

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри КН

\_\_\_\_\_ Довбиш А. С.

\_\_\_\_\_ 2020р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

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

на тему: **«Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6»**

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А.О.

Дипломник:

студент групи СУ-61

Івченко Ю.О.

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

\_\_\_\_\_Довбиш А.С.

\_\_\_\_\_2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Івченко Юлії Олександрівні

1 Тема проекту: Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6

Затверджено наказом ректора університету

№ 0543.ІІІ від "21" квітня 2020р.

2 Термін здавання студентом закінченого проекту "22" травня 2020 р

3 Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, статті, каталоги, технічна документація, список літературних джерел з матеріалами опису і автоматизації технологічного процесу.

4 Зміст пояснювальної записки:

4.1 Технологічна характеристика насосного агрегата АПЕ 720-185-6

4.2 Апаратна частина системи управління насосним агрегатом

4.3 Алгоритм роботи системи управління насосним агрегатом

5 Перелік графічних матеріалів: 23 рисунки, 3 таблиці

## 6 Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	21.04.20 -24.04.20
2	Провести опис об'єкту автоматизації	25.04.20-01.05.20
3	Обґрунтувати вибір обладнання для проекту	02.05.20-06.05.20
4	Створити пакет необхідної документації	07.05.20-14.05.20
5	Аналіз джерел, присвячених темі	15.05.20-17.05.20
6	Оформити пояснювальну записку до проекту. Здача проекту керівнику	18.05.20-22.05.20

7 Дата видачі завдання “21” квітня 2020 р

Керівник проекту:

асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А. О.

До виконання прийняв:

студент-дипломник

групи СУ-61

Івченко Ю.О

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на проектування системи автоматизації насосного агрегата  
АПЕ 720-185-6

Розробник:

студент групи СУ-61

Івченко Ю.О.

Погоджено:

керівник проекту

асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А.О.

Суми 2020

1. Назва і галузь застосування: система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6; енергетика

2. Підстави для проектування: наказ ректора Сумського державного університету № 0543.ІІІ від 21.04.2020;

3. Мета і призначення проекту: розробити систему автоматизації для насосного агрегата АПЕ 720-185-6, що забезпечить контроль його основних параметрів. Для досягнення поставленої мети: розробити технічну документацію: структурну схему автоматизації, функціональну схему автоматизації, схему інформаційно-матеріальних потоків та таблицю вхідних/вихідних сигналів; розробити алгоритми керування виконавчими механізмами.

4 Джерела розроблення: конструкторська документація отримана під час проходження виробничої та переддипломної практик, результати аналізу існуючих систем управління насосними агрегатами.

5 Режим роботи об'єкта: робочий, резервний, ремонтний. Автоматичний контроль основних параметрів агрегата та аварійне сповіщення і вимкнення системи.

6 Умови експлуатації СК : діапазон робочих температур станції ET200SP при природному охолодженні від 0 до +60°C, ві живлення блоку живлення для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 24В; 50 Гц; живлення інтерфейсного модуля – 24В; 50Гц; живлення НМІ – 24В; 50 Гц..

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

8 Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	21.04.20 -24.04.20
2	Провести опис об'єкту автоматизації	25.04.20-01.05.20
3	Обґрунтувати вибір обладнання для проекту	02.05.20-06.05.20
4	Створити пакет необхідної документації	07.05.20-14.05.20

5	Аналіз джерел, присвячених темі	15.05.20-17.05.20
6	Оформити пояснювальну записку до проекту. Здача проекту керівнику	18.05.20-22.05.20

9 *Додатки:*

- СУ-61.6.151.02.А1 Структурна схема системи автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6.

- СУ-61.6.151.02.А2 Функціональна схема системи автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6.

- СУ-61.6.151.02.А6 Збіркове креслення щита управління

## РЕФЕРАТ

Івченко Юлія Олександрівна. Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2020р.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки й графічного матеріалу.

Пояснювальна записка викладена у 55 сторінках і містить у собі 23 рисунки і 7 таблиць.

Графічний матеріал містить 3 креслення: структурна схема системи автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6(аркуш формату А1), функціональна схема системи автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6( аркуш формату А1), збіркове креслення щита управління( аркуші формату А3)

Даний дипломний проект спрямований на створення і опис системи автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6. У розділах проекту описана апаратна база робочої машини і шафи управління. Також присутній опис алгоритмів роботи системи управління.

Ключові слова: насосний агрегат, ПЛК, БЩУ, двигун, насос, автоматизація.

## ABSTRACT

Ivchenko Yuliia Oleksandrivna. System of the automatic pump unit of APE 720-185-6. Diploma project. Sumy State University. Sumy, 2019 y.

Qualifying work consists of a settlement and explanatory note and graphic material.

The explanatory note is presented in 55 pages and contains 23 drawings and 7 tables.

Graphic material contains 3 drawing, block diagram of the automation system of the pump unit APE 720-185-6 (A1 sheet), functional diagram of the automation system of the pump unit APE 720-185-6 (A1 sheet), assembly drawing of the control panel (A3 sheets).

This diploma project is aimed at creating and describing the automation system of the pump unit APE 720-185-6. The sections of the project describe the hardware of the working machine and control panel. There is also a description of the algorithms of the control system.

Keywords: pumping unit, PLC, BCP, engine, pump, automation.

ВІДОМІСЬ ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання на проект	2		
2	A4		Технічне завдання	3		
			<u>Новорозроблена</u>			
3	A4		Реферат проекту	2		
4	A4	СУ-61 6.151.02. ПЗ	Пояснювальна записка	55		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A1	СУ-61 6.151.02.A1	Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6. Структурна схема автоматизації	1		
6	A1	СУ-61.6.151.02.A2	Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6. Функціональна схема автоматизації	1		
7	A3	СУ-61.6.151.02.A6	Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6. Збіркове креслення щита управління	4		

					<i>СУ-61.6.151.02. ДП</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Івченко Ю.О.</i>			<i>Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6. Відомість проекту</i>	<i>Стадія</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Пани А.О.</i>					1	1
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, гр. СУ-61</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Дрозденко О.О.</i>						



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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА  
до дипломного проекту  
Система автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6

Керівник проекту:  
асистент кафедри комп'ютерних наук, секція КСУ

Панич А.О.

Дипломник:  
студент групи СУ-61

Івченко Ю.О..

Суми 2020

## ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНОГО АГРЕГАТА АПЕ 720-185-6.....	5
1.1 Область застосування насосних агрегатів .....	5
1.2 Призначення та характеристики насосного агрегата АПЕ 720-185-6 .....	6
1.3 Насос ПЕ 720-185-6. Призначення і характеристики.....	8
1.4 Двигун 2АЗМ. Призначення і характеристики.....	10
1.5 Маслоустановка. Призначення і характеристики.....	13
РОЗДІЛ 2 АПАРАТНА ЧАСТИНА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ .....	16
2.1 Опис та робота системи управління .....	16
2.2 Щит управління насосним агрегатом .....	17
2.3 Програмований логічний контролер .....	19
2.4 Контрольовані параметри насосного агрегата .....	22
2.5 Вимоги до технічного обслуговування системи .....	26
РОЗДІЛ 3 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ.....	27
3.1 Режими роботи системи управління насосним агрегатом .....	27
3.2 Алгоритм управління насосним агрегатом.....	33
3.3 Алгоритм управління маслоустановкою .....	35
3.4 Контури управління насосним агрегатом.....	36
3.5 Захист і сигналізація .....	38
3.6 Програмне забезпечення .....	39
ВИСНОВОК.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	42
ДОДАТОК А.....	44
ДОДАТОК Б .....	49

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Івченко Ю.О.</i>			<i>Система автоматизації насосного агрегату АПЕ 720-185-6</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Панич А.О.</i>				2	55	
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, гр. СУ-61</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Дрозденко О.О.</i>						

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АПЕ – агрегат живильний електронасосний  
ПЛК - програмований логічний контролер  
ГМ – гідромуфта  
ТП – турбопривід  
ТЕЦ – теплоелектроцентраль  
УХЛІ - для макрокліматичних районів з помірним і холодним кліматом  
ПЕ – живильний електронасос  
ККД – коефіцієнт корисної дії  
НМ – насос масляний  
БЩУ – блочний щит управління  
ДБЖ – джерело безперебійного живлення  
ОП – операторська панель  
ЦП – центральний процесор  
СУ – система управління  
САУ – система автоматичного управління  
ТО – термоперетворювач опору  
ТОП – термоперетворювач опору платиновий  
ТОМ – термоперетворювач опору мідний  
СКЗ – середньоквадратичне значення  
ПАЗ – протиаварійний захист  
РУ – режим управління  
БЖ – блок живлення  
АВР – автоматичне введення резерву  
КУ – контур управління  
 $t_{вх}$  - температура живильної води на вході в насос  
 $p_{вх}$  - тиск живильної води на вході в насос  
 $p_{вх}^1$  - тиск живильної води на вході в насос забезпечує необхідний надкавітаційний натиск

					СУ-61.6.151.02.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

На сьогоднішній день головними джерелами електроенергії поки що залишаються атомні і теплоелектростанції. Хоч вони і працюють з різними видами палива, але принцип в них один і той самий: при згорянні палива виділене тепло нагріває робочу рідину, перетворюючи її на пару і під високим тиском направляють останню на турбіну.

Однією з найважливіших частин будь-якої електростанції – є живильний насосний агрегат, який є серцем всього комплексу і саме він перекачує воду в котел для подальшого видобування енергії. Саме тому розробка системи автоматизації для них є дуже важливою задачею, адже чим ефективніше буде працювати насос, тим більше енергії зможе видобути електростанція.

Завданням дипломного проекту було розробити систему автоматизації насосного агрегата АПЕ 720-185-6.

В даній роботі наводиться опис: технологічної характеристики агрегата, апаратної частини системи управління, алгоритмів роботи системи управління насосним агрегатом.

Система управління забезпечує: управління агрегатом у всіх режимах, контроль технологічних параметрів, попереджувальну і аварійну сигналізацію зі збереженням інформації про несправності, захисне відключення агрегата (при виході параметрів за межі аварійного діапазону зі збереженням інформації про характер аварії), світлову сигналізацію стану механізмів (включено-вимкнено) і положення запірної арматури (відкрито-закрито). Також вона не потребує постійної присутності обслуговуючого персоналу під час роботи агрегата

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.1 Область застосування насосних агрегатів

Насосні агрегати застосовуються у багатьох сферах нашого життя, в тому числі і на атомних і тепло-електростанціях. Їх основна задача – живлення парового котла робочою рідиною. Але для подачі води не підійде будь-який насос, для цих цілей було розроблено ціле сімейство насосів, що отримали назву «живильні». Зазвичай за конструкцією вони горизонтальні, центробіжні і однопотокові. Такі насоси здатні перекачувати рідину дуже високої температури у великих об'ємах і протягом великого проміжку часу. Для кращого розуміння ролі насоса в сфері енергетики, потрібно детальніше розібратися в процесах, які там проходять. Нижче зображена технологічна схема виробничого процесу.

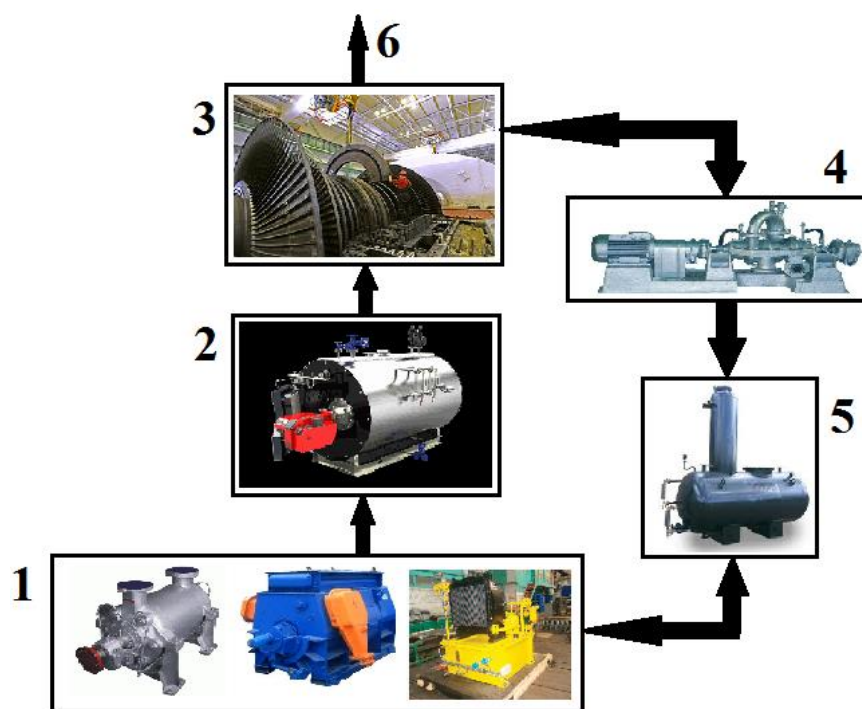


Рисунок 1.1 - Технологічна схема виробничого процесу: 1 – насосний агрегат, що складається з насоса, двигуна та маслоустановки; 2 – паровий котел; 3 – турбіна; 4 – конденсаторний насос; 5 – деаератор; 6 – вказує на подальший процес вироблення енергії.

Як бачимо з рисунку, насос забирає воду з деаератора і подає в паровий котел. Там рідина нагрівається і переходить в газоподібний стан і під великим тиском подається на турбіну, яка своїм обертанням і видобуває електроенергію. Далі пара конденсується і збирається конденсаторним насосом і направляється в деаератор після цього цикл починається з початку [1].

Для живлення котлів водою необхідно використовувати спеціалізовані насоси, потужності яких буде достатньо для подачі. При підборі такого насоса необхідно враховувати дуже багато деталей, одними з основних є: тиск на виході, напір а також подача. У нашому випадку ми зупинилися на насосному агрегаті АПЕ 720-185-6, далі про нього детальніше.

## 1.2 Призначення та характеристики насосного агрегата АПЕ 720-185-6

Насосний агрегат це сукупність пристроїв, що зазвичай складається з насоса, двигуна і маслоустановки. Насосні агрегати бувають:

- стаціонарні, встановлювані на фундаменті, в свердловині і ін. місцях;
- пересувні, змонтовані на ходовій візку, шасі і т.п.

Залежно від типу двигуна насосні агрегати розрізняють на:

- електронасосні (з електродвигуном);
- турбонасосні (з турбіною);
- дизель- і мотонасосні (з двигуном внутрішнього згоряння) і ін.

Насосні агрегати типу АПЕ призначені для:

- живлення водою стаціонарних парових котлів теплоенергетичних блоків ТЕС;
- забезпечення живильною водою з температурою до 165°C котелень і парогенераторних установок.

Перші насосні агрегати, описані в 1613 році Г. Цейзингом, мали привід від водяного колеса. В 1698 році Т. Севері, а в 1712 Т. Ньюкомен запропонували принципово нові типи насосних агрегатів, в яких використовувався тиск водяної пари і атмосферного повітря. З початку 20 ст. найбільшого поширення набули насосні агрегати з електроприводом.

Функціональні схеми різних типів приводів наведені на рис. 1.2.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

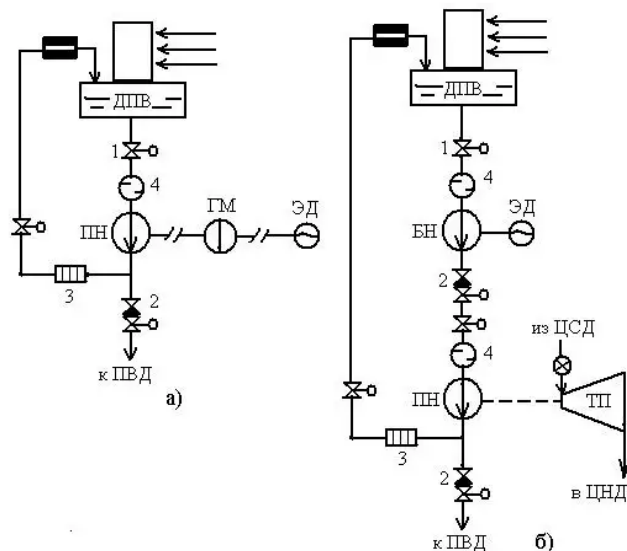


Рисунок 1.2 - Функціональна схема типів приводів насосних агрегатів: а) електричний привід; б) турбінний привід основного та додаткового насосів, де: 1 – запірна засувка з електроприводом; 2 – зворотній клапан; 3 – дросельні шайби; 4 – водяний фільтр; ГМ – гідромуфта; ТП – турбопривід

Призначення насосного агрегата АПЕ 720-185-6.

Насосний агрегат призначений для живлення водою з температурою до 165 ° С стаціонарних парових котлів «Шимкентській ТЕЦ» (Казахстан).

Агрегат виготовляється в кліматичному виконанні УХЛ для експлуатації в приміщеннях категорії розміщення 4 відповідно до ГОСТ 15150-69.

Агрегат не призначений для експлуатації у вибухонебезпечних та пожежонебезпечних приміщеннях.

Агрегат складається з наступних основних механізмів:

- насоса ПЕ 720-185-6 ( $Q = 720 \text{ м}^3 / \text{год}$ ,  $H = 2030 \text{ м}$ ) ;
- двигуна 2АЗМ-5000/6000 У4;
- маслоустановки Н17.330.300.00;
- вентиля і дросельних пристроїв лінії рециркуляції.

Агрегат повинен експлуатуватися в робочому інтервалі подач насоса від 0,056 до 0,215 м<sup>3</sup>/с (від 200 до 775 м<sup>3</sup>/год) і в полі роботи при забезпеченні кавітаційного запасу в відповідності до характеристик [2].

Принципова технологічна схема живильного електронасоса представлена на рис. 1.3

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

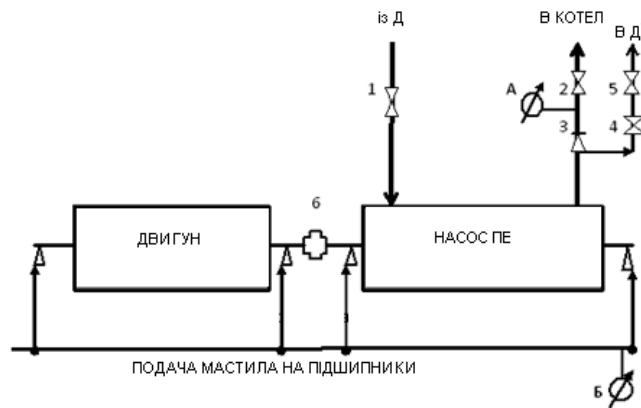


Рисунок 1.3 - Принципова технологічна схема живильного електронасосного агрегата:  
 1 – електрозасувка на вході насоса; 2 – електрозасувка на напірному патрубку насоса; 3 – зворотній клапан; 4, 5 – вентиль на лінії рециркуляції в деаератор; 6 – з'єднувальна муфта;  
 А, Б – електроконтактний манометр

Схема інформаційно-матеріальних потоків зображена на рисунку 1.4

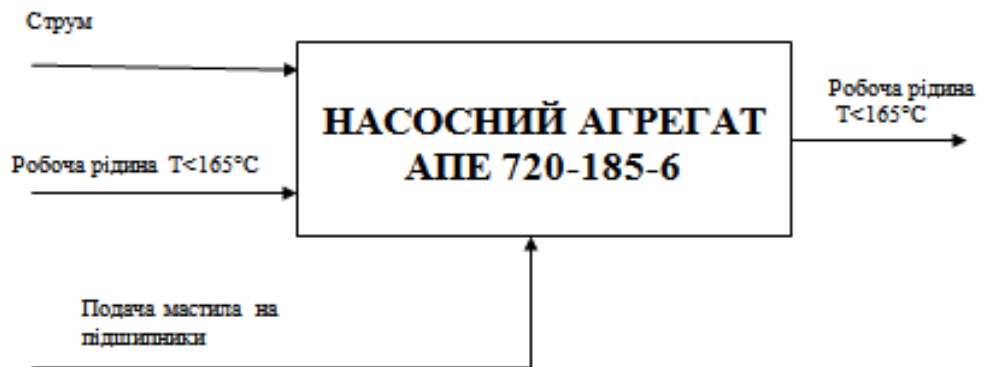


Рисунок 1.4 - Схема інформаційно-матеріальних потоків насосного агрегата

### 1.3 Насос ПЕ 720-185-6. Призначення і характеристики

Призначені для забезпечення водою з температурою 165°C стаціонарних парових котлів з абсолютним тиском до 13,7 МПа (140 кгс / см<sup>2</sup>). Зовнішній вигляд насоса ПЕ 720-185-6 зображено на рисунку 1.5.

					СУ-61.6.151.02.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		





Рисунок 1.5 – Насос ПЕ 720-185-6 [3]

Основні конструктивні характеристики живильного насоса ПЕ 720:

- насос відцентровий;
- горизонтальний;
- двокорпусний з внутрішнім корпусом секційного типу;
- з гідравлічною п'ятою;
- з підшипниками ковзання на примусову мастилі;
- з кінцевими ущільненнями торцевого типу;
- з виносними теплообмінниками спірального типу;
- для забезпечення кавітаційного запасу 9 м, перед робочим колесом першого ступеня встановлюється попередньо-включене колесо [4].

Основні параметри даного насоса ми можемо побачити в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Основні параметри насоса ПЕ 720-185-6

Тип насоса	Подача, м <sup>3</sup> /год	Напор, м	Частота обертів, об/хв	ККД, %	Потужність двигуна, кВт
ПЕ 720-185-6	720	2030	3000	84	5000

Розріз насоса типу ПЕ представлений на рисунку 1.6.

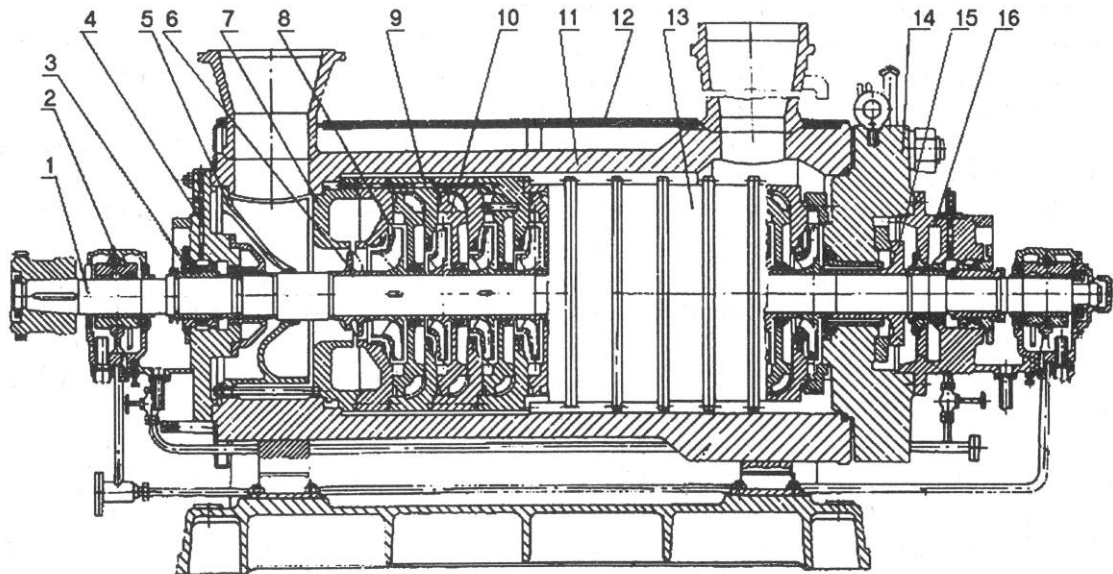


Рисунок 1.6 – Розріз насоса типу ПЕ: 1 - вал, 2 - підшипник, 3 - торцеве ущільнення валу, 4 – вхідна кришка, 5 – підвід кільцевої, 6 – попередньо-включене колесо, 7 – кришка, 8 – робоче колесо, 9 – секція, 10 – направляючий апарат, 11 – зовнішній корпус, 12 –кожух насоса, 13 – внутрішній корпус, 14 – кришка напірна, 15 – диск розгрузки, 16 – корпус кінцевого ущільнення

#### 1.4 Двигун 2А3М. Призначення і характеристики

Асинхронний трифазний короткозамкнений двигун 2А3М-5000/6000 (рис. 1.7) із замкнутим циклом вентиляції, має чотири вбудованих повітроохолоджувача, призначений для установки в приміщеннях з нормальним середовищем, яке не містить агресивних і вибухонебезпечних газів, при температурі не нижче 5°C і найбільшою відносною вологістю повітря 95%.

Він виконаний на стоякових підшипниках, змонтованих разом зі статором і повітроохолоджувачами на загальній фундаментній плиті. Режим роботи двигунів тривалий.

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-61.6.151.02.ПЗ

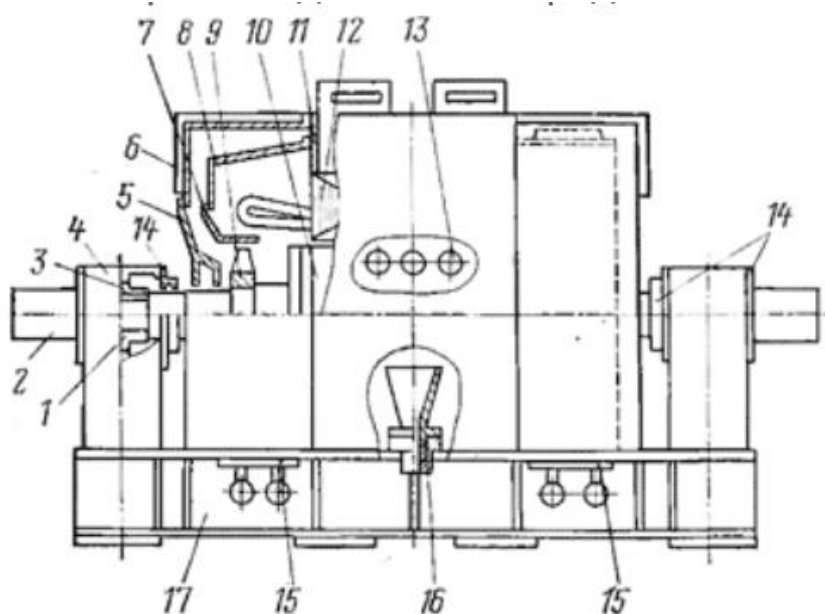


Рисунок 1.7 – Двигун 2АЗМ 5000/6000: 1 - нижній вкладиш підшипника, 2 - вал, 3 - верхній вкладиш підшипника, 4 - кришка підшипника; 5 - повітрянаправляючий зовнішній щит, 6 – кожух, 7 – дифузор, 8 - повітрянаправляючий внутрішній щит, 9 – вентилятор, 10 - сердечник ротора, 11 - корпус статора, 12 сердечник статора, 13 - ізолятори ввідного пристрою, 14 - лабіринтові ущільнення, 15 – повітроохолоджувач, 16 - ввідний пристрій, 17 - монтажна плита.

Корпус статора зварений нероз'ємний закритого виконання з вбудованими повітроохолоджувачами, що має для підйому два приварених рима. З торців корпусу встановлюються роз'ємні з чотирьох секторів щити, що закривають лобові частини обмотки, і сталеві кожухи з роз'ємом по вертикальній площині. Сердечник статора зібраний з сегментів електротехнічної сталі. Пази відкриті і спеціально поглиблені для утворення надпазових вентиляційних каналів.

Кожну котушку обмотки статора при виготовленні ізолюють склослюдинітовою стрічкою, просоченою епоксидним компаундом гарячого затвердіння. Готовий обмотаний сердечник встановлюють і закріплюють в корпусі статора. Склослюдинітова ізоляція котушок на термореактивних зв'язуючих забезпечує краще заповнення паза міддю, має більш високу електричну міцність, в 1,5 рази кращу теплопровідність і приблизно в 1,5 рази меншу вартість, ніж мікастрічкова ізоляція.

Сердечник ротора зібраний з листів електротехнічної сталі, запресованих за допомогою шпильок і натискних кілець. Сердечник насаджений на вал з натягом. На вал

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-61.6.151.02.ПЗ

Арк.

11

насаджені також вентилятори, що забезпечують необхідну циркуляцію повітря, що охолоджує. Вал електродвигуна має один робочий кінець.

Стрижні короткозамкненої обмотки ротора виконані з профільної міді і впаяні в пази короткозамкнених кілець.

Підшипники електродвигуна стоякові з горизонтальним роз'ємом. Витрата мастила на два підшипника складає 0,6-10-3 м<sup>3</sup> / с для електродвигунів 2А3М-5000/6000. Короткочасна робота підшипників електродвигуна при припиненні примусової циркуляції мастила (до 10хв) забезпечується двома мастильними кільцями, вільно висячими на валу ротора.

Для того щоб виключити появу підшипникових струмів, підшипник ізольований з боку неробочого кінця валу.

Холодне повітря, що пройшло через повітроохолоджувачі, засмоктується в радіальні канали сердечника статора. У цих каналах повітря розгалужується: частина йде в аксіальні канали статора, а потім, омиваючи лобові частини його обмотки, потрапляє в вентилятор; інша частина проходить по надпазовим каналах статора і каналах ротора. Нагріте повітря вентиляторами подається до повітроохолоджувачів [5].

Схема вентиляції електродвигуна - симетрична витяжна зображена на рисунку 1.8 .

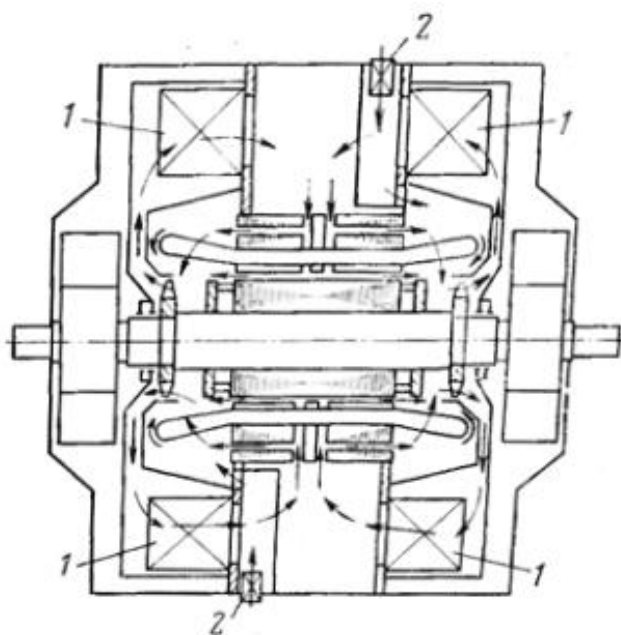


Рисунок 1.8 Схема вентиляції двигуна 2А3М 5000/6000: 1 – повітроохолоджувачі,  
2 – фільтри

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-61.6.151.02.ПЗ

Арк.

12

Технічні характеристики асинхронного двигуна наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики асинхронного електродвигуна 2АЗМ 5000/6000

Тип	$P_{ном}$ , кВт	$I_{ном}$ , А	ККД, %	$U_{ном}$ , В	$N_{ном}$ , об/хв
2АЗМ 5000/6000	5000	538,0	97,3	6000	2985

### 1.5 Маслоустановка. Призначення і характеристики

Маслоустановка призначена для подачі мастила в підшипники насоса і двигуна насосних агрегатів з двигунами потужністю від 1250 до 5000 кВт.

Маслоустановка Н17.330.300.00 (рис.1.9) включає: бак з системою прогріву (блок електронагрівача) і двома електронасосними агрегатами для перекачування мастила (один - робочий, один - резервний), один теплообмінник повітряного охолодження, два фільтри, з запасним комплектом фільтруючих елементів (один - робочий, один - резервний), трубопроводи обв'язки, комплект арматури і засоби вимірювання.



Рисунок 1.9 – Загальний вид маслоустановки

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Маслоустановка блочного типу, все обладнання змонтовано на кришці масляного бака.

Бак масляний являє собою ємність зварної конструкції. На кришці бака змонтовані: два агрегати електронасосних 7НМ-32-1, два фільтри масляних (робочий і резервний), теплообмінник, фільтр-сапун; на бічних стінках бака розташовані: оглядове вікно для візуального контролю верхнього і нижнього рівнів мастила в баку. Бак обладнаний електронагрівачем. У середині бака встановлені перегородки для стабілізації потоку мастила і інтенсифікації видалення повітря з мастила. Злив відстою проводиться через кран, відбір проб мастила через вентиль, розташовані в нижній частині бака. Бак має опори кріплення до фундаменту і стропові пристрої для підйому.

Агрегат електронасосний 7НМ-32-1(рис 1.10) призначений для подачі мастила в систему маслопостачання і включає в себе одноступінчатий насос і двигун у вибухозахищеному виконанні.

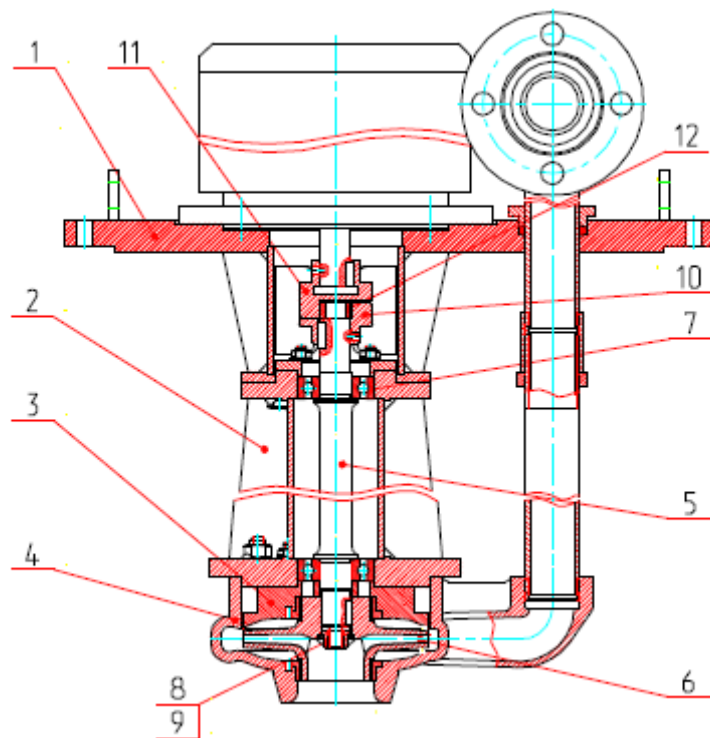


Рисунок 1.10 - Агрегат електронасосний масляний 7НМ-32-1: 1 - ліхтар, 2 - кронштейн, 3 - корпус, 4 - кришка вхідна, 5 - вал, 6 - колесо робоче, 7 - підшипники кочення, 8 - гайка, 9 – шайба, 10 - напівмуфта насоса, 11 - напівмуфта двигуна, 12 - зірочка.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-61.6.151.02.ПЗ

Арк.

14

Насос - відцентровий, вертикальний, одноступінчатий з робочим колесом одностороннього входу, встановленим на валу консольно, вхідною воронкою вниз. Ліхтар 1 спирається на кришку бака і служить опорою насоса і двигуна. До нижнього фланця ліхтаря кріпиться кронштейн 2, до кронштейну 2 кріпиться корпус 3 і кришка вхідна 4. Ротор насоса складається з валу 5, робочого колеса 6, підшипників кочення 7. Робоче колесо фіксується в осьовому положенні гайкою 8 і шайбою 9. Для комплектації електронасосні агрегати застосований двигун АІМ-90LB2У2. З'єднання роторів насоса і двигуна здійснюється за допомогою кулачкової муфти, що складається з напівмуфти насоса 10, напівмуфти двигуна 11 і зірочки 12. Напівмуфти закріплені від повертання гвинтами.

Електронагрівач призначений для підігріву мастила. Включення електрообігрівача проводиться за допомогою системи автоматики при температурі мастила  $\leq 30$  °С і відключення при температурі мастила  $\geq 35$  °С.

Повітряний теплообмінник АС-LN8S призначений для охолодження мастила. Теплообмінник - вертикальний з вбудованим осьовим вентилятором. Радіатор теплообмінника має патрубки входу і виходу мастила, а також патрубок для його зливу.

Двигун вентилятора включається автоматично при температурі мастила  $\geq 45$ °С і вимикається при температурі  $\leq 35$ °С.

Масляні фільтри призначені для очищення мастила від забруднень. У корпусі фільтра встановлено фільтроелемент з номінальною тонкістю фільтрації 40 мкм. Маслофільтри встановлюються на вході мастила в теплообмінник. Маслоустановка комплектується сталевією кульовією арматурою. З'єднання трубопроводів між собою фланцеве типу «виступ-западина».

Подача мастила при роботі насосного агрегата забезпечується одним з маслonaсосів, другий маслonaсос - в резерві. При роботі маслonaсос подає мастило через маслофільтр і маслоохолоджувач до підшипників насосного агрегата. Температура мастила повинна бути не менше 30°С.

Витрата мастила, що надходить до підшипників, встановлюється підбором діаметра отвору (шляхом його розсвердлювання) дросельних шайб, встановлених на вході в підшипники насосного агрегата. Тиск мастила в кінці масляної лінії повинен бути від 0,069 до 0,118 МПа (від 0,7 до 1,2 кгс/см<sup>2</sup>).

Температура мастила регулюється електронагрівачем і маслоохолоджувачем [6].

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-61.6.151.02.ПЗ					

## РОЗДІЛ 2 АПАРАТНА ЧАСТИНА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ

### 2.1 Опис та робота системи управління

Система управління насосним агрегатом (далі система) призначена для управління роботою насосного агрегата в усіх режимах його експлуатації, і забезпечує роботу агрегата без постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Вона забезпечує:

- управління агрегатом у всіх режимах, передбачених технологічною схемою енергоблоку;
- контроль технологічних параметрів;
- попереджувальну і аварійну сигналізацію зі збереженням інформації про несправності;
- захисне відключення агрегата, при виході параметрів за межі аварійного діапазону, зі збереженням інформації про характер аварії;
- світлову сигналізацію стану механізмів (включено-вимкнено) і положення запірної арматури (відкрито-закрито).

Система призначена для роботи з датчиками, допоміжним обладнанням і механізмами агрегата. Вхідними та вихідними сигналами системи є параметри агрегата і його механізмів, що вимагають контролю і управління. Повний перелік вхідних аналогових, вхідних дискретних та вихідних дискретних сигналів системи наведено в додатку А.

Основні характеристики системи наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики системи управління насосним агрегатом

Найменування	Значення
Напруга живлення	220 В, 50 Гц
Споживана потужність	не більше 2000 ВА
Час готовності пристрою після подачі електроживлення	2 хв



Продовження таблиці 2.1

Найменування	Значення
Час прогріву комплектуючих для виходу пристрою на заявлені похибки вимірювання	30 хв
Час роботи від ДБЖ	не менше 5 хв

Система управління включає в себе наступні складові частини:

- щит управління ;
- датчики, встановлені «за місцем»;

## 2.2 Щит управління насосним агрегатом

Щит управління встановлюється біля агрегата і призначений для локального перетворення сигналів від аналогових і дискретних датчиків в цифрову форму, а також для управління виконавчими механізмами. Щит управління виконує задану логіку управління, взаємодіє з виконавчими механізмами і БЦУ. Габаритні розміри та зовнішній вид щита управління зображено на рисунку 2.1.

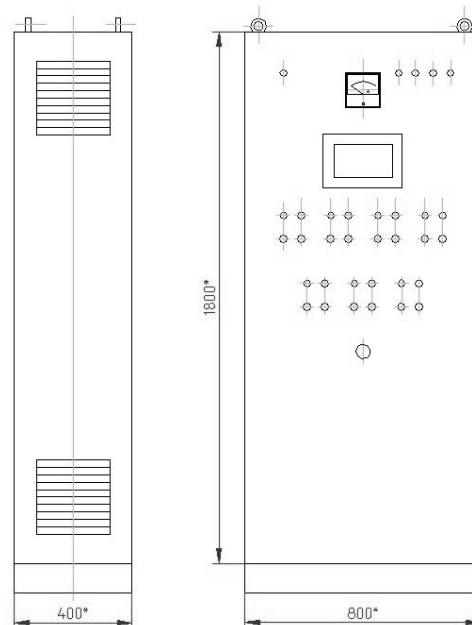


Рисунок 2.1 – Габаритні розміри та зовнішній вигляд щита управління

					СУ-61.6.151.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Щит управління, що входить до складу системи, є елементом локальної системи автоматизації, яка обслуговується. Оператор має доступ до інформації про поточний стан агрегата і його виконавчих механізмів, може змінювати налаштування системи, а також керувати механізмами агрегата у відповідних режимах управління. Доступ забезпечується інтерфейсним устаткуванням (кнопки, світлосигнальна арматура, операторська панель). Збіркове креслення щита управління на схемі СУ-61 6.151.02.А6.

Виведення інформації про стан агрегата і його механізмів забезпечує ОП, яка розміщена у верхній половині двері щита управління. Основна інформація про стан механізмів і агрегата дублюється світлосигнальною арматурою, яка змонтована на двері щита. Управління механізмами агрегата в режимі управління «Ремонтний» забезпечено кнопками. ОП забезпечує виведення інформації про стан агрегата, значення основних технологічних параметрів, коректування налаштувань системи.

Щит управління проводить збір даних з датчиків агрегата, обробку інформації, і управління агрегатом згідно заданої логіки ПЛК.

Після включення щита управління і всіх його компонентів система переходить до відпрацювання логіки, заданої в її ПО.

Дані від датчиків, виконавчих механізмів і інших зовнішніх пристроїв надходять на вхід пристрою. Проводиться нормалізація сигналів. Далі сигнали надходять на входи ПЛК, де вони обробляються відповідно до внутрішньої логіки. Виконується індикація і архів повідомлень про попереджувальну (аварійну) сигналізацію відхилення сигналів Реальні показники можуть відрізнятися за значеннями діапазону. Відповідно до логіки роботи встановлюються сигнали дискретних виходів. Вихідні сигнали через модулі гальванічної розв'язки надходять до виконавчих механізмів і інших зовнішніх пристроїв.

Візуальне відображення значень контрольованих параметрів і режимів роботи, управління, аварійна і попереджувальна сигналізація здійснюється на ОП, розташованій на передній двері щита управління.

Ця система підтримує роздільну передачу значень виміряних даних на верхній рівень автоматизації.

Кліматичне обладнання щита управління призначене для запобігання перегріву обладнання щита за рахунок нагнітання зовнішнього повітря з температурою навколишнього середовища.

Кліматичне обладнання включає в себе:

- термостат ;

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-61.6.151.02.ПЗ

- приточний вентилятор .

Установка межі спрацьовування кліматичного обладнання проводиться поворотом движка термостата . Рекомендоване положення движка термостата: 35°C.

### 2.3 Програмований логічний контролер

Виконання заданої логіки управління агрегатом і всіма його механізмами здійснює програмований логічний контролер (ПЛК). ПЛК встановлений в щиті управління, де відбувається збір інформації з датчиків агрегата і відповідно до отриманих даних виконується певний алгоритм роботи агрегата.

Система побудована на базі ПЛК Simatic S7 CPU 1510SP-1 для ET 200SP(рис 2.2).



Рисунок 2.2 – Вигляд ПЛК Simatic S7 CPU 1510SP-1

ЦП включає в себе операційну систему і виконує програму користувача. Програма користувача знаходиться на картці пам'яті SIMATIC і обробляється в робочій пам'яті процесора.

Інтерфейси PROFINET, доступні в процесорі, дозволяють одночасно спілкуватися з пристроями PROFINET, контролерами PROFINET, пристроями HMI, пристроями програмування , іншими контролерами та додатковими системами. CPU 1510SP-1 підтримує операцію як IO контролер або автономний процесор.

Завдяки додатковому інтерфейсу PROFIBUS, CM DP, CPU 1510SP-1 PN підтримує

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

конфігурацію мереж PROFIBUS на додаток до PROFINET IO. Коли ви використовуєте інтерфейс PROFIBUS DP, ви можете налаштувати CPU 1510SP-1 PN як DP господар або як користувач [7].

Процесор 1510SP-1 PN надсилає та приймає дані з підключених пристроїв введення-виведення в межах системи PROFINET IO. Є можливість керувати процесором з 64 підключеними пристроями введення-виведення.

"І-пристрій" (інтелектуальний пристрій введення-виведення) дозволяє обмінюватися даними з ІО контролера. Таким чином, CPU 1510SP-1 PN виконує роль інтелектуальної, розподіленої, попередньої обробки, блок для підпроцесів [8].

На рисунку 2.3 зліва показано PN CPU 1510SP-1, включаючи підключений BA 2xRJ45BusAdapter. На малюнку праворуч зображено окремий вигляд BusAdapter.

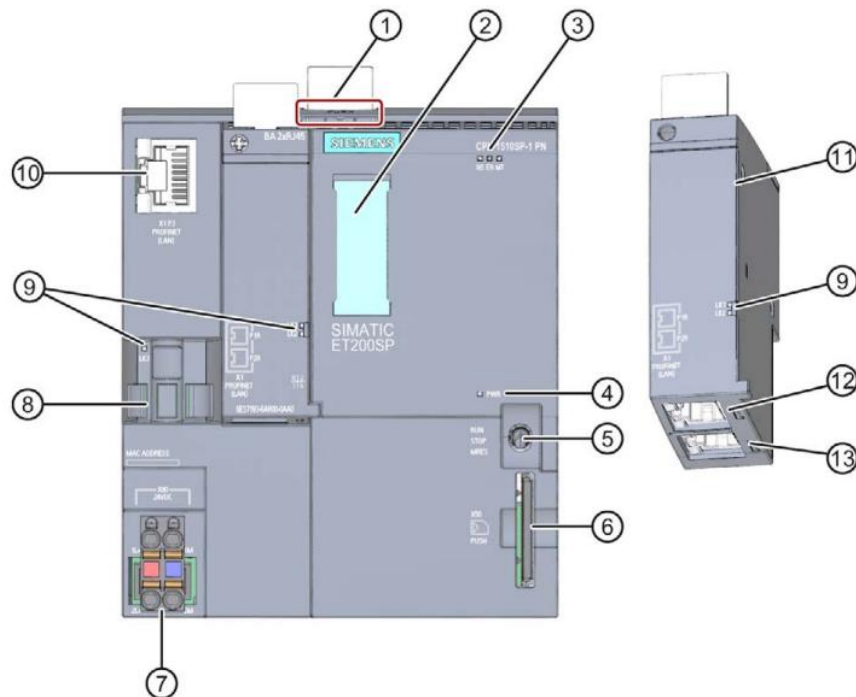


Рисунок 2.3 -Програмований логічний контролер Simatic S7 CPU 1510SP-1 : 1 – монтажна рейка розмикання, 2 – стрічка маркування, 3 - світлодіоди для відображення стану та помилок, 4 - світлодіод для відображення напруги живлення, 5 - перемикач режимів, 6 - слот для картки пам'яті SIMATIC, 7 - підключення для напруги живлення, 8 - підтримка кабелю та пристосування для порту P3 інтерфейсу PROFINET, 9 - світлодіоди для відображення статусу інтерфейсу PROFINET: LK1 та LK2 на BusAdapter, LK3 увімкнено ЦП, 10 - порт P3 інтерфейсу PROFINET: роз'єм RJ45, 11 - окремий вид BusAdapter, 12 - порт P1 R інтерфейсу PROFINET: роз'єм RJ45, 13 - порт P2 R інтерфейсу PROFINET: розетка RJ45

Багатофункціональна станція ET 200SP має модульну конструкцію і орієнтована на застосування в системах розподіленого введення-виведення різного призначення. Модульна конструкція дозволяє адаптувати станцію до вимог вирішуваних завдань в різних областях промислового виробництва. Станція має два виконання:

- SIMATIC ET 200SP для експлуатації в стандартних промислових умовах:
  - експлуатація в шафах управління внутрішньої установки;
  - відсутність конденсату;
  - діапазон робочих температур при природному охолодженні від 0 до +60°C.
- SIPLUS ET 200SP для експлуатації у важких промислових умовах:
  - експлуатація в шафах управління внутрішньої або зовнішньої установки;
  - допустимість появи конденсату і наявності в повітрі хімічно, біологічно і механічно активних речовин;
  - діапазон робочих температур при природному охолодженні від -40 до +70°C.

Для побудови СУ я обрала Simatic ET 200SP, яка зображена на рисунку 2.4.

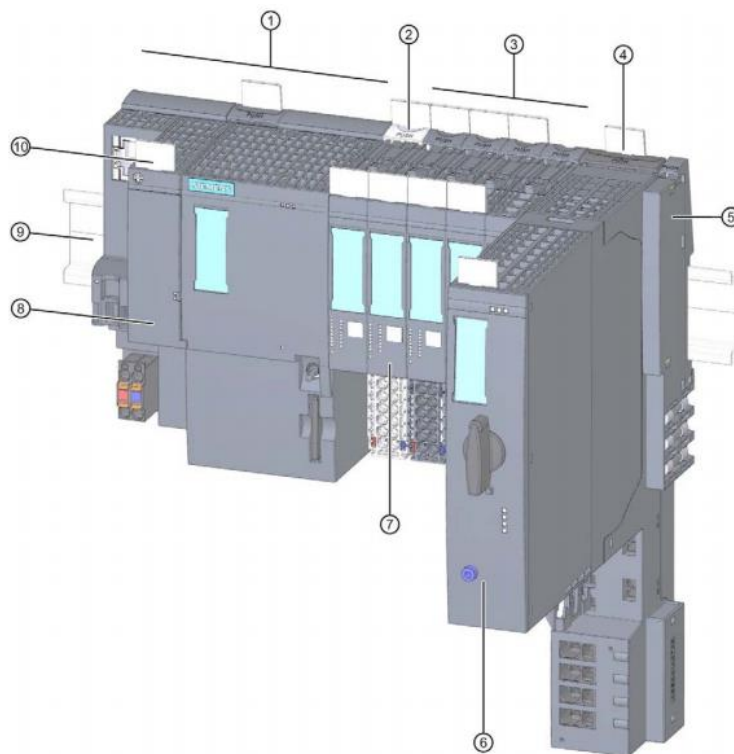


Рисунок 2.4 – Вид станції Simatic ET 200SP: 1 - CPU / інтерфейсний модуль, 2 - основний блок світлого кольору з подачею напруги живлення, 3 - базові одиниці темного кольору для розширення потенційної групи, 4 - базовий блок для стартера двигуна, 5 - серверний модуль, 6 - стартер двигуна ET 200SP, 7 - модуль введення-виведення, 8 – мережевий адаптер, 9 - монтажна рейка, 10 - довідкова ідентифікаційна мітка

						Арк.
					СУ-61.6.151.02.ПЗ	21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості аналогових модулів введення використані модулі з уніфікованим струмовим сигналом від 4 до 20 мА із сигналом від термоперетворювачів опору Pt100. Для перетворення сигналів від термоперетворювачів опору інших типів в струмовий сигнал від 4 до 20 мА використовувалися перетворювачі.

Як модулі дискретного введення/виведення застосовані модулі з вхідним/вихідним сигналом 24 В постійного струму. Гальванічна розв'язка дискретних сигналів виконана на основі інтерфейсних реле[9].

#### 2.4 Контрольовані параметри насосного агрегата

Для попередження можливих несправностей і для аналізу роботи насосного агрегата проводиться контроль основних параметрів діяльності системи. До основних контрольованих параметрах насосного агрегата можна віднести:

- температуру на підшипниках двигуна і насоса;
- температуру мастила в маслоустановці;
- температуру рідини, що перекачується;
- температуру обмоток статора двигуна;
- температуру гарячого повітря в двигуні;
- температуру в камері за гідроп'ятою;
- тиск на виході з насоса;
- тиск води і мастила на фільтрі;
- рівень мастила в маслобаку;
- вібрації підшипників насоса і двигуна;
- наявність витоків.

Зміна кожного параметра відразу ж фіксується відповідним датчиком і передається для подальшої обробки центральним процесором відповідно до логіки прикладної програми, записаної в контролер. Подібні процедури необхідні для контролю і регулювання параметрів процесу і запобігання аварійних ситуацій.

Для збору інформації про контрольовані параметри використовуються датчики. Для вимірювання кожного параметра існує певний тип датчика. Для тиску це датчик тиску, для температури - термодатчик і т.п. Структурна схема автоматизації наведена на кресленні СУ-61 6.151.02.A1.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура. Принцип роботи датчиків температури, що використовуються в САУ, заснований на перетворенні вимірюваної температури в електричну величину. Електричні вимірювання мають такі переваги: їх зручно передавати на відстань, причому передача здійснюється з високою швидкістю; вони універсальні в тому сенсі, що будь-які інші величини можуть бути перетворені в електричні і навпаки; вони точно перетворюються в цифровий код і дозволяють досягти високої точності, чутливості і швидкодії засобів вимірювань. Найчастіше для вимірювання температури використовують датчик температур типу ТО(рис.2.5). Принцип дії ТО заснований на залежності опору чутливого елемента термоперетворювача від температури.

В проекті використано дві основні групи таких датчиків - мідний і платиновий. Мідні термоперетворювачі (ТОМ) призначені для вимірювання температури в діапазоні від -50 до +180 ° С, платинові (ТОП) мають більш широкий діапазон: від -200 до +600 ° С.

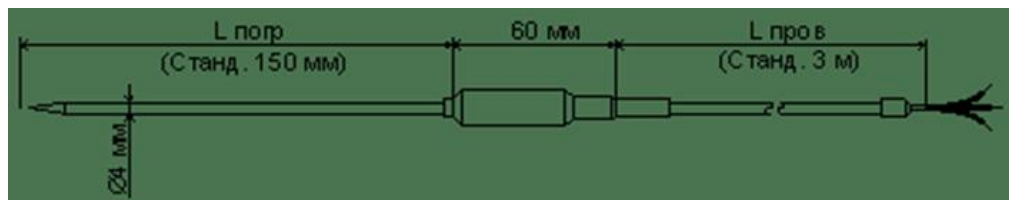


Рисунок 2.5 - Розміри датчик типу ТО

У промисловому застосуванні термометри опору Pt100 зазвичай використовуються як вимірювальна вставка, яка встановлюється в сполучній головці і відповідному захисному фітінгу. Електричне з'єднання виконується в сполучній головці. Вимірювальна вставка є легко замінною деталлю термометра, яка складається з провідника або кабелю, виконаного з відповідного матеріалу, чий чутливий кінець має один або більше платинових вимірювальних резисторів Pt100. Наявність захисної гільзи в вимірювальній точці дозволяє виконувати заміну, ремонт або калібрування термометра опору без переривання технологічного процесу.

Інше промислове виконання термометрів опору Pt100 це термометр з кабелем. В цьому випадку кабель приєднується безпосередньо до металевої частини термометра.

Основною відмінністю є довгострокова стабільність в порівнянні з іншими методами вимірювання температури, за рік не гірше, ніж 0,2 Ом /0°C [10].

Для вимірювання тиску ми використали датчики типу АИР та манометри МПЗ-У.

Мікропроцесорні 8-діапазонні датчики тиску АИР-20/М2 (рис.2.6) призначені для безперервного перетворення значень надлишкового тиску, розрідження, надлишкового

										Арк.
										23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-61.6.151.02.ПЗ					

тиску-розрідження, абсолютного тиску, різниці тиску і гідростатичного тиску (рівня) рідких і газоподібних, в тому числі агресивних, середовищ, газоподібного кисню і кисневмісних газових сумішей в уніфікований вихідний струмовий сигнал. АИР-20/М2 використовуються в системах автоматичного контролю, регулювання і управління технологічними процесами.

АИР-20/М2 випускаються в шести модифікаціях:

- АИР-20/М2-ДА (абсолютний тиск);
- АИР-20/М2-ДИ (надлишковий тиск)(використано в проекті);
- АИР-20/М2-ДР (тиск розрідження);
- АИР-20/М2-ДИР (надлишковий тиск розрідження);
- АИР-20/М2-ДД (диференціальний тиск)(використано в проекті);
- АИР-20/М2-ДГ (гідростатичний тиск).



Рисунок 2.6 - Датчик тиску АИР-20/М2

Датчики мають вбудований світлодіодний індикатор або рідкокристалічний індикатор з підсвічуванням. Для зручності візуалізації індикатор має кут обертання  $\pm 180^\circ$ , корпус -  $270^\circ$ .

АИР-20/М2 можуть підключатися до комп'ютера за допомогою інтерфейсу RS 232 для конфігурації за допомогою програми «AIR Tuning». Конфігурація АИР-20/М2 включає в себе зміну діапазонів вимірювання на нестандартні, вибір залежності вихідного сигналу від вхідного (зростаючий з вихідними уніфікованими сигналами 4-20, 0-5 мА або спадний з вихідними уніфікованими сигналами 20-4, 5-0 мА) і установку числа вимірювань для

					СУ-61.6.151.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24



усереднення (часу демпфірування) [11].

Манометри МПЗ-У (рис. 2.7) призначені для вимірювання надлишкового тиску неагресивних, рідин, що не кристалізуються, пари та газу, в тому числі кисню, ацетилену, хладонів, фреонів. Варіанти виконання:

- з радіальним штуцером без фланця;
- з радіальним штуцером з заднім фланцем (Ф)(використано в проекті);
- з осьовим штуцером з переднім фланцем (ФОШ);
- з осьовим штуцером без фланця (ЗОШ);



Рисунок 2.7 - Манометр МПЗ-УУ2

Діапазон показників приладу від 0 до 0,6; 1; 1,6; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 40; 60; 100; 160; 250; 400; 600; 1000; 1600 кГс/см<sup>2</sup>. Має діапазон робочих температур -50 до +60°C.

Для визначення вібрації в рішенні нашої задачі використовується датчик типу DVA 141.214 (рис.2.8.).

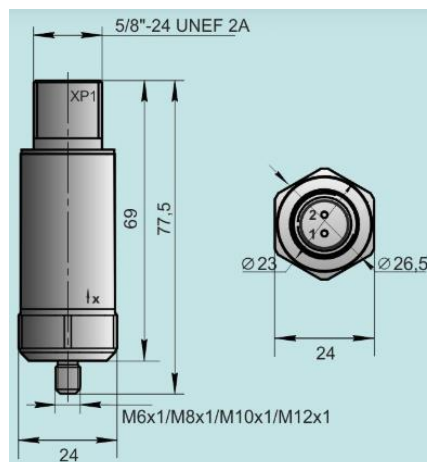


Рисунок 2.8 - Датчик типу DVA 141.214

					СУ-61.6.151.02.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Призначений для вимірювання середньоквадратичного значення (СКЗ) віброшвидкості в системах протиаварійного захисту (ПАЗ). Складається з герметичного корпусу, в якому знаходиться п'єзоелектричний датчик прискорення і плата перетворення.

Виконання датчику: :циліндричний малогабаритний корпус, MIL-DTL роз'єм на корпусі, кріплення на шпильку. Завдяки виконанню з клемної головкою кабель підключається/відключається за допомогою викрутки без проведення вогневих робіт. Тип вихідного сигналу - 4 ... 20 мА.

## 2.5 Вимоги до технічного обслуговування системи

Технічне обслуговування системи включає в себе профілактичний огляд з періодичністю не рідше одного разу на шість місяців.

При профілактичному огляді слід:

- відкрити щит управління, видалити пил, бруд і вологу;
  - перевірити наявність маркування, наявність всіх елементів для кріплення, відсутність видимих пошкоджень деталей;
  - перевірити надійність кріплення окремих вузлів апаратури;
  - підтягнути всі кріпильні вироби і деталі;
  - перевірити надійність струмоведучих з'єднань, відсутність замикань на корпус і між собою;
  - перевірити легкість ходу рухомих частин апаратів;
  - очистити всі зазори між елементами від пилу, продуваючи зазори пирососом або стисненим повітрям;
  - перевірити відсутність корозії на деталях апаратури і корпусів, виявлену корозію усунути.
- Після зачистки, якщо деталь не є струмоведучою, змастити вазеліном або зафарбувати.

Для проведення перевірки необхідно встановити підрежим «Тест».

Якщо під час перевірки буде виявлено несправність, то подальша експлуатація системи заборонена до її повного усунення.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

## РОЗДІЛ 3 АЛГОРИТМ РОБОТИ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ

### 3.1 Режими роботи системи управління насосним агрегатом

Дана система забезпечує роботу агрегата в трьох режимах управління:

- Робочий;
- Резервний;
- Ремонтний.

Перемикання режимів роботи агрегата проводиться з БЩУ.

Зміна режиму управління (відпрацювання команди на зміну) проводиться тільки до пуску агрегата.

Якщо температура мастила в маслобаку  $<30^{\circ}\text{C}$ , автоматично включається електронагрівач. Електронагрівач автоматично відключається при температурі мастила  $\geq 35^{\circ}\text{C}$ . При підвищенні температури мастила після охолоджувачів  $\geq 45^{\circ}\text{C}$  включається вентилятор маслоохолоджувача. При досягненні температури мастила  $\leq 35^{\circ}\text{C}$  відключається вентилятор маслоохолоджувача.

Режим управління «Робочий».

Режим управління, при якому агрегат знаходиться в плановій експлуатації. В даному режимі управління забезпечується виконання планового пуску агрегата, контроль роботи агрегата, зупинка агрегата, а також комплекс всіх передпускових перевірок та підготовки обладнання.

При переході системи в даний режим виконуються наступні перевірки готовності до пуску:

- Відсутність дискретних сигналів:

- 1) Рівень мастила в маслобаку мінімальний або максимальний.
- 2) Двигун "Включений".
- 3) Високовольтний вимикач в тестовому положенні.
- 4) Аварійна зупинка агрегата.

					СУ-61.6.151.02.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) В мережі відсутня напруга.

- Наявність дискретних сигналів:

1) Режим роботи.

2) Ланка готова до пуску.

3) Готовність до включення двигуна.

4) Справність ланцюгів управління високовольтним вимикачем.

- Відсутність неkvитуваних сигналів про помилки.

- Відсутність попереджувальної і аварійної сигналізації про вихід аналогових сигналів за діапазон.

У разі успішної перевірки параметрів система виконує управління наступними виконавчими механізмами:

- відкриває вхідну засувку, якщо вона не відкрита,

- закриває вихідну засувку, якщо вона не закрита,

- відкриває вентиль на лінії рециркуляції, якщо він не відкритий,

- при виконанні перерахованих вище команд, пристрій передає на БЦУ сигнал «Готовий до пуску».

Система циклічно перевіряє всі перераховані вище умови і при їх невиконанні знімає сигнал «Готовий до пуску».

При знаходженні в стані «Готовий до пуску» і отриманні команди на пуск двигуна, система видає команду на включення робочого маслonaсоса (з подальшою перевіркою тиску мастила на його виході) і включення високовольтного вимикача (при виконаних попередніх умовах).

При закінченні пуску система передає на БЦУ сигнал «Двигун Включено» (агрегат в роботі).

В процесі роботи агрегата виконується циклічний контроль:

- Відсутності дискретних сигналів:

1) Рівень мастила в маслобаку мінімальний або максимальний.

2) Високовольтний вимикач в тестовому положенні.

3) Аварійна зупинка агрегата.

- Наявності дискретних сигналів:

1) Справність ланцюгів управління високовольтним вимикачем.

2) «Двигун Включений».

3) Робочий маслonaсос включений.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

- Відсутності аварійної та попереджувальної сигналізації про вихід значень аналогових сигналів за діапазон.

- Наявності зворотного сигналу від виконавчих механізмів (перевірка виконання команд управління). У разі відмови обох маслonaсосів або не відкриті вентилі рециркуляції виконується аварійна зупинка агрегата.

Також в процесі роботи виконується управління роботою маслonaсоса (в разі виходу з ладу робочого маслonaсоса або падіння тиску мастила на його виході, повинен включитися резервний, а робочий через 1 секунду буде відключений). У разі виходу обох маслonaсосів буде виданий аварійний сигнал на зупинку агрегата.

Вентиль рециркуляції при збільшенні витрати води понад  $230 \text{ м}^3/\text{год}$  піде на закриття. При зниженні витрати води нижче  $200 \text{ м}^3/\text{год}$ , вентиль рециркуляції піде на відкриття. Якщо при подачі сигналу на відкриття, вентиль не піде на відкриття, буде видано сигнал на зупинку агрегата.

#### Режим управління «Резервний»

Режим управління, при якому агрегат знаходиться в «резерві» (готовність до негайного пуску). Даний режим управління відрізняється від «Робочого» режиму системи складом передпускових перевірок та підготовки. В процесі роботи режими управління «Робочий» і «Резервний» ідентичні.

При переході системи в даний режим виконуються наступні перевірки готовності до пуску:

- Відсутність дискретних сигналів:

- 1) Рівень мастила в маслобаку мінімальний або максимальний.
- 2) Двигун "Включений".
- 3) Високовольтний вимикач в тестовому положенні.
- 4) Аварійна зупинка агрегата.
- 5) В мережі відсутня напруга.

- Наявність дискретних сигналів:

- 1) Ланка готова до пуску.
- 2) Готовність до включення двигуна.
- 3) Справність ланцюгів управління високовольтним вимикачем.

- Відсутність неkvитуюваних сигналів про помилки.

- Відсутність попереджувальної і аварійної сигналізації про вихід значень аналогових

										Арк.
										29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-61.6.151.02.ПЗ

сигналів за діапазон.

У разі успішної перевірки параметрів, система виконує управління наступними виконавчими механізмами:

- Відкриває вхідну засувку, якщо вона не відкрита.
- Відкриває вихідну засувку при наявності протитиску, якщо вона не відкрита.
- Відкриває вентиль на лінії рециркуляції, якщо не відкрито.
- Включає робочий маслонасос і контролює тиск мастила на його виході.

При виконанні перерахованих вище команд, система видає сигнал «Готовий до пуску». Система циклічно перевіряє всі перераховані вище умови і при їх невиконанні знімає сигнал «Готовий до пуску».

При знаходженні в стані «Готовий до пуску» агрегат готовий до негайного пуску з БЩУ. При наявності відповідної команди система видає сигнал на включення високовольтного вимикача.

По закінченню пуску система видає сигнал «Двигун Включено» (агрегат в роботі) та виконує дії аналогічні діям в режимі управління «Робочий».

#### Режим управління «Ремонтний»

Режим управління, при якому заборонений пуск агрегата. Даний режим призначений для проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування і тестової перевірки систем агрегата. В даному режимі можливе ручне управління механізмами агрегата.

Кнопкове управління забезпечує роздільне управління кожним електромеханізмом насосного агрегата з щита управління за допомогою кнопок. Кожна кнопка оснащена підсвічуванням, що індикуює спрацьовування пускача приводу виконавчого механізму. Кінцеве положення механізму відображається на світлосигнальній арматурі. Зелений або блакитний колір означає стан - «Включено», «Відкритий». Білий колір - «Відключений», «Закрито». Мерехтіння білого і блакитного фону - «Відкривається» або «Закривається». Червоний колір - аварія механізму.

#### Запуск двигуна насосного агрегата

До запуску двигуна насосного агрегата система виконує циклічну перевірку готовності до пуску агрегата. Обсяг і послідовність перевірки залежать від обраного режиму управління. У разі успішної підготовки агрегата система видає сигнал «Готовий до пуску» і чекає надходження сигналу «Пуск». Запуск агрегата можливий тільки командою з

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

БЩУ і не доступний зі щита управління. На час пуску не проводиться контроль перевищення діапазону сигналізації параметрів, що мають значні відхилення під час пуску (вібрація; тиск на напорі насоса). У разі наявності сигналу від високовольтних вимикачів «двигун включений» до пуску агрегата, система робить аварійну зупинку.

#### Зупинка двигуна насосного агрегата

Зупинка двигуна агрегата можлива командою системи на відключення високовольтного вимикача, або натисканням кнопки «Аварійна зупинка» (пряма команда в, без проходження через ланцюг управління системи). Можлива планова і аварійна зупинка агрегата.

Планова зупинка виконується при наявності сигналу «Стоп» з БЩУ. Аварійна зупинка виконується автоматично в разі аварії (вихід сигналів контрольованих параметрів за діапазон аварійної сигналізації; обидва маслонасоси вийшли з ладу, не відкрився вентиль рециркуляції; натискання кнопки «Аварійна зупинка»).

Відключення агрегата проводиться за допомогою виконання наступних команд:

- двигун відключити
- відкрити вентиль рециркуляції;
- закрити засувку на виході з насоса;
- включити маслонасос (відключення через 300 с після зупинки двигуна).

Після проведення процедури відключення двигуна система починає циклічну перевірку готовності агрегата до наступного пуску.

В результаті проведення перевірок технологічних параметрів і станів механізмів агрегата, враховуючи положення високовольтного вимикача, система визначає стан агрегата. На двері щита управління розташована світлосигнальна арматура, що індикує наступні стану агрегата:

- готовий до пуску (зелений);
- агрегат в роботі (білий);
- попередження (жовтий);
- аварія (червоний).

ОП, розташована на двері щита управління, забезпечує виведення інформації про поточний стан агрегата, значень контрольованих параметрів, повідомлень про помилки.

На ОП відображається положення і стан виконавчих механізмів, режим роботи агрегата, значення аналогових і дискретних сигналів, виведення аварійних і

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-61.6.151.02.ПЗ

попереджувальних сигналізацій.

При формуванні сигналів «Обрив», «Коротке» або «Перевищено діапазон» по вхідному аналоговому параметру, на ОП буде видано повідомлення про помилку, ім'я змінної (датчика) і індикація попереджувальної сигналізації. В цьому випадку необхідно перевірити лінію датчика, БЖ, працездатність аналогового модуля ПЛК.

При формуванні сигналів «Верхнє попереджувальне» і «Нижня попереджувальне» по вхідному аналоговому параметру, на ОП буде видано повідомлення про помилку, ім'я змінної (датчика) і індикація попереджувальної сигналізації. В цьому випадку необхідно через ОП перевірити параметри діапазону, при необхідності виставити необхідне (проектне) значення, перевірити лінію датчика, БЖ, працездатність аналогового модуля ПЛК.

При формуванні сигналів «Верхнє аварійне» і «Нижня аварійне» по вхідному аналоговому параметру, на ОП буде видано повідомлення про помилку, ім'я змінної (датчика), індикація аварійної сигналізації і сигнал на зупинку агрегата. Після зупинки агрегата в цьому випадку необхідно через ОП перевірити параметри діапазону, при необхідності виставити необхідне (проектне) значення, перевірити лінію датчика, БЖ, працездатність аналогового модуля ПЛК.

При перевищенні часу включення / відключення, відкриття / закриття і сходу з кінцевих вимикачів механізмів, буде видано повідомлення на ОП про помилку, найменування механізму і індикація попереджувальної сигналізації.

У разі відмови обох маслonaсосів або не відкриття вентиля рециркуляції виконується аварійна зупинка агрегата, із записом повідомлення на ОП і індикацією аварійної сигналізації.

Інформація про поточний стан агрегата і його механізмів, встановлений режим управління і тип регулювання представляється як на самому щиті управління, так і може бути передана на верхній рівень автоматизації (БЩУ енергоблоку). Система забезпечує не тільки надання інформації, а й управління командами з верхнього рівня. З верхнього рівня можливо:

- виробляти пуск (за умови наявності сигналу «Готовий до пуску») і зупинку агрегата;
- запускати робочий маслonaсос (в режимі «Робочий» до команди на пуск агрегата),
- встановлювати режим управління.

Взаємодія з верхнім рівнем організована двома способами. Обмін інформацією та командами управління можливий дискретними сигналами. Бітові змінні, встановлені в одиницю, свідчать про наявність сигналу.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



У разі виникнення непередбаченого режиму роботи обладнання, а також в разі виникнення аварійних ситуацій, обслуговуючому персоналу рекомендується негайно зупинити роботу агрегата. Подальша його експлуатація може призвести до виходу агрегата з ладу, суттєвих економічних втрат і людських жертв.

Непередбачуваним режимом роботи обладнання може вважатися:

- звукова і світлова сигналізація про вихід з ладу ДБЖ пристрою, про обрив або коротке замикання вимірювальних ліній контролю основних технологічних параметрів;
- відсутність зв'язку із ПЛК;
- невиконання команди «Двигун Стоп» з БЦУ (двигун не зупинився після подачі команди);
- виникнення пожежі.

Рішення про зупинку агрегата і відключення системи від мережі живлення приймає оператор, він же забезпечує його негайне виконання.

### 3.2 Алгоритм управління насосним агрегатом

Підготовка агрегата до пуску повинна здійснюватися відповідно до керівництв по експлуатації на насос, двигун, маслоустановку, а також алгоритмів керування системи, де вказані обсяг і послідовність виконання операцій обслуговуючим персоналом.

Перед пуском агрегата повинні бути виконані наступні умови:

- параметри агрегата, за якими передбачено захисне відключення і попереджувальна сигналізація, в нормі;
- засувка на вході в насос відкрита;
- тиск на вході в насос, не менше величини, що забезпечує необхідний надкавітаційний натиск на вході NPSHR (допускається кавітаційний запас ( $\Delta h_{\text{дод}}$ )  $\geq 15$  м);
- засувка на виході з насоса закрыта. При пуску зі стану агрегата в резерві і наявності протитиску в напірному колекторі, засувка на виході з насоса відкрита;
- вентиль на лінії рециркуляції відкритий. Пуск агрегата в режимі «резерв» виконувати на відкриту лінію рециркуляції;
- забезпечена подача конденсату на охолодження зовнішніх теплообмінників для охолодження торцевих ущільнень з тиском від 0,196 до 0,294 МПа (Від 2 до 3 кгс/см<sup>2</sup>) і температурою  $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ;

									Арк.
									33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-61.6.151.02.ПЗ				

- забезпечена подача конденсату до термобар'єрів з тиском від 0,098 до 0,59 МПа (Від 1 до 6 кгс/см<sup>2</sup>) і температурою  $\leq 40^{\circ}\text{C}$ ;
- забезпечена подача охолоджувальної води на повітроохолоджувач двигуна з тиском від 0,196 до 0,294 МПа (від 2 до 3 кгс/см<sup>2</sup>) і температурою  $\leq 33^{\circ}\text{C}$ ;
- насос прогрійтий. Різниця температур низу - верху корпусу насоса  $\leq 20^{\circ}\text{C}$ .

Агрегат повинен експлуатуватися в робочому інтервалі подач насоса від 0,056 до 0,215 м<sup>3</sup>/с (від 200 до 775 м<sup>3</sup>/год) і в поле роботи при забезпеченні кавітаційного запасу в відповідності до характеристик.

Допускається проводити запуск на відкриту засувку на виході з насоса і на відкритий вентиль рециркуляції, при цьому подача насоса повинна знаходитися в межах робочого інтервалу.

Для агрегата, що знаходиться в гарячому резерві, засувка на виході з насоса - відкрита, робочий маслonaсос - включений, відкритий вентиль рециркуляції.

Забороняється пуск і робота агрегата при відсутності готового до пуску резервного насоса маслоустановки, а також при відсутності включеного насоса маслоустановки.

При плановому пуску від команди "Пуск" повинен включитися маслonaсос. Після створення тиску в кінці масляної лінії двигуна і насоса  $\geq 0,07$  МПа ( $\geq 0,7$  кгс/см<sup>2</sup>), включається приводний двигун агрегата, відкривається засувка на виході з насоса.

При пуску зі стану агрегата в резерві і наявності протитиску в напірному колекторі насос включається на відкриту засувку на виході з насоса і на відкриту лінію рециркуляції.

При досягненні подачі на лінії нагнітання  $Q \geq 0,064$  м<sup>3</sup> / с ( $\geq 230$  м<sup>3</sup>/год) вентиль на лінії рециркуляції повинен закритися.

Під час роботи агрегата повинен проводитися контроль технологічних параметрів, зазначених в додатку Б. При відхиленні параметрів від заданих значень повинна бути виконана попереджувальна сигналізація, при аварійному відхиленні - аварійна сигналізація і автоматичне відключення по захисту.

Обсяг сигналізацій, захистів, а також величини діапазону представлені в додатку Б (графи "Сигналізація", "Захист", "Діапазон вимірювань").

При навантаженні блоку, після пуску агрегата, має бути передбачено закриття вентиля на лінії рециркуляції за наступним алгоритмом при досягненні подачі на лінії нагнітання насоса  $Q \geq 0,064$  м<sup>3</sup>/с ( $\geq 230$  м<sup>3</sup>/год) повинна подаватися команда на закриття вентиля на лінії рециркуляції.

Під час роботи агрегата і при розвантаженні блоку має бути передбачено відкриття

					СУ-61.6.151.02.ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вентиля на лінії рециркуляції за наступним алгоритмом:

- при зниженні подачі на лінії нагнітання насоса до  $Q \leq 0,056 \text{ м}^3/\text{с}$  ( $\leq 200 \text{ м}^3/\text{год}$ ) повинна подаватися команда на відкриття вентиля на лінії рециркуляції;
- якщо при проходженні команди на відкриття вентиля на лінії рециркуляції він не пішов на відкриття, то необхідно відключити насосний агрегат по захисту.

Від команди "Стоп", а також від технологічних і електричних захистів повинен відключитися двигун, відкритися вентиль на лінії рециркуляції, закритися засувка на виході з насоса. Тривалість роботи робочого маслонасоса маслоустановки після відключення двигуна повинна бути  $\geq 300 \text{ с}$ .

### 3.3 Алгоритм управління маслоустановкою

Перед пуском насосного агрегата включити маслоустановку.

У маслосистемі передбачені два маслонасоси, один - робочий, один - резервний. Пуск робочого маслонасоса здійснюється при рівні мастила в маслобаку  $> \text{min}$  але  $< \text{max}$ .

Якщо температура мастила в маслобаку  $< 30^\circ\text{C}$  повинен автоматично включитися електронагрівач. Електронагрівач автоматично відключається при температурі мастила  $\geq 35^\circ\text{C}$ .

Після включення робочого маслонасоса і досягнення тиску мастила в кінці масляної лінії насоса і двигуна  $\geq 0,07 \text{ МПа}$  ( $\geq 0,7 \text{ кгс/см}^2$ ) формується команда готовності насосного агрегата до пуску.

При пуску насоса маслоустановки повинен контролюватися набір тиску на виході робочого маслонасоса (Н1 або Н2)  $> 0,18 \text{ МПа}$  ( $> 1,8 \text{ кгс/см}^2$ ), який повинен відбутися протягом 5 секунд після включення магнітного пускача.

При наборі тиску за заданий час ( $< 5 \text{ с}$ ), маслонасос вважається успішно включеним. При не наборі тиску за заданий час ( $5 \text{ с}$ ) маслонасос вважається несправним, повинен бути виконаний АВР насоса маслоустановки, а також виконана попереджувальна сигналізація «Несправність маслонасоса Н1 або Н2».

При несправності двох маслонасосів видається сигнал «Аварія маслонасосів».

Якщо в процесі роботи знизився тиск на виході з робочого насоса  $< 0,18 \text{ МПа}$  ( $< 1,8 \text{ кгс/см}^2$ ), з витримкою часу  $2 \text{ с}$  повинен бути виконаний АВР маслонасосів, а з витримкою часу  $1 \text{ с}$  після виконання АВР повинен відключитися несправний маслонасос.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У автоматичному режимі при підвищенні температури мастила після охолоджувачів  $\geq 45^{\circ}\text{C}$  - включити вентилятор маслоохолоджувача. При досягненні температури мастила  $\leq 35^{\circ}\text{C}$  відключити працюючий вентилятор маслоохолоджувача.

Якщо при включеному вентиляторі маслоохолоджувача температура мастила продовжує зростати і досягає значення  $\geq 50^{\circ}\text{C}$  видати сигнал «Висока температура мастила».

### 3.4 Контури управління насосним агрегатом

Контур управління (КУ) це замкнута сукупність елементів системи управління. В якому. кожен елемент системи впливає на подальший і отримує, в свою чергу, вплив від попереднього. Вплив здійснюється по інформаційних каналах. Система управління може містити один або кілька контурів управління. Розроблена функціональна схема автоматизації СУ-61 6.151.02.A2.

Розглянемо деякі контури управління розроблені для керування насосним агрегатом АПЕ 720-185-6.

1) Для контролю температури мастила після охолоджувача, при її підвищенні  $\geq 45^{\circ}\text{C}$  вмикається вентилятор маслоохолоджувача. А коли температура знижується до  $\leq 35^{\circ}\text{C}$ , то працюючий вентилятор вимикається (рис.3.1).

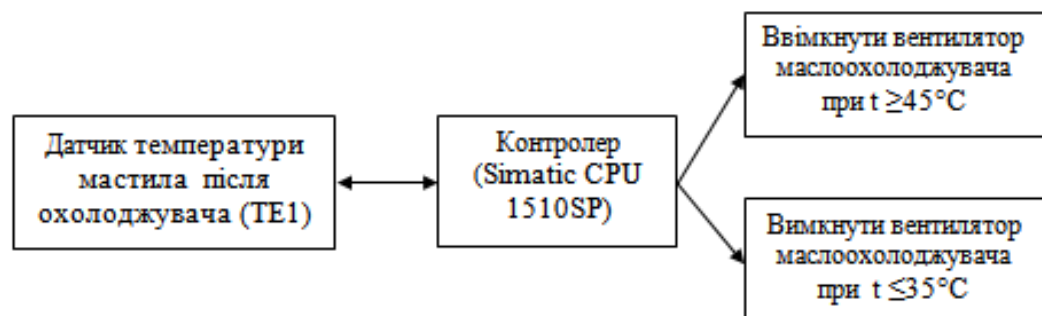


Рисунок 3.1 – КУ температурою мастила після охолоджувача мастила

2) Якщо температури мастила в маслобаці  $< 30^{\circ}\text{C}$ , то потрібно включити нагрівач. А

коли вона підніметься до  $\geq 35^{\circ}\text{C}$ , то нагрівач треба вимкнути (рис.3.2).

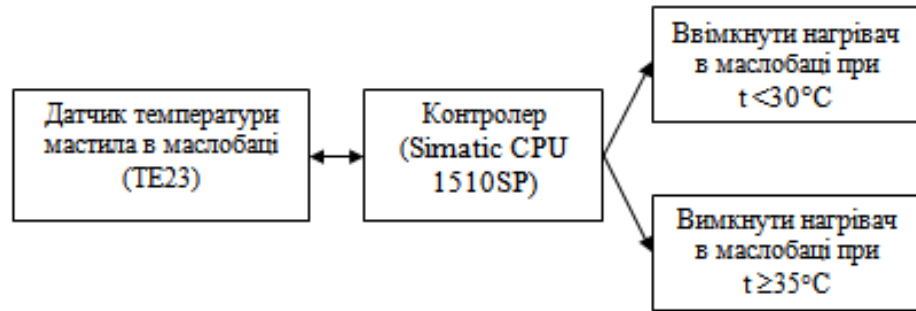


Рисунок 3.2 – КУ температурою мастила в маслобачі

3) При досягненні подачі на лінії нагнітання насоса  $Q \geq 0,064 \text{ м}^3/\text{с}$  потрібно закрити вентиль на лінії рециркуляції. Коли подача на лінії нагнітання насоса знижується до  $Q \leq 0,056 \text{ м}^3/\text{с}$ , то вентиль на лінії рециркуляції відкривається (рис.3.3).

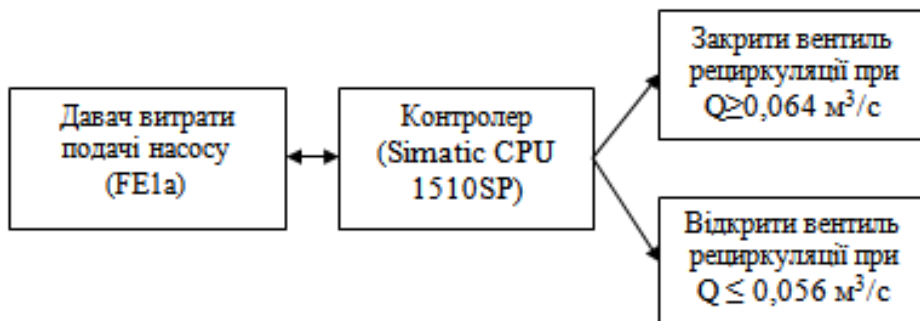


Рисунок 3.3 – КУ подачею на лінії нагнітання насоса

4) Коли тиск на виході з насоса падає до  $\leq 8 \text{ МПа}$ , спрацьовує сигналізація, закривається засувка на виході з насоса. Якщо тиск виходить з межі робочого інтервалу вимикається двигун (рис.3.4).

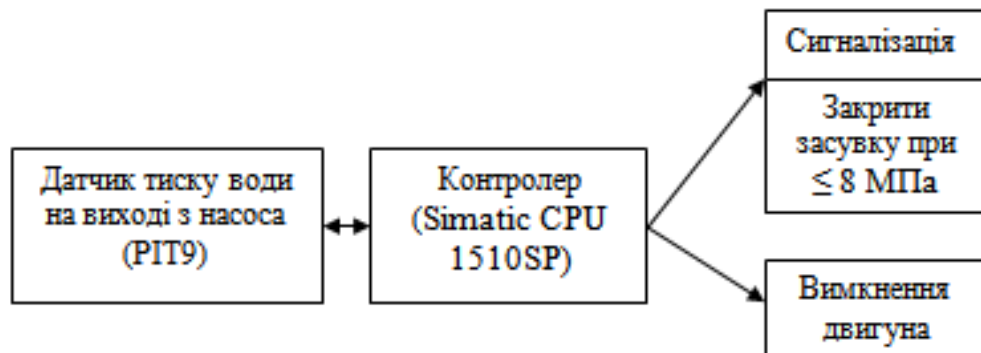


Рисунок 3.4 – КУ тиском води на виході з насоса

### 3.5 Захист і сигналізація

Аварійна зупинка обумовлена порушеннями в роботі агрегата, що приводять до граничних значень параметрів, перерахованих в графі "Захист" Додатку Б.

Попереджувальна сигналізація виконується в наступних випадках:

- при підвищенні температури підшипників двигуна  $\geq 75^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні температури гарячого повітря двигуна  $\geq 85^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні температури обмоток статора фаз U, V, W  $\geq 105^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні температури підшипників насоса  $\geq 75^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні температури в камері за гідроп'ятою  $\geq t_{\text{вх.}} + 20^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні температури води на виході з торцевих ущільнень насоса  $\geq 75^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні температури мастила після охолоджувача мастила  $\geq 50^{\circ}\text{C}$ ;
- при зниженні тиску води на виході з насоса  $\leq 8 \text{ МПа}$  ( $\leq 80 \text{ кгс/см}^2$ );
- при підвищенні тиску води в камері гідроп'яти  $\geq p_{\text{вх.}} + 0,15 \text{ МПа}$  ( $\geq p_{\text{вх.}} + 1,5 \text{ кгс/см}^2$ );
- при підвищенні перепаду тиску води на фільтрі  $\geq 0,035 \text{ МПа}$  ( $\geq 0,35 \text{ кгс/см}^2$ );
- при підвищенні перепаду тиску мастила на фільтрі  $\geq 0,035 \text{ МПа}$  ( $\geq 0,35 \text{ кгс/см}^2$ );
- при підвищенні вібрації підшипників насоса і двигуна  $\geq 7,1 \text{ мм/с}$ ;
- при осьовому зміщенні ротора насоса  $\geq \pm 1,0 \text{ мм}$ ;
- високий і низький рівень мастила в маслобаку;
- несправність маслонасоса Н1, Н2;

Повинно бути вироблено захисне відключення агрегата і аварійна сигналізація в наступних випадках:

- при підвищенні температури підшипників насоса або двигуна  $\geq 80^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні температури обмоток статора двигуна  $\geq 115^{\circ}\text{C}$ ;
- при підвищенні вібрації підшипників насоса або двигуна  $\geq 11,2 \text{ мм/с}$ ;
- при осьовому зміщенні ротора насоса  $\geq \pm 1,2 \text{ мм}$ ;
- при зниженні тиску води на вході в насос  $< p_{\text{вх.}}^1$ ;
- при зниженні тиску мастила в кінці масляної лінії насоса або двигуна  $\leq 0,035 \text{ МПа}$ ;
- аварія двох маслонасосів;
- при не відкритті вентиля на лінії рециркуляції (Якщо, після подачі команди на відкриття, вентиль не пішов на відкриття, то через 5 с необхідно відключити агрегат).

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Захист, аварійна і попереджувальна сигналізація щодо підвищення вібрації підшипників агрегата, попереджувальна сигналізація по зниженню тиску води на виході з насоса при пуску повинні бути виведені з дії на час виходу агрегата в робочий режим роботи.

Повинні бути виконані наступні блокування "Дозвіл на пуск":

- параметри агрегата, за якими передбачено захисне відключення і попереджувальна сигналізація, в нормі;
- засувка на виході з насоса закрита. Для насоса, що знаходиться в резерві за-движка на виході з насоса відкрита;
- тиску в кінці масляної лінії насоса і двигуна  $\geq 0,07$  МПа ( $\geq 0,7$  кгс/см<sup>2</sup>);
- засувка на вході в насос відкрита;
- тиск на вході в насос  $> p_{вх}^1$ ;
- насос прогрітий. Різниця температур «низу - верху» корпусу насоса  $\leq 20^\circ\text{C}$ ;
- вентиль на лінії рециркуляції відкритий. При знаходженні насосного агрегата в режимі «резерв» або пуск на відкриту засувку на виході з насоса відкритий вентиль рециркуляції.

Автоматичне захисне відключення, попереджувальна сигналізація діють з витримкою часу:

- за температурою - 1 секунда;
- за вібрацією – 1 секунда;
- за вісевим зсувом ротора насоса – 1 секунда;
- за тиском - 2 секунди.

### 3.6 Програмне забезпечення

Конфігурація програмованого логічного контролеру Simatic S7 CPU 1510SP для станції ET 200SP виконується в середовищі STEP 7 Basic V11 SP2 (рис.3.5).

Базовий пакет STEP 7 призначений для створення проектів, що вирішують завдання автоматизації окремих верстатів, ділянок, технологічних процесів. Даний пакет дозволяє проводити розробку як програмних, так і апаратних засобів в межах одного проекту, в результаті чого на основі вимог до програмної та апаратної частин відбувається створення і конфігурація необхідних засобів і мереж, робочих програм і блоків даних для вирішення задач автоматизації.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

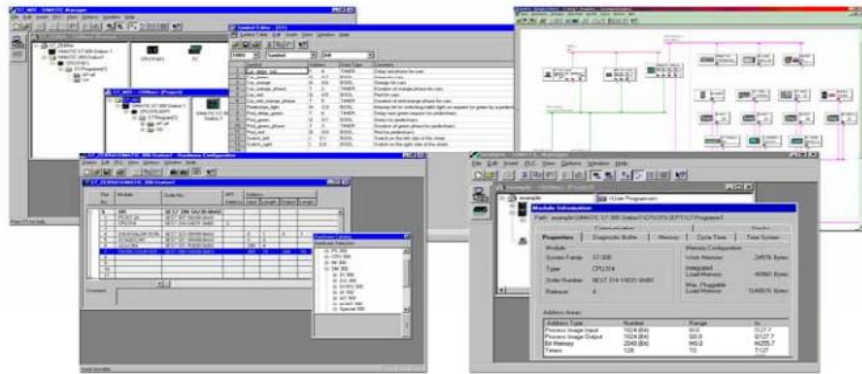


Рисунок 3.5 – Програмне забезпечення Simatic STEP 7 Basic V11 SP2

Стандартне програмне забезпечення надає підтримку на всіх стадіях процесу рішення задачі автоматизації, таких як:

- створення та управління проектами;
- конфігурація і призначення параметрів апаратури та зв'язків;
- управління символами;
- створення програм, наприклад, для програмованих контролерів S7;
- завантаження програм в програмовані контролери;
- тестування системи автоматизації;
- діагностика несправностей установки [13]..



## ВИСНОВОКИ

За результатами дипломного проекту було описано технологічну характеристики насосного агрегата АПЕ 720-185-6, та його складові: насос ПЕ 720-185-6, двигун 2АЗМ 5000/6000, маслоустановку.

Ретельно підібрана апаратна частина системи управління, а саме: щит управління, програмований логічний контролер Simatic S7 CPU 1510SP-1 для ET 200SP, датчики для виміру контрольованих параметрів агрегата.

Були побудовані структурна схема автоматизації, функціональна схема автоматизації, схема інформаційно-матеріальних потоків та збіркове креслення щита управління, яке складається з 3 аркушів. Створено алгоритм роботи системи управління насосним агрегатом. Також виходячи із списку контрольованих параметрів і механізмів , були розроблені системи захисту, індикації та сигналізації. Обрано контури управління.

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
						41
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Трухня А.Д. Современная теплоэнергетика / Трухня А.Д., 2007
2. Агрегат электронасосный АПЭ 720-185-6 (Q=720 м<sup>3</sup>/ч, H=2030 м). Технические требования на автоматику и КИП [Электронный ресурс]. -2018. – Режим доступа до ресурсу: <http://vnii.aen.sumy.ua>.
3. Совершенствование насосного оборудования энергетических установок [Электронный ресурс] // АО «Сумский завод «Насосэнергомаш» (Группа ГМС). – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://nempump.com/wp-content/uploads/2015/09/20-23.pdf>
4. Модернизированные питательные двухкорпусные насосы типа ПЭ [Электронный ресурс] // АО Сумский завод «Насосэнергомаш». – 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://nempump.com/wp-content/uploads/2016/06/Modernizatsiya-2-korp-PE.pdf>.
5. В.Х.Георгиади. МУ 34-70-026-82 [Электронный ресурс] / В.Х.Георгиади // СПО Союзтехэнерго. – 1982. – Режим доступа до ресурсу: <http://docs.cntd.ru/document/1200079978>.
6. Маслоустановка. Руководство по эксплуатации Н17.330.300.00 РЭ [Электронный ресурс]. - 2015. – Режим доступа до ресурсу: <http://vnii.aen.sumy.ua>.
7. SIMATIC ET 200SP CPU 1510SP-1 PN (6ES7510-1DJ00-0AB0) [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа до ресурсу: <https://cache.industry.siemens.com/dl/fi>.
8. Protocol API PROFINET IO Device V3.12.0 [Электронный ресурс] // Hilscher. – 2017. – Режим доступа до ресурсу: [https://www.hilscher.com/fileadmin/cms\\_upload/de/Resources/pdf/PROFINET\\_IO-Device\\_V3.12\\_Protocol\\_API\\_17\\_EN.pdf](https://www.hilscher.com/fileadmin/cms_upload/de/Resources/pdf/PROFINET_IO-Device_V3.12_Protocol_API_17_EN.pdf).

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Simatik ET 200SP Distributed I/O system System Manual [Электронный ресурс] // Siemens. – 2019. – Режим доступа до ресурсу: [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/942/84133942/att\\_1012578/v1/et200sp\\_manual\\_collection\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/942/84133942/att_1012578/v1/et200sp_manual_collection_en-US.pdf).
10. Термопреобразователи сопротивления. Руководство по эксплуатации 2.822.101 РЭ [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.teplocontrol-sm.ru/tech/tsp-tsm-01-02-03-04-05-06-07-re.pdf>
11. Преобразователи давления измерительные АИР – 20/М2. Руководство по эксплуатации НКГЖ.406233.004РЭ [Электронный ресурс] // НПП «Элемер.» – 2008. – Режим доступа до ресурсу: <https://emis-kip.ru/upload/iblock/a09/64file.pdf>.
12. Датчик-реле уровня РОС 102. Руководство по эксплуатации ИНСУ1.430.050 РЭ [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа до ресурсу: [https://www.td-urovner.ru/files/395/ros-102\\_re.pdf](https://www.td-urovner.ru/files/395/ros-102_re.pdf).
13. Simatic Step 7 Basic V11.0 SP2 System Manua [Электронный ресурс] // Siemens. – 2012. – Режим доступа до ресурсу: <https://support.industry.siemens.com/mdm/default.aspx?DocVersionId=37357562891&Language=en-US&TopicId=>

					<i>СУ-61.6.151.02.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## ДОДАТОК А

Перелік вхідних та вихідних даних системи управління

Таблиця А.1 – Аналогові вхідні сигнали

Найменування сигналу	Позначення	Одиниці виміру	Діапазон вимірювань
Тиск мастила в кінці лінії двигуна	PIT_4	кгс/см <sup>2</sup>	0-4,0
Тиск мастила в кінці лінії насоса	PIT_11	кгс/см <sup>2</sup>	0-4,0
Тиск води на вході в насос	PIT_6	кгс/см <sup>2</sup>	0-16
Тиск води на виході з насоса	PIT_9	кгс/см <sup>2</sup>	0-400
Тиск в камері за гідроп'ятою	PIT_12	кгс/см <sup>2</sup>	0-16
Тиск мастила на виході з першого маслонасоса	PIT_1	кгс/см <sup>2</sup>	0-4
Тиск мастила на виході з другого маслонасоса	PIT_2	кгс/см <sup>2</sup>	0-4
Подача насоса (витрата)	FT_1	м <sup>3</sup> /ч	0-720
Перепад тиску води на фільтрі	PDIT8	кгс/см <sup>2</sup>	0-0,63
Перепад тиску води на фільтрі	PDIT3	кгс/см <sup>2</sup>	0-0,63
Тиск води в напірному трубопроводі	PIT_13	кгс/см <sup>2</sup>	0-230
Осьовий зсув ротора насоса	GT_1	мм	-2 +2
Вібрація підшипника двигуна з боку вільного кінця валу (вертикальна)	ST_1	мм/с	0-20
Вібрація підшипника двигуна з боку вільного кінця валу (горизонтальна)	ST_2	мм/с	0-20
Вібрація підшипника двигуна з боку насоса (вертикальна)	ST_3	мм/с	0-20
Вібрація підшипника двигуна з боку насоса (горизонтальна)	ST_4	мм/с	0-20
Вібрація корпусу підшипника насоса з боку двигуна (вертикальна)	ST_5	мм/с	0-20
Вібрація корпусу підшипника насоса з боку двигуна (горизонтальна)	ST_6	мм/с	0-20
Вібрація корпусу підшипника насоса з боку вільного кінця валу (вертикальна)	ST_7	мм/с	0-20

Продовження таблиці А.1

Найменування сигналу	Позначення	Одиниці виміру	Діапазон вимірювань
Вібрація корпусу підшипника насоса з боку вільного кінця валу (горизонтальна)	ST_8	мм/с	0-20
Температура обмотки - фаза U	TE_3	°C	-
Температура обмотки - фаза V	TE_4	°C	-
Температура обмотки - фаза W	TE_5	°C	-
Температура сердечника статора - фаза U	TE_7	°C	-
Температура сердечника статора - фаза V	TE_8	°C	-
Температура сердечника статора - фаза W	TE_9	°C	-
Температура гарячого повітря двигуна 1	TE_12	°C	-
Температура холодного повітря двигуна 1	TE_11	°C	-
Температура підшипника двигуна з боку насоса	TE_13	°C	-
Температура підшипника двигуна з боку вільного кінця валу	TE_2	°C	-
Температура гарячого повітря двигуна 2	TE_25	°C	-
Температура холодного повітря двигуна 2	TE_24	°C	-
Температура охолоджуючої води на виході з повітроохолоджувача	TE_10	°C	-
Температура охолоджуючої води на вході в повітроохолоджувач	TE_6	°C	-
Температура води на вході в насос	TE_15	°C	-
Температура мастила після охолоджувача мастила	TE_1	°C	-
Температура підшипника насоса з боку двигуна	TE_16	°C	-
Температура підшипника насоса з боку вільного кінця валу	TE_21	°C	-
Температура води в камері за гідроп'ятою	TE_22	°C	-
Температура води на виході з торцевого ущільнення з боку двигуна	TE_14	°C	-
Температура води на виході з торцевого ущільнення з боку вільного кінця валу	TE_20	°C	-
Температура верху корпусу насоса	TE_18	°C	-
Температура низу корпусу насоса	TE_17	°C	-
Температура мастила в маслобаку	TE_23	°C	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-61.6.151.02.ПЗ

Арк.

45

Таблиця А.2 – Дискретні вхідні сигнали

Найменування сигналу	
Головний двигун «Включено»	
Ланка готова до пуску	
Ланка в тестовому положенні	
Справність ланцюгів управління високовольтним вимикачем	
Перший маслonaсос «включений»	
Другий маслonaсос «включений»	
Засувка на вході в насос «Не Відкрита»	
Засувка на вході в насос «Не Закрита»	
Засувка на виході з насоса «Не Відкрита»	
Засувка на виході з насоса «Не Закрита»	
Вентиль на лінії рециркуляції «Не Відкрито»	
Вентиль на лінії рециркуляції «Не Закрито»	
Повітряний теплообмінник «Включено»	
Нагрівач мастила в маслобаку «Включено»	
«Відкрити» засувку на вході насоса	
«Закрити» засувку на вході насоса	
«Відкрити» засувку на виході насоса	
«Закрити» засувку на виході насоса	
«Відкрити» вентиль на лінії рециркуляції	
«Закрити» вентиль на лінії рециркуляції	
«Включити» повітряний теплообмінник	
«Включити» нагрівач мастила в маслобаку	
«Включити» перший маслonaсос	
«Відключити» перший маслonaсос	
«Включити» другий маслonaсос	
«Відключити» другий маслonaсос	
Аварійна зупинка	
Робота від акумуляторної батареї	
Режим «Робочий»	
Режим «Резервний»	
Режим «Ремонтний»	

Продовження таблиці А2

Найменування сигналу
Агрегат пуск
Агрегат стоп
Включити робочий маслonaсос
Маслonaсос №1 робочий
Рівень мастила в маслобаку мінімальний
Рівень мастила в маслобаку максимальний

Таблиця А.3 – дискретні вихідні сигнали

Найменування сигналу
Головний двигун "Включити"
Головний двигун "Відключити"
Засувка на виході насоса "Відкрити"
Засувка на виході насоса "Закрити"
Засувка на вході в насос "Відкрити"
Засувка на вході в насос "Закрити"
Перший маслonaсос "Включити"
Перший маслonaсос "Відключити"
Другий маслonaсос "Включити"
Другий маслonaсос "Відключити"
Вентиль на лінії рециркуляції "Відкрити"
Вентиль на лінії рециркуляції "Закрити"
Повітряний теплообмінник "Включити"
Повітряний теплообмінник "Відключити"
Аварія (на БЩУ)
Попередження (на БЩУ)
Осередок в тестовому положенні
Живлення щита від ДБЖ
Режим "Робочий"
Режим "Резервний"
Режим "Ремонтний"

Продовження таблиці А.3

Найменування сигналу
Включення по АВР
Нагрівач мастила в маслобаку "Включити"
Нагрівач мастила в маслобаку "Відключити"
Резерв
Готовий до пуску (на БЩУ)
Автоматика включена (на БЩУ)
В роботі
Готовий до пуску
Автоматика включена
Аварія
Попередження



ДОДАТОК Б

Перелік параметрів та механізмів, що підлягають контролю, індикації, захисту і сигналізації

Таблиця Б.1 - Перелік параметрів та механізмів, що підлягають контролю, індикації, захисту і сигналізації

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Регістрація (архівація)	Регулювання	Позначення на схемі		Примітки
	Номінальне значення	Діапазон вимірювань							Датчик	Прилад, перетворювач	
<b>Двигун</b>											
<b>Температура</b>											
1 Підшипника з боку вільного кінця валу, °С	60	16 - 80	-	≥80	+	WL ≥75 EL ≥ 80	+	-	TE2 <sup>1)</sup>	-	ТСП309М
2 Підшипника з боку насоса, °С	60	16 - 80	-	≥ 80	+	WL ≥75 EL ≥80	+	-	TE13 <sup>1)</sup>	-	
3 Холодного повітря двигуна, °С		20 - 45	-	-	+	-	-	-	TE11 <sup>1)</sup> TE24 <sup>1)</sup>	-	ТСМ-6097
4 Гарячого повітря двигуна, °С	60	20 - 90	-	-	+	WL ≥90	+	-	TE12 <sup>1)</sup> TE25 <sup>1)</sup>	-	
5 Охолоджуючої води на вході в повітроохолоджувач двигуна, °С		5 – 33	-	-	+	-	-	-	TE6 <sup>1)</sup>	-	ТС-1088
6 Охолоджуючої води на виході з повітроохолоджувача двигуна, °С		13 - 38	-	-	+	-	-	-	TE10 <sup>1)</sup>	-	
7 Обмотки статора фази U, °С	100	16 - 115	-	≥115	+	WL ≥105 EL ≥115	+	-	TE3 <sup>1)</sup>	-	ТСМ-П
8 Обмотки статора фази V, °С	100	16 - 115	-	≥115	+	WL ≥ 105 EL ≥115	+	-	TE4 <sup>1)</sup>	-	

Продовження таблиці Б.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Регістрація (архівация)	Регулювання	Позначення на схемі		Примітки
	Номінальне значення	Діапазон вимірювань							Датчик	Прилад, перетворювач	
9 Обмотки статора фази W, °C	100	16 - 115	-	≥115	+	WL ≥105 EL ≥115	+	-	TE5 <sup>1)</sup>	-	ТСМ-П
10 Сердечника статора фази U, °C	90	16 - 100	-	-	+	-	-	-	TE7 <sup>1)</sup>	-	
11 Сердечника статора фази V, °C	90	16 - 100	-	-	+	-	-	-	TE8 <sup>1)</sup>	-	
12 Сердечника статора фази W, °C	90	16 - 100	-	-	+	-	-	-	TE9 <sup>1)</sup>	-	
<b>Тиск</b> 13 Мастила в кінці лінії двигуна, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,12 (0 - 1,2)	≥0,07 (≥0,7)	≤0,035 (≤0,35)	+	EL ≤0,35	+	-		PI14	Перетворювач тиску вимірювальний АІР- 20/М2/ДИ/160/- /12Р
<b>Вібрація</b> 14 Вібрація підшипника з боку вільного кінця вала, мм / с: - вертикальна - горизонтальна	< 4,5	0 - 18,0	-	≥11,2	+	WL ≥7,1 EL ≥11,2	+	-	ST1, ST2	-	Датчик віброшвидкості DVA 141.214
15 Вібрація підшипника з боку насоса, мм / с: - вертикальна - горизонтальна	<4,5	0 - 18,0	-	≥11,2	+	WL ≥7,1 EL ≥11,2	+	-	ST3, ST4	-	Датчик віброшвидкості DVA 141.214
16 Струм двигуна, А	548	-	-	-	+	-	+	-	-	E11	Показання на щиті

Продовження таблиці Б.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Регістрація (архівація)	Регулювання	Позначення на схемі		Примітки
	Номінальне значення	Діапазон вимірювань							Датчик	Прилад, перетворювач	
<b>Насос</b>											
<b>Температура</b>											
17 Підшипника насоса з боку двигуна, °С	60	16 - 80	-	≥ 80	+	WL ≥75 EL ≥80	+	-	TE16	-	TC-1388/B V3/2- 1/-/Pt100/ -50...+200
18 Підшипника насоса з боку вільного кінця валу, °С	60	16 - 80	-	≥ 80	+	WL ≥75 EL ≥80	+	-	TE21	-	
19 Води на вході в насос, °С	104	5 - 165	-	-	+	-	-	-	TE15	-	TC-1088/B V3/1- /Pt100/ -50...+200
20 Води в камері розвантаження ротора від осьових сил, °С	≤168	5 - 185	-	-	+	WL ≥ t <sub>вх</sub> +20°C	+	-	TE22	-	TC-1088/B V3/1- /Pt100/ -50...+200/
21 5 Верху корпусу насоса, °С		5-165	≤20 <sup>4)</sup>	-	+	WL>20 <sup>4)</sup>	+	-	TE18	-	TE19-резерв TC-1388/B V3/2- 1/-
22 6 Низу корпусу насоса, °С		5-165	≤20 <sup>4)</sup>	-	+	WL>20 <sup>4)</sup>	+	-	TE17, TE19	-	/Pt100/50...+200
23 7 Води на виході з торцевого ущільнення з боку двигуна, °С		1 - 75	-	-	+	WL ≥75	+	-	TE14	-	TC-1388/B V3/1- 1/-/Pt100/ -50...+200
24 Води на виході з торцевого ущільнення з боку вільного кінця валу,		1 - 75	-	-	+	WL ≥75	+	-	TE20	-	

Продовження таблиці Б.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Регістрація (архівация)	Регулювання	Позначення на схемі		Примітки
	Номінальне значення	Діапазон вимірювань							Датчик	Прилад, перетворюва ч	
<b>Тиск</b>											
25 Води на вході в насос, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )	0,686 (7)	0 - 0,98 (0 - 10)	> <sup>5)</sup>	< <sup>5)</sup>	+	EL < <sup>5)</sup>	+	-		PI6	АИР-20/М2/ДИ
26 Води на виході з насоса, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )	18,1 (185)	0 - 22,5 (0 - 230)	-	-	+	WL ≤8 (WL ≤80)	+	-		PI9	АИР-20/М2/ДИ
27 Води в напірному трубопроводі, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )	18,1 (185)	0 - 22,5 (0 - 230)	10 <sup>7)</sup> (100) <sup>7)</sup>	-	+	-	+			PI13	
28 Води в камері розвантаження ротора від осьових сил, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )		p <sub>вх.</sub> + 0,15 (p <sub>вх.</sub> + 1,5)	-	-	+	WL ≥ p <sub>вх.</sub> + 0,15	+	-		PI12	АИР-20/М2/ДИ <sup>1)</sup>
29 Конденсату до термобар'єр з боку двигуна, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )		0,098 - 0,588 (1 - 6)	-	-	+	-	-	-		PI5	Манометр МПЗ-У У2-10 кгс/см <sup>2</sup>
30 Конденсату до термобар'єр з боку вільного кінця валу, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )		0,098 - 0,588 (1 - 6)	-	-	+	-	-	-		PI10	Манометр МПЗ-У У2-10 кгс/см <sup>2</sup> -
31 Води в відборі від третього ступеня, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )		0 - 5,4 (0 - 55)	-	-	+	-	-	-		PI7	Манометр МПЗ-У У2-100 кгс/см <sup>2</sup>
32 7 Мастила в кінці лінії насоса, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )		0 - 0,12 (0 - 1,2)	≥ 0,07 (≥0,7)	≤0,035 (≤0,35)	+	EL ≤0,035 (EL ≤0,35)	+	-		PI11	АИР-20/М2/ДИ
33 8 Перепад тиску води на фільтрі, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )		0 - 0,035 (0 - 0,35)	-	-	+	WL ≥0,035 (WL ≥0,35)	+	-		PDIT8	АИР-20/М2/ДД

Продовження таблиці Б.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск))	Захист	Індикація	Сигналізація	Регістрація (архівация)	Регулювання	Позначення на схемі		Примітки
	Номинальне значення	Діапазон вимірювань							Датчик	Прилад, перетворювач	
<b>Вібрація</b> 34 Вібрація підшипника з боку вільного кінця валу, мм/с: - вертикальна - горизонтальна		0 - 18,0	-	$\geq 11,2$	+	WL $\geq 7,1$ EL $\geq 11,2$	+	-		ST7, ST8	Давач віброшвидкості DVA 141.214.B3H1, Lкаб=5м, с
35 Вібрація підшипника з боку двигуна, мм / с - вертикальна - горизонтальна:		0 - 18,0	-	$\geq 11,2$	+	WL $\geq 7,1$ EL $\geq 11,2$	+	-		ST5, ST6	
36 Осьове зміщення ротора насоса, мм		-2 - 0 - +2	-	$\geq \pm 1,2$	+	WL $\geq \pm 1,0$ EL $\geq \pm 1,2$	+	-	GE1	- GT1	Канал вібровимірюва льний ИКВ-1-4- 1.DS-2,L50, Lкаб=5 м
37 Подача насоса, м <sup>3</sup> /с (м <sup>3</sup> /год)		0 - 0,215 (0 - 775)	-	-	+	-	-	-	FE1a	FT1	При Q $\leq 200$ м <sup>3</sup> /ч відкрити вентиль рециркуляції. При Q $\geq 230$ м <sup>3</sup> /ч закрити вентиль рециркуляції.

Продовження таблиці Б.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Регістрація (архівація)	Регулювання	Позначення на схемі		Примітки	
	Номінальне значення	Діапазон вимірювань							Датчик	Прилад, перетворювач		
<b>Маслоустановка</b>												
38 Температура мастила в маслобаці, °С	35	5 - 70	-	-	-	-	+	-	TE23	-	<30°С включити нагрівач в маслобаці, ≥35°С відключити нагрівач	ТС- 1088/Pt 100/ - 50...+2 00 <sup>6)</sup>
39 Температура мастила після охолоджувача мастила, °С	30	5 - 50	-	-	-	WL ≥ 50	+	-	TE1	-	≤45°С включити вентилятор, ≤35°С відключити вентилятор	
40 Тиск мастила на виході з маслонасоса Н1, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,27 (0 - 2,7)	-	-	+	WL ≤ 0,18 <sup>7)</sup> (WL ≤ 1,8)	+	-	-	PIT1	АИР-20/М2/ДИ <sup>3)</sup>	
41 Тиск мастила на виході з маслонасоса Н2, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,27 (0 - 2,7)	-	-	+	WL ≤ 0,18 <sup>7)</sup> (WL ≤ 1,8)	+	-	-	PIT2		
42 Рівень мастила в маслобаці ,мм			+ <sup>8)</sup>	-	-	WL ≤ min	+	-	LE1б	LS1	Датчик-реле рівня РОС 102-111 <sup>6)</sup>	
				-	-	WL ≥ max	+	-	LE1a			
				-	-	+	-	+	-	LI1		Мірне скло <sup>1)</sup>
43 Перепад тиску мастила на фільтрі, МПа (кгс / см <sup>2</sup> )		0 - 0,035 (0 - 0,35)	-	-	+	WL ≥ 0,035 (WL ≥ 0,35)	+	-	-	PDIT3	АИР-20/М2/ДД <sup>3)</sup> .	

Продовження таблиці Б.1

1) Встановлено в двигуні.

2) Наявність витоків.

3) Поставляється комплектно з насосом.

4) Різниця температур «низу-верху» корпусу насоса

5)  $p_{\text{вх}}^1 = p_{\text{п}} + \rho \Delta h_{\text{доп}} / 104$ , де:

$p_{\text{п}}$  = тиск пружності парів, який відповідає температурі води, що перекачується, (кгс / см<sup>2</sup>),

$\Delta h_{\text{доп}}$  допустимий кавітаційний запас, рівний 15 м.

6) Поставляється комплектно з маслоустановкою.

7) При пуску маслонасоса.

8) > min але < max ..