

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри КСУ
Леонт'єв П.В.

" ____ " _____ 2022 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

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

на тему

Автоматизація апарату повітряного охолодження оливи ГПА 10-01

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Журавльов О. Ю.

Проектант:

студентка групи СУдн-81с

Колесникова К.С.

РЕФЕРАТ

Колесникова Ксенія Сергіївна. Автоматизація апарату повітряного охолодження оливи ГПА 10 – 01.

Кваліфікаційна робота бакалавра. Сумський державний університет, Суми, 2022.

Кваліфікаційна робота містить 53 аркуші пояснювальної записки, включаючи 17 рисунків, 9 таблиць. Конструкторську документацію, що складається з 4 креслень.

Робота присвячена вивченню складових частин апарату повітряного охолодження оливи ГПА 10 – 01, вимог і будови устаткування апарату, режимів роботи. Розроблена схема функціональна автоматизації ГПА. На основі даної схеми розроблено щит управління, що використовується для керування роботою апарату.

Розроблена схема електрична принципова щита управління, в якій використано програмований логічний контролер MODICON-M340 Schneider Electric, який має необхідні характеристики та високі показники надійності.

Проведений аналіз небезпечних і шкідливих чинників, що виникають при експлуатації апарату повітряного охолодження.

Ключові слова: апарат повітряного охолодження, щит управління, вентилятор, модуль користувача, контролер.

SUMMERY

Kolesnikova Ksenia Serhiivna. The automation of the GPA 10-01 device of air cooling of oil.

Bachelor's thesis. Sumy State University, Sumy, 2022.

The qualification work contains 53 sheets of explanatory note, including 17 figures, 9 tables. Design documentation consisting of 4 drawings.

The work is devoted to the study of the components of the apparatus of air cooling of oil GPA 10 - 01, requirements and structure of the equipment of the apparatus, modes of operation. The functional scheme of automation of GPA is developed. Based on this scheme, a control panel was developed, which is used to control the operation of the device.

The scheme of the electric basic control panel is developed, in which the programmable logic controller MODISON-M340 Schneider Electric is used, which has the necessary characteristics and high reliability indicators.

The analysis of the dangerous and harmful factors arising at operation of the air cooling device is carried out.

Key words: air cooling device, control panel, fan, user module, controller.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	3
ВСТУП.....	4
1 ОПИС І РОБОТА АПОО.....	5
1.1 Призначення апарата.....	5
1.2 Склад апарата.....	8
1.3 Будова і робота апарата.....	10
1.4 Режими роботи апарата.....	15
1.5 Будова та робота вбудованої апаратури управління.....	18
2 ОПИС РОБОТИ ЩИТА УПРАВЛІННЯ.....	26
2.1 Призначення ЩУ, функції та умови експлуатування.....	26
2.2 Перевірка працездатності щита управління.....	32
3 МОДУЛЬ КОРИСТУВАЧА УНІВЕРСАЛЬНИЙ.....	34
3.1 Призначення, функції та умови експлуатування МКУ.....	34
3.2 Технічні характеристики МКУ.....	34
4 ПРОГРАМА УПРАВЛІННЯ АПОО.....	42
4.1 Призначення.....	42
4.2 Вимоги до технічного та системного програмного забезпечення.....	42
4.3 Встановлення та налаштування програми.....	43
4.4 Робота з програмою.....	45
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	49
ВИСНОВКИ.....	51
ЛІТЕРАТУРА.....	53

Додаток А Номограми і графіки

					СУдн-81с.151.01.ПЗ			
<i>Зм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	Автоматизація апарату повітряного охолодження оливи ГПА-10 - 01. Пояснювальна записка.	<i>Лім</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Розроб.</i>	Колесникова					Д	2	53
<i>Перев.</i>	Журавльов.							
<i>Рецензент</i>								
<i>Н. контр.</i>								
<i>Затв.</i>	Леонтьєв П.В.					СумДУ	СУдн-81с	

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АПОО	Апарат повітряного охолодження оливи;
КФ	Електрокалорифер;
ТЕН	Трубчастий електронагрівач;
ВКФ	Вентилятор електрокалорифера;
ВАУ	Вбудована апаратура управління ;
КК	Кульовий кран ;
КП	Клапан пелюстковий;
ВЗ	Вентиляційна заслінка;
ЩУ	Щит управління;
ПЛК	Програмований логічний контролер;
МКУ	Модуль користувача універсальний;
МРУВ	Модуль резервного управління вентиляторами.

										Лист
										3
Зм.	Лист	№ док.м.	Підп.	Дата						

СУдн-81с.151.01.ПЗ

ВСТУП

Апарат повітряного охолодження оливи (АПОО) входить до складу обладнання газоперекачувального агрегату ГПА 10-01 та є його невід'ємною частиною. Призначення даного апарату – зниження температури оливи, що подається на вузли тертя ГПА для змащування та охолодження.

Рекомендована температура оливи для подачі на вузли тертя складає 30-40 °С. Проте температура оливи на зливі підшипників агрегату може сягати позначки 140 °С. Звичайно, така температура оливи є неприпустимою для подальшого використання, її необхідно зменшувати. Саме цю функцію в ГПА виконує АПОО.

Конструктивно АПОО являє собою 3 секції радіаторів – охолоджувачів, над якими розташовані по 2 вентилятори, на яких не регулюються оберти. Напрямок та кількість повітря для охолодження оливи регулюються створками жалюзі. Охолодження відбувається за рахунок обтікання повітрям радіаторів, по яких циркулює нагріта олива.

Основна задача – отримати на виході АПОО більш-менш стабільну, рекомендовану для використання температуру оливи.

На ГПА 10-01 процесом охолодження оливи в АПОО керує обслуговуючий персонал. Вручну відбувається ввімкнення та вимкнення вентиляторів, регулювання створок жалюзі. Процес стабілізації температури на виході АПО є достатньо працемістким та тривалим у часі. Крім того, оскільки температура навколишнього повітря постійно змінюється протягом доби, то кількість операцій, які проводить обслуговуючий персонал з регулювання температури оливи протягом чергування, може бути достатньо великою.

Одним з недоліків такого процесу регулювання температури є «людський фактор», адже людина не завжди може встигнути вплинути на зміну температури на виході АПОО, що може призвести до перегріву вузлів тертя агрегату, і, як наслідок аварійної зупинки ГПА.

З метою запобігання вищевказаним подіям необхідно автоматизувати процес регулювання і підтримування температури оливи ГПА на заданому рівні, тож актуальність автоматизації АПОО ГПА з використанням сучасних засобів автоматизації є безсумнівною.

										Лист
										4
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

1 ОПИС І РОБОТА АПОО

1.1 Призначення апарата

Апарат (рисунок 1.1) призначений для охолодження оливи низького тиску газоперекачувальних агрегатів, газотурбінних електростанцій нафтової і газової промисловості.



Рисунок 1.1 - Апарат повітряного охолодження оливи

Апарат складається з охолоджувача і щита управління, які з'єднанні між собою кабелями згідно зі схемою з'єднань наведеною в цій настанові щодо експлуатування.

Апарат (за винятком щита управління) призначений для роботи на відкритих майданчиках або в неопалюваних укриттях вибухобезпечних зон при температурі навколишнього середовища від мінус 60 до 40 °С.

Вид кліматичного виконання - УХЛ 1 згідно з ГОСТ 15150.

Щит управління розрахований для експлуатування в приміщеннях категорії Г згідно з НАПБ В.06.015-92 при температурі навколишнього середовища від 5 до 45 °С та відносній

										Лист
										5
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

СУдн-81с.151.01.ПЗ

вологості не більше ніж 75 %.

Вид кліматичного виконання - УХЛ1 згідно з ГОСТ 15150.

Приєднувальні виводи трубопроводів апарату АПОО 210.8.6,5к-ПМ2 розташовані з правого боку корпусу (рисунок 1.2), якщо дивитися на апарат з боку вхідних дверей.[4]



Рисунок 1.2 - Приєднувальні виводи трубопроводів апарату АПОО

Вбудована апаратура управління забезпечує виконання наступних функцій:

- автоматичне підтримання заданої температури оливи на виході апарату;
- можливість перемикання з автоматичного на ручне (дистанційне) керування частотою обертання робочих коліс вентиляторів;
- керування розігрівом оливоситеми апарату при пуску його в зимовий час;
- видачу дискретних сигналів про режими роботи апарату на головний щит управління;
- вимірювання параметрів роботи апарату і видачу сигналів про поточні параметри роботи апарату на головний щит управління;
- видачу інформації про параметри роботи апарату по стандартному інтерфейсу RS-485 протокол MODBUS;
- захист електрообладнання апарату від перевантажень і струмів короткого замикання.

Таблиця 1.1 – Основні характеристики приладу

№ п/п	Найменування показника	Значення
1	Охолоджуване середовище	Мінеральні і синтетичні оливи з кінематичною в'язкістю не більше 30 сСт при 50 °С
2	Охолоджуюче середовище	Атмосферне повітря з температурою від мінус 60 до плюс 40 °С
3	Продуктивність охолодження*, кВт	290*
4	Діапазон регулювання (задання) температури оливи на виході апарату, °С	від +45 до +120
5	Втрати тиску оливи в робочому діапазоні температур, МПа, не більше	0.1
6	Умовний (номінальний) тиск, МПа	1,0
7	Температура оливи на вході, не більше, °С	150
8	Ємність оливосистеми, л	242
9	Кількість вентиляторів, шт. Характеристика вентилятора: - тип - позначення - номінальна частота обертання, об/хв - потужність споживання, кВт	4 осьовий ZN063-ZIL.GL.V7P3 1600 3,7
10	Пристрій розігріву оливосистеми - кількість - тип електронагрівача - кількість електронагрівачів в одному пристрої - тип вентилятора - позначення вентилятора	2 ТЕН-39В13/1,0К220 12 осьовий S2E250-AM06-01 1
11	Пристрій рециркуляції охолоджуючого повітря: - кількість	2 примусова
12	Напруга мережі живлення, В	380 ⁺³⁷ .57 **
13	Частота мережі живлення, Гц	50+1**
14	Число фаз	3

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

№ п/п	Найменування показника	Значення
15	Номінальна потужність споживання апарату, кВт: - в режимі «Охолодження»	14,8 24,0
16	Номінальний струм споживання, А: - в режимі «Охолодження» - в режимі «Нагрівання»	21,9 37
17	Характеристика системи керування апарату: - тип - позначення - маса щита управління, кг, не більше	щит управління ЩУ 344.1-1кМ2 25
18	Маса апарату, кг, не більше	2500
19	Сейсмостійкість за шкалою М8К-64, бал	7
20	Середнє квадратичне значення віброшвидкості, мм/с, не більше	6,3
21	Рівень звуку, дБА, не більше	85*
22	Показники надійності: - напрацювання на відмову, год - призначений ресурс, год - термін служби апарату, років - термін служби щита управління, років	40000 100000 25 12,5
<p>*Продуктивність охолодження встановлена при наступних параметрах: температура оливи на вході апарату 65 °С, температура повітря 40 °С, прокачуванні оливи 37,8 м³/год і всіх працюючих вентиляторів з номінальною частотою обертання.</p> <p>**Показники якості електроенергії згідно з ГОСТ 13109-97.</p>		

1.2 Склад апарата

Склад апарату зазначений в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Найменування	Позначення	Кількість
Апарат АПОО 210.8.6,5к-ПМ2		
1 Апарат АПОО 210.8.6,5к-ПМ2	ХА147.00.00.000	1
2 Щит управління ЩУ 344.1-1кМ2	ХЕ 105.00.00.001	1
3 Одиничний комплект ЗІП апарата*	ХАА147.00.0003І	1 комплект
4 Експлуатаційна документація	ХАА147.00.000ВЕ	-
5 Груповий комплект ЗІП апарата**	ХАА147.00.0003ІІ	-
Апарат АПОО 210.8.6,5к-ПМ2-01		
1 Апарат АПОО 210.8.6,5к-ПМ2-01	ХА 147.00.00.000-01	1
2 Щит управління ЩУ 344.1-1кМ2	ХЕ 105.00.00.001	1
3 Одиничний комплект ЗІП апарата*	ХАА 147.00.0003І	1 комплект
4 Експлуатаційна документація	ХАА147.00.000ВЕ	-
5 Груповий комплект ЗІП апарата**	ХАА147.00.0003ІІ	-

Умовні позначення налаштувань і поточних значень параметрів.

Позначення пристроїв, що входять до складу апаратів:

КФ1, КФ2 - електрокалорифери;

ТЕН1, ТЕН2 - трубчасті електронагрівачі;

ВКФ1, ВКФ2 - вентилятори електрокалориферів;

В1, В2 - верхні вентилятори охолодження;

В3, В4 - нижні вентилятори охолодження;

АТ1, АТ2, АТ3 - теплообмінні секції;

ВАУ - вбудована апаратура управління ЩУ344.1-1кМ2;

КК1 - кульовий кран Ду 65;

Ж1 - жалюзі верхні на вході апарату;

Ж2 - жалюзі нижні на вході апарату;

КП1, КП2, КП3, КП4 - клапани пелюсткові;

ВЗ - вентиляційна заслінка ВАУ;

Позначення елементів електричних схем

SK1, SK2 - термореле перегріву (120 °С) ТЕН1 і ТЕН2 відповідно;

SK3, SK4 - термореле перегріву (70 °С) електродвигуна ВКФ1 і ВКФ2 відповідно;

ВК1 - перетворювач температури оливи на вході апарату;

ВК2 - перетворювач температури оливи на виході апарату;

ВК3 - перетворювач температури поверхні теплообмінної секції;

ВР1 - перетворювач тиску оливи на вході апарату;

					СУдн-81с.151.01.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата		9

SA1 - ввідний вимикач (розташований на ВАУ);

SA2 - вимикач прогрів ЩУ

QP9 - вимикач системи розігріву ЩУ.

1.3 Будова і робота апарата

1.3.1 Загальні конструктивні особливості

Апарат АПОО 210.8.6,5к-ПМ2 являє собою оливоохолоджувач і вбудовану апаратуру управління, які змонтовані в одному корпусі.

Оливоохолоджувач призначений для роботи в автономному режимі з передачею інформації по фізичних лініях і телеметрії про стан параметрів і автоматичних механізмів апарату на головний щит управління (далі ГЩУ).

Габаритні та приєднувальні розміри апарату АПОО 210.8.6,5к-ПМ2 приведені на СУдн-81С 151.01 ВО.

1.3.2 Будова і робота апарату АПОО 210.8.6,5к-ПМ2

Перелік основних складових частин апарату АПОО 210.8.6,5к-ПМ2, вказаний в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Найменування	Позначення	Кількість
1 Корпус	ХА234.01.00.000	1
2 Трубопровід вхідний	ХА147У.02.00.000	1
3 Трубопровід вхідний	ЦВНИ.325739.022	1
4 Теплообмінна секція	ХТ389.00.00.000	3
5 Трубопровід вихідний	ХА142У.04.00.000	1
6 Трубопровід вихідний	ХА142У.05.00.000	1
8 Електрокалорифер	ХА177.05.00.000	1
	ХА177.05.00.000-01	1
10 Клапан повітряний (жалюзі)	ХА95.14.00.000	3
11 Клапан пелюсковий	ХАКВОЗ.00.00.000	4
12 Фільтр повітряний боковий*	ЦВНИ.061415.011	2
13 Фільтр боковий центральний*	ЦВНИ.061415.010	2
14 Вентилятор осьовий ZN063-ZIL.GL.V7P3	-	4
15 Вбудована апаратура управління ЩУ 344.1-1кМ2	ХЕ105.00.00.001	1

Оливоохолоджувач складається з корпусу, оливосистеми, вентиляторів холодження і системи розігріву.

Оливосистема апарата включає в себе: три теплообмінні секції 1 (АТ1, АТ2, АТ3), вхідний трубопровід 4, вихідний трубопровід 5.

У верхній частині вихідного трубопроводу приварений штуцер 4 (Ду 15 мм), призначений для під'єднання трубопроводу скидання повітря. На час транспортування і зберігання він заглушений.

На боковій стінці корпусу розташовані виводи вхідного і вихідного трубопроводів, скидання повітря з оливосистеми і зливу з піддону (дренажу), призначені для під'єднання апарата до оливосистеми газоперекачувального агрегату.[10]

На час транспортування і зберігання трубопроводи заглушені і опломбовані. Поруч з кожним з виводів прикріплена пояснююча табличка: праворуч від вхідного трубопроводу - «Вхід», праворуч від вхідного трубопроводу - «Вихід», ліворуч від трубопроводу скидання повітря - «Розповітрявач», а над зливом з піддону - «Дренаж».

Для контролю температури охолоджуваної оливи на вхідному і вихідному трубопроводах розташовані перетворювачі температури 7 (ВК1, ВК2). Перетворювач температури теплообмінної секції 9 (ВК3) закріплений близько нижнього колектора теплообмінної секції АПО.

Для контролю тиску оливи на вхідному трубопроводі встановлений перетворювач тиску 8 (ВР1).

На рисунку 1.3 представлена схема гідравлічна АПОО. Опис елементів в неї представлено в таблиці 1.4. [4]

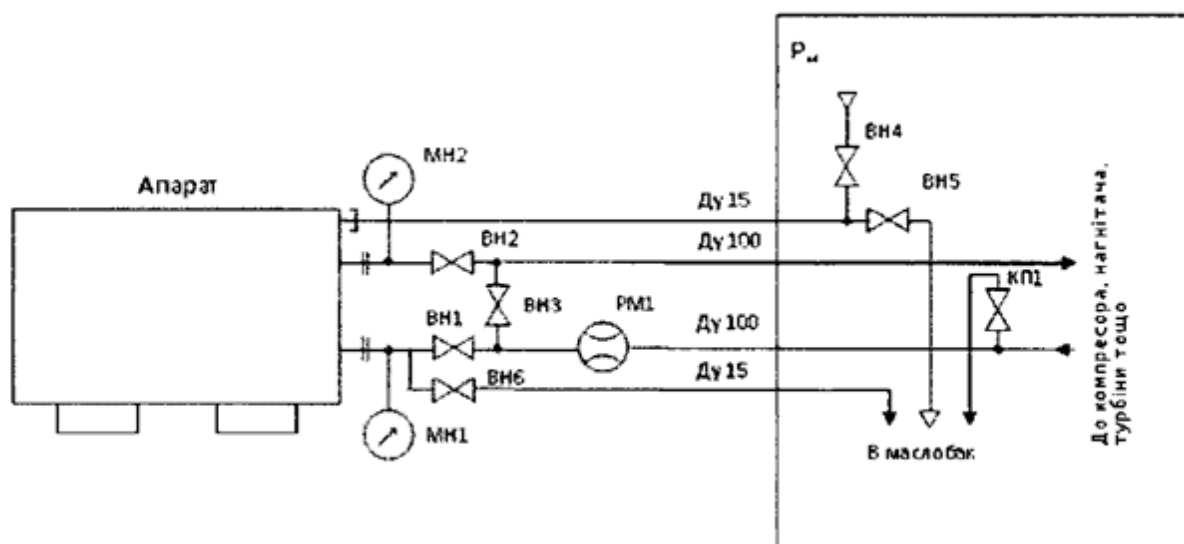


Рисунок 1.3 - Схема гідравлічна АПОО

Таблиця 1.4 - Опис елементів вхеми гідравлічної АПОО

Позначення	Найменування	Призначення
ВН1, ВН2	Засувка Ду 100	Перекриття оливосистеми апарата при: - видаленні оливи з оливосистеми апарата стисненим повітрям; - видаленні оливяних пробок з зовнішніх оливопроводів (подаючого і зворотнього) при пуску ГПА в зимовий період
ВН3	Засувка Ду 100	Забезпечення перепуску оливи по оливопроводах (подаючому і зворотньому) при пуску в зимовий період з метою видалення оливяних пробок
ВН4	Вентиль Ду 15	Подача стисненого повітря в оливосистему апарата при зупинках зимою та ремонті
ВН5	Вентиль Ду 15	Скид повітря з оливосистеми апарата при заповненні її оливою
ВН6	Вентиль Ду 15	Злив оливи з оливосистеми апарата
КП1	Клапан запобіжний	Захист апарата від підвищення тиску вище допустимого значення
МН1, МН2	Манометр 1,6 МПа	Вимірювання перепаду тиску масла в апараті
РМ1	Витратомір	Вимірювання витрати оливи при перевірці працездатності апарата

Корпус 10 апарата складається з зварного каркаса, обшитого ззовні теплоізолюючими «сендвіч» - панелями.

Вхідні двері 11 призначені для доступу всередину корпусу апарату при проведенні ремонтних робіт і технічному обслуговуванні. Двері обладнані замком.

Двері для доступу до вбудованої апаратурі управління 12 (ВАУ). Двері обладнано замком.

ВАУ призначена для управління всіма режимами роботи апарату в автоматичному режимі, а також для зміни коефіцієнтів регулювання. На дверцятах корпусу ВАУ розташований вхідний вимикач 8А1, призначений для комутації кіл живлення електрообладнання апарату. Також на дверцятах корпусу ВАУ розташований модуль користувача універсальний МКУ, який здійснює індикацію параметрів і режимів роботи

ВАУ. Введення нових значень налаштувань і перемикання режимів роботи апарата здійснюється з клавіатури МКУ.

Для збору можливих витоків оливи в підлозі корпусу під теплообмінними секціями передбачений піддон 14.

На задній стінці корпусу апарата закріплено чотири вентилятора охолодження 16. Для виключення можливості травматизму обслуговуючого персоналу на вході вентиляторів (з боку робочих коліс) встановлені захисні решітки 17. На виході вентиляторів розміщені пелюсткові клапани 18 (КП1, КП, КП3 і КП4) і поворотні решітки 19.

На бічних стінках пелюсткових клапанів розміщені фіксатори лопаток клапанів.

На нижній рамі корпусу під вентиляторами передбачено затискач захисного заземлення 21 апарата, біля якого нанесений відповідний знак.

Для проведення вантажопідіймальні робіт на даху корпусу встановлено дві вантажні петлі 22.

У середині корпусу апарату на підлозі поруч з нижніми вентиляторами встановлені два електрокалорифера 23 (КФ1 і КФ2) потужністю 12 кВт кожен, призначені для передпускового розігрівання оливосистеми в холодну пору року. Електрокалорифер - це блок, що складається з дванадцяти трубчастих електронагрівачів (ТЕН), потужністю 1 кВт кожний. Над ТЕН1 і ТЕН2 розташовані вентилятори калориферів 24 (ВКФ1 і КФ2), призначені для продування повітря при розігріві через ТЕН1 і ТЕН2 відповідно і для рециркуляції теплого повітря на вхід теплообмінних секцій при низьких температурах зовнішнього повітря.

За кожним електрокалорифером в рециркуляційно каналі розташований зворотний повітряний клапан 25, що перешкоджає перетіканню повітря через електрокалорифер при роботі апарата в режимі охолодження оливи.

На електрокалорифери (з боку виходу повітря) встановлені термореле 8К1 і 8К2 з температурою спрацьовування 120 °С, що захищають ТЕН від перегріву.

На вентиляторах електрокалориферів встановлені термореле 8К3 і 8К4 з температурою спрацьовування - 70 °С, що захищають електродвигуни ВКФ1 і ВКФ2 від перегріву.

З боку всмоктування повітря в апараті передбачені поворотні жалюзі 26 з ручним керуванням у кількості трьох штук. Жалюзі призначені для захисту від попадання всередину корпусу атмосферних опадів, створення замкнутого об'єму при розігріві оливосистеми апарату, а також для регулювання витрати повітря через теплообмінні секції. Жалюзі є двохсекційними, що дозволяє відкривати кожну секцію незалежно одна від одної.

Незалежне відкриття кожної секції дозволяє зменшити витрату повітря через теплообмінну секцію і запобігає переохолодженню оливи в каналах теплообмінної секції при роботі апарату в холодну пору року.

Жалюзі кріпляться до стінки корпусу. Створки повітряних клапанів можуть займати такі положення: 0°, 20°, 40°, 60°, 80°.

На даху апарату розташовані світильник 28, вимикач 29 розташований на боковій стінці біля вхідних дверей.

Ввід кабелів всередину корпусу апарату здійснюється через сальникові вводи 30, розташовані на бічній стінці.

При роботі апарату в режимі охолодження гаряча олива подається на вхідний трубопровід, де вона, пройшовши через оливові канали теплообмінних секцій, охолоджується повітрям, що протягується працюючими вентиляторами охолодження.

Перелік основних складових частин апарату АПОО 210.8.6,5к-ПМ2 приведений в таблиці 1.5.[4]

Таблиця 1.5

Найменування	Позначення	Кількість
1 Корпус	ХА234.01.00.000-01	1
2 Трубопровід вхідний	ХА147У.02.00.000-01	1
3 Трубопровід вхідний	ЦВНИ.325739.022-01	1
4 Теплообмінна секція	ХТЗ 89.00.00.000	3
5 Трубопровід вихідний	ХА142У .04.00.000-01	1
6 Трубопровід вихідний	ХА142У.05.00.000-01	1
8 Електрокалорифер	ХА177.05.00.000	1
	ХА177.05.00.000-01	1
10 Клапан повітряний (жалюзі)	ХА95.14.00.000	3
11 Клапан пелюсковий	ХАКВ03.00.00.000	4
12 Фільтр повітряний боковий*	ЦВНИ.061415.011	2
13 Фільтр боковий дентальний*	ЦВНИ.061415.010	2
14 Вентилятор осьовий ZN063-ZIL.GL.V7P3		4
15 Вбудована апаратура управління ЦУ 344.1-1кМ2	ХЕ 105.00.00.001	1

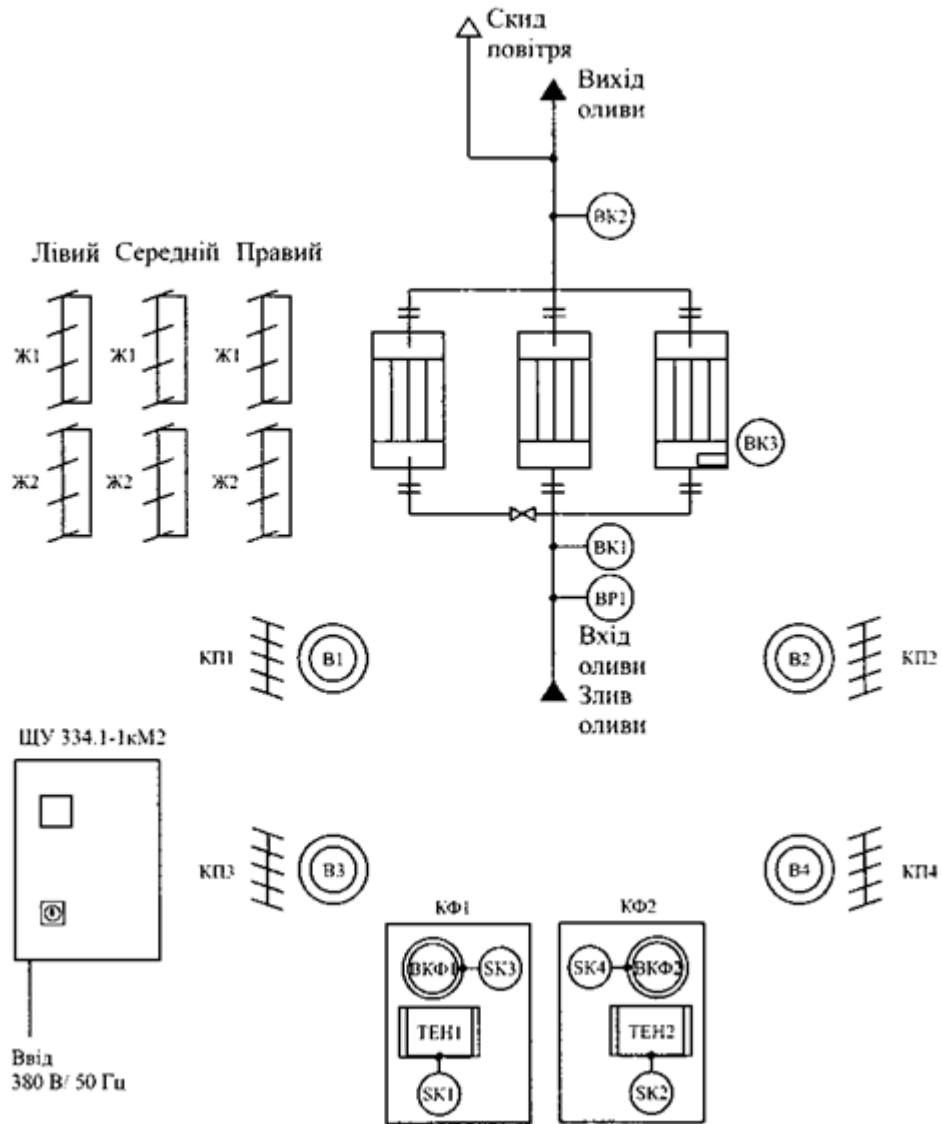


Рисунок 1.4– Структурна схема апарата

1.4 Режими роботи апарата

Щит управління апаратом забезпечує наступні режими роботи апарата:

- нагрівання;
- охолодження.

Режим «**Нагрівання**» - розігрів оливосистеми апарата до температури

Режим «**Охолодження**» - режим підтримання поточної температури оливи на виході апарата $T_{вст}$ ($T_{вих} = T_{вст}$).

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

Управління роботою апарата за допомогою щита управління ЩУ 344.1-1кМ2 при виконанні певних умов здійснюється автоматично за заданим алгоритмом.

Щит управління забезпечує телеметричний (по інтерфейсу MODBUS) зв'язок і зв'язок по фізичних лініях з головним щитом управління (ГЩУ).

По телеметричному зв'язку забезпечується індикація налаштувань (Тнорм, Твст, Тмакс), поточне значення температури оливи на вході (Твх) і виході апарату (Твих), поточне значення температури поверхні теплообмінної секції (Тсекц), значення тиску на вході апарата, значення заданої частоти обертання вентиляторів (N%), сигналів роботи «НОРМА», «ОХОЛОДЖЕННЯ», повідомлень про аварії.

Крім того, по телеметричному зв'язку забезпечується індикація налаштувань та параметрів регулювання.

Управління роботою в режимі «Охолодження» може виконуватися автоматично або вручну (дистанційно).

Автоматичний режим управління забезпечує підтримку заданої температури охолоджуваної оливи на виході з точністю ± 1 °С, при умові правильного налаштування коефіцієнтів ПІД-регулятора.

Ручний режим управління призначений для перевірки роботи вентиляторів при проведенні пусконаладжувальних та ремонтних робіт.

1.4.1 Опис режиму «НАГРІВАННЯ»

При подачі живлення на апарат вмикається система управління апаратом. Після включення апаратури управління програма телеметрії відобразить на ГЩУ і індикаторі значення поточного режиму роботи, термометричну інформацію (температури Тсекц, Твх, Твих і тиск Рвх) і стан виконавчих механізмів апарату.

При відсутності несправностей система управління апаратом видає сигнал «Готовність», при виявленні несправності видається узагальнений сигнал «Несправність».

При температурі теплообмінної секції (Тсекц) нижче температури налаштування Тнорм (Тсекц < Тнорм) система управління встановлює режим «Нагрівання».

Подається напруга на електрокалорифери (ТЕН1 і ТЕН2) апарата і включаються вентилятори калориферів. На ГЩУ видається сигнал «Нагрівання».

Напруга на калорифери подається при умові $R_{вх} < R_{порог}$, при умові $R_{вх} > R_{порог}$ відбувається вимкнення електрокалориферів незалежно від значення температури Тсекц.

Розігрів апарата здійснюється за допомогою електрокалориферів, розташованих під нижніми вентиляторами. Повітря з внутрішнього об'єму апарату працюючими вентиляторами подається на ТЕН1 і ТЕН2 електрокалориферів КФ1 і КФ2 і, проходячи

через них, нагрівається і далі по рециркуляційному каналу, розташованому в підлозі апарату, надходить на вхід теплообмінних секцій. Пройшовши через повітряні канали теплообмінних секцій і передавши їм своє тепло, повітря знову засмоктується вентиляторами.

Система розігрівання призначена тільки для нагріву гідравлічної системи апарату.

При нагріванні гідравлічної системи апарату до температури вище налаштувань $T_{норм}$ відбувається вимкнення ТЕН1 і ТЕН2 електрокалориферів. Після цього вентилятори продовжують роботу ще протягом заданого часу продуву.

Апарат переходить в режим автоматичної підтримки температури теплообмінних секцій.

При подальшому зниженні температури секції нижче налаштувань ($T_{норм}-5$) °C відбувається включення нагрівачів, таким чином, при включенні апарата в холодну пору року відбувається автоматичне підтримання температури теплообмінної секції в межах значення $T_{норм}$.

Сигнал «Норма» - дозвіл на прокачування оливи через апарат, подається і зберігається на ГЩУ за умови $T_{секц} > (T_{норм}-10)$ °C.

У системі управління передбачений захист ТЕН від перегріву. При досягненні температури нагрівачів 120°C, ТЕН1 та / або ТЕН2 вимикаються, і видається повідомлення про перегрів ТЕН, вентилятори при цьому продовжують працювати, знімаючи надлишкове тепло з ТЕН. Після остивання ТЕН1 та / або ТЕН2 ввімкнуться знову.

Для знаходження АПОО в «гарячому резерві» - підтриманні температури гідравлічної системи апарату плюс 15 °C необхідно не вимикати перемикач SA1 і ввідний автомат на ГЩУ. За умови $T_{секц} < T_{норм}$ (15 °C), апарат працює в режимі «Нагрівання».

При проведенні технічного обслуговування охолоджувача і ВАУ необхідно вимкнути перемикач SA1 і автомат на ГЩУ.

Час розігріву залежить від наявності оливи в гідравлічній системі апарату, температури навколишнього повітря та інших зовнішніх факторів. Орієнтовна залежність часу розігріву апарату вказана у додатку А.

Сигнал «Норма» дозволяє заповнювати апарат оливою. Після надходження сигналу «Норма» апарат заповнюють оливою і проводять його підготовку до роботи в режимі «Охолодження».

При тривалому знаходженні апарату в режимі «Нагрівання» необхідно раз на 1-2 години здійснювати контроль за станом (роботою) електрокалориферів КФ1 і КФ2 по телеметричному зв'язку і візуально з відміткою у змінному журналі.

1.4.2 Опис режиму «ОХОЛОДЖЕННЯ»

При досягненні температури оливи на виході апарату значення $T_{\text{вих}} > T_{\text{вст}} - \Delta T_{\text{охолод}}$, а також при досягненні тиску на вході значення $P_{\text{вх}} > P_{\text{порог}}$ встановлюється режим «Охолодження». На ГЩУ подається сигнал «Охолодження». Одночасно розпочинається процес автоматичного регулювання температури оливи на виході апарату.

При роботі в режимі охолодження оливи (робочий режим) нагріта олива подається в апарат, де вона охолоджується повітрям, що всмоктується працюючими вентиляторами.

Для підтримання температури охолоджуваної оливи на заданому температурному рівні в апараті передбачено автоматичне регулювання продуктивності охолодження шляхом плавної зміни частоти обертання робочих коліс вентиляторів. Зі зміною частоти обертання робочих коліс змінюється витрата повітря, що проходить через повітряні канали теплообмінних секцій апарата.

Частота обертання робочих коліс вентиляторів залежить від витрати оливи, температури оливи на вході апарату, від заданої температури регулювання і від температури охолоджуючого повітря. Чим нижча температура повітря і вища задана температура, тим менше частота обертання робочих коліс вентиляторів, і, отже, менше споживана потужність вентиляторів і нижчий рівень звукової потужності.

Залежність температури оливи на виході апарату від температури охолоджуючого повітря, витрати і температури оливи на вході апарату при номінальній частоті обертання робочих коліс вентиляторів приведена у додатку А.

1.5 Будова та робота вбудованої апаратури управління ЩУ 344.1-1КМ2

1.5.1 Опис і робота складових частин апарата

Секція теплообмінна

Теплообмінна секція ХТ389.00.00.000 призначена для охолодження оливи оливосистеми ГПА. Теплообмінна секція пластинчато - ребриста, виготовлено з сплавів алюмінію.

Теплообмінна секція - це суцільна зварена конструкція, що складається з двох пакетів 1, верхнього 2 і нижнього 3 колекторів.

Для підведення та відведення оливи на кожному колекторі приварено по одному патрубку з пазами під муфтове з'єднання.

На нижньому колекторі приварена пластина 4, призначена для під'єднання перетворювача температури теплообмінної секції.

Монтаж та. пусконаладжувальні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог:

- СНиП 3.05.05-84 Технологічне устаткування і технологічні трубопроводи;
- НПАОП 0.00-1.73-14 Правила охорони праці та безпечної експлуатації технологічних трубопроводів;
- правила улаштування електроустановок (ПУЕ).
- підключення апарату повинно виконуватися з урахуванням вимог, встановлених «Правилами улаштування електроустановок ПУЕ».

Живлення ВАУ має здійснюватися по п'ятипровідній схемі від мережі змінного струму напругою 380 В частотою 50 Гц. Електричний зв'язок між нульовим і заземлюючим провідниками всередині ВАУ не допускається.

Передача телеметричних сигналів від апарата до ГЩУ повинна бути виконана екранованою витю парою. Екран повинен бути заземлений всередині ВАУ. Довжина кабелю від апарата до приміщення, в якому знаходиться комп'ютер з програмою телеметрії, не повинна перевищувати 1000 м.[4]

1.5.2 Методи контролювання

Випробування електрообладнання апарату проводять з дотриманням вимог безпеки, встановлених НПАОП 40.1-1.01-97 «Правила безпечної експлуатації електроустановок».

Перевірка електричного опору ізоляції.

Вимірювання опору ізоляції проводять мегомметром:

- в силових колах напругою 500 В;
- в колах термометрії на напругу 100 В.

Опір ізоляції силових кіл вимірюють мегомметром постійного струму на 500 В між болтом та клемми живлення вентиляторів.

Опір ізоляції в колах термометрії вимірюють мегомметром постійного струму на 100 В між клемою заземлення та контактами кіл термометрії.

Опір ізоляції повинен складати:

- для кіл з напругою 380В не менше 10 МОм;
- для кіл термометрії не менше 20 МОм.

Перевірка наявності кола між заземлююваними елементами і заземлювальним пристроєм.

Перевірку наявності кола між елементами заземлення апарата, щита управління та заземлювальним пристроєм проводять відповідно до НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перевірка справності електронагрівачів

Для перевірки справності електронагрівачів апарата необхідно виміряти потужність споживання P_n , кВт.

Потужність вимірюють за допомогою ватметра або визначають, вимірявши напруги і струми в колах.

При вимірюванні напруг і струмів потужність обчислюють за формулою

$$P_n = I_a U_a + I_b U_b + I_c U_c,$$

де I і U – фазна напруга і струм

Виміряна (обчислена) потужність електронагрівачів повинна відповідати потужності, що зазначена в паспорті апарата для режиму «Нагрівання».

У випадку, якщо виміряна потужність виявиться меншою потужності, зазначеної в паспорті апарата більш ніж на 0,7 кВт, необхідно визначити причину невідповідності і усунути її.

При проведенні вимірювань необхідно врахувати, що струм електронагрівачів залежить від температури, тому час вимірювань повинен бути мінімальним.

1.5.3 Підготовка апарату до використання

Перед пуском апарата необхідно:

- а) провести зовнішній огляд апарата, та перевірити:
 - відсутність в вентиляторах сторонніх предметів;
 - відсутність видимих витоків оливи;
- б) відкрити вентиль ВН4 в лінії скидання повітря, дивись додаток Б;
- в) перевірити заземлення згідно з пунктом;
- г) перевірити готовність щита управління
- д) перевірити та/або встановити параметри регулювання та налаштування $T_{норм}$, $T_{вст}$, $T_{макс}$ залежно від необхідних параметрів ГПА.

Всі зауваження, виявлені при перевірці апарата (витоки оливи, вібрація, сторонні шуми і т.п.), повинні бути усунені до його запуску.

1.5.4 Використання апарата

Ввімкнути перемикач на щиті управління ЩУ 344.1-1кМ2 для подачі живлення на апарат.

Залежно від температури поверхні теплообмінної секції буде дозволено прокачування масла через апарат.

Літній пуск

Літнім пуском апарата вважають пуск при температурі навколишнього середовища (металу теплообмінної секції і маслопроводів) вище сигналу «Норма» (більше 15 °С). У цьому випадку апарат відразу переходить в режим охолодження, оливи.

Для пуску апарата в роботу необхідно:

- ввімкнути електроживлення апарата - ввімкнути ввідний перемикач на дверцятах щита управління;
- відкрити всі жалюзі апарата на максимальний кут відкривання;
- створити прокачування охолоджуваної оливи через апарат.

При досягненні температури оливи на виході апарата значення більшого, ніж $T_{вст}$ (це значення температури можна змінювати), увімкнуться всі чотири вентилятори. Апарат перейде в режим охолодження оливи.

Необхідно проконтролювати роботу апарата по тиску і температурі охолоджуваної оливи. Далі робота апарата виконується автоматично.

Для збільшення кількості повітря що проходить через теплообмінні секції, та зменшення навантаження на електродвигуни вентиляторів в літній період коли працюють всі вентилятори, рекомендується зафіксувати лопатки повітряних клапанів у відкритому положенні за допомогою фіксаторів.

При значному зниженні температури атмосферного повітря (перехід до зимової пори року), автоматично вимикаються нижні вентилятори (В3 і В4). Необхідно перевести пелюсткові клапани з ручного режиму в автоматичний режим роботи, вимкнувши фіксатори лопаток. Автоматичний режим роботи унеможливорює створення зворотного потоку повітря через вентилятор що вимкнений.

Вимкнення частини вентиляторів забезпечить економію електроенергії і не призведе до застигання оливи в теплообмінних секціях, так як зменшиться витрата повітря через повітряні канали теплообмінних секцій. Апарат буде знаходитися в режимі охолодження з двома верхніми вентиляторами.

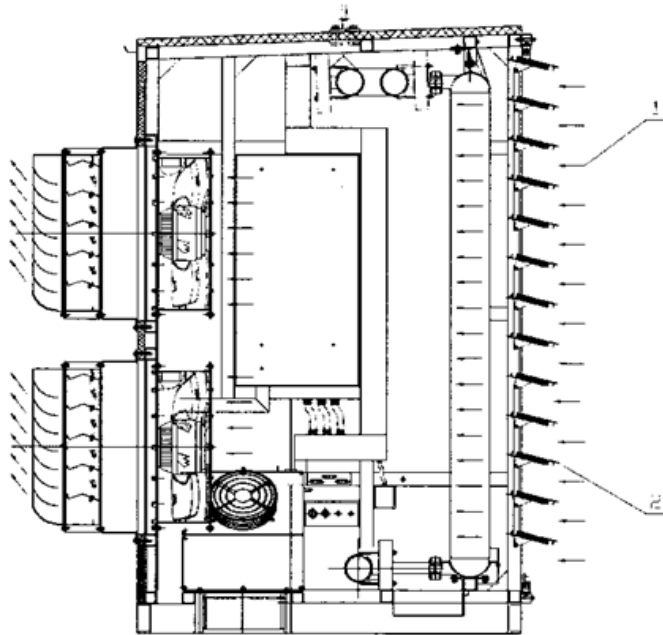


Рисунок 1.5 - Режим «Охолодження» в літній період: 1 - Напрямок повітряного потоку;
2 - Створки жалюзі

Зимовий пуск

Зимовим пуском апарату вважається пуск в осінньо-зимовий період при температурі навколишнього середовища (металу теплообмінної секції) нижче $T_{норм}$ (менше 15°C).

Зимовий пуск виконувати в такій послідовності:

- перевірити положення жалюзів (Ж1 і Ж2) на вході апарату. Вони повинні знаходитися в закритому стані;
- ввімкнути живлення підігрівана ЩУ - ввімкнути перемикач на дверцятах щита управління, а також ввімкнути систему розігріву зовнішніх трубопроводів (за її наявності).
- через 30 хв. ввімкнути живлення апарату - ввімкнути перемикач на дверцятах щита управління.

Повітря з внутрішнього об'єму апарату працюючими вентиляторами електрокалориферів ВКФ1 і ВКФ2 подається на ТЕН1 і ТЕН2 електрокалориферів КФ1 і КФ2 відповідно і, проходячи через них, нагрівається і далі, по рециркуляційному каналу, розташованому в підлозі апарату, надходить на вхід теплообмінних секцій. Пройшовши через повітряні канали теплообмінних секцій і передавши їм своє тепло, повітря знову засмоктується вентиляторами електрокалориферів.

Схема руху розігрітого повітря через теплообмінні секції і електрокалорифери і положення жалюзі наведено на рисунку 1.6;

- після закінчення розігріву (по сигналу "Норма") створити прокачування масла через апарат.
- після початку прокачування масла через апарат залежно від температури зовнішнього повітря привести ручні виконавчі механізми у відповідне положення.
-

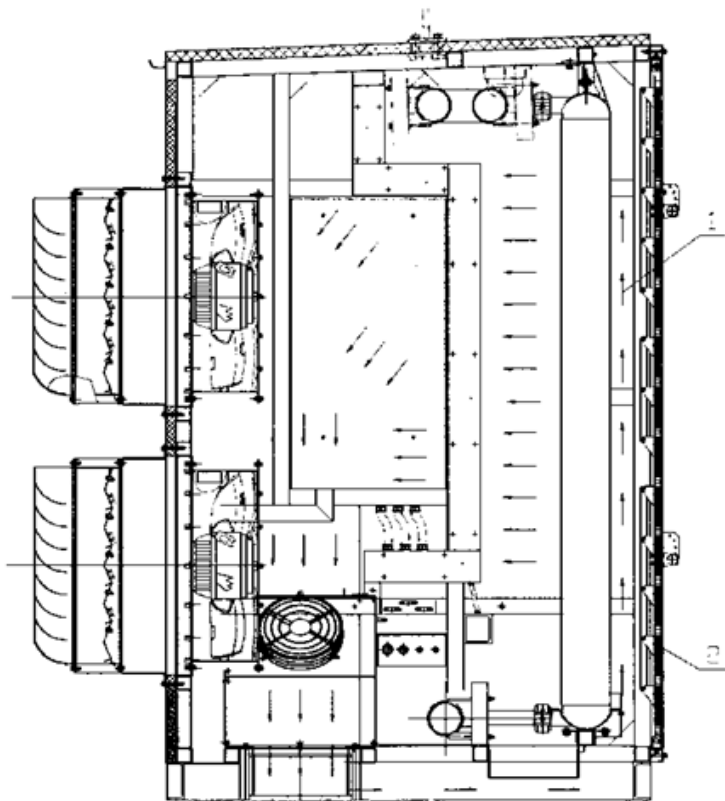


Рисунок 1.6 - Режим «Нагрівання» в зимовий період: 1 - Напря́м повітряного потоку; 2 - Створки жалюзі

При досягненні температурою оливи на виході апарата значення більшого, ніж $T_{вст} - \Delta T_{о́холод}$ (це значення температури можна змінювати), автоматично увімкнуться верхні вентилятори В1 і В2. Апарат перейде в режим охолодження оливи з двома верхніми вентиляторами.

Необхідно проконтролювати роботу апарата по тиску і температурі оливи. Далі робота апарату виконується автоматично. Схема руху повітряних потоків через теплообмінні секції приведено рисунку 1.7.

При значному зниженні температури атмосферного повітря, вимкнеться один верхній вентилятор (В2). Апарат перейде в режим охолодження оливи з одним верхнім вентилятором В1.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

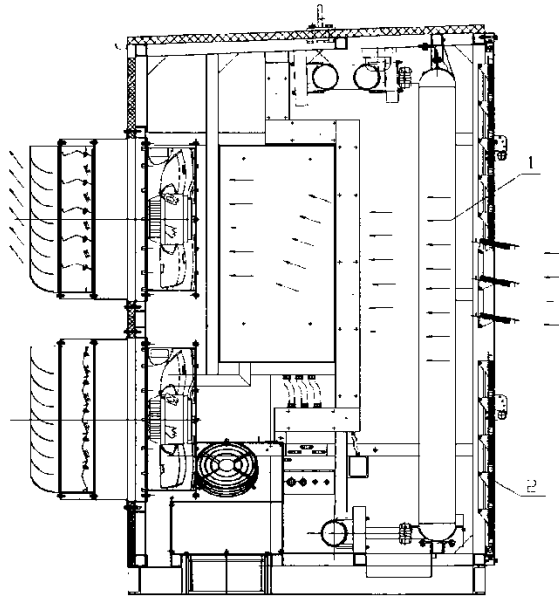


Рисунок 1.7 - Режим «Охолодження» в зимовий період: 1 - Напря́м повітряного потоку;
2 - Створки жалюзі

При подальшому зниженні температури атмосферного повітря увімкнуться вентилятори калориферів (ВКФ1 і ВКФ2). Ці вентилятори будуть працювати в режимі рециркуляції повітря. При рециркуляції повітря з виходу вентилятора через відкритий зворотний клапан по рециркуляційного каналу подається на вхід теплообмінних секцій, де він змішується з повітрям, що засмоктується зовні (схема руху повітряних потоків через теплообмінні секції приведено рисунку 1.8).

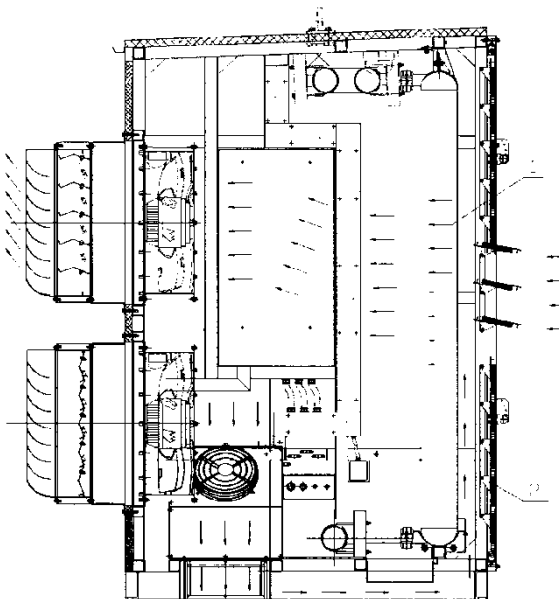


Рисунок 1.8 – Зимовий режим «Охолодження» з рециркуляцією: 1 - Напря́м повітряного потоку; 2 - Створки жалюзі

При підвищенні температури атмосферного повітря вимикаються вентилятори калориферів ВКФ1 і ВКФ2, що працюють на рециркуляцію теплого повітря. Апарат перейде в режим охолодження з одним верхнім вентилятором. Схему руху повітряних потоків через теплообмінні секції наведено на рисунку 1.7.

При досягненні температури зовнішнього повітря 0 °С рекомендується відкрити всі жалюзі на вході апарата.

При подальшому значному підвищенні температури зовнішнього повітря увімкнеться другий верхній вентилятор, потім увімкнуться вентилятори.

Зупинка апарата

При зупинці ГПА необхідно:

- вимкнути живлення апарата;
- в зимовий період злити оливу з системи апарата, вхідного та вихідного трубопроводів.

					СУдн-81с.151.01.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		25

2 ОПИС РОБОТИ ЩИТА УПРАВЛІННЯ

2.1 Призначення ЩУ, функції та умови експлуатування

ЩУ (рисунок 2.1) використовується для керування роботою АПОО 210.8.6,5к-ПМ2 .



Рисунок 2.1 – Зовнішній вигляд ЩУ

Функціями ЩУ є:

- автоматичне керування системою розігріву АПО;
- автоматичне підтримання температури теплоносія на виході АПО на заданому рівні;
- вимірювання та індикація температури секції;
- вимірювання та індикація температури теплоносія на вході і виході АПО;
- індикація швидкості обертання робочих коліс вентиляторів;
- ручне управління швидкістю обертання робочих коліс вентиляторів;
- видача світлових на дисплей і релейних інформаційних сигналів на головний щит

										Лист
										26
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

СУдн-81с.151.01.ПЗ

управління (далі ГЩУ):

- «Готовність»;
- «Нагрівання»;
- «Норма»;
- «Охолодження»;
- «Тмакс»;
- «Загальна несправність»;
- Видача телеметричної інформації про роботу АПО по інтерфейсу RS - 485, протокол MODBUS;
- зміна параметрів налаштувань ЩУ з панелі;
- дистанційна зміна параметрів налаштувань ЩУ по інтерфейсу RS - 485, протокол MODBUS.

Рівень вібрації на місці установки ЩУ повинен бути не більше 6,5 мм при частоті 25 Гц.

Напруженість зовнішнього магнітного поля повинна бути не більше 400 А/м.

Не допускається робота ЩУ у вибухонебезпечному середовищі, насиченому пилом, що містить їдкі пари і гази в концентраціях, що руйнують конструкцію і кабелі ЩУ.

Таблиця 2.1

№ п/п	Найменування показника	Значення
1	Напруга мережі живлення, В	380 ⁺³⁷ .57 *
2	Частота мережі живлення, Гц	50±1*
3	Число фаз	3
4	Номінальна потужність електродвигуна вентилятора, кВт	3,7
5	Кількість під'єднаних вентиляторів, ППГ.	4
6	Кількість під'єднаних калориферів, шт.	2
7	Максимальна споживана потужність, кВт	24
8	Ступінь захисту згідно з ГОСТ 14254-96	IP30
9	Клас захисту від ураження електричним струмом згідно з ГОСТ 12.2.007.0-75	10
10	Маса, кг, не більше	25
11	Показники надійності: напрацювання на відмову не менше, год строк служби, років	10000 12,5

*Показники якості електроенергії згідно з ГОСТ 13109-97

Схема електрична принципова ЩУ приведена на СУдн-81С 151.01 СБ. Перелік елементів вказано в таблиці 2.1.

Таблиця 2.2 – Перелік елементів щита управління

Поз. познач	Найменування	Кіл.	Примітка
A1	Щит управління ЩУ 344.1-1кМ2		
A1	ПЛК MODICON-M340	1	Schneider Electric
A2	Модуль резервного управління вентиляторами МРУВ	1	
A3	Модуль користувача універсальний	1	
A4	Термостат регульований NSYCCOTHС	1	Schneider Electric
G1	Блок живлення НОР 30-24	1	MeanWell
G2, G3	Блок живлення НОР 15-5		MeanWell
G4	Блок живлення НОР 15-24	1	MeanWell
R1	Потенціометр багатооборотний KLS4-3590S-502-KLS	1	
EK1	Нагрівач з вентилятором 230 В, 400 Вт,	1	
K1...K3, K7,K9	Реле Relpol PIR6W-1P-24VDC	5	
KM1,КМ	Контактор LC1-D32BL_	2	
QF1...QF4	Вимикач автоматичний TeSyS GV2ME10	4	Встановити 6,3 А
QF5,QF6	Вимикач автоматичний TeSyS GV2ME32	2	Встановити 25 А
QF1.1...			
QF6.1	Додатковий контакт TeSyS GVAE11	6	
QF 7. QF 8	Вимикач автоматичний IC60NC2	2	
QF 9, QF 10	Вимикач автоматичний IC60aC4	2	
QF 11..12	Вимикач автоматичний IC60NC1	2	
QF 7.1...	Додатковий контакт IOF	5	
QF 9.1, QF 7.2. QF 8.2			
SA1	Вимикач 4(363 - 92 ОП37 Р150	1	
SA2	Перемикач кулачковий ПКП10-12/У 10	1	

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

SB1	Кнопка з фіксацією P312APO	1	
VD1	Світлодіод Б-150300	1	
XP1	Роз'єм C146 10A004 100 13	1	Amphenol
XP2	Роз'єм C146 10A016 400 1	1	Amphenol
XP3	Роз'єм CXM12/2	1	lime
XP4	Роз'єм C146 10A024 400 1	1	Amphenol
XP5	Роз'єм C146 10A016 400 1	1	Amphenol
XS1	Роз'єм C146 10B004 100 13	1	Amphenol
XS2	Роз'єм C146 10B016 400 1	1	Amphenol
XS3	Роз'єм CXP12/2	1	lime
XS4	Роз'єм C146 10B024 400 1	1	Amphenol
XS5	Роз'єм C146 10B016 400 1	1	Amphenol

Щит управління забезпечує наступні режими роботи АПО:

- режим **«Нагрівання»** - розігрів і автоматичне підтримання температури теплообмінних секцій АПО на заданому рівні при зимових пусках;
- режим **«Охолодження»** - підтримання температури теплоносія на виході АПО на заданому рівні (робочий режим).

Початковий стан органів управління: всі автоматичні вимикачі знаходяться у включеному стані.

При включенні вхідного перемикача SA1 (положення «Вкл») подається живлення на ЩУ.

При включенні ЩУ на ГЩУ по фізичних лініях видається інформаційний сигнал **«Готовність»**. Одночасно на МКУ ввімкнеться індикатор **«Готовність»**.

Режим «Нагрівання»

Режим **«Нагрівання»** призначений для розігріву та підтримання температури теплообмінних секцій АПО до температури $T_{\text{норм}}$ при зимових пусках, що задається в налаштування системи управління.

При температурі секції охолоджувача ($T_{\text{секц}}$) нижче встановленої температури $T_{\text{норм}}$ ($T_{\text{секц}} < T_{\text{норм}}$) система управління встановлює режим нагрівання, при цьому на ГЩУ видається інформаційний сигнал **«Нагрівання»**, а на МКУ ввімкнеться індикатор **«Нагрівання»**.

При цьому вмикаються калорифери для розігріву секцій АПО (на вентилятори калориферів і на нагрівані буде подана напруга).

При розігріві теплообмінних секцій до температури вище $T_{\text{норм}}$ відбувається вимкнення калориферів (спочатку нагрівачів, а потім, через встановлений час, вентиляторів).

Система управління переходить в режим автоматичної підтримки температури теплообмінних секцій при відсутності теплоносія в гідравлічній системі (умови $T_{\text{вих}} < T_{\text{вст}} - \Delta T_{\text{охолод}}$ і $P_{\text{вих}} < P_{\text{порог}}$). Номінально система знаходиться в режимі **«Нагрівання»**;

При зниженні температури секції нижче значення ($T_{\text{норм}} - 5$) °C знову відбувається ввімкненням нагрівачів. Таким чином, при включенні охолоджувача в холодну пору року відбувається автоматичне підтримання температури теплообмінних секцій в межах $(T_{\text{норм}} - 5) < T_{\text{секц}} < T_{\text{норм}}$.

У системі управління передбачений захист калориферів від перегріву за допомогою термореле. Після охолодження калорифера відбудеться спрацьовування термореле і повторне ввімкнення калорифера.

Сигнал «**Норма**» - дозвіл на прокачування теплоносія через охолоджувач. Сигнал «**Норма**» видаватиметься наступним чином: за умови $T_{\text{екц}} > (T_{\text{норм}} - 10)$ (°C) на ГЦУ видається інформаційний сигнал «**Норма**» і на МКУ ввімкнеться індикатор «**Норма**».

Режим «Охолодження»

При досягненні температури теплоносія на виході охолоджувача значень $T_{\text{вих}} > T_{\text{вст}} - \Delta T_{\text{охолод}}$, а так само тиску на вході охолоджувача $P_{\text{вх}} > P_{\text{порог}}$ знімається режим «**Нагрівання**» і встановлюється режим «**Охолодження**».

На ГЦУ видається інформаційний сигнал «**Охолодження**», а на МКУ ввімкнеться індикатор «**Охолодження**».

Режим «**Охолодження**» забезпечує охолодження теплоносія, що прокачується через АПО до температури $T_{\text{вст}}$, що задається в налаштуваннях системи управління (робочий режим). Управління в даному режимі здійснюється автоматично.

При умові $T_{\text{вих}} > T_{\text{вст}}$ починається процес автоматичного регулювання температури теплоносія на виході АПО.

Автоматичний режим роботи ЦУ забезпечує підтримку заданої температури теплоносія на виході АПО з точністю $\pm 1^\circ\text{C}$, при умові правильного налаштування ПД - регулятора.

При перевищенні значення температури теплоносія на виході АПО $T_{\text{вих}}$ значення $T_{\text{макс}}$ ($T_{\text{вих}} > T_{\text{макс}}$) на ГЦУ видаються інформаційні сигнали « **$T_{\text{макс}}$** » і «**Загальна несправність**», а на МКУ ввімкнуться індикатори « **$T_{\text{макс}}$** » і «**Несправність**».

При роботі системи управління задіяні наступні температурні налаштування секції охолоджувачів перед прокачуванням теплоносія (рекомендоване значення $T_{\text{норм}}=15^\circ\text{C}$);

$T_{\text{вст}}$ - задана температура теплоносія на виході АПО (температура, до якої необхідно охолодити теплоносій на виході АПО);

$T_{\text{макс}}$ - температура теплоносія на виході, при перевищенні якої з'являється попереджувальне повідомлення « **$T_{\text{макс}}$** ».

Щит управління містить кілька основних функціональних модулів:

										Лист
										30
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

- програмований логічний контролер (ПЛК) MODICON-M340 (A1), призначений для перетворення сигналів з перетворювачів температури і тиску, видачі аварійних сигналів і синтезу сигналів управління. Захист ПЛК в колах живлення здійснюється автоматичним вимикачем QF10.

- модуль користувача універсальний (МКУ) (A3) призначений для індикації температур і тиску, обертів вентиляторів, режимів роботи АПО, аварійних станів, зміни параметрів та налаштувань ПЛК.

У АПО застосовані вентилятори, які мають електродвигуни з вбудованими регуляторами частоти обертання. Для регулювання швидкості обертання вентиляторів використовується сигнал управління отримуваний від ПЛК по інтерфейсу RS-485 протокол Modbus-RTU.

Для захисту електродвигунів і можливості відключення вентиляторів служать автоматичні вимикачі QF1 ... QF4.

- модуль резервного управління вентиляторами МРУВ (A2) призначений для резервного управління роботою вентиляторів охолодження в ручному режимі у разі виходу з ладу ПЛК під час роботи в режимі охолодження. МРУВ забезпечує систему гарячого резервування управління роботою АПО. МРУВ. проводить постійний моніторинг справності всіх систем апарата в режимі охолодження, та у випадку виявлення відмови вмикає їх та бере функції управління апаратом на себе. Частота обертів вентиляторів охолодження в резервному режимі - егулюється потенціометром на дверцятах ЩУ.

- **контактори (KM1, KM2)** призначені для подачі живлення на калорифери в режимі «Нагрівання». Система розігріву теплообмінних секцій складається з двох контакторів, автоматів захисту: нагрівачів калориферів - QF5, QF6, вентиляторів калориферів - QF7, QF8 в ЩУ і калориферів в АПО.

- **обігрівач щита (ЕК1)** призначений для підтримки температури всередині щита при роботі в холодну пору року. Ввімкнення обігрівача щита відбувається за допомогою вимикача SA2 на дверцятах ЩУ. Захист обігрівача щита здійснюється автоматичним вимикачем QF9. Для підтримання заданої температури повітря всередині ЩУ встановлено термостат А4. Ввімкнення обігрівача ЕК1 можливе без ввімкнення перемикача ЩУ SA1. При пуску в холодну пору року необхідно за 30 хв до ввімкнення перемикача ЩУ SA1 ввімкнути перемикач SA2 обігрівача щита ЕК1, та не вимикати його протягом всієї роботи в холодну пору року (температура зовнішнього повітря нище 10 °С). Тільки після прогріву ЩУ протягом 30 хв, можна вмикати вимикач SA1 ЩУ.

Перелік дискретних сигналів і їх технічні характеристики представлені в таблиці 3. Світлова індикація режимів роботи на лицьовій панелі МКУ дублює дискретні сигнали на ГЩУ.

Таблиці 2.3 - Перелік дискретних сигналів і їх технічні характеристики

Призначення сигналу	Технічні параметри сигналу
Сигнал «Т _{макс} »	Вихід реле (220В, 2А)
Сигнал «Готовність»	Вихід реле (220В, 2А)
Сигнал «Норма»	Вихід реле (220В, 2А)
Сигнал «Нагрів»	Вихід реле (220В, 2А)
Сигнал «Охолодження»	Вихід реле (220В, 2А)
Сигнал «Загальна несправність»	Вихід реле (220В, 2А)
Цифровий канал - протокол MODBUS-RTU, 9600, 8, N. 2*	RS-485

* - по телеметричному зв'язку забезпечується індикація налаштувань, температури на вході, виході і температури секції охолоджувача, тиску на вході охолоджувача, частоти обертання вентиляторів охолоджувача (%), режимів роботи і сигналу «Норма», повідомлень про аварійні стани (перегрів калориферів, спрацьовування автоматичних вимикачів вентиляторів і нагріву, перевищення заданого значення температури теплоносія на виході АПО). Крім того, по телеметричному зв'язку забезпечується зміна налаштувань і параметрів регулювання: постійних часу і коефіцієнта передачі регулятора, а також зміна режимів роботи ЩУ (ручний / автоматичний).

2.2 Перевірка працездатності щита управління

Перевірити опір ізоляції та працездатність ЩУ і АПО згідно настанови щодо експлуатування АПО.

Закінченням робіт з під'єднання ЩУ вважається завершення індивідуальних випробувань та оформлення відповідного акту про готовність АПО до комплексного опробування.

Після закінчення монтажних робіт проводять комплексне випробування АПО в складі основного виробу (газоперекачувального агрегату і т.п.) відповідно до встановлених правил.

При виявленні дефектів під час проведення монтажу і випробувань складається акт-рекламація, в якому фіксується характер дефектів або зауваження і даються пропозиції щодо

їх усунення (при необхідності). Акт-рекламація направляється виробнику.

Закінченням робіт з під'єднання та пуску АПО в експлуатацію є успішне завершення комплексного випробування та оформлення свідоцтва про приймання-здачу в експлуатацію, зазначеного в паспорті АПО.

					<i>СУдн-81с.151.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		33

3 МОДУЛЬ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ

3.1 Призначення, функції та умови експлуатування МКУ

МКУ є складовою частиною програмованого логічного контролера (ПЛК) що входить до щита управління і призначений для контролю та управління апаратами повітряного охолодження (далі АПО) .

Функціями МКУ разом з ПЛК у складі щита управління є:

- автоматичне підтримання заданої температури теплоносія на виході АПО;
- автоматичне керування передпусковим розігрівом теплообмінних секцій АПО в холодну пору;
- вимірювання температури теплоносія на вході і виході АПО, температури теплообмінних секцій і тиску теплоносія на вході АПО;
- індикація параметрів і режимів роботи АПО;
- видача інформаційних сигналів про параметри роботи АПО по інтерфейсу RS-485 і дискретним та аналогових лініях на ГЩУ;
- підтримання заданої температури всередині корпусу щита управління;
- індикація і зміна налаштувань;
- запис даних і перегляд архіву.[7]

МКУ розрахований для експлуатації при температурі навколишнього середовища від мінус 40 до плюс 60 ° С і відносній вологості до 75%.

Допустима вібрація до 4§; амплітуда до 1,5мм; частота від 10 до 55Гц.

Напруженість зовнішнього магнітного поля повинна бути не більше 400 А/м.

Не допускається робота МКУ у вибухонебезпечних середовищах, насичених пилом, з вмістом їдких парів і газів в концентраціях, що руйнують метал і ізоляцію.

3.2 Технічні характеристики МКУ

Основні технічні характеристики МКУ наведені в таблиці 3.1. Зовнішній вигляд МКУ наведені на рисунку 3.1.

Таблиця 3.1 - Основні технічні характеристики МКУ

	Найменування показника	Значення
1	Напруга живлення *, В	5В
2	Канал Modbus-RTU RS-485	1
3	Температура навколишнього середовища, °С	-40 ...+60
4	Габаритні розміри, мм	96x96x68

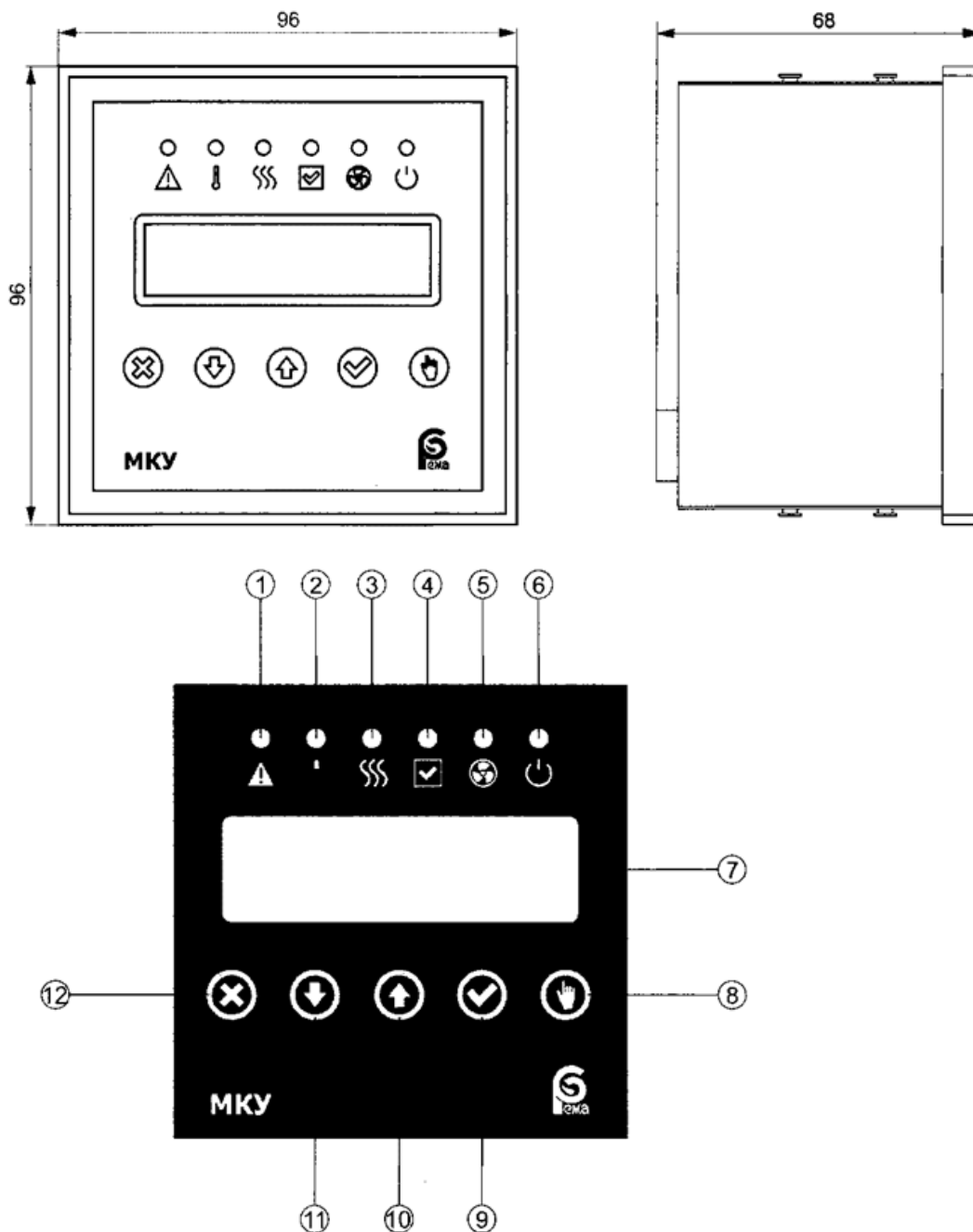


Рисунок 3.1 - Зовнішній вигляд МКУ: 1- Індикатор «Несправність», 2 - Індикатор «Тмакс», 3 - Індикатор «Нагрівання», 4 - Індикатор «Норма», 5- Індикатор «Охолодження», 6 - Індикатор «Готовність», 7 - Цифровий дисплей 2x16 символів, 8 - Кнопка «Ручне управління», 9- Кнопка «Редагувати / Зберегти», 10 - Кнопка «Збільшити значення», 11 - Кнопка «Зменшити значення», 12 - Кнопка «Відміни змін»

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

СУдн-81с.151.01.ПЗ

Лист

35

призначений для розігріву гідравлічної системи АПО до температури $T_{\text{норм}}$, що задається в налаштуваннях системи управління.

- режим «Охолодження» - підтримання температури теплоносія на виході АПО на заданому рівні. Режим забезпечує охолодження теплоносія, що прокачується через АПО до температури $T_{\text{вст}}$, що задається в налаштуваннях системи управління з точністю $\pm 1^\circ\text{C}$.

Управління в будь-якому режимі здійснюється автоматично згідно з заданим алгоритмом роботи.

Підготовчий режим

При подачі живлення на МКУ виконуються наступні дії:

- ініціалізація всіх внутрішніх ресурсів і змінних;
- зчитування налаштувань з енергонезалежної пам'яті;
- запуск основного робочого циклу.

Далі система управління оцінює значення $T_{\text{секц}}$, $T_{\text{вх}}$, $T_{\text{вих}}$, і $P_{\text{вх}}$ і визначає в який з режимів перейти для продовження роботи:

- при $T_{\text{секц}} < T_{\text{норм}}$ система управління переходить в режим «Нагрівання»;
- при $T_{\text{вих}} < (T_{\text{вст}} - \Delta T_{\text{охолд}})$ $^\circ\text{C}$ система управління очікує подачі теплоносія. Номінально знаходиться в режимі «Нагрівання»;
- при $T_{\text{вих}} > (T_{\text{вст}} - \Delta T_{\text{охолд}})$ $^\circ\text{C}$ і $P_{\text{вх}} > P_{\text{порог}}$ система управління переходить в режим «Охолодження».

Режим «Нагрівання»

У вихідному стані на дисплеї МКУ відображається інформація, що відноситься до даного режиму.

С	Е	К	Ц	=	Вимір.																
Н	О	Р	М	=	Встанов.																

Вимір. — поточна температура теплообмінної секції;

Встанов. - налаштування температури секції для вимкнення калориферів (НОРМА).

Рисунок 3.2 — Інформація, що відображається в режимі «Нагрівання»

Алгоритм роботи МКУ в режимі «Нагрівання».

Напряга живлення подається на електрокалорифери АПО і відповідні їм вентилятори електрокалориферів.

При розігріві теплообмінних секцій до температури вище встановленої температури $T_{\text{норм}}$ відбувається вимкнення нагрівальних елементів. Після цього вентилятори

електрокалориферів продовжують роботу для охолодження ТЕНів протягом часу заданого ЧАС ПРОДУВУ. При зниженні температури секції $T_{секц}$ нижче значення $(T_{норм} - 5) ^\circ C$ знову відбувається включення нагрівачів. Таким чином, при включенні АПО в холодну пору року відбувається автоматичне підтримання температури теплообмінних секцій в межах $(T_{норм} - 5) ^\circ C < T_{секц} < T_{норм}$.

Система управління переходить в режим автоматичної підтримки температури теплообмінних секцій при відсутності теплоносія в гідравлічній системі.

У системі управління передбачений захист трубчастих електронагрівачів і вентиляторів калориферів від перегріву. Електронагрівачі вимикаються при спрацьовуванні термореле ($120 ^\circ C$), встановленого в електрокалорифері АПО, або при спрацьовуванні термореле ($70^\circ C$), встановленого на вентиляторах калориферів АПО. При цьому видається повідомлення про перегрів калорифера.

Вентилятори електрокалориферів при цьому продовжують працювати, знімаючи надлишкове тепло. Якщо видача сигналу «**НЕСПРАВНІСТЬ**» пов'язана з перегрівом калорифера, то після його охолодження відбудеться повторне включення калорифера.

Режим «Охолодження»

У вихідному стані на дисплеї МКУ відображається інформація, що відноситься до даного режиму.

В	И	X	=	Вимір.		N	K	=	Вимір.1				
В	С	Т	=	Встанов.		М	А	К	С	=	Встанов.1		

Вимір. - поточна температура теплоносія на виході;

Встанов. - встановлена температура теплоносія на виході (**РЕГУЛЯТОР**)

K— кількість працюючих вентиляторів охолодження

Вимір. 1 - швидкість обертання вентиляторів охолодження в %

Встанов. 1 - температура теплоносія на виході АПО, при перевищенні якої з'являється попереджувальне повідомлення (**МАКСИМУМ**);

Рисунок 3.3 - Інформація, що відображається в режимі «Охолодження» при автоматичному управлінні

Перехід від однієї екранної форми до іншої здійснюється натисканням кнопок «Збільшити значення / Зменшити значення».

Основний екран при ручному керуванні в режимі охолодження виглядає наступним чином.

В	И	Х	=	Вимір.													
Ч	А	С	Т	О	Т	А	=	Задан./Поточ.%									

Вимір. - поточна температура теплоносія на виході;

Задан./Поточ.% - частота обертання вентиляторів задана та поточна в ручному режимі керування у %.

Рисунок 3.4 - Інформація, що відображається в режимі «Охолодження» при ручному управлінні

Для переходу в режим ручного управління необхідно натиснути кнопку «Ручне управління».

Для переходу в режим автоматичного управління з ручного необхідно повторно натиснути кнопку «Ручне управління»).

Зміна частоти обертання робочих коліс вентиляторів у режимі управління здійснюється натисканням кнопок «Збільшити значення / Зменшити значення». Одне натиснення відповідної кнопки змінює значення частоти обертаний на 1%.

Управління швидкістю вентиляторів здійснюється по цифровому каналу RS-485. При перевищенні значення граничної температури теплоносія на виході АПО (**Т_{вих}**) значення налаштувань **Т_{макс}** (**Т_{вих} > Т_{макс}**) видається сигнал «**Тмакс**».

У випадку несправностей дисплей МКУ виглядає наступним чином:

С	Е	К	Ц	-	5	0	.	0									
Q	!	P	!	T	!	D	1	!	N	1	2	!	V	1	!		

Q! - спрацювання автоматичного вимикача; P! - тиск більше 1,0 МПа;

T! - перевищення максимальної температури; D1! — несправність перетворювача 1, 2, 3 або 4; N12! - перегрів калорифера 1 та 2; V1!- аварія вентилятора 1,2,3 або 4;

Рисунок 3.5 - Інформація, що відображається у випадку несправностей

При перегляді вкладки «АРХІВ» дисплей МКУ виглядає наступним чином:

Н	А	П	Р	А	Ц	Ю	В	А	Н	Н	Я		Г	О	Д		
				1	4	9	/	9	3								

149 - загальний час напрацювання;

93 - час напрацювання під навантаженням.

Рисунок 3.6 - Інформація, що відображається при перегляді вкладки «АРХІВ»

Для перегляду архіву подій натиснути кнопку «Редагувати/Зберегти» (V). При цьому на дисплеї буде відображено останню подію. Наприклад:

2	4	9	8	:	7	1		2	5	.	0	9	.	1	5
2	0										1	4	:	2	7

2498:71 - номер події: код події

25.09.15 - дата події;

20 - додаткова інформація;

14:27 - час події.

Рисунок 3.7 - Інформація, що відображається при перегляді вкладки «АРХІВ»

Перехід до наступних та попередніх подій здійснюється кнопками «Збільшити значення» або «Зменшити значення» на МКУ.

У разі зникнення напруги живлення або вимкнення апарата під час режиму «Охолодження», після відновлення живлення апарат продовжить працювати з параметрами автоматичного підтримання температури оливи на виході які були на момент зникнення живлення.

Структура меню та налаштування МКУ приведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Структура меню та налаштування МКУ

Параметр	Заводські налаштування	Діапазон налаштування
ПАРАМЕТРИ		
АДРЕСА	1	1...247
ЧАС		гг.хх
ДАТА		ДД.ММ.РР
ВЕРСІЯ ПЗ		-
НАЛАШТУВАННЯ		
НОРМА	15	$0...+(T_{вст}-1)$
РЕГУЛЯТОР	50	$+(T_{НОРМ}+1) \cdot \cdot +(T_{макс}-1)$
МАКИМУМ	60	$+(T_{вст}+1)... +150$
ОБМЕЖЕННЯ		
ДЕЛЬТА НАГРІВУ	10	$(\Delta T_{охолод}+1)---15$
ДЕЛЬТА ОХОЛОДЖ.	2	$0...(\Delta T_{нагр}-1)$
ЧАС ПРОДУВУ	5	1...30
СИГНАЛ НОРМИ	0	0-викл. при охолодженні
ПОРІГ ТИСКУ	0.2	0...10.0
ПІД-РЕГУЛЯТОР		
ПРОПОРЦІЙНИЙ	2.2	0.0... 100.0
ІНТЕГРАЛЬНИЙ	40.0	0.0...300.0

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНИЙ	0.0	0.0..30.0
ПЕРІОД ОБРАХУНКУ	1	1...60
ВЕНТИЛЯТОР		
АР1		
АЕ2		
АЕ3		
АР 4		
АРХІВ		
НАПРАЦЮВАННЯ,ГОД	149/93	Загальний час роботи/ робота під навантаженням

4 ПРОГРАМА УПРАВЛІННЯ АПАРАТОМ ПОВІТРЯНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ

4.1 Призначення

Програма управління апаратами повітряного охолодження «Телеметрія» призначена для наступних цілей:

- 1) візуального спостереження за роботою АПО;
- 2) віддаленої зміни параметрів регулювання.

В якості протоколу інформаційного обміну використовується протокол MODBUS RTU.

В якості шини даних для обміну використовується канал послідовної передачі RS-485 з двохпровідною схемою підключення. Для обміну даними використовується протокол з наступними параметрами передачі:

- швидкість обміну 9600 бод.
- 8 біт даних;
- контроль парності-парність;
- 1 столовий біт. [11]

4.2 Вимоги до технічного та системного програмного забезпечення

Конфігурація робочої станції:

- Процесор Pentium III та вище;
- 1024 МБ RAM;
- 5 МБ вільного дискового простору для розміщення програми + резерв для файлів архіву 5 ГБ;
- Оптимальна роздільна здатність монітора 1280x960 та вище.

Обладнання системи телеметрії:

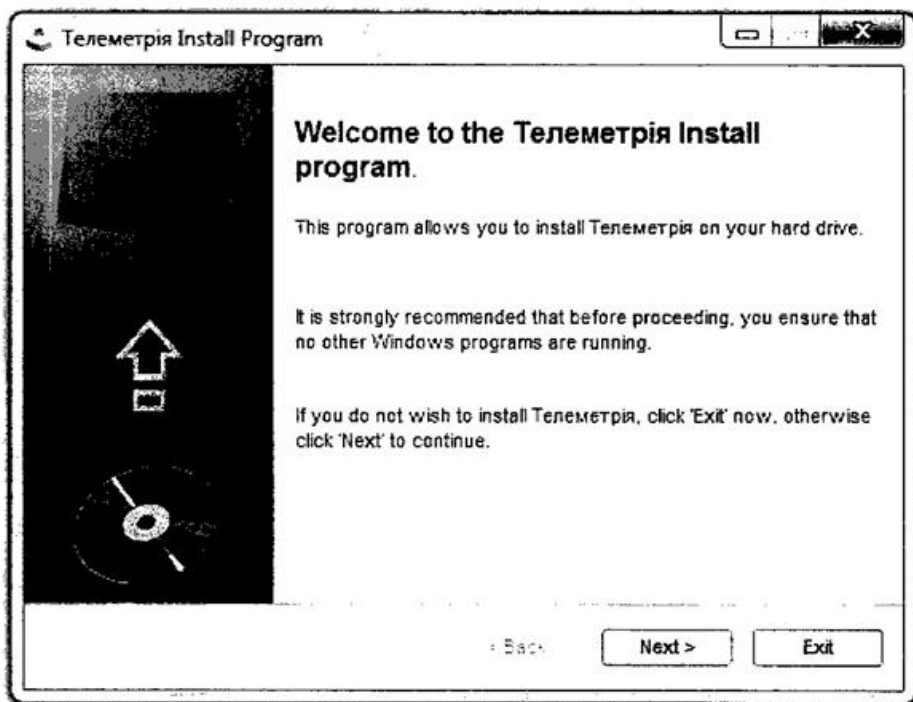
- COM-порт+ перетворювач RS485 — RS232, або USB порт та перетворювач RS485 — USB;

Системне програмне забезпечення:

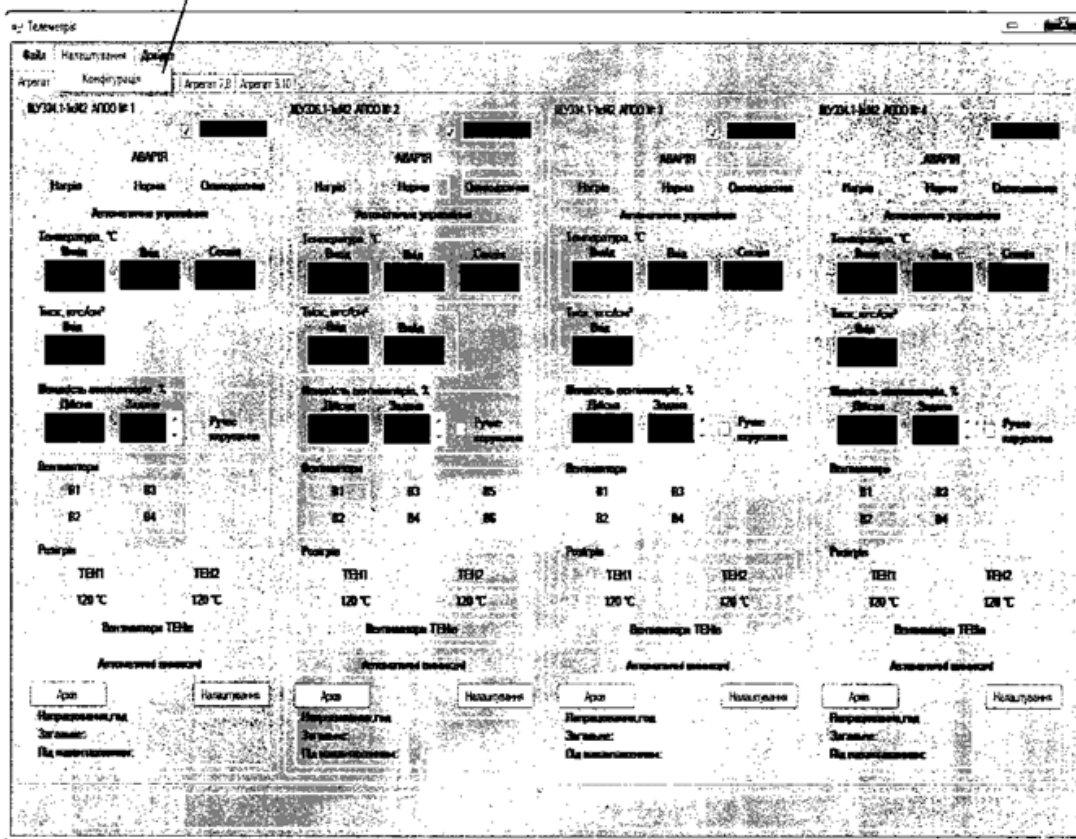
- Microsoft Windows 7 \ 8 \10 на робочій станції.
- Встановлений поширюваний пакет Microsoft visual C++ redistributable для виконання бібліотек visual C++

4.3 Встановлення та налаштування програми

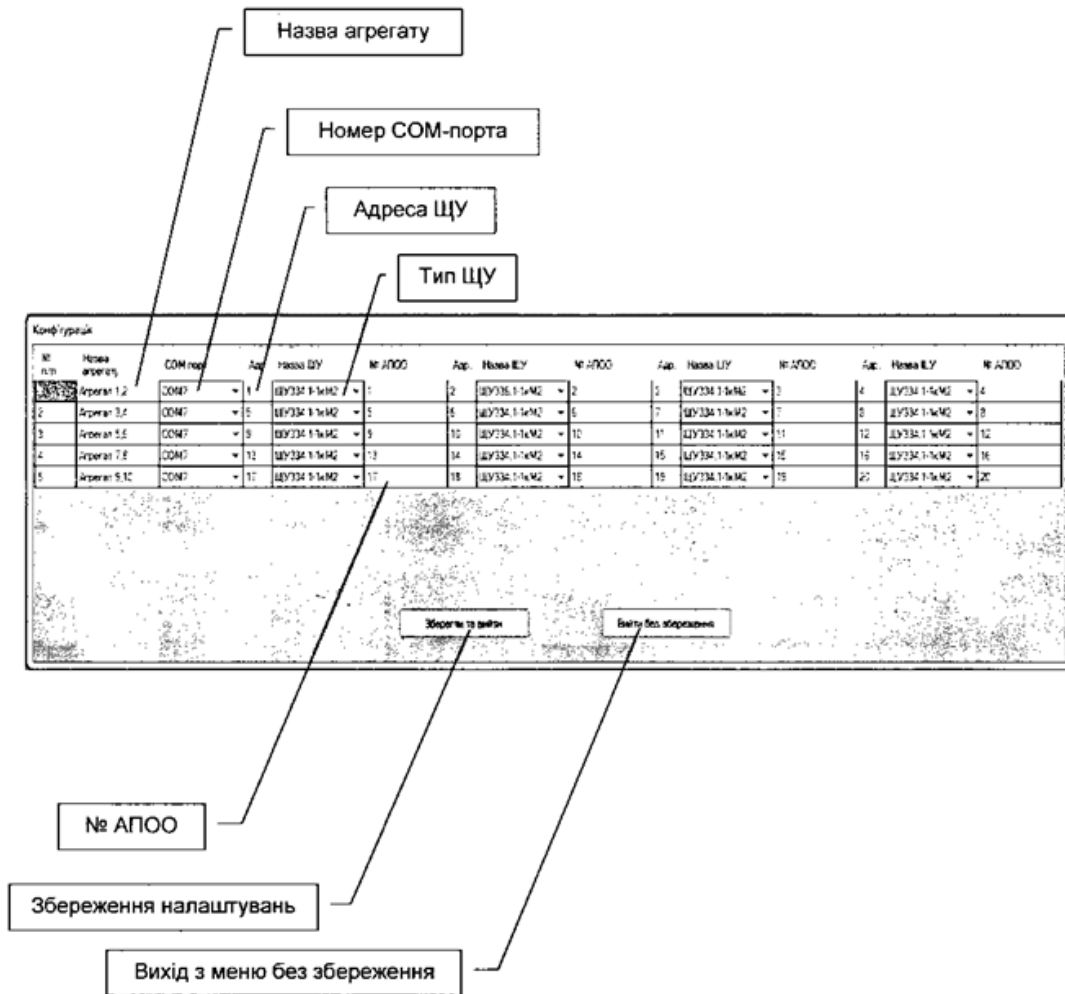
Щоб приступити до роботи з програмою необхідно провести її встановлення.



Пункт меню «Конфігурація»



Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------



Адреса ЩУ це адреса щита управління в робочій мережі, та мусить бути унікальним числом від 1 до 247, і ні в якому разі не повинна співпадати з адресою іншого щита управління.

Спосіб встановлення адреси щита управління за допомогою модуля контролю та управління (щити ЩУ334.1-1кМ2, ЩУ334.2-1кМ2, ЩУ336.1-1кМ2) та за допомогою модуля користувача універсального (щити ЩУ344.1-1кМ2, ЩУ344.2-1кМ2, ЩУ346.1-1кМ2) відрізняється.

Після завершення введення налаштувань необхідно їх зберегти натиснувши на кнопку «Зберегти та вийти», або відмовитися від збереження, натиснувши «Вийти без збереження». Налаштування зберігаються в файлах налаштувань.

Максимальна кількість АПОО, які здатна обслуговувати програма- не більше 20.

4.4 Робота з програмою

4.4.1 Зовнішній вигляд програми

У вікні програми з'являється основне вікно для відображення поточних значень температур (температур входу, виходу та секції), вхідного та вихідного тиску та поточного значення частоти обертання вентиляторів (у відсотках). Індикація параметрів АПОО відбувається в реальному часі.

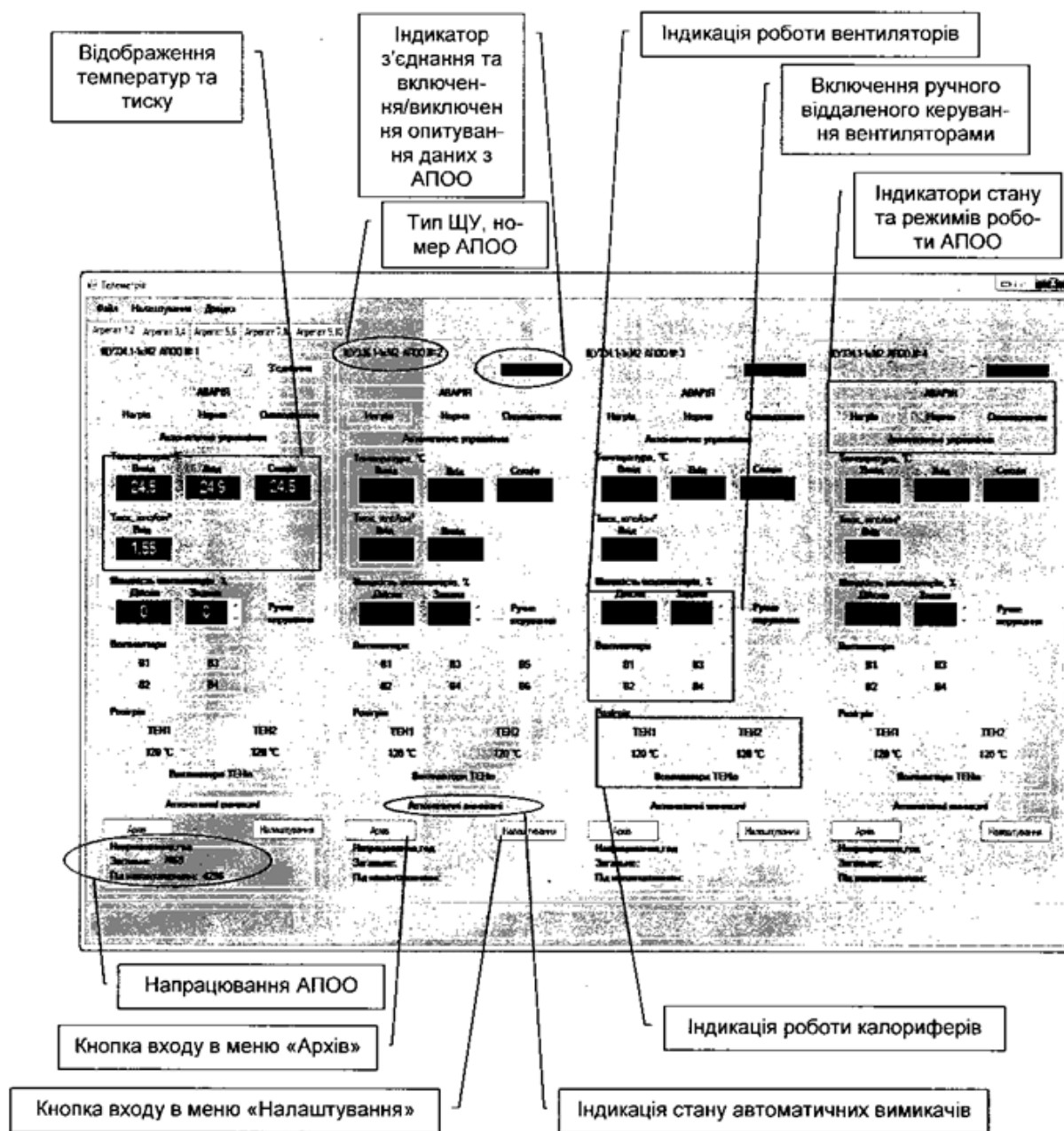


Рисунок 4.1 - Головне меню

Тип ЩУ та номер АПОО беруться з налаштувань програми.

Індикатор з'єднання повідомляє про наявність АПОО в мережі телеметрії. Відсутність

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

зв'язку можлива через невідповідність адрес АПОО в мережі, пошкодження лінії зв'язку. При наявності зв'язку колір індикатора зелений, а при відсутності зв'язку колір змінюється на жовтий та червоний.

Індикатори стану та режимів роботи АПОО призначені для відображення аварійних станів (Аварія) та відображення режимів роботи АПОО (Нагрів, Норма, Охолодження, Автоматичне/ручне управління).

Індикатор *Аварія* - не активний при відсутності аварійних станів АПОО (сірий колір), в іншому випадку індикатор підсвічується червоним кольором.

Індикатор *Нагрів* - повідомляє про роботу АПОО в режимі нагріву підсвічуючись зеленим кольором, або є не активним у випадку роботи АПОО не в режимі нагріву.

Індикатор *Норма* — повідомляє про дозвіл прокачки теплоносія, при цьому підсвічується зеленим кольором, в іншому випадку є не активним.

Індикатор *Оолодження* повідомляє про роботу АПОО в режимі охолодження підсвічуючись зеленим кольором, або є не активним у випадку роботи АПОО не в режимі охолодження.

Індикатор *Автоматичне/ручне управління* повідомляє про поточний режим роботи АПОО.

Область відображення температур та тиску призначена для виводу на екран поточних параметрів роботи АПОО.

1. *Вихід* — температура теплоносія на виході АПОО (в °С).
2. *Секція* — температура теплообмінної секції АПОО(в °С).
3. *Вхід* — температура теплоносія на вході АПОО(в °С).
4. *Тиск вхід* — тиск теплоносія на вході АПОО (в атм.).
5. *Тиск вихід* — тиск теплоносія на виході АПОО (в атм.).

Всі параметри відображаються зеленим кольором. При несправності датчиків замість цифр відображаються символи «-----»:

Індикація роботи вентиляторів призначена для відображення роботи вентиляторів (сірий колір- не задіяний; зелений колір-працює; червоний колір- несправність) та індикації заданої та дійсної швидкості вентиляторів у відсотках.

Включення ручного віддаленого керування вентиляторам дає можливість оператору примусово увімкнути всі вентилятори з заданою швидкістю обертання (у відсотках).

Індикація роботи калориферів призначена для відображення режимів роботи нагрівальних елементів та їх стану. При включених калориферах індикатори «ТЕН1», «ТЕН2» засвічуються зеленим кольором, при виключених залишаються сірими.

Індикатори 120°C засвічуються жовтим кольором при досягненні температури повітря в калорифері 120 °С, в іншому випадку є не активними. Індикатор «Вентилятори ТЕНів»

											Лист
											46
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата							

засвічується зеленим при включенні вентиляторів калориферів, в іншому випадку є не активним.

Індикатор автоматичних вимикачів виводить інформацію про стан автоматичних вимикачів, при цьому відключення одного з автоматичних вимикачів призводить до зміни кольору індикатора з зеленого на червоний.

Напрацювання АПОО відображає напрацювання загального напрацювання АПОО в годинах (напрацювання з моменту подачі живлення на ЩУ) та напрацювання в режимі охолодження.

4.4.2 Діапазони значень основних параметрів роботи системи

- Температура теплоносія на виході АПОО (від -50,0 до +150,0°C);
- Температура секції (від -50,0 до +150,0°C);
- Температура теплоносія на вході АПОО (від -50,0 до +150,0°C);
- Тиск теплоносія на вході АПОО (від 0,00 до 16,32 атм.).
- Тиск теплоносія на виході АПОО (від 0,00 до 16,32 атм.).
- Поточна швидкість вентиляторів (від 0 до 100% від максимальної);
- Задана швидкість вентиляторів (від 0 до 100% від максимальної).
- Задана швидкість вентиляторів може бути змінена вручну лише в режимі «Ручне керування».[4]

4.4.3 Режими управління

Поставивши галочку «Ручне керування» можна перейти в режим ручного керування швидкістю обертання АПОО.

Можливий діапазон зміни частоти обертання вентиляторів від 0 до 100% від максимальної.

Для виходу з режиму ручного керування необхідно зняти галочку «Ручне керування».

При віддаленому керуванні змінюється інформаційний індикатор режиму управління з «Автоматичне управління» на «Ручне управління».

4.4.4 Кнопки управління.

Кнопка «Архів». Архів збережених параметрів АПОО.

При роботі програми натиснення кнопки «Архів» спричинить перехід на вікно табличного відображення записаних параметрів системи. Збереження параметрів відбувається лише при зміні значення будь-якого параметра системи. Таблиця архіву на рисунку 5.

Для виходу з вікна «Архів» необхідно натиснути кнопку «Вихід».

										Лист
										47
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

Налаштування

Темпер.	Трег	Тмакс.
10	43	70
Пропорційний	Інтегральний	Диференціальний
2.1	73.4	0.0
Період обрахунку	Поріг тиску	Час пропуску
2	1.0	5
Сигнал норми	Дельта охолодження	Дельта нагріву
1	2	8

Зберегти та вийти Ввод без збереження

Трег — задана температура теплоносія на виході АПОО (температура, до якої необхідно охолодити теплоносій на виході АПОО);

Тмакс — максимально допустиме значення температури теплоносія на виході АПОО.

Пропорційний — пропорційний коефіцієнт ПІД-регулятора.

Інтегральний — інтегральний коефіцієнт ПІД-регулятора.

Диференціальний — диференціальний коефіцієнт ПІД-регулятора.

Період обрахунку — період обрахунку ПІД-регулятора.

Поріг тиску — поріг тиску, що визначає наявність.

Сигнал норми — управління сигналом норми (0 - виключений при охолодженні, 1 - включений при охолодженні).

Дельта охолодження — різниця між уставкою Трег та температурою при якій відбувається перехід АПОО в режим охолодження.

Дельта нагріву — різниця між уставкою Трег та температурою при досягненні якої відбувається перехід в режим нагрів.

Встановлення значень параметрів ПІД-регулятора необхідно змінювати лише у відповідності з рекомендаціями групи пуско-наладки.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

При експлуатуванні апарату заборонено перевищувати параметри, зазначені нижче.

- Тиск оливи, МПа, не більше 1,0
- Температура оливи на вході апарата, °С, не більше 150
- Апарат повинен експлуатуватись тільки атестованим персоналом.
- Атестованим персоналом вважаються осіб не молодше 18 років, що пройшли організоване навчання на підприємстві-виробнику апарата або на місці його експлуатування і мають групу з електробезпеки не нижче III, а для осіб, які працюють з пробійною установкою не нижче IV.
- Не допускаються контакти алюмінію з сталлю без захисту від контактної корозії.
- Захист від контактної корозії повинен здійснюватись за допомогою паронітових прокладок або електрохімічним методом (нанесенням покриттів на обидва або один з металів що контактують, товщиною не менше 12 мкм.

При непрацюючому апараті живлення повинно бути вимкнене.

Небезпечними чинниками, які у разі порушення вимог безпеки можуть вплинути на людину і призвести до травми, є:

- рухомі частини вентиляторів (робочі колеса);
- висока температура поверхонь теплообмінної секції і оливопроводів;
- наявність тиску в оливосистемі апарата;
- високе значення напруги в електричних колах (380 В).[6]

Обслуговування апарата і щита управління повинно виконуватись кваліфікованим обслуговуючим персоналом, який знає:

- конструкцію і роботу апарата і щита управління у складі технологічного обладнання;
- місця розташування, призначення та порядок використання запірної та пускорегулюючої апаратури;
- місця розташування контрольно-вимірювальних приладів і параметри роботи апарата;
- граничнодопустимі значення параметрів роботи апарата;
- заходи щодо попередження аварій і заходи щодо їх усунення.

Не допускається експлуатація апарату при:

- несправних вентиляторах;
- відсутності або невідповідності захисних заходів електробезпеки вимогам цієї настанови та ПУЕ.

Двері апарата та щита управління повинні бути закриті на замок, крім випадків, коли в них проводять роботи.

Порядок зберігання та видачі ключів визначається керівництвом експлуатуючої організації.

Апарат і щит управління повинен бути негайно зупинений і відключений від мережі у випадках:

- появи сторонніх звуків в роботі вентиляторів;
- появи запахів горілого або диму з апарату або щита управління;
- протікання оливи з апарата або з'єднувальних оливопроводів.

Для аварійного вимкнення апарата необхідно вимкнути перемикач на дверцятах щита управління.

Після аварійного вимкнення і усунення несправності пуск апарата повинен бути зроблений тільки з дозволу особи, відповідальної за безпечну експлуатацію, і під контролем обслуговуючого персоналу.

При автоматичному вимкненні вентилятора (вентиляторів) необхідно встановити причину вимкнення, усунути її і тільки після цього вентилятор може бути знову ввімкнений.

При експлуатації потрібно дотримуватись вимоги з охорони навколишнього середовища: витікання оливи з апарата на землю не допускаються.

Технічне обслуговування апарата повинно виконуватись кваліфікованим обслуговуючим персоналом, що пройшов перевірку знань з техніки безпеки.

Технічне обслуговування видів ТО-1 і ТО-2 повинно виконуватись:

- при від'єднанні від електромережі апарату. При цьому на ввідному вимикачі повинна бути вивішена табличка "Не вмикати, працюють люди";
- при відсутності тиску масла в гідравлічній системі апарату;
- при температурі теплообмінних секцій нижче плюс 40 °С;
- при повній зупинці робочих коліс вентиляторів.

Забороняється експлуатація ЩУ:

- при відкритих дверях ЩУ;
- при нещасних випадках з людьми;
- при появі диму або запаху горілого з ЩУ або з АПО.

Для аварійного вимкнення необхідно вимкнути вимикач SA1 на ЩУ.

Після аварійного вимкнення та усунення несправності повторне ввімкнення ЩУ має бути здійснене тільки з дозволу особи, відповідальної за безпечну експлуатацію, і під контролем обслуговуючого персоналу.

Забороняється обслуговування та ремонт ЩУ під напругою.[6]

										Лист
										50
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						

ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи запропоновано замінити морально застарілий автомат повітряного охолодження типу 06-10, регулювання температури оливи в якому не автоматизоване, та відбувається в «ручному режимі», швидкість обертів вентиляторів охолодження не регулюється, більш сучасним апаратом типу 210.8.6,5к-ПМ2. Даний апарат обладнаний вентиляторами, які мають електродвигуни з вбудованими регуляторами частоти обертання.

Розроблена схема функціональна автоматизації ГПА. На основі даної схеми розроблено щит управління, що використовується для керування роботою апарату.

Розроблена схема електрична принципова щита управління, в якій використано програмований логічний контролер MODICON-M340 Schneider Electric, який має необхідні характеристики та високі показники надійності.

Для регулювання швидкості обертання вентиляторів використовується сигнал управління, отримуваний від контролера по інтерфейсу RS-485 протокол Modbus-RTU.

Функціями модуля контролю та управління, який є складовою частиною контролера, що входить до щита управління і призначений для контролю та управління апаратом повітряного охолодження є:

- автоматичне підтримання заданої температури теплоносія на виході апарату;
- автоматичне керування передпусковим розігрівом теплообмінних секцій апарату в холодну пору;
- вимірювання температури теплоносія на вході і виході апарату, температури теплообмінних секцій і тиску теплоносія на вході апарату;
- індикація параметрів і режимів роботи апарату;
- видача інформаційних сигналів про параметри роботи апарату по інтерфейсу RS-485 і дискретним та аналогових лініях на ГЦУ;
- підтримання заданої температури всередині корпусу щита управління;
- індикація і зміна налаштувань;
- запис даних і перегляд архіву.

Автоматизація АПО оливи відповідає сучасним вимогам з енергозбереження, що можна оцінити за такими критеріям:

- сумарне енергоспоживання ново встановлених АПО оливи менше ніж існуючих приблизно на 10%;

- додаткову економію електроенергії (до 40% в рік) забезпечить система частотного регулювання обертів вентиляторів в залежності від температури мастила на вході апарату та температури навколишнього середовища.

Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата

СУдн-81с.151.01.ПЗ

Лист
52

ЛІТЕРАТУРА

1. Ванін В. В. Оформлення конструкторської документації : навч. посіб. / В. В. Ванін, А. В. Блюк, Г. О. Гнітецька. – К. : Каравела, 2018. – 200 с.
2. Третьяков А.А. Средства автоматизации управления: системы программирования контроллеров. Учебное пособие / А.А. Третьяков, И.А. Елизаров, В.Н. Назаров — Тамбов: ТГТУ, 2017. — 82 с.
3. Series 90-70 Programmable Controller Data Sheet Manual GFK-0600F <https://www.cimtecautomation.com/files/pdf/IC697CPX935.pdf>
4. Капітальний ремонт системи охолодження масла на ГПА-10-01 ст.№5 компресорної станції Ромненська-3 Сумського лінійного виробничого управління магістральних газопроводів (Робочий проект 16006000736-ПЗ). ТОВ «ЦЕНТРГАЗПРОЕКТ ТВП», 2016. - 136с,
5. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro / О.М. Пупена, І.В. Ельперін . — Київ : Ліра-К, 2021. — 376 с.
6. 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.
7. В. Савицький, Р. Федоришин. Технічні засоби автоматизації: навчальний посібник. – Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2018. – 292 с.
8. Macisaac B., Langton R. Gas Turbine Propulsion Systems. John Wiley & Sons, Ltd., 2011. - 340 p.
9. Boyce M.P. Gas Turbine Engineering Handbook. 4th Edition. — Butterworth-Heinemann, Elsevier, 2012. XXXIV, 956 p
10. Панченко, В.О. Гідравлічні машини і обладнання нафтових та газових комплексів: навч. посіб. / В.О.Панченко, А.А. Панченко. - Суми: СумДУ, 2018. - 227 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. Розрахунок теплообмінних апаратів: навчальний посібник для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика», освітньо-професійної програми «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження», освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І. О. Назарова, Н. О. Притула. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 51 с.

										Лист
										53
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата						