

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ Леонт'єв П.В.

\_\_\_\_\_ 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

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

на тему: «Автоматизація насосного агрегату АП 720-185»

(Дипломний проект)

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Толбатов В.А

Дипломник:

студент групи СУ-81

Коломоєць В.В.

Суми - 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

\_\_\_\_\_ Леонтєв П.В.

\_\_\_\_\_ 2022 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту  
Коломоєць Владиславу Валерійовичу

1. Тема проекту: Автоматизація насосного агрегату АП 720-185  
Затверджено наказом ректора університету. №0185-VI від “17” травня 2022р.
2. Термін здавання студентом закінченого проекту “5” червня 2022 р.
3. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація тощо.
4. Зміст пояснювальної записки:
  1. Аналіз предметної області
  2. Система управління насосним агрегатом.
  3. Розробка функціональної схеми автоматизації
  4. Розробка шафи автоматизації
5. Перелік графічних матеріалів: 24 рисунків, 4 таблиць, 3 додатків.
6. Календарний план проектування

Номер етапу	Зміст етапу практики	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	17.05.2022 – 20.05.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	21.04.2022 – 22.05.2022
3	Вдосконалення автоматизації насосного агрегату АП 720-185	23.05.2022 – 25.05.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	26.05.2022 – 28.05.2022
5	Оформити пояснювальну записку до проекту.	29.05.2022 – 1.06.2022
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації. Здача проекту керівнику	2.06.2022– 5.06.2022

7. Дата видачі завдання “17” травня 2022 р

Керівник проекту:

к.т.н., доцент

Толбатов В.А.

До виконання прийняв:

студент-дипломник

групи СУ-81

Коломоєць В.В.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на проектування автоматизації насосного агрегату  
АП 720-185

Розробник:

студент групи СУ-81

Коломоєць В.В.

Погоджено:

керівник проекту

к.т.н., доцент

Толбатов В.А.

1. Назва і галузь застосування: Автоматизація насосного агрегату АП 720-185; енергетика

2. Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету № 0543.ІІІ від 17.05.2022;

3. Мета і призначення проекту: автоматизувати насосний агрегат АП 720-185, забезпечити контроль його основних параметрів. При досягненні мети потрібно розробити: функціональну схему автоматизації, схему інформаційно-матеріальних потоків та таблицю вхідних/вихідних сигналів.

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 агрегату 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; 50Гц; живлення НМІ – 24В; 50 Гц.; живлення інтерфейсного модуля – 24В.

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 практики	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	17.05.2022 – 20.05.2022
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	21.04.2022 – 22.05.2022
3	Вдосконалення автоматизації насосного агрегату АПЕ 720-185-4	23.05.2022 – 25.05.2022
4	Розробка основних схем автоматизації.	26.05.2022 – 28.05.2022
5	Оформити пояснювальну записку до проекту.	29.05.2022 – 1.06.2022
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації. Здача проекту керівнику	2.06.2022 – 5.06.2022

*Додатки:*

Додаток А. Перелік параметрів, механізмів, що підлягають контролю, індикації, сигналізації.

Додаток Б. СУ-81.6.151.11 ПЗ Функціональна схема автоматизації насосного агрегату АП 720-185.

Додаток В. СУ-81.6.151.11 ПЗ Схема підключення.

## РЕФЕРАТ

Коломоєць Владислав Валерійович.

Дипломний проект «Автоматизація насосного агрегату АП 720-185» СумДУ, 2022

Дипломний проект містить 46 аркушів пояснювальної записки, 24 рисунків, 4 таблиць, 1 додатку, 2 схем. Додаток А складається з 4 таблиць, 2 аркушів Графічний матеріал містить 2 креслення: функціональна схема системи автоматизації насосного агрегату АП 720-185 (аркуш формату А3), схему підключення (аркуш формату А3).

У процесі виконання праці було використано 17 літературних джерел.

Даний дипломний проект спрямований на створення і опис системи автоматизованого керування насосного агрегату АП 720 - 185. Розроблено технічне завдання. Розроблено основні технічні креслення та алгоритми роботи. При виконанні поставленої задачі була розроблена система автоматизованого керування насосного агрегату АП 720 – 185, зазвичай даний насосний агрегат використовують в сфері енергетики.

Ключові слова: автоматизація, насосні агрегати, маслоустановка

## ABSTRACT

Kolomoiets Vladyslav Valerievich.

Bachelor thesis on the topic "Automation of the pump unit AP 720-185" SSU, 2022

The bachelor thesis contains 46 sheets of explanatory note, 24 figures, 4 tables, 1 appendix, 2 diagrams. Appendix A consists of 4 tables, 2 sheets.

Graphic material contains 2 drawings: functional diagram of the automation system of the pump unit AP 720-185 (sheet format A3), connection diagram (sheet format A3).

In the process of performing the work, 17 literary sources were used.

This bachelor thesis is aimed at creating and describing the system of automated control of the pump unit AP 720 - 185. The technical task is developed. The basic technical drawings and algorithms of work are developed. When performing this task, a system of automated control of the pump unit AP 720 - 185 was developed, usually this pump unit is used in the energy sector.

Key words: automation, pump units, oil installation

## ВІДОМІСТЬ ПРОЕКТУ

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№. екз.	Примітки
			<u>Документація</u> загальна			
			<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-81 6.151.11. ПЗ	Пояснювальна записка	46		
			<u>Документація</u> <u>конструкторська</u>			
			<u>Застосована</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5						
5	A3	СУ-81.6.151.11. ПЗ	Автоматизація насосного агрегату АП 720-185. Функціональна схема насосного агрегату АП 720-185.	1		
6	A3	СУ-81.6.151.11. ПЗ	Автоматизація насосного агрегату АП 720-185. Схема підключення	1		

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Коломоєць В.В.			Автоматизація насосного агрегату АП 720-185	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Толбатов В.А.					2	46
Реценз.						СумДУ, група.СУ-81		
Н. Контр.								
Затверд.		Леонтьєв П.В.						



## Зміст

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ .....	6
ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	8
1.1 Основні відомості про насосні агрегати та їх область використання. ....	8
1.2 Область застосування та призначення НА на прикладі АП 720 –185.....	8
1.3 Характеристики та переваги насосного агрегату на прикладі АП 720 –185. ....	10
1.4 Характеристика та призначення двигуна 2АЗМ.....	12
1.5 Призначення та характеристика маслоустановки Н17.330.300.00.....	14
РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ.....	18
2.1 Опис та робота системи управління .....	18
2.2 Загальні характеристики давачів .....	19
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	25
3.1 Технологічна схема .....	25
3.2 Розробка контуру, який призначений для регулювання параметрами робочої рідини на вході та виході в насос.....	25
3.3 Розробка контуру температури корпусу насосу та робочої рідини в середині насосу .....	27
3.4 Розробка контурів управління контролю температури та вібрації на лівому та правому торцях насосу .....	28
3.5 Розробка контуру контролю оборотів на валу.....	29
3.7 Контур для контролю та нагляду за параметрами охолоджувальної установки.....	31
3.8 Контур для контролю управління маслом на двох різних магістралях.....	32
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ШАФИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	34
4.1 Вибір ПЛК.....	34
4.2 Інтерфейс вводу-виводу .....	37
4.3 Допоміжні елементи шафи управління.....	38
ВИСНОВОК.....	40
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	41

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

## СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

АП – живильний електронасос  
ПЛК – програмований логічний контролер  
ГМ – гідромуфта  
ТП – турбопривід  
СУ – система управління  
УХЛ - для макрокліматичних районів з помірним кліматом  
ККД – коефіцієнт корисної дії  
НМ – насос масляний  
БЩУ – блочний щит управління  
ОП – операторська панель  
ЦП – центральний процесор  
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  
КУ – контур управління

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## ВСТУП

Беручи до уваги область енергетики, можна сказати, що розвиток цієї галузі є одним із головних та пріоритетних напрямків на сьогодні та ще на десятки років в майбутньому. У випадку добре розробленої та організованої системи контролю та управління – буде можливість вирішувати цілу купу складних й не зовсім складних завдань. Автоматизація ряду факторів насосного агрегату АП 720 – 185 дозволить забезпечити безперебійну роботу насосного агрегату; контроль параметрів насосного агрегату; мінімальну кількість відмов; запас потужності; можливість забезпечити економічність; легкість в обслуговуванні.

Для автоматизації насосного агрегату АП 720 – 185 розроблені та розглянуті низька контурів контролю та управління параметрами: управління тиску на виході та вході насосу; контроль температури на корпусі насосу та двигуна; контроль температури підшипників на торцях насосу та двигуна; контроль вібрацій на правому та лівому торцях насосу; контроль обертами валу; контроль та керування температурою підшипників на правій частині насосу; моніторинг вібрацій на лівій частині двигуна; управління та керування тиском на холодній та теплій магістралях мастила; контроль температури на магістралях мастила; управління рівнем мастила в холодильних установках; контроль рівня охолоджувальної рідини в холодильних установках; контроль температури мастила в холодильних установках. Для того, щоб наш насосний агрегат було автоматизовано, я обрав прилади Siemens, які з економічної та технічної точки зору, найбільш підходять для даного процесу.

Проведений аналіз функціонування системи управління дозволить ефективно, економічно та якісно перейти до розробки та складання шафи управління насосним агрегатом за необхідними вимогами та особливостями технологічного процесу, що значно підвищить безпеку та ККД підприємства та відповідає завданню автоматизації.

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Основні відомості про насосні агрегати та їх область використання.

Насосні агрегати використовуються у досить великій кількості сфер нашого життя. Головним завданням – є живлення парового котла робочою рідиною. Але, оскільки не кожен насос може підходити для подачі води, для цього було створене ціле сімейство насосів, що має назву «живильні». Таким чином, такі насоси можуть з легкістю качати рідину високих температур у досить значних об'ємах і напротязі достатнього проміжку часу з одного місця в інше за умови необхідності цих дій.

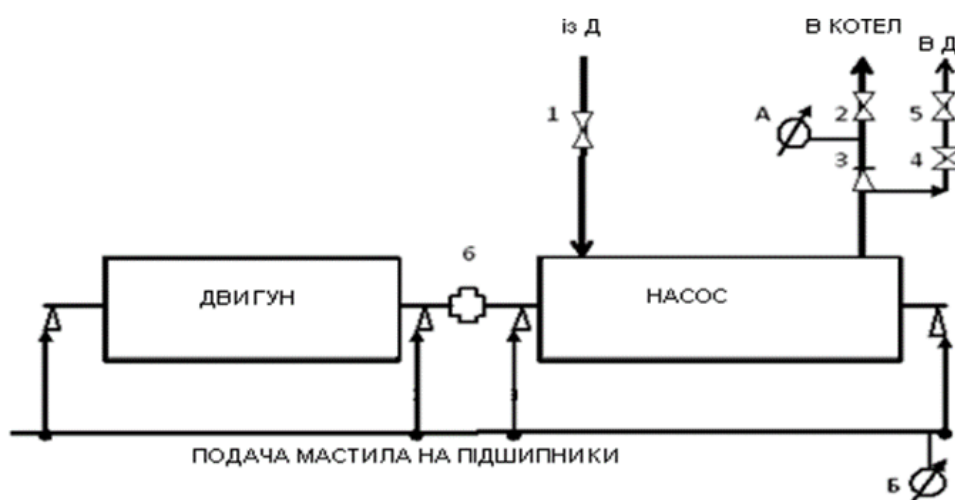
### 1.2 Область застосування та призначення НА на прикладі АП 720 –185.

#### Призначення насосного агрегату АП 720 - 185

Модель живильного електронасоса маркування АП 720 - 185 призначена для оптимального насичення стаціонарних парових котлів рідиною, температура якої не повинна перевищувати 165 градусів. Цей агрегат розрахований використання як холодної, і гарячої води. Щодо агрегату, то він не повинен використовуватися у вибухонебезпечних та пожежонебезпечних приміщеннях. Допустимо використовувати будь-яку іншу рідину, яка за своєю в'язкістю, насичення хімічної активності та включенням твердих частинок буде схожою на воду. Абсолютний тиск пари під час подачі рідини становить не більше 6,2 МПа (63 кгс/см<sup>2</sup>), а коливання водневого показника води має змінюватись від 7 до 9,2. [1]

Принципова технологічна схема живильного електронасоса представлена на рис.

#### 1.1



										Арк.
										5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-81.6.151.11.ПЗ					

Рисунок 1.1 - Принципова технологічна схема живильного електронасосного агрегату:  
 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 1.2

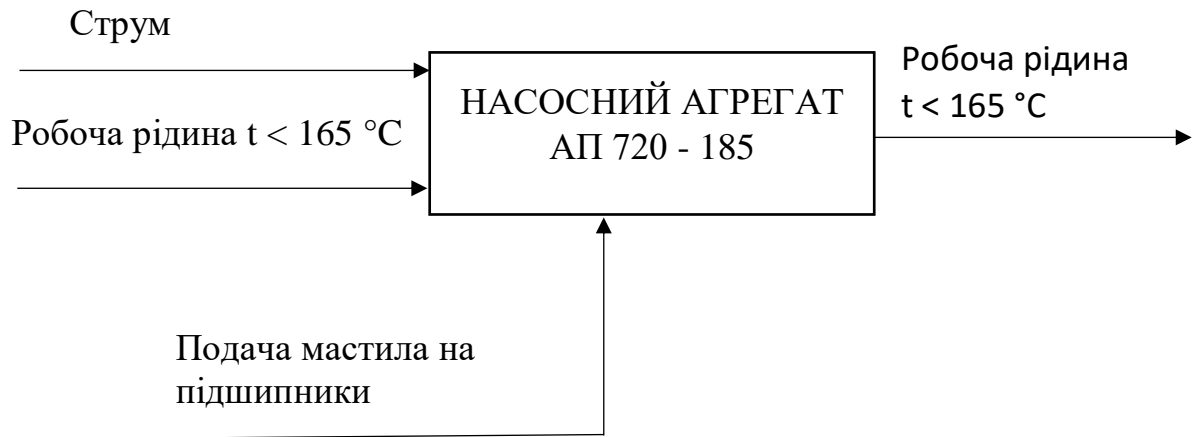


Рисунок 1.2 - Схема інформаційно-матеріальних потоків насосного агрегату

Основні сфери використання:

- стаціонарні прямооточні та барабанні парові котли;
- використовуються, як комплектуюча частина парогенераторного обладнання на нафтоносній місцевості.

Для більш чіткої ясності та наглядної роботи насосного агрегату в енергетичній області, треба краще з'ясувати процеси, які там відбуваються. Зображено технологічну схему виробничого процесу дивитися (Рисунок 1.3).

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

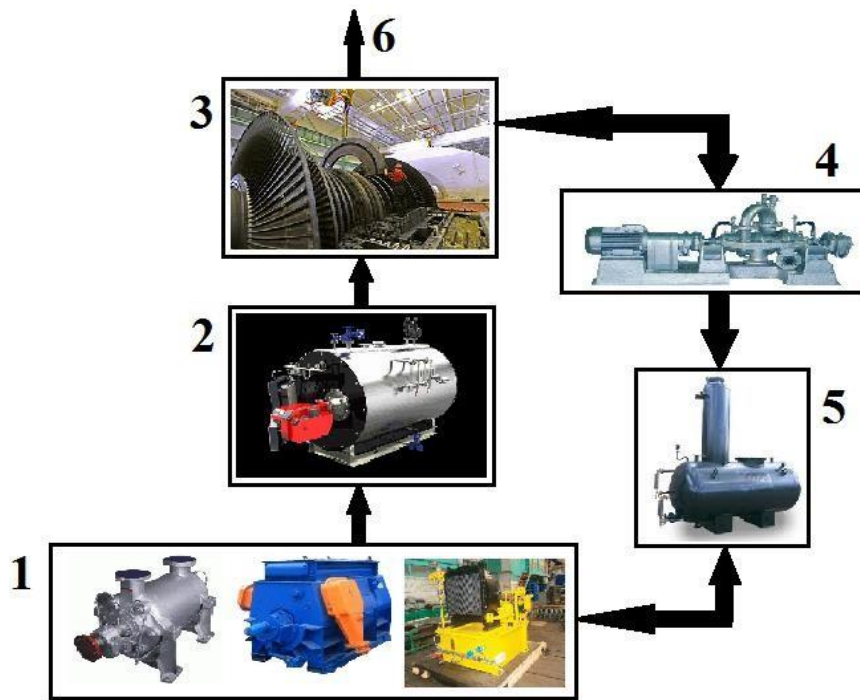


Рисунок 1.3 - Технологічна схема виробничого процесу: 1 – насосний агрегат, який складається з насосу, двигуна та маслоустановки; 2 – паровий котел; 3 – турбіна; 4 – конденсаторний насос; 5 – деаератор; 6 – вказує на подальший процес вироблення енергії.

Дивлячись на рисунок 1.3, можна побачити наступні дії: спочатку насос бере воду з деаератора і далі подає в паровий котел. Після чого рідина нагрівається до певної температури й далі переходить в газоподібний стан, потім під досить значним тиском подається на нашу турбіну, вона в свою чергу завдяки обертанню і добуває електроенергію. Після цього відбувається процес конденсації й вся пара згодом збирається конденсаторним насосом і відправляється в деаератор, а згодом всі вище описані дії повторюються, мають певний цикл.

### 1.3 Характеристики та переваги насосного агрегату на прикладі АП 720 –185.

#### Характеристика агрегату

Живильний насос моделі АП 720 - 185 включає такі елементи:

- двигун 2А3М-5000/6000 У4;
- маслоустановка Н17.330.300.00;
- вентиля і дросельні пристрої.
- насос АП 720-185;

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Частини кріпляться на загальну фундаментальну раму, де вали двигуна та самого насоса з'єднані між собою втулково-пальцевою муфтою, що має закритий кожух. Кріплення характеризується підвищеною твердістю. Агрегат є багатоступінчастим та відцентровим. Це робить його потужним та затребуваним у сегменті застосування обладнання для подачі води та пари. Корпус має вхідну та напірну кришку, а також певний набір секцій. Для опори ротора насоса застосовуються підшипники ковзання з кільцевим мастилом. [2]

#### Загальний опис

Живильний насос АП 720 – 185 є багатоступінчастим, і відноситься до відцентрових секційних моделей обладнання горизонтального типу.

Маркувальні параметри мають такий вигляд:

- АП: живильний електронасос (модель пристрою);
- 720: параметр подачі води (у метрах кубічних за годину);
- 185: значення напору, зменшене у 10 разів (у метрах).

Головні характеристики насосу АП 720 – 185 ми можемо спостерігати в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Основні параметри насоса АП 720-185

Тип насосу	Подача, м <sup>3</sup> /год	Напор,м	Частота обертів, об/хв	ККД, %	Потужність двигуна, кВт
АП 720-185	720	2030	3000	82	5000

#### Основні переваги:

- 1) Здійснює подачу води високої температури.
- 2) Насос має максимально оптимізовану конструкцію, де встановлена гідromуфта, саме завдяки їй забезпечується нормальні показники коефіцієнта корисної дії та високий ступінь надійності.
- 3) Електродвигун у разі необхідності справляється із високими навантаженнями.
- 4) За рахунок укомплектованості частотними перетворювачами мінімізуються витрати енергоспоживання.

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>				





рими. Встановлюються роз'ємні із чотирьох секторів щити, які розміщені з торців корпусу, вони потрібні, для закриття сталевих кожухів та лобові частини обмотки. Сердечник статора збирається з листів (2АЗМ-1600 та 2АЗМ-2500), в деяких випадках збирається з сегментів (2АЗМ-5000) електротехнічної сталі. Пази спеціально поглиблені та відкриті, це робиться так спеціально, для утворення надпазових вентиляційних каналів. Обмотка статора котушкова двошарова має укорочення кроку по пазах, рівним  $1/3$  полюсного поділу, є цілих шість висновків, із цих висновків по три кінці на одній з бічних сторін з'єднані в «нуль», інші є висновками фаз. Обмотка статора, а саме його ізоляція здійснюється із склослюдинітової стрічки з просоченням у компаунді на термореактивних сполучних.

Всі котушки обмотки статора на етапі виготовлення ізолюють склослюдинітовою стрічкою, просоченою епоксидним компаундом гарячого затвердіння. Після виткової ізоляції на котушку накладають велику кількість шарів сухої склослюдинітової стрічки товщиною 0,13 мм, що являє собою слюдинітовий матеріал на склотканинній основі. Зверху склослюдинітову стрічку покривають шаром склолепти товщиною 0,1 мм. В холодному стані ізольовані котушки укладають у відкриті пази сердечника статора та заклинюють. Потім після цього сердечник статора з укладеною обмоткою в спеціально вакуумно-просочувальній установці з котлами, які обігриваються, через деякий час просушують під вакуумом і просочують під тиском компаундом. Після того, як процеси опресовування та просушення під вакуумом в котлі осердя з обмоткою закінчено, його піддають нормалізації в печі з температурою близькою до  $130^{\circ}\text{C}$ . Обмотаний готовий сердечник закріплюють і встановлюють у корпусі статора.

Із листів електротехнічної сталі зібрано сердечник ротора, вони запресовані за допомогою шпильок та натискних кілець. Сердечник завжди насаджений на вал із натягом. Ще одна, досить вагомою відмінністю є те, що на вал насажені вентилятори, які потрібні для того, щоб забезпечити необхідну циркуляцію повітря, яка охолоджує. Вал електродвигунів 2АЗМ-1600 та 2АЗМ-2500 має два робочі кінці, один з яких закритий в шкіру. Електродвигун 2АЗМ-5000 вал має лише один кінець, який є робочим.

Підшипники електродвигунів стоякові й мають горизонтальний роз'єм. Нижні напіввкладиші залиті бабітом Б-83, верхні - Б-16. Посадка вкладиша в корпус кульова, виходить так, що під час роботи вкладиш самовстновлюється. Змащення підшипників є примусовим й відбувається під тиском 30-50 кПа. Витрата олії на два підшипники становить 0,27-10~3 м<sup>3</sup>/с для електродвигунів 2АЗМ-1600 та 2АЗМ-2500 та 0,6-10-3 метрів кубічних на секунду саме для електродвигунів 2АЗМ-5000. Фундаментна плита

зварна, загальна для установки кріплення статора, підшипників і повітроохолоджувачів, має в нижній полиці чотири отвори для фундаментних шпильок, а у верхній - два болти, що розташовуються по діагоналі. [3]

Для більшого розуміння і представлення нижче показано зовнішній вигляд двигуна 2А3М зображено на рис. 1.5:



Рис. 1.5 зовнішній вигляд двигуна 2 А3М

Технічні характеристики асинхронного двигуна наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Технічні характеристики асинхронного електродвигуна 2А3М 5000/6000

Тип	$P_{ном.}$ кВт	$I_{ном.}$ А	ККД, %	$U_{ном.}$ В	$N_{ном.}$ об/хв
2А3М 5000/6000	5000	538,0	97,3	6000	2985

#### 1.5 Призначення та характеристика маслоустановки Н17.330.300.00.

Маслоустановка потрібна для подачі мастила в підшипники насоса і двигуна насосних агрегатів. Використовується в двигунах потужністю від 1250 до 5000 кВт.

Маслоустановка Н17.330.300.00 (рисунок 1.6) включає: бак з системою прогріву, а також має два електронасосні агрегати, вони потрібні 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. [4]

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11



Рисунок 1.6 – Загальний вид маслоустановки

Маслоустановка блочного типу, в цій маслоустановці все обладнання є змонтованим на кришці масляного баку. Ємність зварної конструкції і є масляним баком. На бічних стінках бака розташоване оглядове вікно, яке слугує пунктом візуального контролю верхнього і нижнього рівнів мастила в баку. Усередині бака встановлені перегородки, вони потрібні для стабілізації потоку мастила і інтенсифікації видалення повітря з мастила. На кришці баку існують змонтовані: два фільтри масляних (робочий і резервний), два агрегати електронасосних 7НМ-32-1, фільтр-сапун та теплообмінник; [4]

Агрегат електронасосний 7НМ-32-1(рисунок 1.7) він потрібен для того, щоб відбувалася подача масла в саму систему маслопостачання.

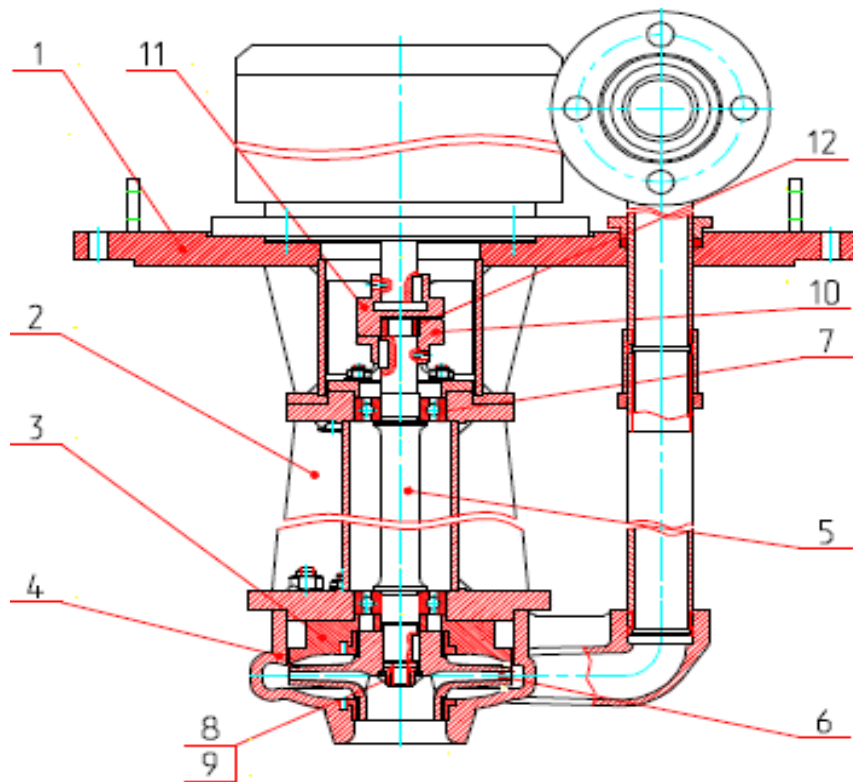


Рисунок 1.7 - Агрегат електронасосний масляний 7НМ-32-1: 1 - ліхтар, 2 - кронштейн, 3 - корпус, 4 - кришка вхідна, 5 - вал, 6 - колесо робоче, 7 - підшипники кочення, 8 - гайка, 9 - шайба, 10 - напівмуфта насоса, 11 - напівмуфта двигуна, 12 - зірочка.

Насос – вертикальний, відцентровий, одноступінчастий, має одне робоче колесо з одностороннім входом, яке встановлено на валу консольним чином. Ліхтар опирається на кришку бака і виконує роль опори насоса і двигуна. До нижнього ліхтаря прикріплюють кронштейн, після чого до кронштейну кріпиться корпус й вхідна кришка. В свою чергу ротор насоса складається з підшипників кочення, валу, робочого колеса.

Повітряний теплообмінник АС-LN8S потрібен для охолодження мастила.

Як тільки температура мастила досягнула значення більшого, або рівному  $45^{\circ}\text{C}$ , то двигун включається автоматично і навпаки коли температура мастила досягає  $35^{\circ}\text{C}$ , або менше двигун одразу автоматично відключається.

Електронагрівач потрібен для того, щоб підігрівати мастило. Він включається автоматично, коли температура мастила менше, або дорівнює значенню  $30^{\circ}\text{C}$  і відключається коли температура мастила більше або дорівнює  $35^{\circ}\text{C}$ .

Маслофільтри встановлюються завжди на вході мастила в теплообмінник. Масляні фільтри слугують для очищення мастила від різного виду забруднень.

Один із маслонасосів слугує для подачі мастила у випадку роботи насосного агрегату. Таким чином при роботі він подає мастило спочатку через маслофільтр і

										Арк.
										12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-81.6.151.11.ПЗ

маслоохолоджувач до підшипників насосного агрегату. Є одна досить важлива умова температура мастила не повинна бути не більшою від 30°C. Другий існуючий маслонасос слугує лише резервним.

## РОЗДІЛ 2 СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАСОСНИМ АГРЕГАТОМ

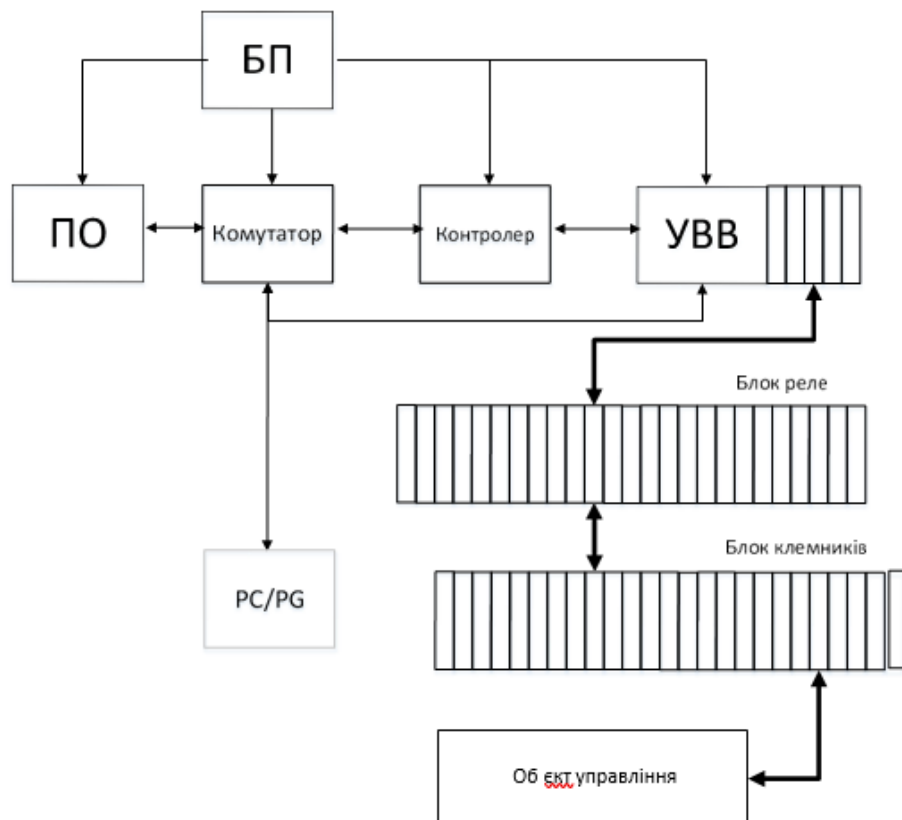
### 2.1 Опис та робота системи управління

Для того, щоб була забезпечена автономна робота насосного агрегату потрібно зробити та запрограмувати систему управління. Перше, що потрібно зробити, так це обрати необхідний контролер, головними задачами, якого буде:

- Отримання даних;
- Обробка даних;
- Швидкість обробки даних.

Наша система автоматичного управління це ціла сукупність пристроїв, які призначені для автоматичного процесу заміни одного чи навіть одразу пари параметрів ОУ, це потрібно робити для встановлення потрібного нам режиму його роботи. Саме для того, щоб здійснити мету управління з урахуванням особливостей керованих об'єктів на них в обов'язковому порядку подаються керуючі впливу, саме вони призначені для компенсації зовнішніх впливів, які обурюють й головною задачею, яких є порушити функціонування об'єкта.

Структурна схема системи управління вказана на рисунку 2.1.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81.6.151.11.ПЗ

Арк.

14

## Рисунок 2.1 - Структурна схема системи управління

### 2.2 Загальні характеристики датчиків

Для того, щоб наші дані постійно зчитувалися нам необхідно використати датчик. Кожному параметру насосного агрегату обирається особливий, окремий датчик, який відповідає тим особливостям роботи. На етапі вибору відповідного датчика потрібно врахувати декілька досить важливих пунктів – це вимірюваний параметр, точність вимірювань, діапазон вимірювань, вартість, робоче середовище і економічну вигідність. Головними параметрами саме нашого вимірювання є:

- тиск;
- температура;
- вібрація;
- подача мастила.

У процесі підбору датчиків, які нас цікавлять і повністю влаштовують, будемо опиратись на Додаток А в якому описано параметри, що підлягають контролю, індикації, захисту та сигналізації.

Отже, для того, щоб відбувався контроль за тиском спочатку на вході, а потім і на виході насосу, буде використано датчик надлишкового тиску EJX 430A.



Рис. 2.2 – поверхневий вигляд датчика EJX 430A

										Арк.
										15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-81.6.151.11.ПЗ







Рис. 2.3 –Клапан Stmini TRV Ду40

Всі характеристики Stmini TRV Ду40, що нас цікавлять:

- Кліматичне виконання - УХЛ 4 за ГОСТ 15150-69
- Країна виробник - Білорусь
- Діаметр номінальний DN - 40 мм
- Робоче середовище - пара, перегріта вода
- Тип приєднання - фланцевий
- Матеріал корпусу - чавун
- Тиск номінальний PN - 16 бар
- Тип регулятора - регулюючий клапан
- Температура робочого середовища - 220 °С
- двоходовий
- Тип ущільнення - метал-метал
- Вага - 13.2 кг [6]

Для того, щоб контролювати температуру будемо використовувати давач YTA310. Саме цей давач є досить високоточним вимірювальним перетворювачем температури, який приймає вхідні сигнали від термопар, термометрів опору, омичних і перетворюють їх в майбутньому.

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17



Рис. 2.4 –YTA310

До робочих характеристик давача можна віднести досить високу надійність, що дуже важливо для нас, також давач має значну точність.

Перетворювачі вимірювальні YTA310 / YTA320 Yokogawa призначені для перетворення сигналів, які в свою чергу отримуються від термопар, омичних пристроїв та мілівольтових пристроїв постійного струму в уніфікований електричний вихідний сигнал постійного струму 4-20 мА, а також у цифровий сигнал для передачі за протоколами BRAIN FOUNDATION Fieldbus. За допомогою BRAIN або HART комунікаторів можна виконувати налаштування та конфігурування параметрів. Перетворювачі YTA310/YTA320 Yokogawa відрізняються високими метрологічними характеристиками. Перетворювач YTA320 Yokogawa має два входи, що дозволяє вибрати режими вимірювання диференціальної температури або середнього значення температури, а функція резервування дозволяє робити автоматичне перемикання на резервний датчик, тим самим підвищуючи надійність використання перетворювачів на небезпечних виробничих об'єктах. Функції самодіагностики гарантують довготривалу та надійну експлуатацію перетворювачів YTA310/YTA320 Yokogawa. [7]

Для того щоб вести контроль робочої рідини в середині, буде використано давач Schneider Electric TM1STPTTSN52015. Даний давач виконаний герметично, а це дуже важливо для нас, оскільки в окремих випадках ми будемо занурювати його в воду. Принцип давача створений на принципі термоопору.

PT 1000 має наступні характеристики:

- діапазон температур : від -50 до +250 °С ;
- матеріал : нержавіюча сталь;

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

- матеріал ізоляції : силікон ;

Для того, щоб виміряти рівень вібрацій будемо використовувати давач Mtreix SA6200. Цей прилад нам підходить, оскільки має здатність працювати при досить високих температурах, зберігаючи свою чутливість, це дуже важливо в нашому випадку.

Характеристи Mtreix SA6200 :

- Діапазон частот: 0,7 .. 10000 Гц ( $\pm 3$ дБ) ;
- Поперечна чутливість:  $<5\%$  ;
- Резонансна частота: 13кГц ;
- Діапазон вимірювання:  $\pm 50g$  ;
- Матеріал : нержавіюча сталь ;
- Температурний діапазон:  $-54^{\circ}\text{C} \dots +121^{\circ}\text{C}$  ;
- Герметичність: забезпечена зварюванням ;
- Чутливий елемент: кварц ;
- Вхідний струм: від 2 до 20 мА ;
- Ізоляція корпусу: 108 МОм ;
- Тип роз'єму: см. Порядок замовлення ;
- Принцип роботи: зрушення ;
- Живлення: від 18 до 28 В постійного струму, полярність будь-яка ;
- Повний розмах вихідного сигналу:  $\pm 5\text{В}$  ;
- Вихідне зміщення: від 8 до 12 В ;
- Установчий час: макс 5 секунд ;
- Захист від електромагнітних завад: RFI & ESD ;
- Маса: 91гр ;

[8]



Рис. 2.5 - Mtreix SA6200

Для ведення контролю над кількістю обертів валу – обираємо давач OMRON

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## E3FA-DN12.

Давач OMRON E3FA-DN12 має наступні характеристики:

- тип: прямий, M18;
- матеріал корпусу: твердий ударостійкий пластик;
- дальність виявлення об'єктів: 300 мм;
- тип виходу: NPN;
- напруга живлення (постійний струм): від 10 до 30 Вольт;
- режими роботи пристрою: DARK-ON, LIGHT-ON;
- підключення: за допомогою дроту (2 м);
- максимальний робочий струм: 100 мА;
- пило-вологозахист корпусу: IP67;
- діапазон робочої температури: від -30 до +70 градусів Цельсія;
- тривалість відгуку: 0,5 мс;
- вага: 70,1 г.

Функціонує датчик цього типу за принципом дифузійного відбиття від об'єкта, тому випромінювач та приймач розташовуються у загальній конструкції. У його роботі випромінювачем випромінюється світловий промінь, який потрапляє на контрольований об'єкт, та був відбивається від поверхні і потрапляє у приймач. Таким чином, в оптичному сенсорі відбувається зміна функції на виході. [9]



Рис. 2.6 – OMRON E3FA-DN12

Як розташовані давачі та інші елементи зображено на функціональній схемі автоматизації у додатку Б. Щодо їх підключення до ПЛК, то це буде зображено на схемі підключень у додатку В.

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 3.1 Технологічна схема

На рисунку 3.1 представлено технологічну схему роботи насосного агрегату. Дивлячись на схему можна побачити, як з драератору прямує робоча рідина, якою згодом насосний агрегат АП 720-185 починає живити котел. Для того, щоб насос почав працювати, потрібно щоб включився наш двигун. Таким чином по холодній магістралі прямує масло до двигуна та до двох торців насоса, але перед тим, як сюди потрапити воно повинне пройти через дві холодильні установки.

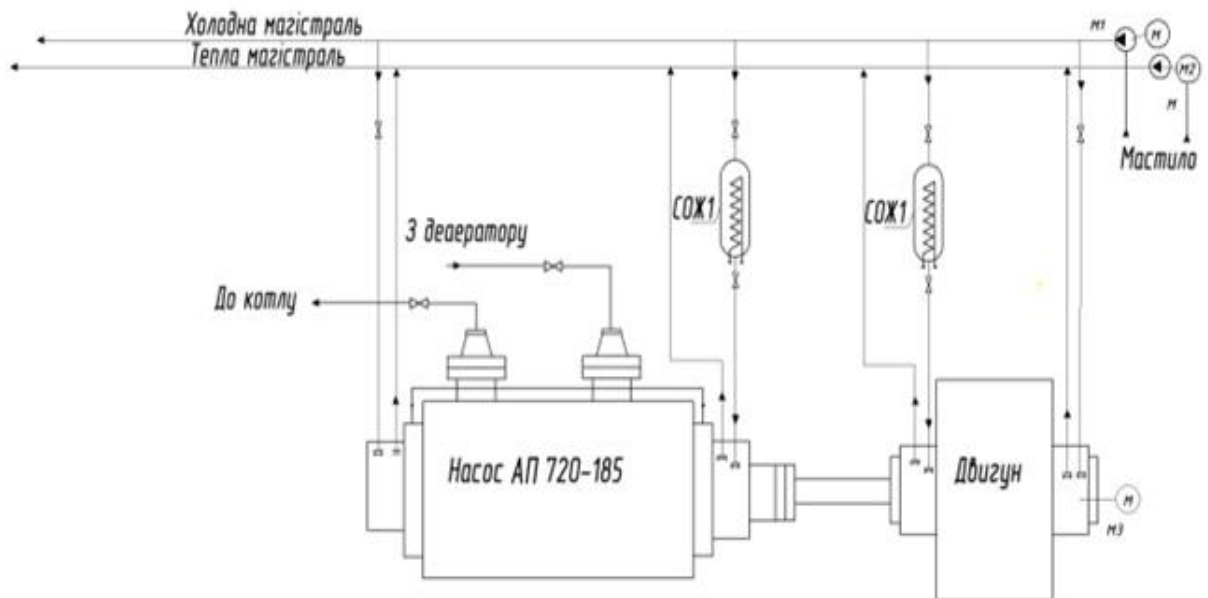


Рисунок 3.1 Технологічна схема ОУ

### 3.2 Розробка контуру, який призначений для регулювання параметрами робочої рідини навході та виході в насос

За допомогою клапанів під номерами 2 та 4 (дивитися рис. 3.2) в цьому конторі відбувається регулювання подачі рідини, яка є робочою на виході та вході. Вище описана процедура потрібна для підтримки тиску у тих рамках, які нам потрібні. Для того, щоб це зробити нам потрібен давач надлишкового тиску EJX 430A.

Датчик має наступні параметри:

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- захист IP 69;
- захист від вологи, пилу;
- захист від вибухів та іскор.

Давач надлишкового тиску EHX 430A має такі характеристики :

- Похибка при вимірюванні складає  $\pm 0,04\%$ ;
- Вихідний сигнал - 4 - 20 мА ;
- Матеріал - нержавіюча сталь ;
- Матеріал мембрани - хастелой;
- Hart протокол;
- Період між перевірками - 5 років.

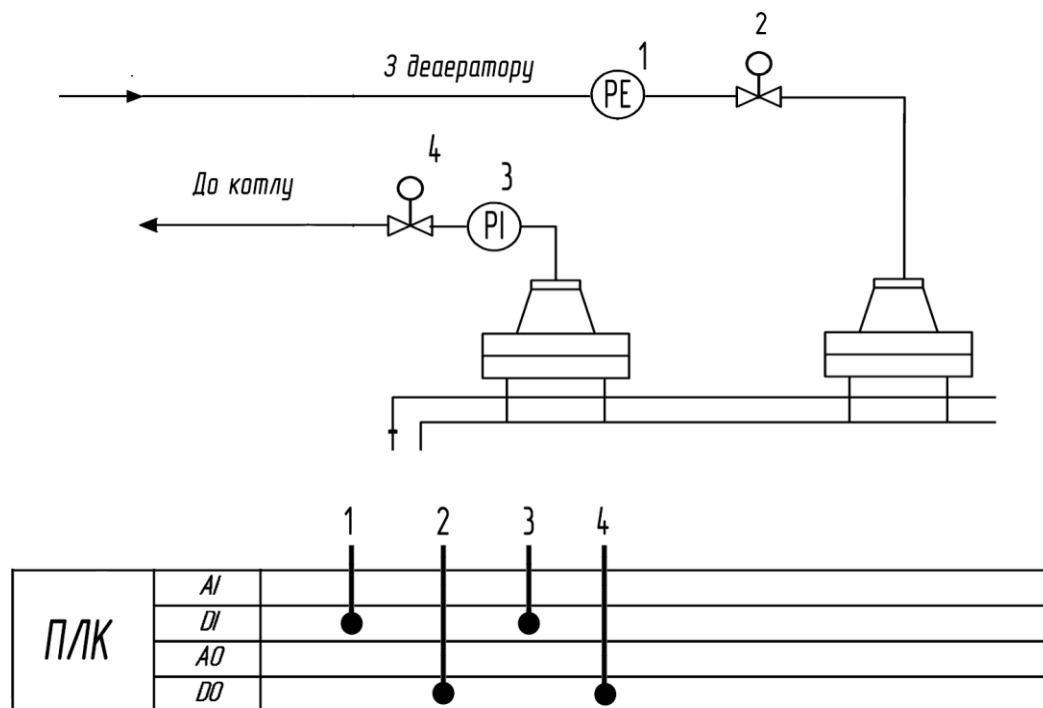


Рисунок 3.2. Контур регулювання тиску робочої рідини на вході тавиході в насос

Клапан з електроприводом Stmini TRV Ду40 обираємо для регулювання зміни подачі робочої рідини.

Головні переваги вибору цього давача:

- Низький шум та вібрація ;
- Проста конструкції;
- У випадку перепадів тиску є досить стійким;
- Точність підтримки заданих параметрів;
- Є досить доступним в фінансовому плані;

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Є легким в монтажі.

### 3.3 Розробка контуру температури корпусу насоса та робочої рідини в середині насоса

Для того, щоб даний контур було забезпечено належним чином, будемо використано давач типу YTA 310 – потрібен для ведення контролю на корпусі та давач типу Schneider Electric TM1STPTTSN52015 – веде контроль за температурою робочої рідини (рис. 3.3)

Робочі характеристики:

- Засновані на мікропроцесорній техніці вимірювання, гарантують високу точність і надійність;
- Висока надійність;
- Довсекційний корпус .

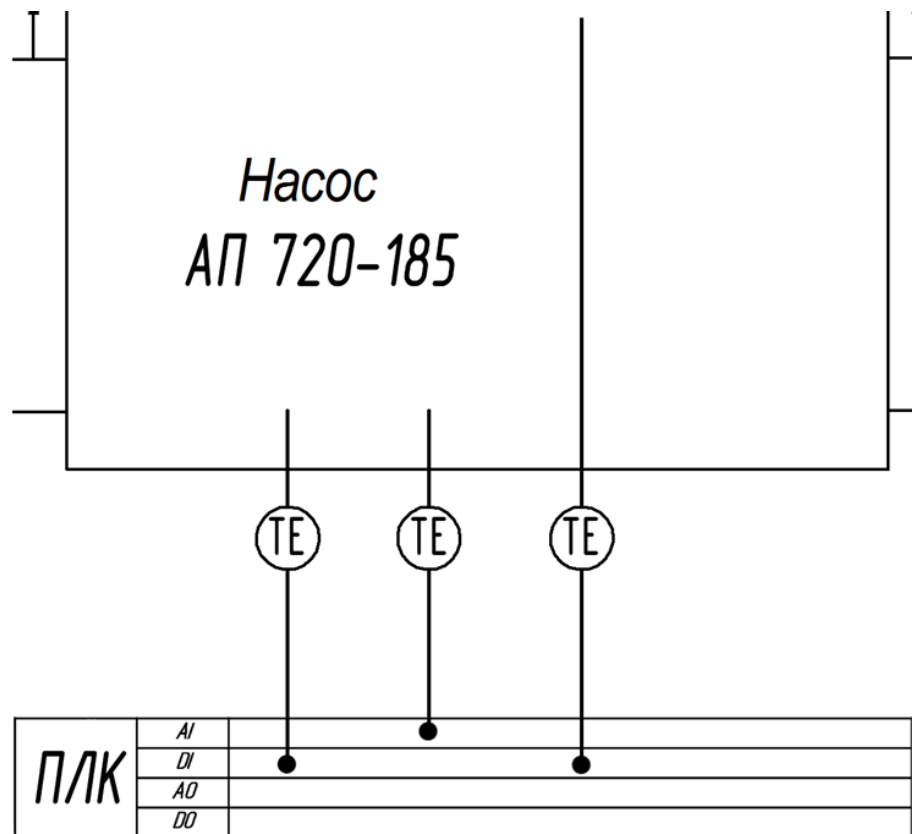


Рисунок 3.3. Контур контролю температури на корпусі насоса, та робочої рідини в середині нього

Вхідних сигналів в даному випадку досить багато, щодо типу вхідного сигналу, то його може обрати сам юзер, також присутня система самодіагностики, яка в свою чергу гарантує низькість витрат.

### 3.4 Розробка контурів управління контролю температури та вібрації на лівому та правому торцях насосу

В цьому контурі присутній знову давач температури YTA310, та давач вібрації, акселерометр Metrix SA6200. Давач абсолютної вібрації це давач загального призначення, дуже часто його застосовують в найрізноманітніших видах техніки, які мають широкий діапазон (рис 3.4.)

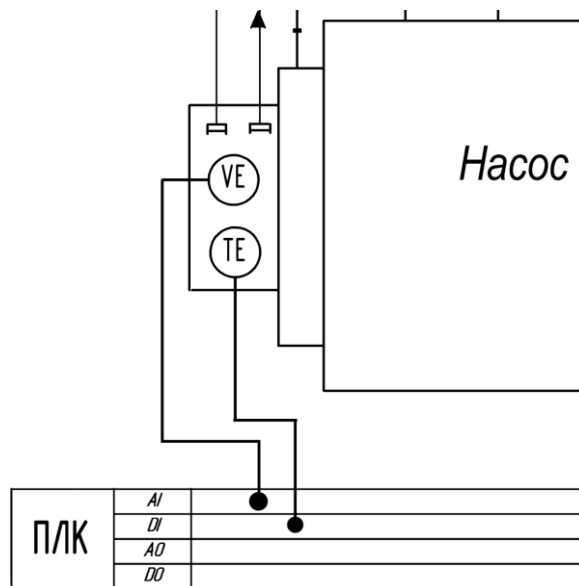


Рисунок 3.4 Контур контролю температури та вібрації на лівому торцінасосу

За повною аналогією до контуру (рис. 3.4) з права буде давач YTA310 й давач, який відповідає за вібрацію.

Повністю аналогічно до контуру контролю на лівому торці (рис. 3.4.), з права будуть розташовані давач температури YTA310, та датчик абсолютної вібрації, акселерометр Metrix SA6200. Єдиною відмінністю буде те, що тут ще буде клапан Stmini TRV Ду40, що має привід (помічено цифрою 1) саме за ним, закріплена задача по регулюванню подання масла на наші підшипники – це треба для регулювання температурою (рис. 3.5).







Рисунок 3.7 Контури контролю параметрів двигуна 2А3М

3.7 Контур для контролю та нагляду за параметрами охолоджувальної установки

В цьому контурі контролю параметрів охолоджувальної установки будемо використовувати рівнемір, який слугує для вимірювання дистанції, рівня та об'єму. Давач має назву OPTIWAVE. Саме давач цієї фірми має всі параметри для роботи на більш широкій смузі частот, завдяки цьому можна забезпечити більш високі точність і дозвіл. Оскільки давач має досить гарну динаміку сигналів, то це дозволяє виявити навіть самі найменші зміни рівня.

Його характеристики :

- Максимальний діапазон вимірювань до 40 м
- Точність  $\pm 3$  мм
- Робочий тиск від -1 до 40 ба
- Температура фланців від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $+200^{\circ}\text{C}$

На рисунку 3.8 зображено контур контролю параметрів охолоджувача.

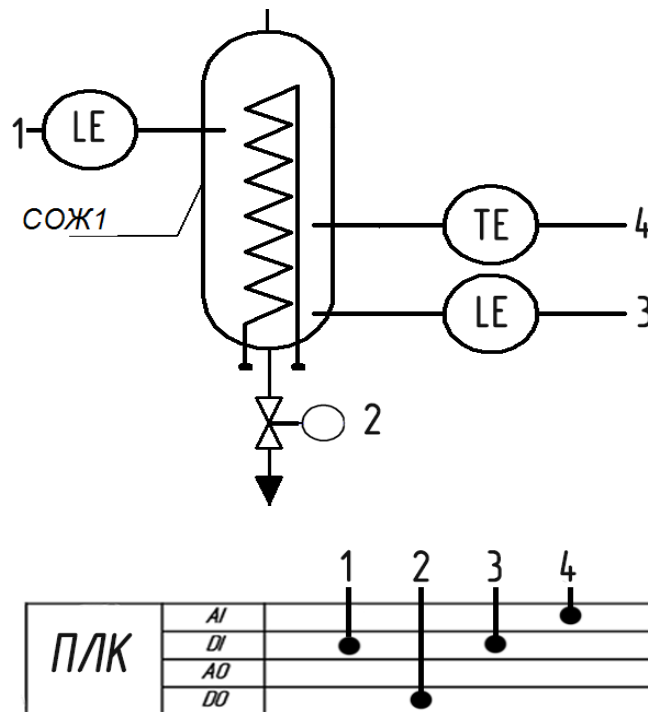


Рисунок 3.8 Контури контролю параметрів охолоджувача

OPTIWAVE 7500 являє собою 2-провідний 80 ГГц радарний (FMCW) рівнемір для рідин у застосуваннях з підвищеними вимогами, наприклад, у вузьких резервуарах з довгими патрубками та внутрішніми конструкціями, такими як мішалки або котушки обігріву. Завдяки дуже маленькому куту променя антени та незначній зоні нечутливості даний радарний (FMCW) рівнемір є оптимальним варіантом для безперервного безконтактного вимірювання рівня рідин як у дуже маленьких, так і дуже високих резервуарах (до 100 м). Рівнемір дозволяє проводити вимірювання у тому числі крізь дахи резервуарів, виконані з непровідного матеріалу. Лінзові антени ПЕЕК або ПТФЕ нечутливі до відкладень і підходять для застосування з корозійно-активними середовищами. Так як антени призначені для утопленого монтажу, відсутні компоненти. OPTIWAVE 7500 забезпечує точні результати вимірювання в тому числі в процесах з рівнем вмісту, що швидко змінюється. Він може використовуватися в робочих умовах з температурою до +150°C та тиском до 40 бар хат. Для цього рівнеміра доступний широкий вибір фланцевих та різьбових приєднань (починаючи від 3/4"). Він сертифікований для застосування у вибухонебезпечних зонах і поставляється з функціями всебічної діагностики пристрою (відповідно до NE 107) та інтерфейсом HART<sup>®</sup> 7. [10]

### 3.8 Контур для контролю управління маслом на двох різних магістралях

Цей контур буде містити в собі такі давачі EJX 430A та давач Schneider Electric TM1STPTTSN52015 за типом PT 1000, тобто давач тиску та давач температури відповідно. Для регулювання подачі мастила будемо використовувати регулятор Stmini TRV Ду40. Спочатку мастило рухається по холодній магістралі, а потім потрапляє на підшипники НА. Виходить, що на цій холодній магістралі буде вимірюватися температура мастила та тиск, оскільки у нас є клапан, що знаходиться перед холодильною установкою, то ми зможемо з легкістю керувати цими параметрами. Стосовно теплої магістралі, то там масло буде потрапляти до підшипників й далі прямувати до охолоджувача.

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

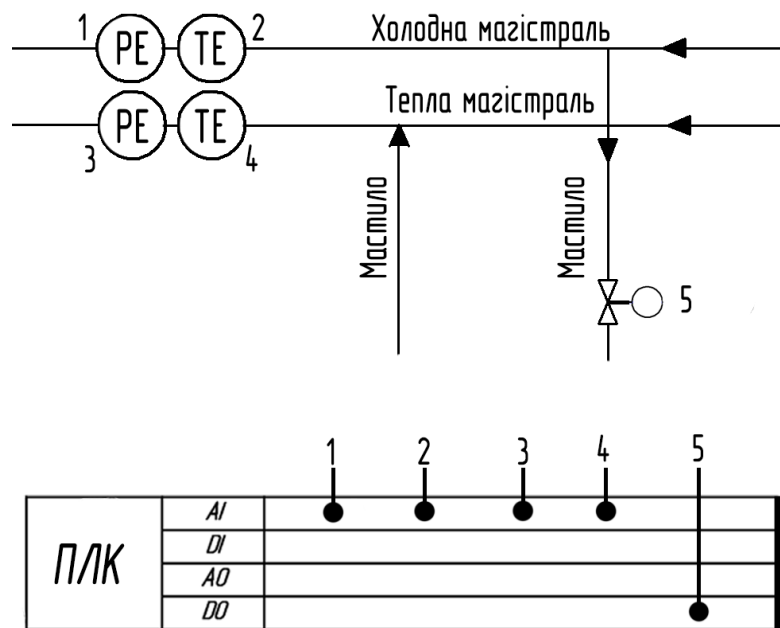


Рисунок 3.9 Контур для управління маслом на двох різних магістралях

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-81.6.151.11.ПЗ

Арк.

29

## РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ШАФИ АВТОМАТИЗАЦІЇ

### 4.1 Вибір ПЛК

**Програмований логічний контролер** (ПЛК), міжнародна назва PLC - **programmable logic controller**, є мікропроцесорний пристрій, призначений для збору, перетворення, обробки і зберігання інформації з об'єкта управління, а також вироблення команд управління. На даний момент ПЛК широко використовуються як в локальних системах автоматики, при управлінні будь-якими верстатами, конвеєрами і т.п., так і в розподілених системах управління, для збору і обробки інформації. На початковому етапі розвитку мікропроцесорних контролерів було чітке розділення на PLC і RTU - **remote terminal unit** («віддалене термінал»), в розподілених системах під цим терміном мається на увазі пристрій телемеханіки контрольованого пункту. У цих пристроїв було різне призначення. Programmable logic controller призначався для локального управління і мав широкі обчислювальні можливості для вироблення команд управління. RTU використовувалися в розподілених системах як пристрої збору інформації з датчиків і перетворення її в пакети цифрових каналів зв'язку, а також для зворотного перетворення керуючих команд з центру, вони володіли широкими можливостями з побудови систем зв'язку. [11]

Вимоги до ПЛК, для нашої системи :

- Рівень захисту повинен бути вище або рівним IP20;
- Бажана мінімальна кількість відмов;
- Ефективність та швидкодія обробки даних у реальному часі ;
- Простота організації обміну даними;
- Сильною стороною буде наявність вбудованого акумулятора, саме це дозволить системі працювати певний час без електроенергії;
- Вбудований швидкий інтерфейс ;
- Бажано мати вносити будь-які зміни в програму ПЛК, але за умови подальшої роботи системи, тобто без переривання;
- Простота програмування та легкість в монтажу;
- Запаси по потужності ;
- Доступна ціна;
- Наявність гарного зв'язку з іншими контролерами.

										Арк.
										30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

СУ-81.6.151.11.ПЗ

Дослідивши функціональні завдання автоматизації АСУТП, та різні державні стандарти щоб визначити норми контрольованих параметрів в системі, складаємо таблицю вхідних-вихідних сигналів досліджуваної системи.

Програмовані контролери SIMATIC S7-1200-це нове сімейство системних мікроконтролерів для вирішення найрізноманітніших завдань автоматизації малого рівня. Ці контролери мають модульну конструкцію та універсальне призначення. Вони здатні працювати в реальному масштабі часу, можуть використовуватися для побудови щодо простих вузлів локальної автоматики або вузлів комплексних систем автоматичного управління, що підтримують інтенсивний комунікаційний обмін даними через мережі Industrial Ethernet/PROFINET, PROFIBUS, а також PtP (Point-to-Point) з'єднання. Програмовані контролери S7-1200 мають компактні пластикові корпуси зі ступенем захисту IP20, можуть монтуватися на стандартну 35мм профільну шину DIN або монтажну плату та працюють у діапазоні температур 0..50°C або -20...60°C. Вони здатні обслуговувати від 10 до 284 дискретних та від 2 до 51 аналогового каналу введення-виводу. При однакових з S7-200 конфігураціях введення-виведення контролер S7-1200 займає на 35% менший монтажний об'єм. До центрального процесора (CPU) програмованого контролера S7-1200 можуть бути підключені комунікаційні модулі (CM), сигнальні модулі (SM) та сигнальні плати (SB) вводу-виводу дискретних та аналогових сигналів. Спільно з ними використовуються 4-канальний комутатор Industrial Ethernet (CSM 1277) та модуль блоку живлення (PM 1207). Кожен центральний процесор S7-1200 оснащений вбудованим інтерфейсом Ethernet, який використовується для програмування та діагностики, обміну даними з іншими системами автоматизації, пристроями та системами людино-машинного інтерфейсу. Всі типи центральних процесорів оснащені двома аналоговими входами, набором дискретних входів та виходів, а також блоком живлення датчиків з вихідною напругою = 24В. Підключення зовнішніх ланцюгів виконується через знімні термінальні блоки з контактами під гвинт. Центральні процесори допускають підключення до трьох комунікаційних модулів та встановлення однієї сигнальної плати (SB) вводу-виводу. [12]

Додатково до CPU 1212C може підключатися до 2 до CPU 1214C. 1215C і 1217C-до 8 сигнальних модулів (SM). Сигнальні модулі (SM) розширення дозволяють адаптувати контролер до вимог вирішуваного завдання. Вони дозволяють збільшувати кількість входів і виходів, з якими працює центральний процесор, доповнювати систему введення-виводу дискретними та аналоговими каналами з необхідними

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

параметрами вхідних та вихідних сигналів. Сигнальні модулі встановлюються праворуч від центрального процесора (крім CPU 1211C). Комунікаційні модулі встановлюються ліворуч від центрального процесора та підключаються до його внутрішньої шини через вбудовані у кожний модуль з'єднувачі. Максимально можна використовувати 3 будь-які комунікаційні модулі з усіма типами центральних процесорів. [13]



Рисунок 4.1 Процесор SIMATIC S7-1200

У нашому випадку в моїй системі був використаний процесор SIMATIC S7-1200, що має центральний процесор CPU 1214C. Характеристики цього процесору показані в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 Характеристики процесора CPU 1214C

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32



Вбудована завантажувана пам'ять	4 Мб
Вбудована робоча пам'ять	Карткой пам'яті 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

Цей процесор повністю задовольняє наші вимоги й може слугувати для управління НА, тому що для ефективною роботи необхідно декілька насосів, які об'єднані у насосну станцію. Процесор CPU 1214C є досить потужним, може одразу підтримати декілька робочих машин, так відбувається завдяки тому, що він має змогу підключити до себе велику кількість модулів вводу-виводу з малою витратою швидкості. Досить мала втрата швидкості обміну даними пов'язана з тим, що обмін відбувається через внутрішню шину.

#### 4.2 Інтерфейс вводу-виводу

SIMATIC ET200 SP – є універсальною модульною станцією, слугує для систем розподіленого вводу-виводу на основі мереж швидкість обміну даними яких сягає 100 Мбіт/с. Станція SIMATIC ET200 SP має модульну конструкцію та орієнтована на використання у системах розподіленого введення-виводу самого різного призначення. Саме модульна конструкція дозволяє адаптувати станцію до вимог тих розв'язуваних задач. У використовуваній мережі станція виконує функції стандартного пристрою вводу виводу. Звернення до каналів введення-виводу з боку контролера виконується тими самими способами, що і каналів системи локального введення-виводу. Звернення контролера до каналів введення-виводу відбувається тими ж способами, що і каналів системи локального введення. Стосовно обміну даними, то дана функція відбувається

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

через мережу PROFINET, цей обмін підтримується інтерфейсним модулем контролера вводу-виводу та інтерфейсним модулем станції IM155-6. Керувати своєю конфігурацією станція дозволяє через програму користувача. [14]

Станція ET200SP включає у свій склад: інтерфейсний модуль для підтримки обміну даними з контролером введення-виводу PROFINET IO, що відповідає вимогам стандарту IEC 61158; електронні модулі вводу-виводу, що встановлюються на пасивні базові блоки; сервер модуль, що встановлюється за останнім модулем вводу-виводу.[15]

Станція ET 200SP загалом виконує функції стандартного приладу введення-виведення в мережі ROFINET IO або функції стандартного веденого пристрою мережі PROFIBUS DP. Основні характеристики описані SIMATIC ET200 SP описані в таблиці 4.2 [16]

Табл. 4.2 Основні характеристики SIMATIC ET200 SP

Інтерфейсний модуль IM 155-6 PN	STANDARD, с мережевим адаптером BA 2x RJ45 (допускає макс. 32 модуля)
Інтерфейсний модуль	Profibus IM 155-6 DP, HIGH FEATURE (допускає макс. 32 модуля)
Мережевий адаптер	Мережевий адаптер BASCRJ/RJ45(тільки для IM155-6PN HF/CPU 1512)
Модулі вводу дискретних сигналів	DI 16x =24 В ST
Модулі виводу дискретних сигналів	DQ 16x =24 В/ 0.5 А ST
Модулі вводу аналогових сигналів	AI 4x RTD/TC HF 4-провідні давачі; AI 8x RTD/TC HF, 2-провідні давачі
Модулі виводу аналогових сигналів	AQ 4x U/I ST

#### 4.3 Допоміжні елементи шафи управління

Для того, щоб відбулося введення сигналів з давачів вібрації в СУ застосовується 1 модуль аналогового введення AI 8x RTD/TC для двопровідних давачів температури; з

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

давачів витоку - 3 модулі AI 4x RTD / TC HF для 2-, 3-, 4-дротяних давачів.

Для введення дискретних сигналів з панелі оператора, кнопок на двері шафи управління давачів 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 4x = 24 В / 0.5 А ST.

SIMATIC HMI KTP700 Basic з 7" широкоформатним сенсорним TFT дисплеєм, 8 програмованими клавішами та інтерфейсом PROFINET 1xRJ45. SIMATIC HMI Basic Panel - це серія бюджетних панелей операторів з підтримкою базового набору функцій інтерфейсу людини. Відсутність частин, що обертаються, невелика монтажна глибина, висока стійкість до вібраційних та ударних, а також електромагнітних впливів, ступінь захисту фронтальної частини корпусу IP65 дозволяють використовувати панелі цієї серії в жорстких промислових умовах, успішно вирішувати завдання оперативного управління та моніторингу на рівні виробничих машин та установок, а також у системах автоматизації будівель. Панелі можуть використовуватися з програмованими контролерами SIMATIC S7, а також деякими контролерами інших виробників. Основними відмінностями нової лінійки панелей є: · Використання широкоформатних сенсорних TFT дисплеїв з підтримкою 65536 кольорів; · Наявність додаткового вбудованого інтерфейсу USB-Host; · Збільшений обсяг пам'яті користувача; · Розробка проектів у середовищі WinCC (TIA Portal) від V13 та вище; · регульована яскравість підсвічування дисплеїв у діапазоні від 0 до 100%. [17]



Рис. 4.2 – панель оператора KTP700

					СУ-81.6.151.11.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

## ВИСНОВОК

У результаті написання дипломного проекту було описано та з'ясовано технологічні характеристики агрегату АП 720-185, а також його складові насос, маслоустановку та двигун 2АЗМ 5000/6000

Було підібрано апаратну частину системи управління, а саме ПЛК SIMATIC S7-1200, що має центральний процесор CPU 1214C для ET 200SP, а також різноманітні давачі для вимірювання головних параметрів агрегату.

Були побудовані, функціональна схема автоматизації, схема інформаційно-матеріальних потоків, схема підключення, було розроблено контури управління, а саме: контур для управління тиску на виході та вході насосу; контур для контролю температури на корпусі насосу; контур для контролю температури підшипників на лівому торці насосу; контур для контролю вібрації на лівому та правому торцях насосу; контур для контролю обертами валу; контур для контролю температури на корпусі двигуна; контур контролю вібрації на лівому та правому торцях двигуна; контур контролю температури на корпусі насосу, та робочої рідини в середині нього.

Для автоматизації насосного агрегату були обрані прилади Siemens, які з економічної та технічної точки зору, найбільш підходять для даного процесу. Проведений аналіз функціонування системи управління дозволить перейти максимально якісно та продуктивно до розробки та складання шафи управління насосним агрегатом за необхідними вимогами та особливостями технологічного процесу, що значно підвищить безпеку та ККД підприємства та відповідає завданню автоматизації.

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-81.6.151.11.ПЗ				

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1) Питательный насос АП 720 – 185 - [Электронный ресурс] – 2021. –Режим доступа до ресурсу: <https://atlant-tm.com/pitatelnyy-nasos-pe-720-185>
- 2) Агрегат электронасосный АП 720-185 (Q=720 м3/ч, H=2030 м). Технические требования на автоматику и КИП [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://vnii.aen.sumy.ua>.
- 3) Маслоустановка. Руководство по эксплуатации Н17.330.300.00 РЭ [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://vnii.aen.sumy.ua>.
- 4) Технічні характеристики датчика надлишкового тиску EJX530A [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://almateks.com/catalog/controlno-izmeritelnye-pribory/davlenie/ejx/datchiki-izbytochnogo-davlenija/ejx530a.html>
- 5) Клапан регулирующий TRV-T Ду40 с электроприводом TSL-1600-25-1-230-IP67 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://dn.ru/regulyator/reguliruiushchii-klapan/teplosila/trv-t-tsl/dn40>
- 6) Преобразователи измерительные УТА310 / УТА320 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <http://runtime.by/content/preobrazovateli-izmeritelnye-yta310-yta320>
- 7) Пьезоэлектрический акселерометр Metrix SA6200A [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.setrix.ru/p/metrix-sa6200a>
- 8) [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://olnisa.ru/blog/e3fa-dn12-omron/>
- 9) OPTIWAVE 7500 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://ru.krohne.com/ru/pribory/izmerenie-urovnja/urovnamery/radarnye-fmcw-urovnamery/optiwave-7500/>
- 10) Программируемый контроллер серии SIMATIC S7-120 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://eleksun.com.ua/6es7214-1ag40-0xb0-programmiruemyy-kontroller-serii-simatic-s7-1200-cpu-1214c24v-14-di24v-10.html>
- 11) ПЛК [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://stud.com.ua/176956/tehnika/programovani-logichni-kontroleri-sistemah-avtomatizatsiyi-u-pravlinnya>

- 12) Промышленная автоматизация Siemens [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.energostandart.ru/tehnika-avtomatisacii/raspredeleonnaya-periferiya-simatic-et200/modulnye-stancii-vvoda-vyvoda-simatic-et200sp/>
- 13) Офіційний сайт Siemens - <http://www.siemens.com/>
- 14) Ганс Бергер «Automating with SIMATIC S7-1200» .2014
- 15) Довідник «Siemens». 2012.
- 16) Панель оператора КТР700 [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://electroguru.ru/paneli-operatora/siemens/simatic-hmi-basic-panel/135901/>
- 17) Коломоець В.В. Толбатов В.А Автоматизация насосного агрегату АП 720-185 Сумський державний університет, Суми, Україна 2022

					<i>СУ-81.6.151.11.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

