупинці агрегату).

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

### **3 УДОСКОНАЛЕННЯ УПРАВЛІННЯ ГПА. ЗАХОДИ ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ УПРАВЛІННЯ**

В сучасних умовах з'являються все більш швидкодіючі і з великими об'ємами пам'яті засоби мікропроцесорного управління і контролю. Тому такі питання, як помилки через дискретне квантування, вибір більш простого алгоритму для реалізації і подібного роду завдання, пов'язані з обмеженням можливості керуючої техніки, слід вважати вже пройденими.

На сьогоднішній день увагу при розробці систем треба приділяти підвищенню надійності і поліпшенню якості управління. Це досягається урахуванням всіх можливих відхилень від нормального перебігу процесів, застосуванням більш складних алгоритмів керування.

Для цієї мети треба враховувати науково-технічні розробки, як сучасні так і минулих років, які не знаходили застосування через відсутність належного забезпечення засобів управління. Серед основних завдань тут потрібно відзначити наступне:

- оптимальне управління технологічним процесом для максимально можливої його ефективності;
- застосування принципів і методів адаптивного управління;
- накопичення і облік позитивного досвіду експлуатації газоперекачувального агрегату і подібних технологічних агрегатів;
- постійне вдосконалення систем контролю і захисту для підвищення надійності експлуатації та безпеки технологічних агрегатів, узгодження спільної роботи окремих частин агрегату для цілей енерго- і ресурсозбереження;
- неодноразова модернізація систем управління і захисту технологічного

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
						27
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

агрегату при появі нових, більш досконалих засобів управління, контролю і діагностики;

- - застосування і підвищення ролі систем діагностики технологічного обладнання для своєчасного виявлення зношених і інших частин обладнання, які погіршили свої технологічні показники;
- оснащення технологічних агрегатів сучасними системами інформаційного забезпечення та модернізації цих систем.

Всі ці заходи по вдосконаленню технологічними процесами вимагають управління великою кількістю інформації, переробки та зберігання великої бази даних. Для цього найкраще підходить ієрархічний багаторівневий принцип побудови інформаційно-керуючих систем.

При проектуванні МПП і МПС у багатьох випадках використовують блочно - ієрархічний підхід, уявлення про систему, що проектується, розділяється на ієрархічні рівні. На високому рівні використовується не деталізоване представлення, що зображує тільки основні показники і особливості проектованої системи. На інших рівнях ступінь деталізації зростає. При цьому МПС розглядається як сукупність окремих блоків. На кожному рівні формулюються і вирішуються завдання заданої складності, які сприймаються за допомогою способів проектування. Розподіл на блоки має бути таким, щоб документація на кожний окремий блок була зрозуміла для одного проектанта.

Тобто, блочно - ієрархічний підхід дає можливість розподіляти складні завдання проектування МПС великої розмірності на групи завдань маленької розмірності, при цьому в середині групи різні завдання можуть вирішуватися паралельно.

Отже до ЄСКД проектування приладів і систем відображається в розділах схем на структурні, функціональні, принципіві.

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28

Умовно можна виділити в модельованій схемі проектування горизонтальні і вертикальні рівні. Вертикальні рівні називаються аспектами. Розрізняють такі аспекти проектування МПП і МПС: функціональний, алгоритмічний, конструкторський і технологічний.

Функціональний аспект складається з трьох горизонтальних рівнів (2-го, 3-го, 4-го): системного (структурного), функціонально - логічного і схемотехнічного - компонентного. На системному рівні проектують структурну схему МПП або МПС, на функціонально-логічному - функціональні і принципові схеми МПП або всіх приладів, що входять до МПС.

На схемотехнічному підрівні схемотехнічно - компонентного рівнів проектують принципові електричні схеми інтегральних схем або фрагментів ВІС (НВІС). Елементом в цьому випадку є компоненти електронних схем: резистори, конденсатори, діоди, транзистори.

Алгоритмічний аспект складається з трьох горизонтальних рівнів (1 - го, 2 - го, 3 - го): рівень розробки закону функціонування МПП або МПС, архітектурний рівень і мікропрограмний рівень. На 1-му рівні розробляються закони функціонування МПП або МГТС, визначають завдання, що вирішуються мікропроцесорної частиною МПС.

Основним завданням 2-го (архітектурного) рівня є вибір архітектури мікропроцесорної частини МПС. 3-ій (мікропрограмний) рівень призначений для проектування мікропрограм операції процедур, що використовуються в мікропроцесорі МПП або МПС апаратним способом.

Конструкторський аспект має горизонтальні ієрархічні рівні проектування панелей, модулів і кристалів (чипів).

Технологічний аспект складається з трьох горизонтальних рівнів (2 - го, 3-го, 4-го). На 2 - му рівні розробляється схема технологічного процесу виготовлення МПП або МПС. На 3 - му рівні розробляють маршрут технологічного процесу виготовлення МПП (МПС), тобто

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

визначають склад і послідовність операцій з виготовленого виробу. На 4-ому рівні проектують технологічні операції виготовлення складових виробів МПП (МПС).

Поява МП і мікро ЕОМ відновила розробку і широке використання в промисловості високонадійних, гнучких для заміни алгоритму і дешевих АСК ТП. Для реалізації складних АСК ТП необхідна наявність відомих універсальних ЕОМ (комп'ютери) з певними операційними системами, а також набір мікроконтролерів з широким діапазоном управління верстатами, промисловими роботами та іншими частинами АСК ТП. Вони регулюють параметри технологічних процесів.

Будь-яка система автоматичного або автоматизованого управління виготовляє три основні функції: прийом вхідних даних; їх логічні і арифметичні операції; виготовлення на основі цих операцій керованої роботи.

При створенні АСК ТП першим етапом є уточнення цілей і завдань, які вона повинна вирішувати. Необхідно уточнити детально і математично про все логічні зв'язки між причинами і висновками.

Створення МПС автоматичного управління технологічних процесів складається з таких етапів:

- 1) виготовлення базової концепції;
- 2) створення алгоритму управління;
- 3) проектування апаратних засобів;
- 4) складання робочих програм.

Виготовлення базової концепції починається з прийняття рішення про те, що повинно бути створено: система автоматичного управління (САК, тобто система, що працює без допомоги людини), або автоматизована система управління (АСК).

Основні завдання мікропроцесорних приладів і систем в АСК ТП:

1. Контроль технологічного процесу:

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		30

а) первинна обробка даних про роботу технологічного агрегату або вузла, обладнаного датчиками. Метою є контроль достовірності даних та їх перетворення для подальшого використання. Первинна обробка даних передбачає: фільтрацію перешкод, лінеаризацію, масштабування, порівняння поточних значень з гранично допустимими та ін .;

б) обчислення поточних значень параметрів, що не підлягають безпосередньому виміру;

в) слідування за швидкістю вимірювання параметрів з індикацією граничних значень;

г) виявлення фактів порушення технологічного регламенту.

## 2. Управління технологічним процесом:

а) стабілізація параметрів шляхом регулювання за класичними законами;

б) двопозиційне управління за логічними законами, корекція оперативних планових завдань.

Мікропроцесори в АСК ТП використовують в режимах:

- 1) збирання даних;
- 2) помічник оператора;
- 3) супервізорне управління;
- 4) цифрове управління.

Система збирання даних є однією з простих форм використання МП. В цьому випадку параметри технологічного процесу перетворюються на цифрову форму. МП виконує логічну обробку і перетворює інформацію, що надійшла. Результати рішень використовують для управління. Для цього вони можуть відображати на екрані дисплея або друкуватися у відповідній формі.

Помічник оператора є наступним за складністю використання мікропроцесорів в АСК ТП. В цьому випадку виходи МП не пов'язані з органами управління технологічним обладнанням, а тільки виводяться на

прилад відображення. Система за заданою в ній математичною моделлю вирішує керуючі дії, необхідні для наближеного режиму процесу до оптимального. Оператор приймає рішення, яке видає йому система.

Супервізійне управління є складним. У цьому випадку процесор працює в замкнутому контурі, тобто виходи системи управління пов'язані з технологічним обладнанням. Цифрове керування призначене для подачі управління сигналів, які використовуються для приведення в роботу використовуваних механізмів. Регулятори деяких параметрів вилучаються з системи. Система управління виконує реальні дії і передає відповідальні сигнали на керуючий механізм.

Техніка числового програмного керування (ЧПУ). Техніка ЧПУ стала неточним фактором підвищення продуктивності праці.

Мікропроцесорний прилад ЧПУ - автономний спеціалізований вирішальний прилад. У літературі є й інші значення мікропроцесорного приладу ЧПУ: прилад, призначений для роботи у виробничих умовах в режимі управління в реальному часі.

Є кілька класів архітектурного будівництва мікропроцесорного приладу ЧПУ. Простий варіант - однопроцесорний. МП входить до складу універсальної ЕОМ.



#### **4 АНАЛІЗ ПОТЕНЦІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ І ШКІДЛИВИХ ФАКТОРІВ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ РОБОТІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГПА**

У розглянутій компресорній станції людина стикається з потенційно небезпечними та шкідливими факторами в двох робочих зонах - операторна і компресорна установка.

Важливими чинниками для здоров'я оператора є:

- мікроклімат;
- освітленість;
- ергономічна організація робочого місця.

Основними потенційно небезпечними та шкідливими факторами при роботі ГПА є:

а) для операторної:

- пожежна безпека;
- ураження електричним струмом;
- шум;

б) для компресорної установки:

- вибухонебезпечність;
- пожежна безпека;
- вібрація;
- ураження електричним струмом;
- шум при роботі газотурбінного двигуна і нагнітача

На рисунку 4.1 приведена схема операторної. У ній знаходяться автоматизоване робоче місце компресорної станції, ГПА 1, ГПА2, автоматична система пожежної сигналізації та пожежогасіння, два принтера. У операторній розташовані 3 вікна.

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

Робоче місце оператора атестовано за умовами праці. Кліматичні умови відповідають наступним санітарно-гігієнічним нормам, згідно ДСП 3.3.6.042-99:

- температура навколишнього середовища від 21 до 25 С (в холодний період року), від 23 до 25 С (в теплий період року) (встановлений кондиціонер);
- атмосферний тиск від 630 до 800 мм. рт. ст. ;
- відносна вологість 40-60%;
- швидкість руху повітря менше 0,1 м / с.

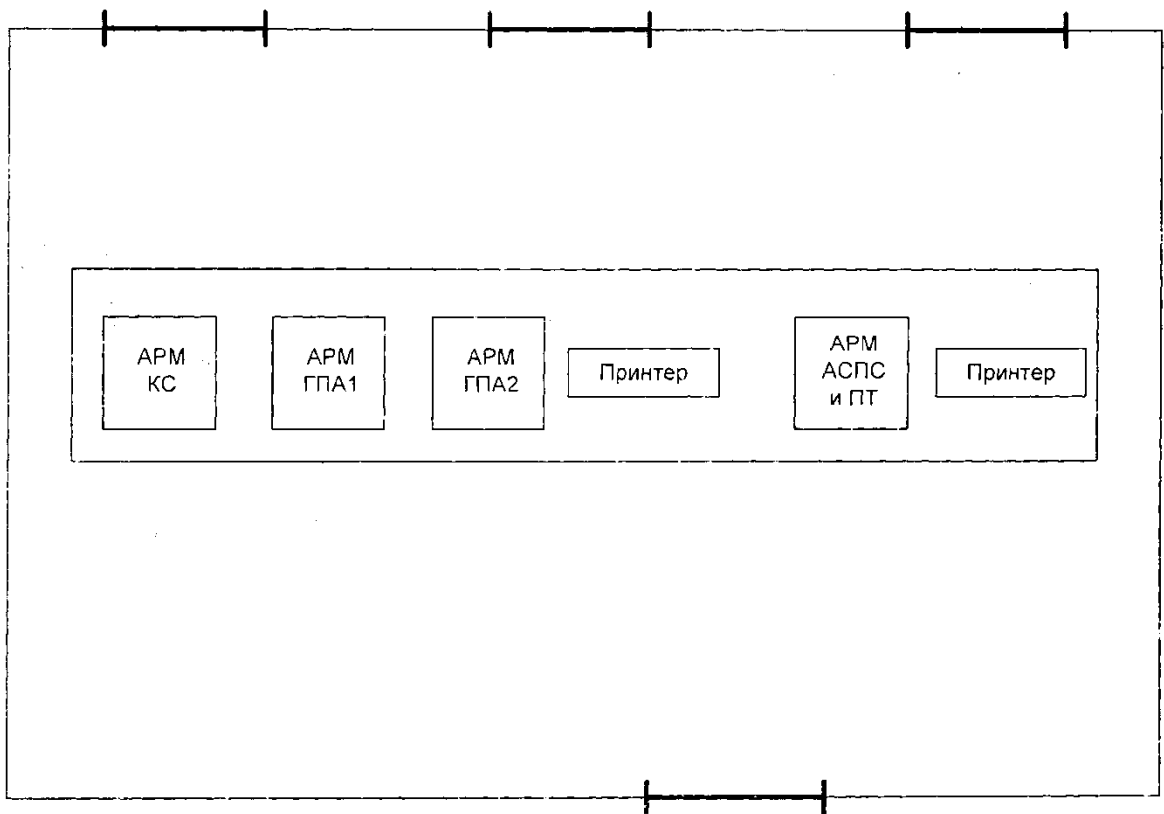


Рисунок 4.1- Схема операторної

У приміщенні відділу при обслуговуванні системи рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочому місці повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.037-99. Допустимий рівень шуму на робочому місці відповідно до ДСН 3.3.6.037-99 не повинен перевищувати 60 дБА.

Приміщення відділу має природне і штучне освітлення відповідно до ДБН В.2.5.-28-2006. Природне світло проникає в приміщення через бокове вікно, зорієнтоване на північний схід. Згідно ДБН В.2.5.-28-2006 коефіцієнт природної освітленості (КПО) повинен забезпечуватися не нижче 1,5%.

В операторній використовується природне (3 вікна) і штучне освітлення. Встановлено 10 люмінісцентних ламп по 40 Вт.

Виконання робіт при експлуатації розробленої системи відноситься по тяжкості роботи до категорії робіт легка 1а. Параметри мікроклімату в приміщенні для даної категорії робіт відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 повинні бути для холодної пори року: температура повітря 22-24 ° С, відносна вологість повітря 40-60%, швидкість руху повітря 0,1 м / с; для теплої пори року температура повітря 23-25 ° С, відносна вологість повітря 40-60%, швидкість руху повітря 0,1 0,2 м / с. Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації позитивних і негативних іонів необхідно передбачити установку кондиціонера.

Рівні електромагнітних і магнітних полів повинні відповідати ГОСТ 12.1.006-81.

Вміст озону в повітрі робочої зони не повинен перевищувати 0,1 мг / м, вміст оксидів азоту - 5 мг / м, вміст пилу - 4 мг / м.

Електробезпека повинна відповідати ГОСТ 12.1.019-79.

Розроблена система управління за виконанням та ступенем захисту повинні відповідати класу зони за ПУЕ, мати апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. При цьому під час монтажу та експлуатації ліній електромережі необхідно повністю унеможливити виникнення електричного джерела загоряння внаслідок короткого замикання та перевантаження проводів, обмежувати застосування проводів з легкозаймистою

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

ізоляцією. Лінії електромережі виконуються як окрема трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів згідно ГОСТ 12.1.030-81. Нульовий захисний провід прокладається від стійки групового розподільчого щита, розподільного пункту до розеток живлення. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідника повинні мати спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Є неприпустимим експлуатація кабелів і проводів з пошкодженою або такою, що втратила захисні властивості за час експлуатації, ізоляцією.

Організація пожежної безпеки повинна відповідати ГОСТ 12.1.004.-91.

Приміщення відділу оснащене системою автоматичної пожежної сигналізації з димовими пожежними сповіщувачами та 2 переносними вуглекислотними вогнегасниками ОУ-5 з розрахунку 2 шт на кожні 20 м<sup>2</sup> площі приміщення.

Параметри робочого місця оператора відповідно до інструкції є: висота робочої поверхні столу 68 - 85 см (оптимальна висота робочої поверхні столу - 72,5 см) (рисунок 4.2).

Робоче місце оператора обладнане підставкою для ніг шириною не менше 30 см, глибиною не менше 40 см і кутом нахилу опорної поверхні підставки до 20 °. Поверхня підставки рифлена і має по передньому краю бортик висотою 1 см. Підставка для паперів - пюпітр - легко переміщується по столу.

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
						36
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

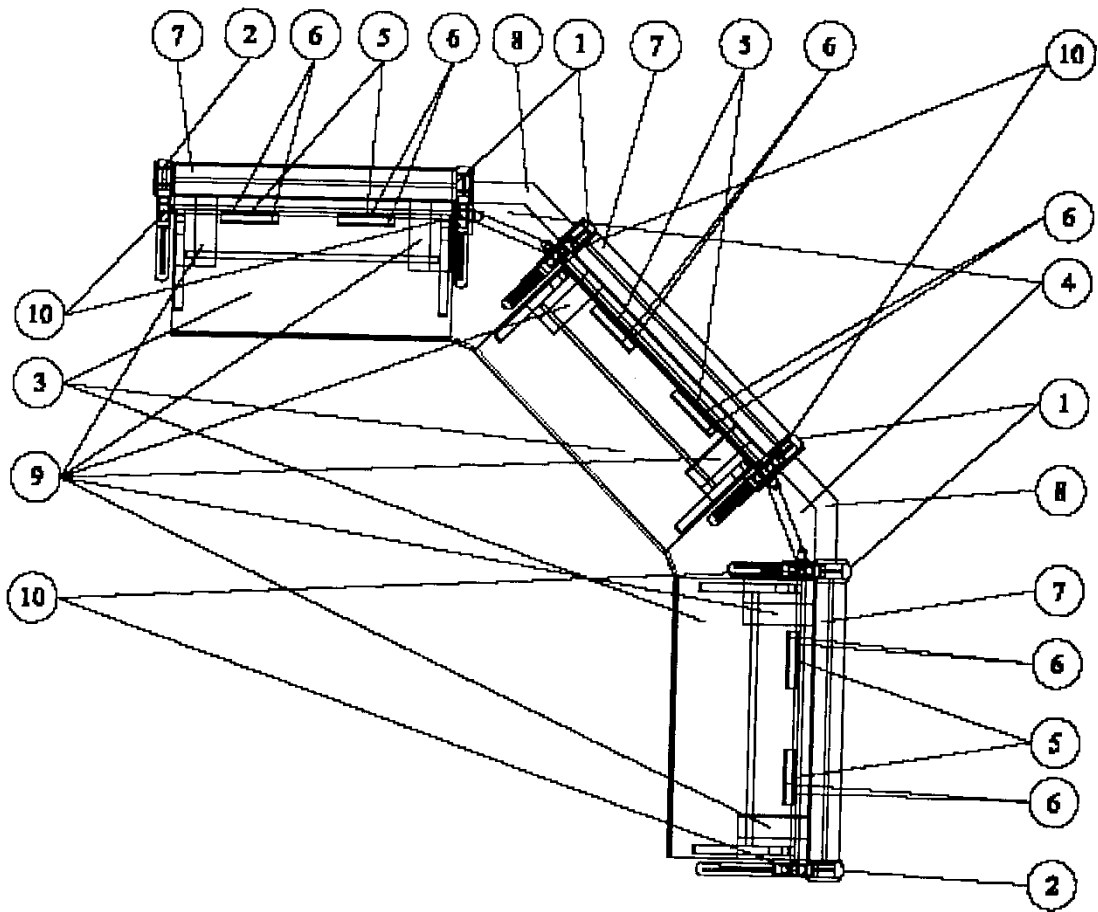


Рисунок 4.2 – АРМ оператора ГПА

Модульними розмірами робочої поверхні столу для ПК є: довжина - 80 - 120 см, ширина - 80- 100 см.

Робочий стіл має простір для ніг висотою не менше 70 см, шириною не менше 50 см, глибиною на рівні колін не менше 45 см і на рівні витягнутих ніг не менше 65 см

Конструкція робочого крісла забезпечує раціональну робочу позу оператора, дає можливість змінювати її з метою зниження статичного напруження м'язів шийно-плечової області і спини.

Тип робочого крісла вибирається залежно від характеру та тривалості роботи з урахуванням зростання користувача.

Крісло має конструкцію підйомно-поворотну і регулюється по висоті і кутам нахилу сидіння і спинки, а також по відстані від спинки до переднього краю

сидіння: ширина і глибина сидіння не менше 40 см з заокругленим переднім краєм і можливістю регулювання кута нахилу вперед до 15 ° і назад-до 5 °:

- висота спинки стільця 30 + \ - 2 см, ширина - не менше 38 см, радіус кривизни - 40 см;

- кут нахилу спинки у вертикальній площині в межах 0 + \ - 30 0; відстань від спинки до переднього краю сидіння регулюється в межах 26 - 40 см ..

Крісло має регульовані стаціонарні або знімні підлокітники:

- довжина не менше 25 см і ширина -5-7 см;

- висота над сидінням - 23 + \ - 3 см;

- відстань між підлокітниками - 35-50 см.

Клавіатура розташовується на поверхні столу на відстані 10 - 30 см від краю, зверненого до користувача, або на спеціальній регульованій по висоті робочої поверхні, відокремленої від основної стільниці.

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

## **5 ЗНАЧЕННЯ І ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ВИТРАТ НА ВИРОБНИЦТВО В УМОВАХ РИНКОВОЇ ЕКОНОМІКИ**

Витрати виробничих факторів, використовуваних для виробничої і реалізаційної діяльності, називаються "витратами виробництва".

З економічної точки зору витрати являють собою вартість всіх витрачених матеріалів і послуг. Тому кожне підприємство зацікавлене в аналізі витрат, в динаміці їх співвідношення з рівнем ціни на продукт.

Успіх підприємства залежить від формування витрат виробництва з кількох причин:

- витрати на виробництво продукції виступають найважливішим елементом при визначенні справедливої і конкурентоспроможної продажної ціни;
- інформація про витрати виробництва часто лежить в основі прогнозування і управління виробництвом і витратами на нього;
- знання витрат виробництва необхідно для визначення сальдо матеріальних рахунків на кінець звітного періоду.

Показник витрати виробництва продукції, що випускається дозволяє оцінювати роботу підприємства з якісної сторони, але одночасно відображає і кількісні результати його роботи, оскільки відчутне зниження витрат виробництва, в першу чергу, досягається шляхом збільшення випуску продукції, що безпосередньо пов'язано з правильним управлінням виробничим колективом і технологічними процесами підприємства.

Витрати, пов'язані з випущеною продукцією, характеризують її собівартість. Їх ще називають поточними витратами виробництва та обігу.

Витрати являють собою кошти, витрачені з метою забезпечення реалізації продукції, отримання доходів і прибутку. У собівартості продукції, як синтетичному показнику, висвітлюються різні сторони виробничо-господарської діяльності підприємства. Тому економне використання матеріальних, трудових, фінансових ресурсів при виготовленні виробів, виконання робіт та надання послуг

є умовою підвищення ефективності виробничих процесів і поліпшення прибутку.

Всі витрати підприємства прирівнюються до його витрат, останні з яких діляться на дві групи: витрати обігу і витрати виробництва.

Витрати обігу - сумарні витрати живої і минулого праці, виражені в грошовій формі, що виникають в процесі обертання матеріальних цінностей, включаючи транспортування, зберігання і т.п.

Витрати виробництва - сукупні витрати живої праці і праці, здійсненої в засобах виробництва, використовувані при виготовленні товарів. Під управлінням витратами, в даному випадку, розуміють їх планування, облік і аналіз.

Зниження витрат має велике значення, тому що дозволяє виробляти більш конкурентоспроможну, дешеву, що користується попитом у споживача, продукцію, що в свою чергу сприяє збільшенню обсягу продажів, прибутку підприємства, розширення виробництва і т.д.

Зниження витрат можливе за двома напрямками: за джерелами і за факторами. Під джерелами розуміють витрати, за рахунок економії яких знижуються витрати підприємства. Фактори - є кількісні і якісні: характеристики виробничо-господарської діяльності підприємства, що впливають на рівень витрат в сторону їх зниження або підвищення.

Джерела показують, який вигляд витрат треба заощадити, щоб знизити витрати підприємства. Фактори характеризують дію, яку необхідно для цього здійснити. Джерелами зниження витрат є:

- зниження витрат сировини, матеріалів, палива, енергії, амортизації на одиницю продукції;
- зменшення розміру амортизаційних відрахувань, що припадають на одиницю продукції;
- зменшення витрат заробітної плати на одиницю продукції;
- скорочення адміністративно-управлінських витрат;
- ліквідація непродуктивних витрат і витрат.

Визначальним джерелом зниження витрат у всіх галузях промисловості є

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40



економія матеріальних витрат на основі комплексного і раціонального їх використання.

Зниження витрат може відбутися при створенні автоматизованих систем управління (АСУ), вдосконалення і модернізації існуючої техніки і технології. Великий резерв містить в собі і вдосконалення продукції, зниження її матеріаломісткості і трудомісткості, зниження ваги машин і устаткування, зменшення габаритних розмірів та ін.

Зниження поточних витрат відбувається в результаті вдосконалення обслуговування основного виробництва (наприклад, розвиток поточного виробництва, підвищення коефіцієнта змінності, впорядкування підсобно-технологічних робіт, поліпшення інструментального господарства, вдосконалення організації контролю за якістю робіт і продукції).

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

## ВИСНОВОК

Дана робота присвячена розробці та аналізу системи автоматичного керування ГПА-ELIOT У роботі чітко викладені основні характеристики агрегату, його режими, описані програмно-технічні засоби системи, антипомпажного регулювання агрегату, що дозволило розвинути і поглибити знання в області організації виробництва і набути навичок з експлуатації та налагодження систем автоматизи.

Система автоматичного управління агрегатом RS3TM фірми FISHER® є представником нового покоління управляючих систем, яка дозволяє забезпечити випуск автоматизованих турбокомпресорних агрегатів в повній заводській готовності. Практичний досвід показує, що система автоматичного управління застосовується для підвищення ефективності, надійності і економічності роботи газоперекачувальних агрегатів. В САУ є можливість зв'язку з вищим рівнем управління для забезпечення роботи в складі цеху або станції.

Впровадження в виробництво нових агрегатів тягне за собою підвищення рівня науково-технічних знань і технічної експлуатації, економію коштів і сировини. Необхідний сучасний підхід до створення нового покоління ГПА і модульних компресорних установок на основі параметричної та конструктивної уніфікації складових вузлів, систем і агрегатів.

					<i>СУз-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондаренко, Г.А. Компресорні станції: підручник / Г.А. Бондаренко, Г.В. Кирик. - Суми : СумДУ, 2016. - 385 с..
2. Gas turbine mechanical components, material requirements, auxiliary systems, control systems and protection systems. Engineering Encyclopedia.—Engineering Encyclopedia. Saudi Aramco, 143 p.
3. Brun K., Nored M.G. Guideline for Field Testing of Gas Turbine and Centrifugal Compressor Performance. Gas Machinery Research Council (GMRC), Southwest Research Institute (SWRI). Release August 2006. — 93 p.
4. Концептуальні технічні рішення та архітектура побудови АСК ТП - К.: ПАТ «Укртрансгаз» - 2014. - 67 с.
5. СОУ 49.5-30019801-115:2014 Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів. - Київ. ДК Укртрансгаз. 2014. -265 с
6. Сташинський. О.П. Вирішення задачі оптимізації режимів роботи компресорних станцій в комп'ютеризованій системі підтримки диспетчера газотранспортного підприємства / О.П. Сташинський // Вісник Інженерної академії України. – 2014. – №1. – С. 132-136.
7. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навч. посіб./ В. В. Ванін, А. В. Блюк, Г. О. Гнітецька. – К. : Каравела, 2016. – 200 с.
8. Заміховський, Л. М. Сучасний стан оцінки надійності систем автоматики газоперекачувальних агрегатів / Л. М. Заміховський, С. В. Зікратий, Л. О. Штаєр // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - 2017. - № 2. - С. 79-88.
9. Середюк М. Д. Вибір енергоефективних режимів експлуатації магістральних газопроводів за їх неповного завантаження / М. Д. Середюк, М. Є. Ганжа // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - 2017. - № 1. - С. 67-72
10. Мацелюх Н. П. Економічні теорії в системі наукових економічних знань:

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

Навчальний посібник / Н.П. Мацелюх. — Київ, 2015. — 226 с.

11. Шудренко І. В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І. В. Шудренко. – Житомир : Видавець, О. О. Євенок, 2016. – 214 с.

12. Калинкевич, Н. В. Турбомашини. Основи теорії: учебник / Н. В. Калинкевич, И. А. Мельник. - Сумы: СумГУ, 2017. - 311 с.

13. Панченко, В.О. Гідравлічні машини і обладнання нафтових та газових комплексів: навч. посіб. / В.О.Панченко, А.А. Панченко. - Суми: СумДУ, 2018. - 227 с.

14. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro: навчальний посібник [для студентів напряму "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" при виконанні курсового і дипломного проектування] / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2017. — 376 с.

					<i>СУЗ-71с. 151.04 ПЗ</i>	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44