

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

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Зав. кафедри КН  
\_\_\_\_\_ Довбиш А. С.  
\_\_\_\_\_ 2020 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**  
зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
на тему: «Система автоматизації насосного агрегата ПЕ580–185–5»  
(Дипломний проект)

Керівник проекту:  
к.т.н., доцент

В.Д. Черв'яков

Дипломник:  
студент гр. СУ-61

В.О. Стремоухов

Суми – 2020

Нор. поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Кількість екземплярів	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	2		
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4		Технічне завдання	3		
3	A4		Реферат	2		
4	A4		Пояснювальна записка	40		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
5	A2	СУ-61 6.151.16.A1	Функціональна схема автоматизації	4		
6	A4	СУ-61 6.151.16.A2	Структурна схема автоматизації	1		
7	A2	СУ-61 6.151.16.A6	Шафа для системи управління насосним агрегатом	1		
8	A4	СУ-61 6.151.16.E1	Електрична схема підключення	5		

					<i>СУ-61 6.151.16.ДП</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Стремоухов В.О.</i>			<i>Система автоматизації насосного агрегата ПЕ580-185-5</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Червяков В.Д.</i>					<i>0</i>	<i>1</i>
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ СУ-61</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

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  
Стремоухову Володимирі Олександровичу

1. Тема проекту: Система автоматизації насосного агрегату ПЕ-580-185-5

Затверджено наказом ректора університету № 0543.ІІІ від “21” квітня 2020р.

2. Термін здавання студентом закінченого проекту “ 20” травня2020 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: призначення і галузі застосування насосного агрегату ПЕ-580-185-5, технологічний алгоритм, призначення базової системи управління, склад базової системи управління, монтажна шафа, апаратура живлення програмований логічний контролер Siemens, комутаційні елементи, запуск та управління насосним агрегатом, контроль та сигналізація.

5. Перелік графічних матеріалів: 19 рисунків , 5 таблиць, 4 додатки.

## 6. Календарний план проектування

Таблиця 6.1 – Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання ТЗ. Підбір та аналіз літератури. Відбір аналогів та прототипів.	27.04.20 – 30.04.20
2	Дослідження конструктивно-технологічного алгоритму роботи насосного агрегату ПЕ-580-185-5.	01.05.20 – 07.05.20
3	Підбір засобів автоматизації.	08.05.20 – 10.05.20
4	Розробка та налагодження базової системи автоматизації.	11.05.20 – 14.05.20
5	Розробка основних схем автоматизації.	15.05.20 – 18.05.20
6	Проведення кошторису та розгляд питань щодо охорони праці.	19.05.20
7	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	20.05.20

5. Дата видачі завдання “1” 03 2020 р

Керівник проекту:

керівник проекту  
к.т.н., доцент

Черв'яков В.Д.

До виконання прийняв:

студент-дипломник  
групи СУ-61

Стемоухов В. О.

## ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизації насосного агрегату  
ПЕ-580-185-5

Розробник:  
студент гр. СУ-61

Стремоухов В.О.

Погоджено:  
керівник проекту  
к.т.н., доцент

Черв'яков В.Д.

Суми 2020

1. *Назва і галузь застосування:* система автоматизації насосного агрегату ПЕ 580-185-5: енергетика
2. *Підстави для проектування:* Наказ ректора Сумського державного університету № 0543.ІІІ від 21.04.2020;
3. *Мета і призначення проекту:* розробити основні схеми автоматизації для насосного агрегату ПЕ 580-185-5.
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:* автоматичний контроль основних параметрів агрегату та аварійне сповіщення і вимкнення системи.
6. *Умови експлуатації СК:* 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. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 20.
7. *Технічні вимоги:* ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.
8. *Економічні показники:* розрахунок економічної ефективності і виведення строків окупності після введення системи.
9. *Стадії та етапи проектування:*

Таблиця 9.1 – 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.	27.04.20 – 30.04.20
2	Дослідження конструктивно-технологічного алгоритму роботи насосного агрегату ПЕ-580-185-5.	01.05.20 – 07.05.20
3	Підбір засобів автоматизації.	08.05.20 – 10.05.20
4	Розробка та налагодження базової системи автоматизації.	27.04.20 – 30.04.20

Продовження таблиці 9.1

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
5	Розробка основних схем автоматизації.	15.05.20 – 18.05.20
6	Проведення кошторису та розгляд питань щодо охорони праці.	19.05.20
7	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації.	20.05.20

10. *Додатки:* Додаток А: Конструкторська документація.; Додаток Б: Перелік параметрів, що підлягають контролю, індикації та сигналізації

## РЕФЕРАТ

Стремоухов Володимир Олегович. Система автоматизованого керування насосним агрегатом ПЕ-580-185-5. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2020 р.

Проект містить : технічне завдання, відомість проекту, пояснювальну записку, 3 креслення. Пояснювальна записка містить 40 аркушів основного тексту, включаючи 21 рисунок та 5 таблиць, список використаних джерел інформації з 11 найменувань та 2 додатки 7 на аркушах

Насосний агрегат ПЕ-580-185-5 призначений для . У пояснювальній записці подані матеріали дослідження функціональної схеми автоматизації насосного агрегату, вибору технічних засобів автоматизації, алгоритми управління режимами роботи агрегату. Конструкторські документи подані кресленнями: СУ-61 6.151.16.А1, СУ-61 6.151.16.А2, СУ-61 6.151.16.А6, СУ-61 6.151.16.Е1.

Ключові слова: контролер, автоматизація, насосний агрегат, алгоритм, електропривод, регулятор, датчик

## РЕФЕРАТ

Стремоухов Владимир Олегович. система автоматизированного управления насосным агрегатом ПЕ-580-185-5. Дипломный проект. Сумской государственной университет. Суммы, 2020

Проект содержит техническое задание, ведомость проекта, пояснительную записку, 3 чертежа. Пояснительная записка содержит 40 листов основного текста, включая 21 рисунок и 5 таблиц, список использованных источников информации с 11 наименований и 2 приложения 7 на листах

Насосный агрегат ПЭ-580-185-5 предназначен для. В пояснительной записке представлены материалы разработки функциональной схемы автоматизации насосного агрегата, выбора технических средств автоматизации, алгоритмы управление режимами работы агрегата. Конструкторские документы поданы чертежами: СУ-61 6.151.16.А1, СУ-61 6.151.16.А2, СУ-61 6.151.16.А6, СУ-61 6.151.16.Е1.

Ключевые слова: контроллер, автоматизация, насосный агрегат, алгоритм, электропривод, регулятор, датчик.

## ABSTRACT

Stremoukhov Vladimir Olegovich. Automated system control of the pump unit PE-580-185-5. Degree project. Sumy state University. Sumy, 2020.



The project contains: terms of reference, project statement, explanatory note, 3 drawings. The explanatory note contains 40 sheets of the maintext, including 21 figures and 5 tables, a list of used sources of information with 11 names and 2 appendices 7 on sheets

The PE-580-185-5 pump unit is intended for. In the explanatory the note provides materials for the development of a functional diagram of automation pump unit, the choice of technical means of automation, algorithms control of operating modes of the unit. Design documents are submitted drawings: SU-61 6.151.16.A1, SU-61 6.151.16.A2, SU-61 6.151.16.A6. SU-61 6.151.16.E1

Keywords: controller, automation, pump unit, algorithm,  
electric drive, regulator, sensor

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 агрегату ПЕ 580-185-5

Керівник проекту:  
к.т.н., доцент

В.Д. Черв'яков

Дипломник:  
студент гр. СУ-61

В.О. Стремоухов

Суми 2020

## Зміст

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	3
ВСТУП .....	4
1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНОГО АГРЕГАТУ ПЕ-580-185-5.....	5
1.1 Призначення і галузі застосування насосного агрегату ПЕ-580-185-5 .....	5
1.2 Устрій та алгоритм роботи насосного агрегату.....	7
1.3 Вибір обладнання на підставі запропонованої функціональної схеми автоматизації.....	17
2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ.....	21
2.1 Призначення системи управління.....	21
2.2 Склад системи управління.....	21
2.3 Комутаційні елементи.....	27
3. ЗАПУСК ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ .....	31
3.1 Запуск та управління насосним агрегатом.....	31
3.2 Контроль та сигналізація .....	33
4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	37
5 ЕКОНОМІКА.....	38
ВИСНОВОК.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	40
ДОДАТОК А.....	41
Конструкторська документація.....	41
ДОДАТОК Б .....	42
Перелік параметрів, що підлягають контролю, індикації та сигналізації.....	42

					<i>СУ-61 6.151.16.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Стремouxов В.О</i>			<i>Система автоматизації насосного агрегата ПЕ580-185-5</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Чевьяков В.Д.</i>					2	40
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ СУ-61</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

НА – насосний агрегат;

ПЕ – живильний насос;

ККД - коефіцієнт корисної дії;

ТУ – технічні умови;

МН – масляний насос;

НА – насосний агрегат;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ОП – панель оператора;

БСУ – базова система управління;

СУ – система управління;

ПЗ – програмне забезпечення

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВСТУП

Теплоенергетика – це галузь енергетики, яка вивчає процеси перетворення тепла в інші види енергії. Головним негативним фактором у розвитку теплоенергетики є шкода, що завдається довкіллю в процесі своєї роботи тепловими електростанціями. Функціонування ТЕС пов'язане з викидами парникових газів, оскільки теплові електричні станції викидають величезну кількість CO<sub>2</sub>, накопичення якого в атмосфері зумовлює зміну теплового балансу планети і є причиною виникнення парникового ефекту – однією з головних екологічних проблем з якими довелось зіткнутися сучасному світу.

З кожним роком світ збільшує потребу в електроенергії, тому вирішення енергетичних проблем є важливою складовою подальшого розвитку. Зараз існує багато методів отримання електроенергії, проте одним із найдієвіших залишається електронергія отримана на ТЕС. Загальна кількість електроенергії, що виробляють ТЕС, за оцінками 2015 складає приблизно 2/3 від всієї енергії, що споживається в світі.

Однак основною проблемою ТЕС є малий ККД, що зумовлюється надлишковою затратою ресурсів на роботу елементів, що безпосередньо використовуються в процесі отримання електроенергії.

Оскільки технологічний прогрес не стоїть на місці, а системи автоматизованого керування с кожним днем стають все надійнішими та простішими в реалізації, автоматизоване управління кожним елементом ТЕС дозволить знизити надлишкові витрати, та зменшить забруднення навколишнього середовища, що зумовить зменшення власної вартості виробництва електроенергії та збільшить ККД на ТЕС.

Насосний агрегат ПЕ-580-185-5 є одним з найпоширеніших агрегатів що використовуються на сучасних ТЕС. Проте він має низький ККД. Впровадивши покращену АСУ, то ми досягнемо менших затрат води в процесі функціонування парового котла ТЕС і зменшимо власне споживання електроенергії насосним агрегатом. Використання нових АСУ дозволить точніше контролювати робочі процеси насосного агрегату, збільшить робочий ресурс насосного агрегату та забезпечить безпечніші умови праці обслуговуючому персоналу.

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

# 1 КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА НАСОСНОГО АГРЕГАТУ ПЕ-580-185-5

## 1.1 Призначення і галузі застосування насосного агрегату ПЕ-580-185-5

Насосний агрегат ПЕ-580-185-5 призначений для:

- живлення водою стаціонарних парових котлів теплоенергетичних блоків (ТЕС);
- забезпечення живильною водою з температурою до 165°C котельні і парогенераторних установок;
- забезпечення комунальних будівель гарячою та опалювальною водою;
- відведення перегрітих вод в промисловості. [1]

В нашому випадку насосний агрегат призначається для забезпечення живильною водою з температурою до 165°C котельні і парогенераторних установок.

Головним постачальником електроенергії в світі залишаються ТЕС. Теплові електростанції вирішують не тільки завдання збереження одержуваної ними енергії, але дають можливість додаткового забезпечення споживачів паром низького тиску, необхідного багатьом промисловим підприємствам, а також гарячою водою. Технологічну схему ТЕС зображено на рис. 1.1.

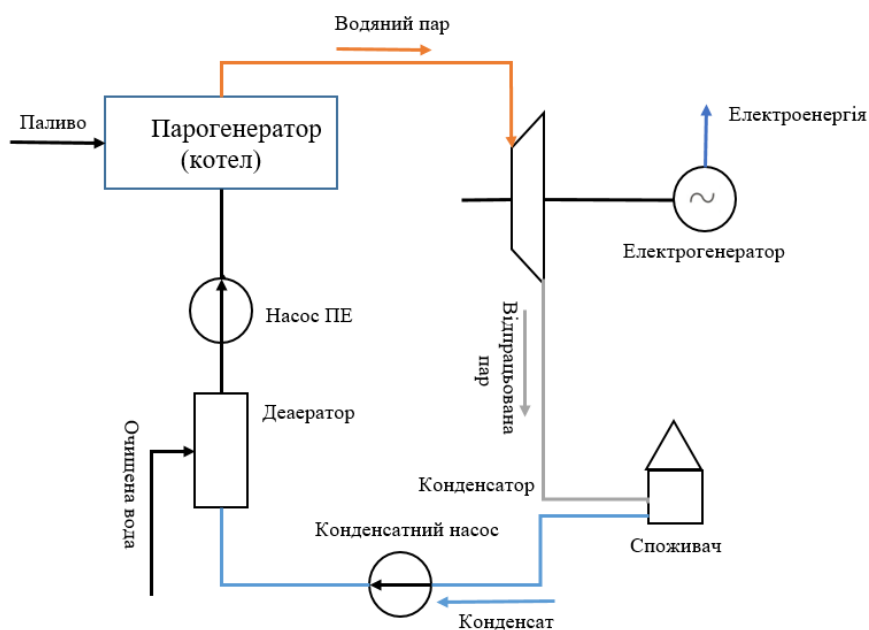


Рисунок 1.1 – Технологічна схема ТЕС

Пристроєм для виробництва водяної пари високої температури є паровий котел. При цьому тиск води, що знаходиться всередині котла в газоподібному стані, значно перевищує атмосферний. Нагрівання води відбувається в результаті виділення теплової енергії за рахунок спалювання будь-якого палива. [2]

					СЧ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незважаючи на те, що в даний час парові котли мають різну конструкцію і можуть застосовуватися, як в промислових, так і в побутових цілях, вони мають один і той же принцип роботи. Схема генерації електроенергії приведена на рис. 1.2.

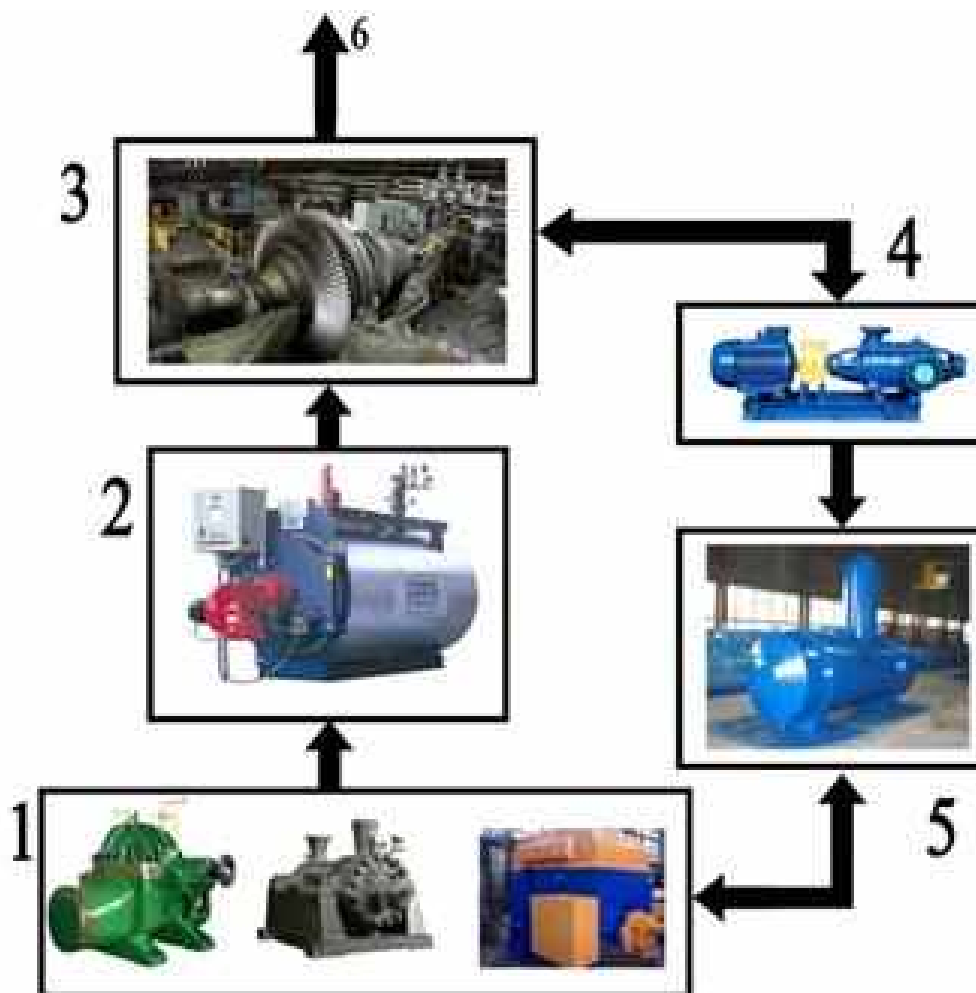


Рисунок 1.2 – Схема процесу генерації електроенергії 1 – Насосний агрегат, що складається з насоса, двигуна та маслоустановки; 2 – паровий котел; 3 – турбіна; 4 – конденсаторний насос; 5 – деаератор; 6 – вказує на подальший процес вироблення енергії.

Насоси типу АПЕ і насосні агрегати на їх основі типу ПЕ за технічними умовами ТУ У29.1-31652112-002: 2005, ТУ У29.1-31652112-003: 2005, ТУ У29.1-34933255-018: 2008, ТУ У29.1 34933255-020: 2008, ТУ У29.1-34933255-021: 2009 ТУ У29.1-34933255-019: 2009 призначені для живлення водою стаціонарних парових котлів теплоенергетичних блоків ТЕС, забезпечення живильною водою з температурою до 165°C котельень і парогенераторних установок. У даному проекті застосовується насос секційний ПЕ 580-185-5 для перекачування рідин с характеристиками, зазначеними в таблиці 1.1.

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 – Характеристика рідин для насоса ПЕ 580-185-5

Рідина	Максимальна температура рідини	Максимальний розмір і об'ємна частина твердих тіл	Діапазон густини
Вода і близькі за в'язкістю рідини	+165 °С	0,1 мм 5мг/л	750-1100кг/м <sup>3</sup>

## 1.2 Устрій та алгоритм роботи насосного агрегату



Рисунок. 1.3 – Насос ПЕ-580-185-5

Конструкція насосного агрегату ПЕ-580-185-5 зображена на рисунку 1.4, основні параметри насосного агрегату показані в таблиці 1.2.

										Арк.
										7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-61 6.151.16.ПЗ					



Таблиця 1.2 – Характеристики насоса ПЕ-580-185-5

Найменування насоса	Подача	Напір	Частота Обертання	Допустимий Кавітаційний запас	Потужність, кВт	При щільності, р,
ПЕ 580-185-5	580	2030 м	2985 об/хв	9	4350	906,5

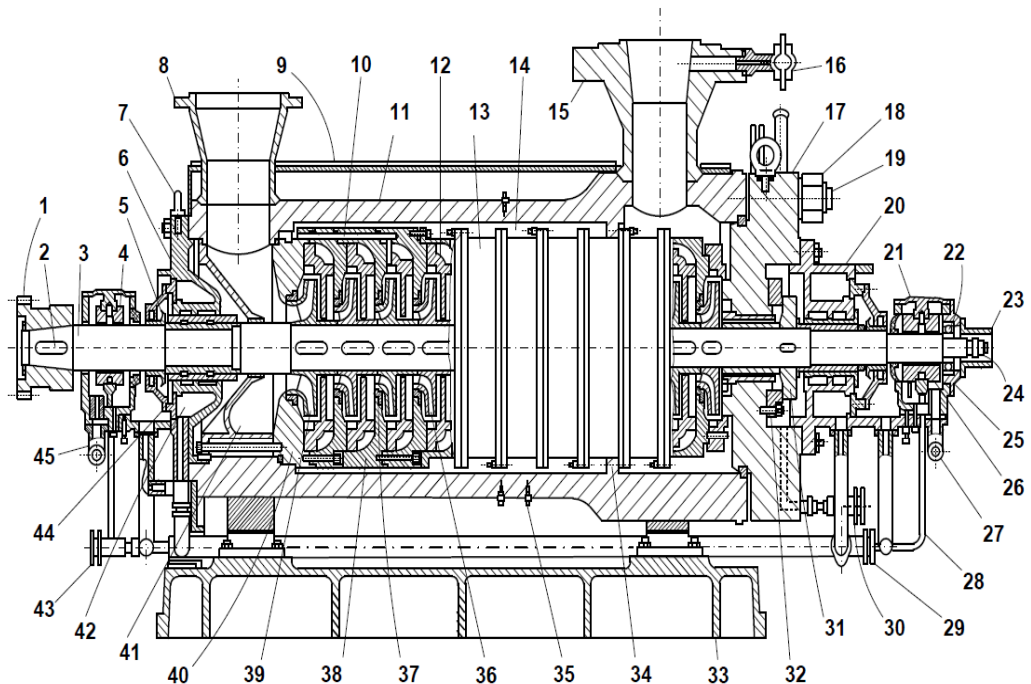


Рисунок. 1.4 – Розріз насоса ПЕ1 - ведена зубчата напівмуфта;

2 – шпонка; 3 - вал; 4 і 26 - радіальні підшипники ковзання передній і задній; 5 – водовідбійний диск; 6 і 17 - щит передній і задній; 7 - рим-болт; 8 і 15 - патрубки підвідний і напірний; 9 - кожух (термошумозахист); 10 - канал для відведення води в між корпусний простір; 11 - зовнішній корпус; 12 - направляючий апарат; 13 і 38 - секції внутрішнього корпусу; 14 – між корпусний простір; 16 - відведення на манометри; 18 - гайка, шайба плоска і пружинна; 19 - шпилька; 20 - корпус заднього кінцевого ущільнення; 21 - корпус задньої підшипникової опори; 22 - завзятий підшипник; 23 і 24 - огорожа і покажчик осьового зсуву ротора; 25 - кришка наполегливої підшипника; 27 і 45 - дренаж масла; 28 - підведення масла; 29 і 43 - колектор дренажів холодного конденсату; 30 - відведення води від гідроп'яти; 31 і 32 - розвантажувальний диск і подушка гідроп'яти; 33 - фундаментну плиту; 34 - внутрішній фланець зовнішнього корпусу (фікс-пункт внутрішнього корпусу); 35 - датчики контролю температури; 36 - робоче колесо 4-го ступеня; 37 - ущільнення; 39 - робоче колесо першого ступеня; 40 - Стикова

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-61 6.151.16.ПЗ

кришка; 41 - кришка кільцевої підводить камери; 42 - камера відведення конденсату; 44 - кришка кінцевого ущільнення.

Питома технологічна схема живильного електронасосу ПЕ-580-185-5 описана на рисунку 1.5.

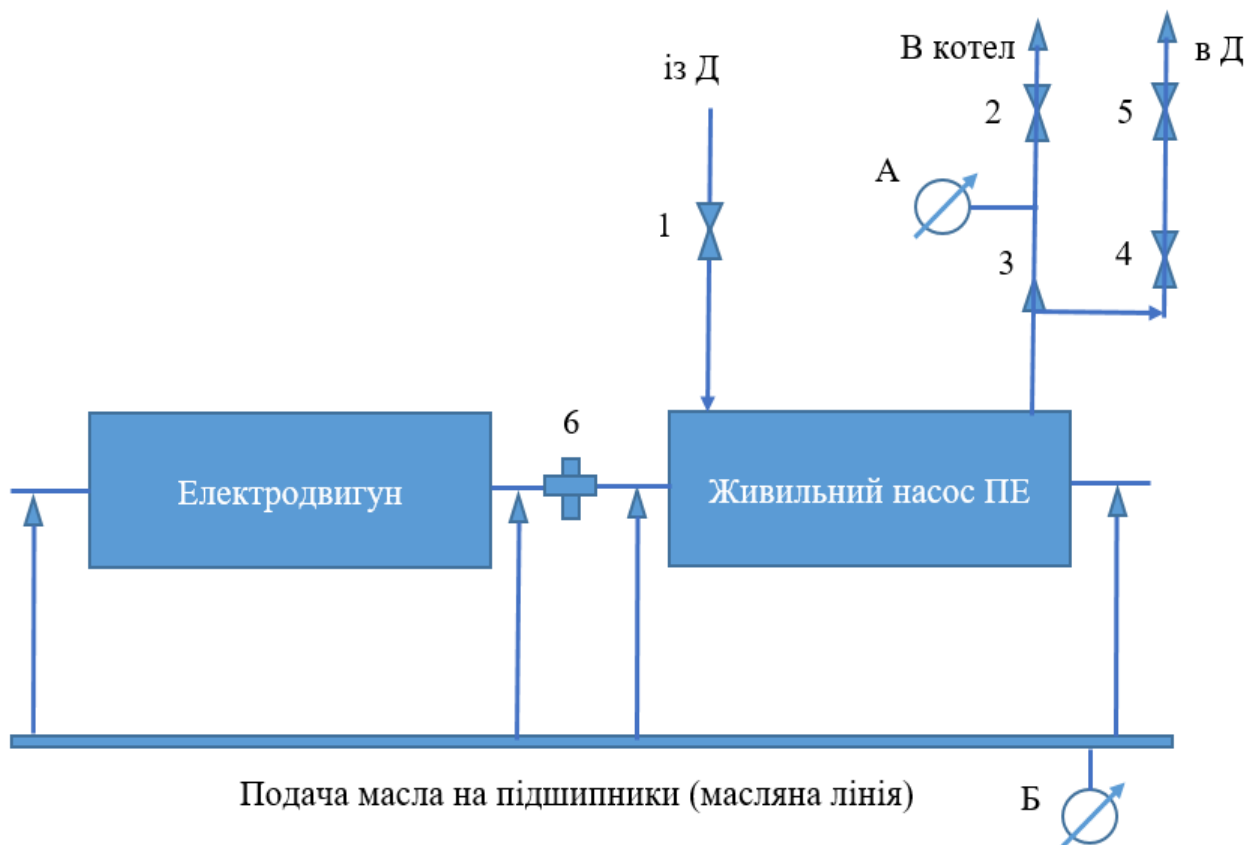


Рисунок 1.5 – Питома технологічна схема живильного електронасосу ПЕ 1 – електродвигун на всосі насоса з деаератора; 2 - електродвигун на напорі насоса; 3 - Клапан зворотний, механічний; 4 - Вентиль з ручним приводом на лінії рециркуляції в деаератор; 5 - Вентиль електрифікований на лінії рециркуляції в деаератор; 6 - сполучна муфта; А - манометр (ЕКМ-1); Б - манометр (ЕКМ-2);

Устрій управління насосним агрегатом. Підготовка агрегату до пуску повинна здійснюватися відповідно до посібників з експлуатації на насос, двигун, масляну установку, а також керівництвом по експлуатації комплексу мікропроцесорної автоматики, де вказані обсяг і послідовність виконання операцій обслуговуючим персоналом.

Перед пуском агрегату повинні бути виконані наступні умови:

- параметри агрегату, за якими передбачено захисне відключення, 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 ( $\Delta h_{доп}$ ) не більше 9 м;

резерві і наявності протитиску в напірному колекторі, засувка на виході з насоса відкрита;

- вентилі на лінії рециркуляції відкриті;

- 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 менше 40 ° С;

- забезпечена подача конденсату до термобар'єрами з тиском від 0,098 до 0,59 МПа (від 1 до 6 кгс / см<sup>2</sup>) і температурою менше 40 ° С;

- забезпечена подача охолоджувальної води на повітря-охолоджувач двигуна і масло-охолоджувач з тиском від 0,196 до 0,294 МПа (від 2 до 3 кг/с/см<sup>2</sup>) і температурою менше 33 ° С;

- насос прогрітий. Різниця температур низу-верху корпусу насоса менше 20°С.

Агрегат повинен експлуатуватися в робочому інтервалі подачі насоса від 0,072 до 0,161 м<sup>3</sup> / с (від 260 до 580 м<sup>3</sup> / ч) і в поле роботи при забезпеченні кавітаційного запасу відповідно з характеристиками.

Допускається проводити запуск на відкриту засувку на виході з насоса, при цьому подача насоса повинна знаходитися в межах робочого інтервалу. Для агрегату, що знаходиться в гарячому резерві, засувка на виході з насоса - відкрита, робочий масляний насос (МН) - включений.

При плановому пуску від команди "Пуск" повинен включитися масляний насос. Після створення тиску в кінці масляної лінії двигуна і насоса 0,07 МПа (0,7 кг/с/см<sup>2</sup>) і виконанні умов, зазначених вище, включається приводний двигун агрегату, відкривається засувка на виході з насоса при плановому пуску.

При досягненні подачі на лінії нагнітання Q 0,081 м<sup>3</sup> / с (290 м<sup>3</sup>/год) вентилі на лінії рециркуляції повинні закритися.

Під час роботи агрегату повинен проводитися контроль технологічних параметрів, зазначених в додатку А. При відхиленні параметрів від заданих значень повинна бути виконана попереджувальна сигналізація, при аварійному відхиленні - аварійна сигналізація і автоматичне відключення по захисту (див. п.3.2)

Двигун 4АЗМ (рис.1.6-1.7) виконує роботу по забезпечення потужністю насоса для подачі води в котел. Характеристики двигуна 4АЗМ (таблиця 1.3)

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.6 – Двигун 4АЗМ

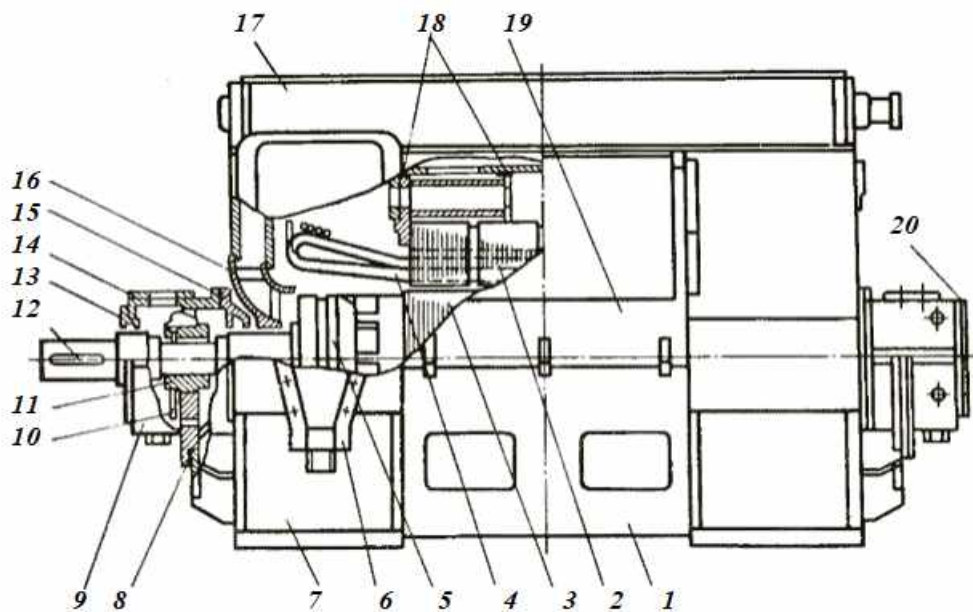


Рисунок. 1.7 – Розріз двигуна 4АЗМ1 - кожух нижній; 2 - сердечник статора; 3 - ротор; 4 - обмотка статора; 5 - вентилятор; 6 - коробка виводів; 7 - щит; 8 - прокладки металеві для регулювання осьового розбігу ротора; 9 - корпус підшипника; 10 - кільце мастильна; 11 - підшипник; 12 - шпонка; 13 - зовнішній масло-збирач; 14 - кришка підшипника; 15 - внутрішній масло-ущільнювач; 16 - щит повітря-спрямовуючий; 17 - повітряохолоджувач; 18 - прокладки ущільнювачів з губчастої гуми; 19 - кожух верхній; 20 - заглушка листів

										Арк.
										11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-61 6.151.16.ПЗ

Встановлюються в приміщеннях, навколишнє середовище яких не містить агресивних парів і газів, що руйнують конструкційні матеріали та ізоляцію двигунів. Температура охолоджуючого повітря для двигунів з розімкненим системою вентиляції не більше 40°C, температура охолоджуючої води для двигунів із замкнутою системою вентиляції не більше 30°C. Ступінь захисту двигунів від впливу навколишнього середовища - IP44 ввідного пристрою - IP55.

Таблиця 1.3 Характеристики двигуна 4АЗМ

Тип	Потужність	Напруга	Маса	Струм Статора	Ковзання	ККД	Частота Обертання
4АЗМ-5000/6000 УХЛ4	5000 В	6000Вт	10400 кг	548 В	0,6	97,5	2982 об/хв

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

- температуру на підшипниках двигуна і насоса;
- температуру масла 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 масла на фільтрі;
- рівень масла в маслобаку;
- вібрації підшипників насоса і двигуна;
- наявність витоків.

Зміна кожного параметра відразу ж фіксується відповідним давачем 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. При відхиленні параметрів від заданих значень повинна бути виконана

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

попереджувальна сигналізація, при аварійному відхиленні - аварійна сигналізація і автоматичне відключення по захисту.

За умовами компоновання обладнання великі поживні електричні агрегати забезпечуються індивідуальним агрегат електро-масляним 7НМ321 (далі маслоустановкою(рис.1.8)), який служить для забезпечення змащення підшипників, зубчастих муфт, наповнення гідромуфти. Для піногасіння і зменшення утворення емульсій в маслі рекомендується застосовувати антипінну присадку ПМС-200А в концентрації 0,001 - 0,003% і деемульсуючу присадку діпроксамін 157 з масовим вмістом 0,01%.



Рис.1.8 – Агрегат електро-масляний 7НМ321

Для насосних агрегатів (НА) без гідромуфти, що поставляються АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» на об'єкти теплових і атомних електростанцій з примусовою змазкою підшипникових вузлів, до теперішнього часу використовувалися масляні установки в традиційному виконанні: окремо стоять на фундаментах маслобак, масляні насоси об'ємного (шестерневого) типу, водомасляний охолоджувач, маслофільтри, зворотні клапани, арматура, фланці, кріплення

Багаторічний досвід експлуатації таких масляних установок, що виникли в останні роки підвищені вимоги до них з точки зору екологічної безпеки (тиск охолоджувальної води в теплообмінних апаратах повинен перевищувати тиск в системі мастила), необхідність зниження витрат по їх обслуговуванню, а також вимоги до насосних агрегатів вимагали певних конструктивних і технічних рішень. Параметри маслоустановки описані в таблиці 1.3.

Перераховані проблеми були вирішені фахівцями ВАТ «ВНДІАЕН» і АТ «Сумський завод «Насосенергомаш» при модернізації масляних установок, які тепер мають ряд істотних переваг, а саме:

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- масляні установки випускаються в стані заводської готовності: всі елементи масляної установки змонтовані на маслобаку і обв'язані трубопроводами; в масляній установці передбачені два фланцевих під'єднання: подачі масла в напірний трубопровід і зливу масла з підшипникових вузлів .

Таблиця 1.4 – Параметри маслоустановки

Найменування показника	Величина показника
Подача, м <sup>3</sup> /с(м <sup>3</sup> /год)	0,0016 (5,6)
Діапазон зміни подач, м <sup>3</sup> /с(м <sup>3</sup> /год)	0,0007 ... 0,0026 (2,5 ... 9,5)
Тиск масла в кінці масляної лінії насосного агрегату, Мпа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,07 ... 0,12 (0,7 ... 1,2)
Тип мастила	масло турбінне Тп 22 ГОСТ 9972 або масло турбінне Тп 22С ТУ 38 101 821
Температура масла в маслобаку, °С	30 ... 60
Обсяг масла, що заливається в маслобак, м <sup>3</sup>	0,42
Двигун маслонасоса потужність, кВт напруга, В частота обертання (синхр.), з 1 (об / хв)	2.2 380 50(3000)
Двигун вентилятора потужність, кВт напруга, В частота обертання (синхр.), з 1 (об / хв)	1.5 380 1500
Маса маслоустановки, кг	750

- в якості робочого і резервного масляних насосів використовуються вертикальні відцентрові насоси, вбудовані в маслобак і занурені в масло

(двигуни масляних насосів розташовуються на кришці маслобака); в масляних насосів відсутні і виключений зовнішній витік масла на фундамент, що має місце при роботі шестеренних насосів (через торцеве ущільнення), що стоять на окремому фундаменті;

- через відсутність елементи які труться між собою в відцентрових насосах їх міжремонтний строк істотно підвищено: як показує більш ніж десятирічний досвід їх експлуатації в різних насосних агрегатах, ніяких недоліків в роботі масляних насосів не було виявлено; конструктивне виконання агрегат електро-масляний 7НМ321 (рис.1.9)

					СЧ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- застосування відцентрових насосів з пологою («м'якою») характеристикою виключає збільшення тиску в маслосистемі при роботі на холодному маслі, що має місце в разі використання шестеренних насосів; з цієї причини виключається можливість попадання масла в статор двигуна і необхідність в байпасній лінії від напірного колектора масла для регулювання тиску в системі мастила в залежності від температури масла;

- замість водомасляних трубчастих теплообмінників застосований теплообмінник з примусовим повітряним охолодженням за допомогою вентилятора від електродвигуна, що входить в його комплект; це виключає потребу в охолоджуючій воді з усіма наслідками, що впливають від її застосування і, що дуже важливо, дозволяє автоматизувати процес підтримки температури мастила в заданих межах: при температурі мастила на виході з теплообмінника + 45 ° С вентилятор включається, при + 35 ° С вимикається;

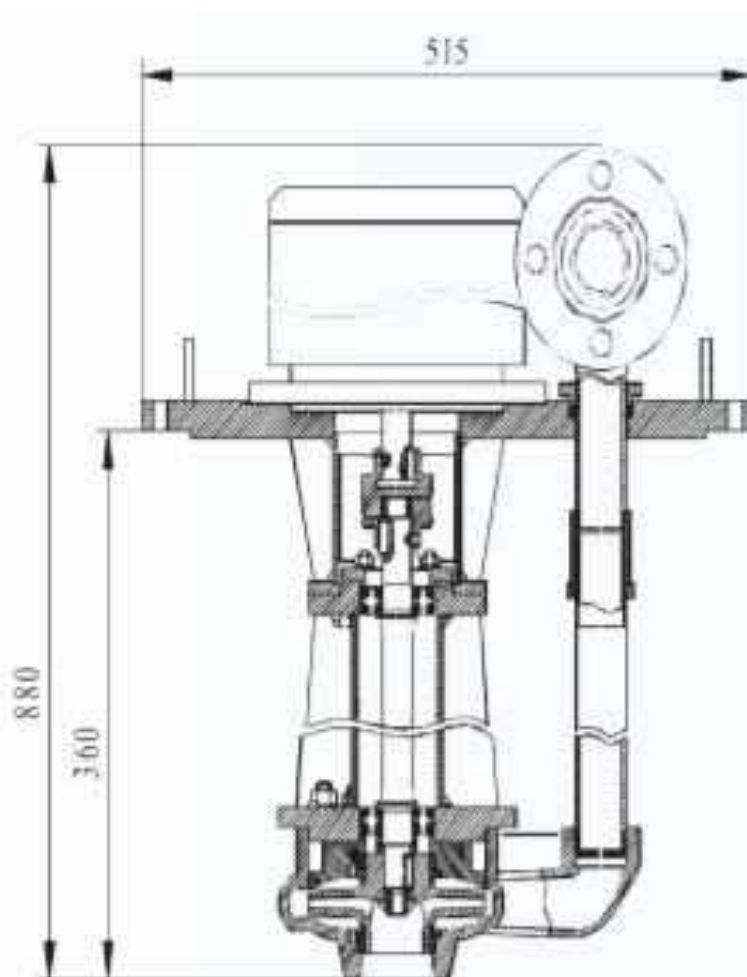


Рисунок 1.9 – Агрегат електро-масляний 7HM321

- охолоджуюча здатність прийнятого в установці теплообмінника АС LN8S/1.0/F/B/1 фірми HYDAC еквівалентна 9 кВт втрат потужності в

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-61 6.151.16.ПЗ				



підшипникових вузлах; при необхідності збільшення охолоджуючої здатності буде потрібно застосування іншого габариту теплообмінника;

- передбачений підігрів масла в маслобаку до  $+ 30^{\circ} \text{C}$  за допомогою вбудованого т\ена потужністю 5 кВт;

- в маслоустановці передбачена установка двох фільтрів (робочого та резервного) сітчастого типу з тонкістю фільтрації 40 мікрон (на вимогу замовника номінальна тонкість фільтрації може бути зменшена); перемикання з робочого на резервний, як і заміна фільтрів, допускається виконувати без зупинки насосного агрегату;

- в баку передбачені візуальний і електричний способи виміру рівня масла, а також електричний спосіб виміру температури масла;

- зворотні клапани і кульові крани виконані в сталевому виконанні. [3]

Принцип роботи маслоустановки зображений на (рис. 1.10)

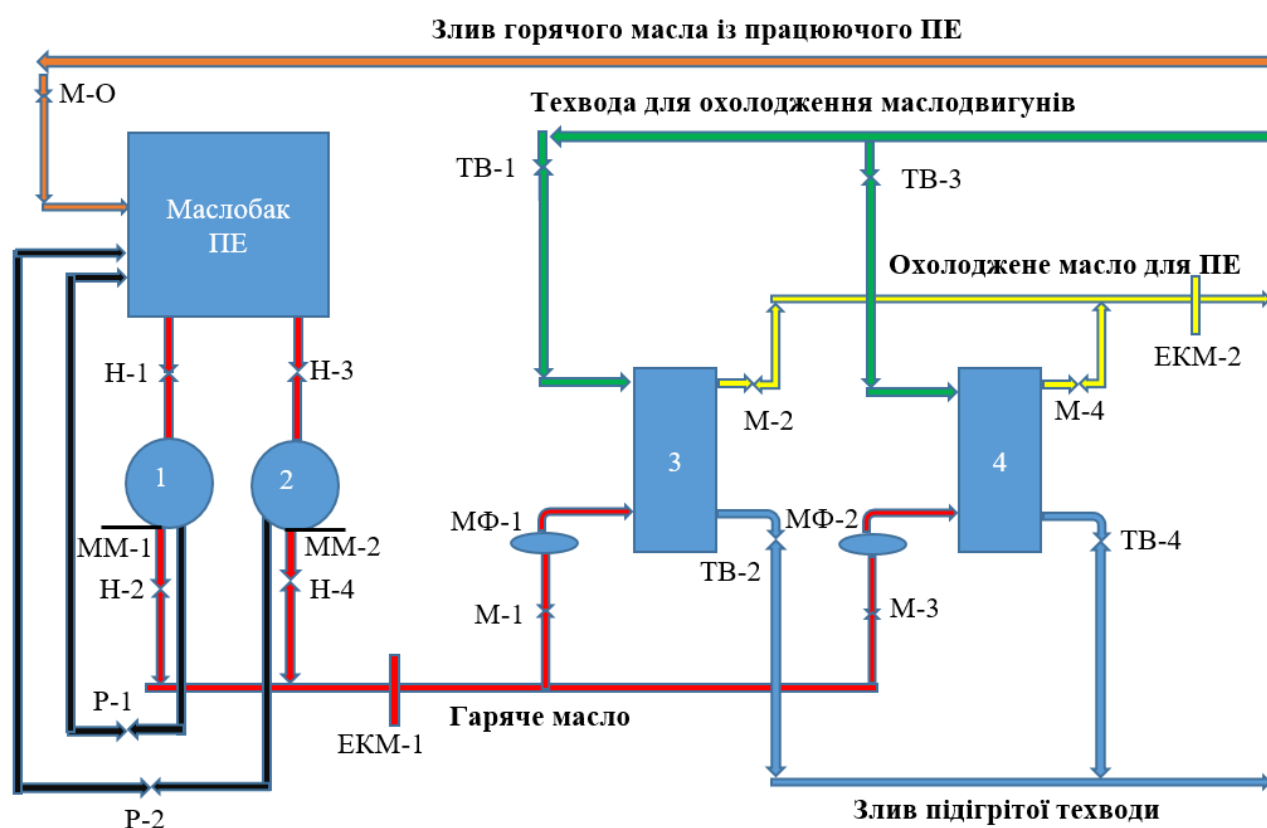


Рисунок 1.10 – Принцип роботи масляної установки: 1, 2 – маслonaсоси системи змащування; 3, 4 – маслоохолоджувачі, кожух; ММ-1, 2 – манометри, Р-1, 2 - вентилі на лінії рециркуляції маслonaсосу; ЕКМ-1, 2 - електроконтактні манометри; МФ-1, 2 - маслoфільтри, два на один маслоохолоджувач.

### 1.3 Вибір обладнання на підставі запропонованої функціональної схеми автоматизації

Для збору інформації про контрольовані параметри використовуються датчики. Для вимірювання кожного параметра існує певний тип датчика. Для тиску це датчик тиску, для температури - термодавач і т.п.

В основі роботи будь-яких температурних давачів, що використовуються в системах автоматичного управління, лежить принцип перетворення вимірюваної температури в електричну величину. Це обумовлено наступними перевагами електричних вимірювань: електричні величини зручно передавати на відстань, причому передача здійснюється з високою швидкістю; електричні величини 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 ТС. Принцип дії ТС заснований на залежності опору чутливого елемента термоперетворювача від температури.

Зазвичай, залежно від завдання використовують дві основні групи таких датчиків - мідний і платиновий. Мідні термоперетворювачі (ТСМ) призначені для вимірювання температури в діапазоні від  $-50$  до  $+180$  °С, платинові (ТОП) мають більш широкий діапазон: від  $-200$  до  $+600$  °С.

У промисловому застосуванні термометри опору Pt100(рис.1.11) зазвичай використовуються як вимірювальна вставка, яка встановлюється в сполучній головці і відповідному захисному фітингу.



Рисунок 1.11 – Термометр опору Pt-100

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Особливості термометра Pt100:

- Матеріалом є платина з опором 100 Ом при температурі 0 ° С
- Платина має позитивний коефіцієнт залежності опору від температури; з ростом температури зростає опір
- Зміна опору від температури (лінійний к-т): 0,39 Ом / 1 ° С
- Основною відмінністю є довгострокова стабільність в порівнянні з іншими методами вимірювання температури, за рік не гірше, ніж 0,2 Ом/0°С.

Для вимірювання тиску зручно використовувати датчики тиску типу АИР.

Мікропроцесорні 8-діапазонні датчики тиску призначені для безперервного перетворення абсолютного тиску, надлишкового тиску, надлишкового тиску-розрідження, диференціального тиску, гідростатичного тиску в уніфікований вихідний струмовий сигнал 0 ... 5 мА або 4 ... 20 мА. Також в приладі реалізований подвійний комбінований струмовий вихід 0 ... 5/4 ... 20 мА. В нашому випадку використаний датчик АИР-10L(рис 1.12).



Рисунок 1.12 – Датчик АИР-10L

Давачі мають вбудований світлодіодний індикатор (СД) або рідкокристалічний (РК) індикатор з підсвічуванням. Для зручності візуалізації індикатор має кут обертання ± 180 °, корпус - 270 °.

					СЧ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Давачі оснащені сучасними тензорезистивними сенсорами з металевими і керамічними мембранами. Тензорезистивні сенсори з металевою розділювальною мембраною з нержавіючої сталі 316L, мають високу переважувальну здатність до 300% від верхньої межі вимірювань. Застосовані в датчиках керамічні сенсори мають високу стійкість до переважань (до 600%) і особливо високою стійкістю до агресивних середовищ.

Для густих і швидко застигаючих середовищ застосовуються сенсори с відкритою мембраною з нержавіючої сталі або з кераміки.

Датчики мають високу перешкодозахищеність - група по EMC-I-A(B).

#### Основні характеристики

- Верхні межі вимірювань:
- абсолютний тиск (ТА) - 1,0 кПа ... 6,0
- надлишковий тиск (ТН) - 0,16 кПа ... 60 МПа;
- тиск-розрідження (ТР) - 0,4 кПа ... 100 кПа;
- надлишковий тиск-розрідження (ТНР) -  $\pm 0,3$  кПа ... (-0,1 ... + 2,4) МПа;
- диференціальний тиск (ТД) - 0,063 кПа ... 16 МПа;
- гідростатичний тиск (ТГ) (фланцеві) - 1,6 кПа ... 250 кПа;
- гідростатичний тиск (ТГ) (заглибні) - 1 кПа ... 250 кПа;
- Глибина переналаштування діапазонів - 25: 1;
- Вихідний сигнал - 4 ... 20мА; 4 ... 20мА або 0 ... 5мА; 0 ... 5/4 ... 20мА одночасно;
- Конфігурація - мікроперемикачі, ПО;
- Функція витягання квадратного кореня; • Похибка - від  $\pm 0,1\%$ ;
- Кліматичні виконання - С2 (-40 ... + 70 ° С, -55 ... + 70 ° С), С3 (-10 ... + 70 ° С, -25 ... + 70 ° С, - 10 ... + 60 ° С, -25 ... + 60 ° С);
- пиловолого захисту - IP65, IP54;
- Варіанти виконання - загально, «Ex» (ExIІСТ6 X), «Exd» (1ExdIІСТ6), кисневе, ;
- Індикація - ЖК з підсвічуванням, СД (з можливістю повороту на 180 °);
- Обертання корпусу на  $\pm 135$  °;
- Електромагнітна сумісність (EMC) - IV-A;

										Арк.
										19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-61 6.151.16.ПЗ

Для визначення вібрації в рішенні нашої задачі використовується датчик типу AV02(рис1.13)

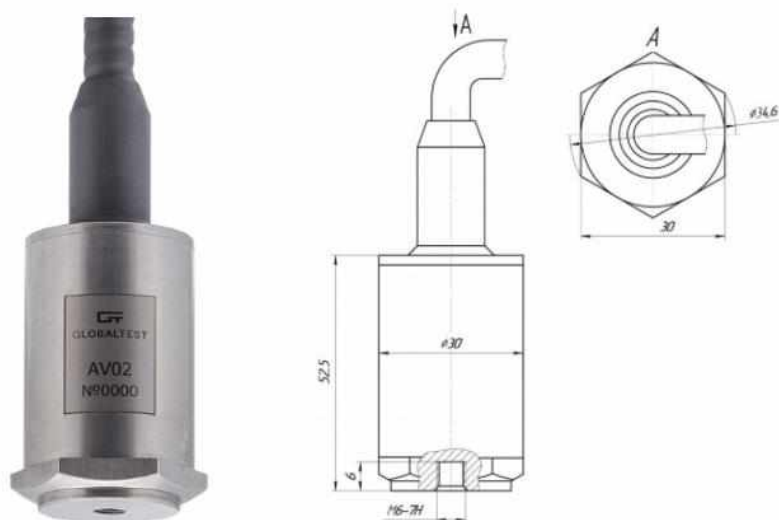


Рисунок 1.13 – Перетворювач віброшвидкості AV02

Перетворювач віброшвидкості AV02 (далі по тексті - датчик) призначений для перетворення механічних коливань контрольованого об'єкта в електричний сигнал, пропорційний середньому квадратичному значенню (далі по тексті - СКЗ) віброшвидкості механічної системи. Датчик може застосовуватися в системах технічної діагностики і моніторингу в різних галузях промисловості для вимірювань віброшвидкості, а також в лабораторних і наукових дослідженнях. Опис кошти вимірів Принцип дії датчика заснований на генерації електричного сигналу, пропорційного впливає віброшвидкості. Датчик складається з вимірювального каналу, що містить п'єзокерамічний чутливий елемент, що працює по «зсувної» схемою, вбудований електронний підсилювач напруги, що забезпечує перетворення середнього квадратичного значення (СКЗ) віброшвидкості в пропорційний струмовий сигнал. Знімання сигналу з датчика виробляється за допомогою вбудованого нероз'ємного кабелю, довжиною до 500 м. Кріплення датчика до об'єкта випробування проводиться шпилькою М6'12 або гвинтом М6'55.

Робочі умови експлуатації:

- температура навколишнього повітря від мінус 40 до плюс 80 ° С;
- відносна вологість повітря до 95% при 35 ° С і більш низьких температурах, без конденсації вологи;
- змінне магнітне поле з напруженістю до 400 А/хв частотою 50 Гц.

Оскільки під час роботи двигуна та насоса виділяється тепло і вода яку транспортує насос може досягати температури в 165°С, насосний агрегат може перегрітися, тому потрібна система для охолодження агрегату. Функцію охолодження бере на себе масляна установка(рис 1.10).

					СЧ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2 РОЗРОБКА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ

### 2.1 Призначення системи управління

Система управління насосним агрегатом – призначена для налагодження програмного забезпечення (далі ПЗ) систем управління (далі СУ) насосними агрегатами (далі НА) на місці розробки програми і скорочення часу розробки і налагодження ПЗ. СУ знаходиться в щиті управління насосним агрегатом (далі ЩУНА-1).

ЩУНА-1 дозволяє проводити не віртуальну, а натурну симуляцію ПЗ, що підвищує якість і надійність розроблюваного ПЗ, знижує ймовірність відмов обладнання.

ЩУНА-1 також призначений для управління роботою випробувальних стендів, в т. ч. Для:

- збору та обробки даних про стан обладнання стенду;
- збору та обробки даних з датчиків технологічних параметрів випробувального стенду;
- видачі керуючих сигналів;
- відображення інформації про стан обладнання стенду;
- відображення інформації про поточні значення технологічних параметрів.

ЩУНА-1 також дозволяє навчати персонал програмування промислових логічних контролерів (далі ПЛК), панелей оператора (далі ОП) з можливістю натурної налагодження розроблюваного ПЗ.

### 2.2 Склад системи управління

ЩУНА-1 включає до свого складу такі основні елементи:

- монтажна шафа;
- апаратура живлення;
- модуль ПЛК Siemens;
- комутатор;
- комунікаційний модуль;
- модулі вводу-виводу сигналів;
- пристрої введення та відображення інформації;

					<i>СУ-61 6.151.16.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- модуль інтерфейсної мережі PROFIBUS

PROFIBUS - це двожильний промисловий стандарт зв'язку (fieldbus), який дозволяє таким компонентам, як давачі, пускачі та контролери, обмінюватись значеннями технологічних процесів і досягати автоматизації повноцінного процесу. Це найпоширеніша польова шина з більш ніж 50 мільйонами встановлених пристроїв.[4]

Він був стандартизований як IEC 61158 і доступний у всьому світі. PROFIBUS широко застосовується в галузі промислової автоматизації. Тисячі різних товарів, пропоновані сотнями постачальників, служать міцною основою для використання PROFIBUS для кожного застосування автоматизації.

PROFIBUS DP забезпечує швидку передачу даних та низькі витрати на встановлення. Він позначений як стандарт PROFIBUS для автоматизації виробництва. PROFIBUS PA призначений для автоматизації процесів для заміни додатків 4-20 мА та HART. Дані та потужність модулюються на обох провідниках, і це дає можливість для безпечного застосування.[5]

HD67605 - це конвертер SLAVE PROFINET / PROFIBUS, який дозволяє підключити мережу PROFINET (наприклад, плату SIEMENS ...) з основною мережею PROFIBUS для обміну інформацією між мережами. Схема підключення перетворювача HD67604 зображена на рис. 2.1

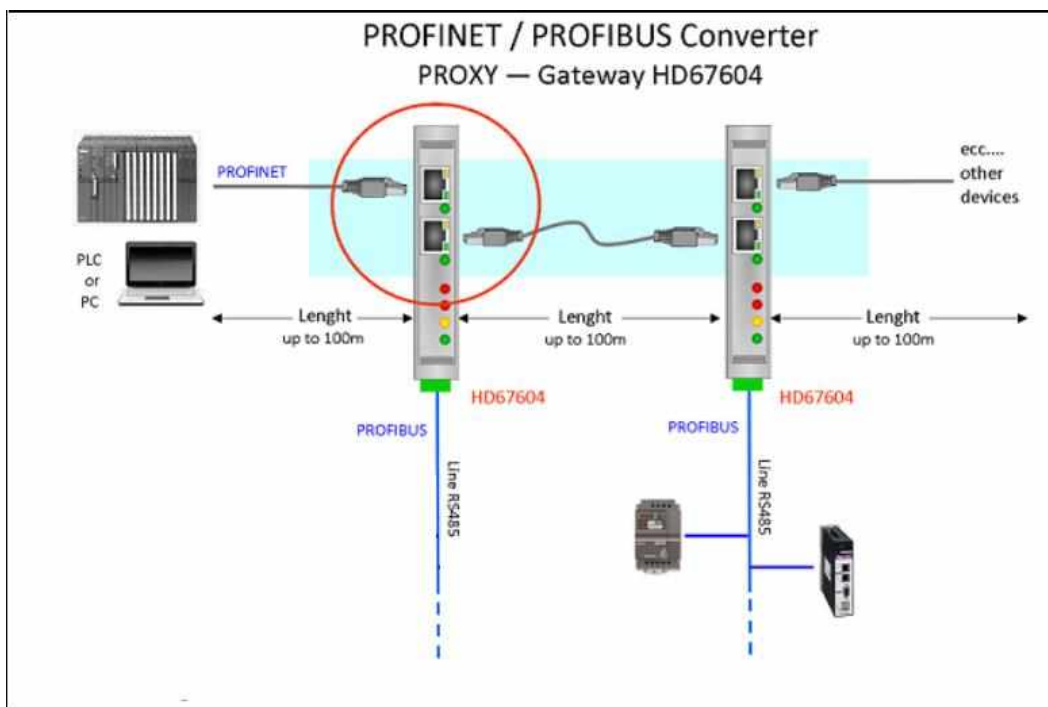


Рис.2.1 – Схема підключення перетворювача HD67604

Модулі вводу-виводу мають широкий діапазон як аналогових, так і цифрових, включаючи модулі дискретного введення, дискретного виводу,

дискретні комбіновані модулі введення-виведення, модулі аналогового вводу, аналогового виведення і аналогові комбіновані модулі введення-виведення для забезпечення будь-яких потреб в дискретної або безперервній обробці.

Модулі мережевого зв'язку дозволяють контролеру фігурувати в декількох стандартних мережах. Модуль Profibus підтримує високошвидкісну передачу даних - до 12Мбіт / с.

Всі модулі розташовані в шафі для збору та передачі сигналів від системи керування до контролера.[6]

Основні робочі параметри перетворювача HD67604 вказані в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика перетворювача HD67604

Назва	HD67604-A1
Порти	1xPROFIBUS; 2xEthernet
PROFIBUS протокол	PROFIBUS Master
Ethernet протокол	PROFINET
Швидкість передачі даних PROFINET	до 6 Мб/с
Швидкість передачі даних PROFINET	10/100 Base-T Autosensing
PROFIBUS роз'єм	D-SUB9 Female
PROFIBUS роз'єм	RJ45
Блок живлення	Змінний струм 8..24 Гц Постійний струм 12..35 Гц
Робоча температура	-40° до +85°С (-40°F до +185°F)
Розмір	120x23x107
Вага	200г
Механічне кріплення	35мм монтажна плата DIN
Програмне забезпечення	SW67604

Шафи автоматики виконані відповідно до міжнародного стандарту МЕК 529 (для забезпечення ступеня захисту IP55) та сертифіковані за міжнародним стандартом ISO 9001: 2000. Найширша гама типорозмірів шаф автоматики даного виробника дозволяє вирішувати завдання автоматизації будь-якого рівня складності.

Монтажна шафа призначена для установки в неї електротехнічних елементів ЩУНА-1. Габаритні розміри шафи - 1000x800x300 мм. Основні елементи ЩУНА-1 змонтовані на DIN-рейках, які прикріплені до монтажної панелі шафи.

Шафа являє собою суцільнозварний каркас з навісний дверима, що має два ребра жорсткості і закриваються на замок з зубчастим механізмом і тягами з

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



фіксацією в трьох точках. Шафа виготовлена з листової сталі товщиною 1,8 мм. Шафи обладнані монтажною оцинкованою панеллю товщиною 2,5 мм з елементами заземлення. Шафа пофарбована порошковою поліестерепоксидною фарбою.

Шафа виготовлена відповідно до ТУ У 27.1-23525886-004 діє до: 2013 зі ступенем захисту IP 55 по ГОСТ 14254-96. Шафа кріпиться на стіну за допомогою кронштейнів. Креслення шафи ЩУНА-1 зображено на кресленні СУ-61 6.151.16.А6



Рисунок 2.2 – Шафа збору та передачі даних

Для забезпечення роботи ЩУНА-1 до блоку живлення (далі БП) повинна бути підведена лінія мережі живлення (220 В, 50 Гц). До апаратури живлення ЩУНА-1 відносяться:

- стабілізований БЖ 24V / 10А;
- ввідний двополісний автоматичний вимикач 16А - 1 шт .;
- однополісні автоматичні вимикачі 6А - 4 шт.

Виходу БП з'єднані з одноярусними Клемники ХN, ХL, які призначені для розмноження сигналу живлення 24V. З зазначених клемників напруга живлення 24V через однополісні автоматичні вимикачі подається на всі пристрої ЩУНА-1.

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

СУ-61 6.151.16.ПЗ

На одній DIN-рейці з БП, автоматичними вимикачами, клемники XN, XL встановлено також одноярусний клемник заземлення XPE, призначений для заземлення пристроїв ЩУНА-1.

Виконання програми здійснює програмований логічний контролер (далі ПЛК).

ЩУНА-1 побудований на базі ПЛК SIMATIC S7-1200, CPU 1214 фірми Siemens. Напруга живлення ПЛК + 24 В постійного струму, ПЛК має 14 вбудованих цифрових входів, 10 вбудованих цифрових виходів, 2 вбудованих аналогових входу.

У нашій системі був використаний ПЛК SIMATIC S7-1200 з центральним процесором CPU 1214C. Хто має характеристики, зазначені на таблиці 2.2. Програмовані контролери S7-1200 мають компактні пластикові корпусу із ступенем захисту IP20, можуть монтуватися на стандартну 35 мм профільну шину DIN або на монтажну плату і працюють в діапазоні температур 0 ... 50 ° С або -20 .. .60 ° С. Вони здатні обслуговувати від 10 до 284 дискретних і від 2 до 51 аналогового каналу введення-виведення. При однакових з S7-200 конфігураціях введення-виведення контролер S7-1200 займає на 35% менший монтажний обсяг.

ПЛК Siemens SIMATIC S7-1200 (рис 2.3) - це нове сімейство мікроконтролерів Siemens для вирішення найрізноманітніших базових задач в машинобудуванні та інших галузях промисловості.

Таблиця 2.2 – Характеристики процесора CPU 1214C

Центральний процесор	CPU 1214C
Вбудована завантажувана пам'ять	4 Мб
Вбудована робоча пам'ять	Картою пам'яти ємністю до 24 Мбайт
Розширення	75 КБ
Адресний простір вводу-виводу, не більше	1024 байт на вхід/ 1024 байт на вихід
Інтерфейс Ethernet	1xRJ45, 10/100Мбіт/с
Вбудовані входи і виходи	2AI+14DI+10DO
Фізична кількість каналів DI/DO в центральній стійці, не більше	146 / 142
Фізична кількість каналів AI/AO в центральній стійці, не більше	67 / 33
Розміри, ШxВxГ, мм	110 x 100 x 75

Контролери SIMATIC S7-1200 мають модульну структуру і універсальне призначення. До складу системи входять центральні процесори трьох типів

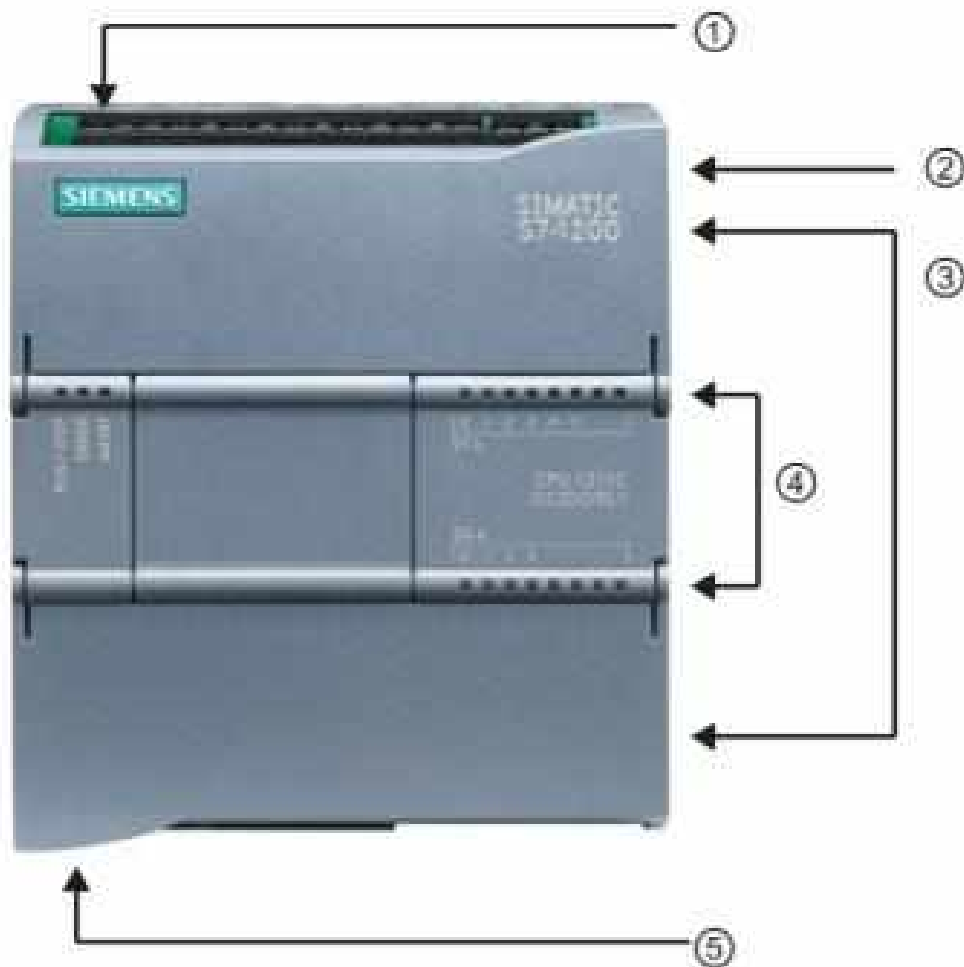


Рисунок 2.3 ПЛК Simatic S7-1200. 1 – роз’єм живлення, 2 – слот для картки пам’яті під верхніми дверима, 3 – змінні роз’єми проводів користувача(за дверима), 4 – світлодіоди стану для вбудованого вводу-виводу, 5 – роз’єм PROFINET (внизу процесора).

Контролери здатні працювати в режимі реального, можуть використовуватися для побудови відносно простих вузлів локальної автоматики або вузлів комплексних систем автоматичного управління, що підтримують інтенсивний комунікаційний обмін даними через мережі Industrial Ethernet / PROFINET, а також PtP (Point-to-Point) з’єднання. Програмовані контролери S7-1200 мають компактні пластикові корпусу із ступенем захисту IP20, можуть монтуватися на стандартну 35 мм профільну шину DIN або на монтажну плату і працюють в діапазоні температур від 0 до +50 С. ПЛК Siemens SIMATIC S7-1200 застосовуються в очисних або насосних спорудах, системах пожежної безпеки, для керування кондиціонуванням і освітленням, верстатами в текстильній і металообробній промисловості і для виконання багатьох інших завдань.



Рисунок 2.4 – Панель управління SIMATIC S7-1200

Для введення сигналів з датчиків вібрації в СУ застосовується 1 модуль аналогового введення AI 8x RTD / TC HF для двопровідних датчиків; з датчиків витоку - 1 модуль AI 4x RTD / TC HF для 2-, 3-, 4-дротяних датчиків; модуля AI 4x RTD / TC HF.

Для виведення аналогових сигналів застосовуються 2 модуля АО 4x U / I ST.

Для введення дискретних сигналів з панелі оператора, кнопок на двері шафи управління і датчиків використані 2 модуля DI 16x = 24 В ST.

Для виведення дискретних сигналів на виконавчі механізми НА, а також сигналів сигналізації (на світлосигнальну арматуру ША) використані 2 модуля DQ 16x = 24 В / 0.5 А ST. [7]

### 2.3 Комутаційні елементи

Мережевий комутатор - пристрій, призначений для з'єднання декількох вузлів комп'ютерної мережі в межах одного або декількох сегментів мережі. Комутатор працює на каналному (другому) рівні моделі OSI. Комутатори були розроблені з використанням мостових технологій і часто розглядаються як багатопортові мости. Для з'єднання декількох мереж на основі мережевого рівня служать маршрутизатори.

Комутатор зберігає в пам'яті таблицю комутації, в якій вказується відповідність MAC-адреси вузла порту комутатора. При включенні комутатора

										Арк.
										27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ця таблиця порожня, і він працює в режимі навчання. В цьому режимі надходять на якийсь порт дані передаються на всі інші порти комутатора. При цьому комутатор аналізує фрейми (кадри) і, визначивши MAC-адресу хоста-відправника, заносить його в таблицю на деякий час. Згодом, якщо на один з портів комутатора надійде кадр, призначений для хоста, MAC-адресу якого вже є в таблиці, то цей кадр буде переданий тільки через порт, зазначений у таблиці. Якщо MAC-адресу хоста-одержувача не асоційований з яким-небудь портом комутатора, то кадр буде відправлений на всі порти, за винятком того порту, з якого він був отриманий. Згодом комутатор будує таблицю для всіх активних MAC-адрес, в результаті трафік локалізується. У нашому випадку використовується комутатор CSM1277, оскільки він має 4 порти Ethernet.

Клемна колодка - електроустановочний виріб, призначене для з'єднання проводів. Являє собою пару (або більше) металевих контактів з вузлами кріплення до них проводів в діелектричному корпусі.

Панель оператора (ОП) - пристрій відображення інформації, призначені для вирішення базових завдань оперативного управління і моніторингу на рівні окремо взятих машин і установок промислового виробництва. У нашому випадку використовується SIMATIC HMI моделі KTP700. Даний інтерфейс має кольоровий, сенсорний екран з роздільною здатністю 800x480 і 10мб вбудованої пам'яті.

Реле - пристрій, призначений для замикання і розмикання різних ділянок електричного кола при заданих зміни електричних або неелектричних параметрів. Реле призначається для того, щоб при деяких умовах замикати або ж розмикати електричний ланцюг. Пристрій контролює подачу напруги до робочих приладів, які споживають енергію. Також реле використовується для захисту від високих напруг. Всі моделі даної серії мають наступні характеристики, що вигідно відрізняють їх від аналогічних виробів інших виробників, представлених на ринку:

- невеликий пластиковий корпус зі ступенем захисту IP20;
- світлодіоди індикації стану і помилок в роботі контролера;
- хороший доступ до керуючих елементів і клем приєднання, які захищені пластиковими дверцятами;
- знімні блоки з контактами під гвинт для підключення зовнішніх електричних ланцюгів забезпечують швидке підключення модулів;
- монтуються на стандартну профільну шину DIN або на вертикальну плоску поверхню;
- повністю відповідають всім міжнародним стандартам.

Процесори S7-1200 оснащені вбудованим інтерфейсом Ethernet. Для організації обміну даними застосовуються різні транспортні протоколи, в тому числі TCP / IP. Всі контролери даної серії оснащені відсіками в які можна встановити комунікаційну або сигнальну плату і допускають підключення

					Арк.
					28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

зовнішніх комунікаційних і сигнальних модулів. Функціональна схема автоматизації наведена на кресленні СУ-61 6.151.16.A1



Рисунок 2.5 – ПЛК Siemens S7-1200

Контролери серії S7-1200 володіють широкими комунікаційними можливостями. Програмування АСУ на базі контролерів Simatic S7-1200 здійснюється за допомогою пакета програм STEP 7 Basic або STEP 7 Professional. На контролери даної серії встановлюються чотири типи процесорів різної продуктивності: CPU 1211C, CPU 1212C, CPU 1214C, CPU 1215C. Порівняльні характеристики процесорів S7-1200 наведені нижче:

#### Модулі вводу-виводу сигналів

Програмований логічний контролер є головним елементом мікропроцесорної системи управління і призначений для вирішення найрізноманітніших завдань автоматизації.

Контролери мають модульну конструкцію і універсальне призначення. використовуватися для побудови вузлів комплексних систем автоматичного управління, що підтримують інтенсивний комунікаційний обмін даними через мережі Industrial Ethernet / PROFINET, PROFIBUS, Modbus RTU, а також PtP (Point-to-Point), MPI (Multi Point Interface) з'єднання.

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

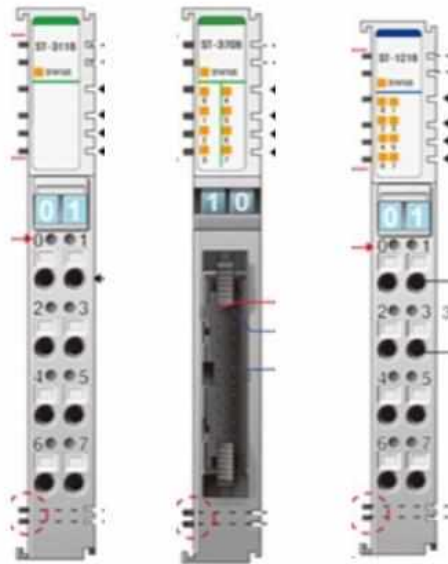


Рисунок 2.6 – Модулі вводу-виводу сигналів

В шафі збору сигналів датчиків використовуються модулі вводу-виводу сигналів (рис 2.6) фірми General electric, а саме :

- ST – 3118 (2 шт.);
- ST – 3708 (2 шт.);
- ST – 1218 (1 шт.)
- Модуль інтерфейсної мережі PROFIBUS

Модулі вводу-виводу мають широкий діапазон як аналогових, так і цифрових, включаючи модулі дискретного введення, дискретного виводу, дискретні комбіновані модулі введення-виведення, модулі аналогового вводу, аналогового виведення і аналогові комбіновані модулі введення-виведення для забезпечення будь-яких потреб в дискретної або безперервній обробці..Модулі мережевого зв'язку дозволяють контролеру фігурувати в декількох стандартних мережах. Модуль Profibus підтримує високошвидкісну передачу даних - до 12Мбіт / с. [7]

						Арк.
					СУ-61 6.151.16.ПЗ	30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. ЗАПУСК ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ

#### 3.1 Запуск та управління насосним агрегатом

Підготовка агрегату до пуску повинна здійснюватися відповідно до посібників з експлуатації на насос, двигун, маслоустановку, а також керівництвом по експлуатації комплексу мікропроцесорної автоматики, де вказані обсяг і послідовність виконання операцій обслуговуючим персоналом.

Перед пуском агрегату повинні бути виконані наступні умови:

- параметри агрегату, за якими передбачено захисне відключення, 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 ( $\Delta h_{доп}$ )) <sup>39</sup> м;
- засувка на виході з насоса закрита. При пуску зі стану агрегату в резерві і наявності протитиску в напірному колекторі, засувка на виході з насоса відкрита;
- вентилі на лінії рециркуляції відкриті;
- 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 менше 40 ° С;
- забезпечена подача конденсату до термобар'єрами з тиском від 0,098 до 0,59 МПа (від 1 до 6 кгс / см<sup>2</sup>) і температурою менше 40 ° С;
- забезпечена подача охолоджувальної води на повітряохолоджувач двигуна і маслоохолоджувач з тиском від 0,196 до 0,294 МПа (від 2 до 3 кгс / см<sup>2</sup>) і температурою менше 33 ° С;
- насос прогрітий. Різниця температур низу
- верху корпусу насоса менше 20 ° С.

Агрегат повинен експлуатуватися в робочому інтервалі подачі насоса від 0,072 до 0,161 м<sup>3</sup> / с (від 260 до 580 м<sup>3</sup> / ч) і в поле роботи при забезпеченні кавітаційного запасу відповідно до характеристиками. [8]

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

Для агрегату, що знаходиться в гарячому резерві, засувка на виході з насоса - відкрита, робочий маслонасосів - включений.

При плановому пуску від команди "Пуск" повинен включитися маслонасосів. Після створення тиску в кінці масляної лінії двигуна і насоса 0,07

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

СУ-61 6.151.16.ПЗ



МПа (0,7 кгс / см<sup>2</sup>) і виконанні умов, перелічених вище, включається приводний двигун агрегату, відкривається засувка на виході з насоса при плановому пуску.

При досягненні подачі на лінії нагнітання  $Q$  0,081 м<sup>3</sup> / с (290 м<sup>3</sup> / год) вентилі на лінії рециркуляції повинні закритися.

Під час роботи агрегату повинен проводитися контроль технологічних параметрів, зазначених в додатку А. При відхиленні параметрів від заданих значень повинна бути виконана попереджувальна сигналізація, при аварійному відхиленні - аварійна сигналізація і автоматичне відключення по захисту. [8]

Схема керування насосним агрегатом (рис 3.1) дозволяє в режимі реального часу відслідковувати фактори, що безпосередньо впливають на процес забезпечення водою парового котла насосним агрегатом ПЕ-580-185-5.

На основі стану системи водопостачання блок керування CU354 видає сигнал уставки на перетворювач частоти і таким чином змінює тиск на насосній станції. В основу системи керування покладено алгоритм динамічної зміни уставки тиску для насосного агрегату. Залежно від об'єму води, який подається у мережу та необхідного тиску у контрольній точці, система керування підбирає таку уставку на насосний агрегат, при якій тиск у заданій контрольній точці стабілізується.[9]



Рисунок 3.1 – Схема запуску и керування насосним агрегатом

### 3.2 Контроль та сигналізація

Після включення ЩУНА-1 і всіх його компонентів, переведення ПЛК в режим «RUN» контролер переходить до відпрацювання логіки, заданої в його програмному забезпеченні.

Дані від датчиків, виконавчих механізмів стенду та інших зовнішніх пристроїв (імітаторів датчиків, імітаторів виконавчих механізмів і т.п.) надходять на клемні модулі ЩУНА-1. Далі проводиться гальванічна розв'язка сигналів (релейні блоки), після чого сигнали надходять на входи модулів введення сигналів і передаються в ПЛК, де вони обробляються відповідно до логіки завантаженої в ПЛК програми(рис.3.1).

У разі необхідності видається попереджувальна (аварійна) сигналізація (при відхиленні Реальні показники можуть відрізнятися за значення уставок). Відповідно до логіки роботи програми встановлюються сигнали дискретних і аналогових виходів. Вихідні сигнали через модулі виводу сигналів, модулі гальванічної розв'язки надходять на клемні модулі і далі до виконавчих механізмів і інших зовнішніх пристроїв.

Візуальне відображення значень контрольованих параметрів і режимів роботи, управління, аварійна і попереджувальна сигналізація здійснюється на панелі оператора, встановленої на передніх дверей щита управління.

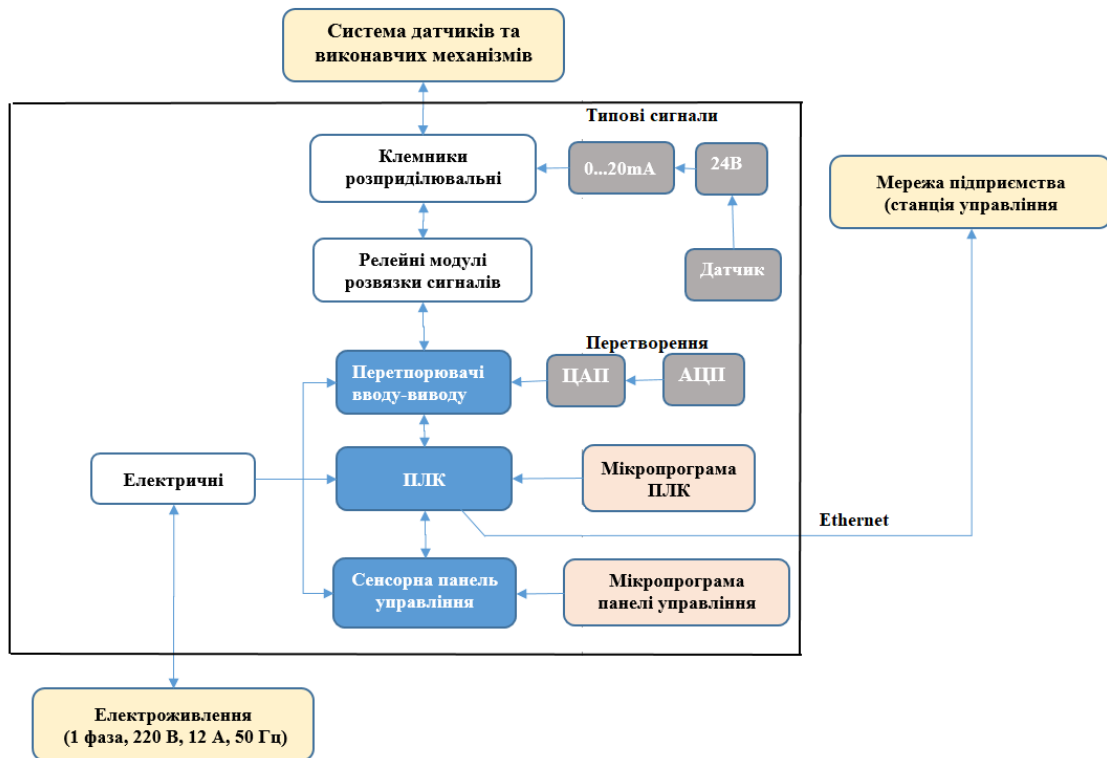


Рисунок 3.2 – Структурна схема контролю параметрів насосного агрегату

САУ середньої складності базується на комплексі засобів вимірювання, обробки і регулювання, пов'язаних в єдину мережу, і включають в себе наступні компоненти:

- програмований логічний контролер (ПЛК) з підтримкою цифрового послідовного інтерфейсу Ethernet;
- ормуючі перетворювачі аналогових і дискретних сигналів в цифровий інтерфейс, який підтримує ПЛК (1);
- релейні модулі, для реалізації функцій по захи сту дорогах мікропроцесорних і перетворювальних систем;
- нтуїтивно зрозуміла система клемних колодок, для сполучення з кабельної трасою від первинних перетворювачів (датчиків тиску, температури і дискретних сигналів), а також виконавчих механізмів (електромеханічні реле і моторизованої арматури);
- джерела живлення, необхідні для забезпечення електричною енергією з достатньою силою струму всього низьковольтного обладнання, що входить до складу САУ і джерела безперебійного живлення;
- локальна сенсорна панель управління, з цифровим послідовним інтерфейсом Ethernet;
- математична інструкція для роботи ПЛК;
- атематична інструкція для роботи сенсорної панелі управління;

Дана система може бути, як локальної, так і підключатися до сервера обробки і зберігання даних за допомогою індустриальної мережі Ethernet через різне мережеве обладнання з подальшою організацією спеціалізованих місць операторів і інженерів для участі людини в окремих операціях, як в цілях збереження контролю над процесом, так і в зв'язку зі складністю або недоцільністю автоматизації окремих операцій.

У такій САУ зв'язок компонентів низького рівня виконується за допомогою аналогових і дискретних сигналів, а зв'язок компонентів середнього і верхнього рівнів - за допомогою індустриальної мережі Ethernet (наприклад, протокол PROFINET).

У разі роботи БСУ-1 в непередбачуваному режимі, а також у разі виникнення аварійних ситуацій, обслуговуючому персоналу необхідно відключити БСУ-1 від мережі живлення, так як подальша його експлуатація може призвести до виходу обладнання ЩУНА-1 з ладу, суттєвих економічних втрат і людських жертв.

Непередбачуваним режимом роботи обладнання може вважатися:

- попереджувальна (аварійна) сигналізація;

					<i>СУ-61 6.151.16.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- виникнення пожежі;
- поява в шафі диму, запаху гару.

Рішення про відключення БСУ-1 від мережі живлення приймає оператор і забезпечує його негайне виконання.

Однією з поширених причин відмов насосного обладнання є відсутність його захисту від так званого «сухого ходу». 30% насосів виходять з ладу через роботи «на суху». «Сухий хід» насоса - це його робота в умовах відсутності необхідної кількості води в джерелі. Вода в колодязі або свердловині є теплоносієм системи охолодження насоса. Згідно з паспортними даними, робоча температура насоса становить 35 ° С. Нестача води у всмоктувальній лінії призводить до часткової або повної деформації внутрішніх елементів конструкції насосного агрегату. У підсумку - дорогий ремонт.

«Сухий хід» дуже просто визначається фахівцем при розбиранні насоса і не відноситься до гарантійних випадків. Виробники насосів вказують на те, що експлуатація насоса без води неприпустима. Тому дуже важливо передбачити захист від «сухого ходу», особливо в потенційно небезпечних з цієї точки зору випадках. До них можна віднести перекачування води з свердловин або колодязів з низьким дебітом, коли кількість води, що живить з підземних джерел колодязь (свердловину) в одиницю часу, нижче продуктивності насоса. У разі перекачування води з мережевих трубопроводів насос служить для підвищення тиску в системі. Відстежити, коли в мережі пропадає вода, не представляється можливим. У цьому випадку також потрібен захист насоса від «сухого ходу». В даний час розроблено досить велику кількість пристроїв захисту насосів від «сухого ходу».

Найбільш популярним засобом захисту є поплавковий вимикач досить недорогий і надійний помічник у захисті від «сухого ходу» при перекачуванні води з ємностей або колодязів. Поплавок може також вимірювати безперервний рівень рідини і видавати сигнал у вигляді опору, пропорційного рівню рідини, або у вигляді стандартного струмового сигналу величиною 4-20 мА. Недоліком пристрою є те, що в разі виходу поплавкового вимикача з ладу (підгорання контактів, потрапляння вологи всередину поплавка, пошкодження ізоляції кабелю) ремонту він не підлягає, а потрібно його заміна.

Реле з захистом по «сухому ходу» являє собою реле тиску з додатковою функцією розмикання контактів при падінні тиску нижче порогового рівня. Застосування реле тиску можливо лише в разі спільної роботи насоса з гідроакумулятором. Ця умова робить його використання не дуже зручним. Багато виробників пропонують використовувати замість гідробака і реле тиску компактний пристрій - реле потоку (прес-контроль). Реле потоку подає команду на включення насоса при падінні тиску в системі до 1,5-2,5 МПа в залежності від настройки. Відключається насос після припинення водорозбору через

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відсутність протоки рідини через реле. Захист по «сухому ходу» здійснюється завдяки вбудованому в реле датчику протоку, який реєструє фактичні витрати рідини через реле. Основна перевага прес-контролю - малі габарити і вага. До недоліків можна віднести високу вартість і низький ресурс (термін служби не перевищує 1,0-1,5 року).

Поширеним видом захисту від «сухого ходу» є також використання в насосі елемента термозахисту, вбудованого в обмотку його переваги - універсальність і дешевизна. Термозахист відключає насос при перегріванні. Після охолодження автоматика включає насос. Для захисту від «сухого ходу» застосовується і реле рівня (рис. 8). Воно являє собою електронну плату, до якої підключається декілька датчиків (електродів).

Як правило, їх три: один контрольний і два робочих. Датчики підключаються до реле одножильним електричним дротом і служать тільки для подачі сигналу. Датчики опускаються в свердловину на різні рівні, при опусканні рівня води нижче контрольного датчика, який повинен розташовуватися трохи вище рівня установки самого насоса, сигнал від нього передається в реле рівня і відбувається зупинка насоса. Після того як вода в свердловині піднімається вище контрольного датчика, насос автоматично запускається. Цей спосіб захисту є надійним, але дорогим. Його застосовують і в разі відкачування води з ємностей. Саме реле рівня розташовується в будинку або іншому захищеному від вологи місці. Однак при тривалій експлуатації поверхню ізоляції електродів реле забруднюється і в умовах підвищеної вологості втрачає ізоляційні властивості. В результаті при виході електрода з води ланцюг струму не розривається, захист не спрацює. Крім того, для зв'язку електрода з виконавчим органом потрібно протяжний (часом кілька сотень метрів) контрольний кабель з досить високою механічною і електричною міцністю. Це не завжди виправдано з економічної і технічної точок зору.

Існує так само ряд інших причин, за якими може спрацювати сигналізація. Це може бути підвищення температури на різних елементах насосного агрегату, таких як підшипники двигуна і насоса, обмотки статора, температура масла після охолодження, температура в камері за гідроп'ятою. Ще однією причиною спрацювання сигналізації може бути підвищення тиску в камері гідоп'яти, фільтри та ін, при високому рівні масла в маслобаку і при наявності витоків.[8]

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

#### 4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

До експлуатації ЩУНА-1 та насосного агрегату можуть бути допущений лише персонал який пройшов попереднє навчання і володіє базою знань та вмінь, що забезпечать безпечні умови праці.

Перед допуском до експлуатації працівник повинен:

- пройти первинний інструктаж з техніки безпеки розроблений підприємством,
- додатковий інструктаж з експлуатації даного обладнання,
- ознайомитися з правилами поведінки при роботі з ЩУНА-1,
- ознайомитися з правилами поведінки з насосним агрегатом ПЕ-580-185-5,
- пройти інструктаж з поведінням при надзвичайних ситуаціях,
- перевірити справність та цілісність елементів ЩУНА-1 та насосного агрегату ПЕ-580-185-5.

При виконанні робіт по монтажу та експлуатації ЩУНА-1 слід враховувати наступні види небезпеки:

- пожежонебезпека;
- Електронебезпека;
- небезпека травмування.

При монтажі, експлуатації, обслуговуванні та ремонті ЩУНА-1 повинні дотримуватися правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів і "Правила улаштування електроустановок (ПУЕ)".

Всі роботи по монтажу ЩУНА-1 і монтажу кабельних приєднань повинні проводитися при повністю знятій напрузі

Під час експлуатації ЩУНА-1 категорично забороняється :

- відкривати шафу керування без нагальної потреби,
- торкатися до блоків управління мокрими руками,
- порушувати умови експлуатації обладнання передбачені в керівництві з експлуатації шафи.

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 5 ЕКОНОМІКА

Для розробки ЩУНА-1 для насосного агрегата ПЕ-580-185-5 потрібно закупити: ПЛК, керуюче обладнання, давачі що забезпечують моніторинг матеріал для виготовлення шафи. Основні компоненти із закупівельними цінами зображені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 – Матеріальні витрати

Найменування	Кількість	Ціна/шт. грн.	Ціна грн.
Simatic S7-1200	1	48000	48000
HD67604	1	6125	6125
ST – 3118	2	5143	10286
ST – 3708	2	5250	10500
ST – 1218	1	5347	10694
БП 24V / 10A	1	301	301
Автоматичний вимикач 3P 24A	1	320	320
Автоматичний вимикач 3P 16A	4	95	380
Коробка кп13	3	125	375
Термодавач PT100	3	750	2250
Датчик АИР-10L	1	2100	2100
Датчик AV02	1	15000	15000
Клемна колодка	2	150	300
Реле РП-21003	6	120	720
Стальний лист 2.2 м <sup>2</sup>	1	835	835
Сума			108186

Проект розробляється на перспективу і призначений знизити затрати води та електроенергії під час функціонування насосного агрегату. Так як деякі елементи, що використовуються під час автоматизації вже повинні бути в наявності, їхню вартість не враховано. Період окупності точно визначити складно оскільки ціни на комплектуючі елементи не є стабільними. Період (термін) окупності це мінімальний часовий інтервал який відраховується з початку реалізації проекту до повернення інвестицій замовнику і отримання, за рахунок економії, що породжується проектом. [10]

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання проекту була досліджена конструктивно-технологічна характеристика насосного агрегату ПЕ-580-185-5, проведено підбір виконавчих механізми, засобів автоматизації. В ході роботи над проектом було розглянуто прототип АСУ, проведена економічна оцінка автоматизації та період окупності проекту, розроблені правила техніки безпеки, представлені конструкторські документи та креслення.

У даному проекті було описано систему автоматизації насосного агрегата ПЕ-580-185-5. Системи автоматизованого керування забезпечують якісну роботу насосного агрегату та управління технологічним обладнанням.

Виходячи з вищеперерахованих фактів, можна вважати, що завдання автоматизації були досягнуті.

					СУ-61 6.151.16.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Призначення відцентрових насосів [Електронний ресурс] // ООО"Насос-енерготехніка" – Режим доступу до ресурсу: <http://nasosenergo.com.ua/equipment/itemlist/category/15.html>.
2. Охлопкова О. А. Тепловая электостанция (ТЭЦ) / О. А. Охлопкова. – Москва, 2019. – 70 с. – (МАрхИ)
3. Методичні вказівки з експлуатації маслоустановки Н17.330.300.00 РЭ 2014. – (ВНИИАЕН).
4. What is PROFIBUS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://procentec.com/products/profibus/?gclid>
5. PROFINET / PROFIBUS - Converter [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [http://www.adfweb.com/home/products/PROFINET\\_PROFIBUS.asp?frompg](http://www.adfweb.com/home/products/PROFINET_PROFIBUS.asp?frompg)
6. Параметри HD67604-A1 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: [https://www.adfweb.com/home/products/details.asp?tid=HD67604A1&loc\\_phy](https://www.adfweb.com/home/products/details.asp?tid=HD67604A1&loc_phy)
7. Обзор контролеров SIMEANS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://monada.com.ua/siemens-simatic/?gclid>
8. Методичні вказівки з експлуатації ЩУНА-1 2016. – (ВНИИАЕН).
9. Буравченко К. О. Автоматизована система керування водопостачанням: дис. канд. техн. наук : 05.13.07 / Буравченко К. О. – Кропивницький, 2017.–156с.
10. Підбір комплектуючих деталей [Електронний ресурс] – <https://prom.ua.html>
11. Е.П. Дятлова. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами / Е.П. Дятлова. – Санкт-Петербург, 2019 – 68 с.

					<i>СУ-61 6.151.16.ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

(довідковий)

Конструкторська документація

СУ-61 6.151.16.А1 Функціональна схема автоматизації насосного агрегату  
ПЕ-580-185-5

СУ-61 6.151.16.А2 Структурна схема автоматизації насосного агрегату  
ПЕ-580-185-5

СУ-61 6.151.16.А6 Шафа для системи управління насосним агрегатом  
ПЕ-580-185-5

СУ-61 6.151.16.Е1 Електрична схема підключення насосного агрегату ПЕ-580-185-5

					СУ-61 6.151.16.ДП	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**ДОДАТОК Б**  
(обов'язковий)

Перелік параметрів, що підлягають контролю, індикації та сигналізації

Таблиця А.1 – Перелік параметрів, що підлягають контролю, індикації, захисту та сигналізації

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокува ння (дозвіл на пуск)	Захист		Індикація	Сигналізація	Ресстрація (архівация)	Регулювання	Означення за схемою	
	Номіна льне значенн я	Діапазон вимірюв ання								Датчик	Пристрі й
<b>Двигун</b>											
<b>Температура</b>											
1 Підшипника з боку вільного кінця вала, °С	60	1 - 80	-	≥ 80		+	WL ≥ 75 EL ≥ 80	+	-	TE2 (T10) <sup>1)</sup>	-
2 Підшипника з боку насоса, °С	60	1 - 80	-	≥ 80		+	WL ≥ 75 EL ≥ 80	+	-	TE13 (T9) <sup>1)</sup>	-
3 Холодного повітря двигуна, °С		20 - 40	-	-		+	-	-	-	TE11(T8) <sup>1)</sup> )	-
4 Гарячого повітря двигуна, °С	60	20 - 90	-	-		+	WL ≥ 85	+	-	TE12(T7) <sup>1)</sup> )	-
5 Охолоджуючої води на вході в повітроохолоджувач двигуна, °С		5 – 33	-	-		+	-	-	-	TE6 (T12) <sup>1)</sup>	-
6 Охолоджуючої води на виході з повітроохолоджувача двигуна, °С		13 - 38	-	-		+	-	-	-	TE10 (T11) <sup>1)</sup>	-
7 Обмотки статора фази U, °С	100	1 - 115	-	≥ 115		+	WL ≥ 105 EL ≥ 115	+	-	TE3 (T1) <sup>1)</sup>	-

Продовження таблиці А.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Реєстрація (архівация)	Регулювання	Означення за схемою	
	Номинальне значення	Діапазон вимірювання							Датчик	Пристрій
8 Обмотки статора фази V, °C	100	1 - 115	-	$\geq 115$	+	WL $\geq$ 105 EL $\geq$ 115	+	-	TE4 (T2) <sup>1)</sup>	-
9 Обмотки статора фази W, °C	100	1 - 115	-	$\geq 115$	+	WL $\geq$ 105 EL $\geq$ 115	+	-	TE5 (T3) <sup>1)</sup>	-
10 Сердечника статора фази U, °C	90	1 - 100	-	-	+	-	-	-	TE7 (T4)1)	-
11 Сердечника статора фази V, °C	90	1 - 100	-	-	+	-	-	-	TE8 (T5)1)	-
12 Сердечника статора фази W, °C	90	1 - 100	-	-	+	-	-	-	TE9 (T6)1)	-
Тиск 13 Масла в кінці лінії двигуна, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,12 (0 - 1,2)	$\square$ 0,07 ( $\square$ 0,7)	$\leq$ 0,035 ( $\leq$ 0,35)	+	EL $\square$ 0,035 (EL $\square$ 0,35)	+	-		PI4
Вібрація 14 Вібрація підшипника з боку вільного кінця валу, мм/с: - вертикальна - горизонтальна	<4,5	0 - 20,0	-	$\geq 11,2$	+	WL $\square$ 7,1 EL $\square$ 11,2	+	-	ST1 – ST2	-
15 Вібрація підшипника зі сторони насоса, мм/с: - вертикальна - горизонтальна	<4,5	0 – 20,0	-	$\geq 11,2$	+	WL $\square$ 7,1 EL $\square$ 11,2	+	-	ST3 – ST4	-

## Продовження таблиці А.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокува ння (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Реєстрація (архівация)	Регулювання	Означення за схемою	
	Номінал ьне значенн я	Діапазон вимірюв ання							Датчик	Пристрі й
<b>Витоку</b>										
16 Витоку з повітроохолоджувача двигуна, мм		-	-	-	-	+3)	+	-	LE3, LA3	-
17 Струм двигуна, А	548	-	-	-	+	-	+	-	-	E11
<b>Насос</b>										
<b>Температура</b>										
18 Підшипника насоса зі боку двигуна, °С	60	1 - 80	-	≥ 80	+	WL ≥ 75 EL ≥ 80	+	-	TE16	-
19 Підшипника насоса з боку вільного кінця валу, °С	60	1 - 80	-	≥ 80	+	WL ≥ 75 EL ≥ 80	+	-	TE21	-
20 Води на вході в насос, °С	104	5 - 165	-	-	+	-	-	-	TE15	-
21 Води в камері гідроп'яти, °С		5 - 163	-	-	+	WL ≥ t <sub>вх</sub> +20°С	+	-	TE22	-
22 Температура верху корпусу насоса, °С		1- 165	≤ 20 <sup>5)</sup>	-	+	WL > 20 <sup>5)</sup>	+	-	TE18	-
23 Температура низу корпусу насоса, °С		1- 165	≤ 20 <sup>5)</sup>	-	+	WL > 20 <sup>5)</sup>			TE17, TE19	
24 Води на виході з торцевого ущільнення з боку двигуна, □С		1 - 75	-	-	+	WL > 75	+	-	TE14	-

Продовження таблиці А.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокува ння (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Реєстрація (архівация)	Регулювання	Означення за схемою	
	Номінал ьне значенн я	Діапазон вимірюв ання							Датчик	Пристрі й
25 Води на виході з торцевого ущільнення з боку вільного кінця валу, °С		1 - 75	-	-	+	$WL \geq 75$	+	-	TE20	-
<b>Тиск</b> 26 Води на вході в насос, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	0,686 <sup>(7)</sup>	0 - 0,98 (0 - 10)	>6)	<6)	+	EL <6)	-	-		PI6
27 Води на виході з насоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )	19,8 (202)	0 - 23,5 (0 - 240)	-	-	+	$WL \leq 8$ ( $WL \leq 80$ )	+	-		PI9
28 Води в камері за гідроп'ятою, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		$p_{ВХ} + 0,15$ ( $p_{ВХ} + 1,5$ )	-	-	+	$WL \geq$ $p_{ВХ} + 0,15$ ( $WL \geq$ $p_{ВХ} + 1,5$ )	+	-		PI12
29 Конденсату до термобар'єру з боку двигуна, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0,098 - 0,588 (1 - 6)	-	-	+	-	-	-		PI5
30 Конденсату до термобар'єру з боку вільного кінця валу, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0,098 - 0,588	-	-	+	-	-	-		PI10
31 Води в отборі від третього ступеня, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 5,4 (0 - 55)	-	-	+	-	-	-		PI7
32 Масла в кінці лінії насоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,12 (0 - 1,2)	$\leq 0,07$ ( $\leq 0,7$ )	$\leq 0,035$	+	$EL \leq 0,035$ ( $EL \leq 0,35$ )	+	-		PI11

## Продовження таблиці А.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокуван ня (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Реєстрація (архівація)	Регулювання	Означення за схемою	
	Номінал ьне значенн я	Діапазон вимірюв ання							Датчик	Пристрій
33 Перепад тиску води на фільтрі, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,035 (0 - 0,35)	-	-	+	WL ≤ 0,035 (WL ≤ 0,35)	+	-		PDIT8
34 Осьовий зсув ротора насоса, мм		мінус 2 - 0 - плюс 2	-	≤ ±1,2	+	WL ≤ ±1,0 EL ≤ ± 1,2	+	-	GE1, GT1	-
35 Подача насоса, м <sup>3</sup> /с (м <sup>3</sup> /ч)		0 - 0,161 (0 - 580)	-	-	+	-	-	-	FE1a, FT1	-
<b>Вібрація</b> 36 Вібрація підшипника з боку вільного кінця вала, мм/с: - вертикальна - горизонтальна		0 - 20,0	-	≥ 11,2	+	WL ≥ 7,1 EL ≥ 11,2	+	-	ST7 – ST8	-
37 Вібрація підшипника з боку двигуна, мм/с: - вертикальна - горизонтальна		0 - 20,0	-	≥ 11,2	+	WL ≥ 7,1 EL ≥ 11,2	+	-	ST5 – ST6	-
<b>Маслоустановка</b>										
<b>Температура</b> 38 Масла після охолоджувача масла, °С	30	5 - 50	-	-	-	WL ≥ 50	+	-	TE1	-
39 Тиск масла на виході з 1-го маслонасоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,25 (0 - 2,5)	-	+	+	WL ≤ 0,18 <sup>8</sup> ) (WL ≤ 1,8) EL ≤ 0,18 (EL ≤ 1,8)	+	-		PIT1

Продовження таблиці А.1

Найменування параметру, механізму	Параметр		Блокування (дозвіл на пуск)	Захист	Індикація	Сигналізація	Реєстрація (архівація)	Регулювання	Означення за схемою	
	Номінальне значення	Діапазон вимірювання							Датчик	Пристрій
40 Тиск масла на виході з 2-го маслонасоса, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,25 (0 - 2,5)	-	+	+	WL ≤ 0,18 <sup>8)</sup> (WL ≤ 1,8) EL ≤ 0,18 (EL ≤ 1,8)	+	-		PI2
41 Рівень масла в маслобаку, мм			-	-	-	WL ≤ 9)	+	-	LS2	-
			-	-	+	-	+	-	-	LI1
42 Перепад тиску масла на фільтрі, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )		0 - 0,035 (0 - 0,35)	-	-	+	WL ≤ 0,035 (WL ≤ 0,35)	+	-		PDIT3

1) В дужках дана маркування термоперетворювачів опору згідно з документацією на двигун.

2) Поставляється комплектно з двигуном.

3) Наявність витоків

4) Поставляється комплектно з насосом.5) Різниця температур «низу-верху» корпусу насоса

6)  $p_{вх1} = p_n + \Delta \pm h_{доп} / 104$ , де:

$p_n$  = тиск пружності парів, який відповідає температурі води, що перекачується, (кгс/см<sup>2</sup>),

$h_{доп}$  – допустимий кавітаційний запас, рівний 9 м.

7) Поставляється комплектно з маслоустановкою.

8) При запуску маслонасосу.

9) Виконується конструктивно.

Примітка. Величини уставок уточнюються при пуско-налагоджувальних роботах.