

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

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 типу ЦНС500-1900»
(Дипломний проект)

Керівник проекту:
к.т.н., доцент

Толбатов В.А

Дипломник:
студент гр. СУ-61

Ярошенко Д.О.

Ном.поз	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1	A4		Завдання кафедри	2		
2	A4		Технічне завдання	2		
			<u>Новозроблена</u>			
3	A4		Реферат	2		
4	A4	СУ61-6.151.18ПЗ	Пояснювальна записка	39		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A3	СУ-61.6.151.18A2	Схема функціональна автоматизації	1		
6	A3	СУ-61.6.151.18E3	Схема електроживлення принципова	1		
7	A3	СУ-61.6.151.18A1	Схема інформаційно-матеріальних потоків	1		

					СУ-61.6.151.18.ДП		
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата			
Разраб		Ярошенко Д.О.					
Провер.		Толбатов В.А.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Утверд.		Дрозденко О.О.					
					Система автоматизації насосного агрегата типу ЦНС500-190		
					Відомість проекту.		
					Лит.	Лист	Листов
					у		1
					СумДУ СУ-61		

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

Ярошенко Дмитру Олеговичу

1. Тема проекту: Система автоматизації насосного агрегата типу ЦНС500-1900
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 ЦНС 500-1900, технологічний алгоритм, призначення базової системи управління, склад базової системи управління, апаратура живлення програмований логічний контролер ТМ251MESC, комутаційні елементи, запуск та управління насосним агрегатом, контроль та сигналізація.
5. Перелік графічних матеріалів: 14 рисунків, 5 таблиць; 3 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 ЦНС500-1900.	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

Толбатов В.А.

До виконання прийняв:

студент-дипломник
групи СУ-61

Ярошенко Д.О.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи автоматизації насосного агрегата типу
ЦНС 500-1900

Розробник:

студент гр. СУ-61

Ярошенко Д.О.

Погоджено:

керівник проекту
к.т.н., доцент

Толбатов В.А.

1. *Назва і галузь застосування:* система автоматизації насосного агрегату ЦНС500-1900: нафтодобувна промисловість
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 ЦНС500-1900.
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 ІР 20.
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:*

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 анбалогів та прототипів.	27.04.20 – 30.04.20
2	Дослідження конструктивно-технологічного алгоритму роботи насосного агрегату ЦНС500-1900.	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

9. *Додатки:* Додаток А: Функціональна схема автоматиз .; Додаток Б: Перелік параметрів, що підлягають контролю, індикації та сигналізації

РЕФЕРАТ

Ярошенко Д.О. Система автоматизації насосного агрегата типу ЦНС500-1900. Дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2020 р.

Дипломний проект містить 40 аркушів пояснювальної записки, 14 рисунків, 5 таблиць; 3 додатки. При виконанні дипломного проекту було використано 20 літературних джерел.

У пояснювальній записці приведена коротка характеристика та опис об'єкту дослідження – насосний агрегат типу ЦНС 500-1900 , датчики, які застосовуються, розроблена функціональна схема автоматизації, схема підключення, сигналізації контролера та описаний алгоритм роботи агрегату.

ABSTRACT

Yaroshenko Dima Olegovich. Automation system of the pumping unit of the CNS500-1900 type. Diploma project. Sumy State University. Sumy, 2020

The diploma project contains 40 pages, 14 figures, 5 tables; 3 annexes. During the implementation of the diploma project, 20 literary sources were used.

The explanatory note provides a brief description and description of the object of study - pump unit type CNS 500-1900, sensors used, developed a functional diagram of automation, connection diagram, alarm controller and describes the algorithm of the unit.

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

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

Система автоматизації насосного агрегата типу ЦНС500-1900

Керівник проекту:

Толбатов В.А.

Проектант:

студент групи СУ-61

Ярошенко Д.О.

Зміст

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ	1
ВСТУП.....	2
1. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	4
1.1 Призначення.....	4
1.2 Принцип роботи.....	4
1.3 Алгоритм управління.....	7
2. СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАСОСНОГО АГРЕГАТА.....	11
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів.....	11
2.2 Функціональна схема автоматизації	13
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	17
2.4 Технічні засоби	18
2.5 Проектне компонування мікропроцесорних контролерів	26
3. ОПИС СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ КАНАЛОВОГО РЕГУЛЯТОРА.....	34
ВИСНОВКИ	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	39
ДОДАТКИ	41

					СУ-61.6.151.18ДП			
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата	Система автоматизації насосного агрегата типу ЦНС500-190	Лит.	Лист	Листов
Разраб		Ярошенко Д.О.				у	1	1
Провер.		Толбатов В.А.				СумДУ СУ-61		
Реценз.								
Н. Контр.								
Утверд.								

УМОВНІ СКОРОЧЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ

КСУ – Комп'ютеризовані системи управління;

NPSH3 - Критичне значення кавітаційного тиску;

НА – Насосний агрегат;

БУ – блок управління ;

ФСА – функціональна схема автоматизації;

ОП – операторська панель;

ПК – персональний комп'ютер;

ПЛК – програмований логічний контролер.

охлаждающей жидкости на подшипники они перегреются и выйдут из строя, что приведет к аварийной остановке насосного агрегата и дальнейшего его ремонта, связанного с заменой подшипников котла (которые в свою очередь имеют очень высокую цену). Величина напора на выходе из насоса не должна превышать 44 МПа, допустимое отклонение по напору от +3% до минус 2% от номинального значения. Снижение напора после выработки среднего ресурса до капитального ремонта с заменой расходных частей – не превышает 3%.

На основе рассмотренных особенностей функционирования насосного агрегата ЦНС 500-1900 можно сформулировать основные требования к автоматизации:

- контроль температуры подшипников котла;
- контроль температуры охлаждающей жидкости;
- контроль температуры корпуса двигателя;
- контроль температуры окружающей среды;
- регулирование подачи охлаждающей жидкости в баки охлаждения;
- регулирование расхода нефти на выходе;
- контроль давления на входе;
- контроль давления охлаждающей жидкости;
- контроль вибрации горизонтальной и вертикальной насоса и двигателя;
- контроль оборотов вала насоса и двигателя.

Итак, целью автоматизации является контроль и регулирование необходимых параметров в рабочих интервалах для обеспечения бесперебойной работы насосного агрегата, для оптимального транспортирования нефти на головной магистральный насос и дальнейшего ее транспортирования.

В условиях научно-технического процесса автоматизация является одной из его движущих сил.

Таким образом, при внедрении автоматизации можно достичь таких результатов, как: стабильная работа насоса, бесперебойное транспортирование нефти до магистрального насоса, отображение всех процессов контроля и регулирования на экране ЭОМ оператора, повышение ритmicности производства, увеличение объемов перекачки нефти.

					СУ-61.6.151.18.ПЗ	Лист
						3
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

1. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1 Призначення

ЦНС 500 - 1900 призначений для перекачування очищеної пластової води в системі заводнення нафтових пластів родовища.

Відповідно до технічних характеристик насоса ЦНС 500 - 1900 робочий інтервал подач насоса - від $0,052 \text{ м}^3/\text{с}$ ($187 \text{ м}^3/\text{ч}$) до $0,173 \text{ м}^3/\text{с}$ ($624 \text{ м}^3/\text{ч}$) [1]

Агрегат (Рисунок 1.1) складається з насоса поз. 1, двигуна поз. 2, маслоустановки з повітряним охолоджувачем поз. 3, місцевого щита встановленого на фундаментній рамі поз. 5. Вали насоса та двигуна з'єднані між собою пружною пластинчатою муфтою поз. 1, закритою огородженням [2].

1.2 Принцип роботи

Принцип роботи насоса полягає в перетворенні механічної енергії приводного двигуна в гідравлічну енергію потоку рідини за рахунок гідродинамічної взаємодії лопатної системи робочих коліс та направляючих апаратів з потоком води, що перекачується.

Насос в складі агрегату — відцентровий, горизонтальний, секційний, багатоступінчастий з одностороннім розташуванням коліс, автоматичним урівноважуванням осевого зусилля ротора розвантажувальним диском.

Базовими деталями насоса (Рисунок 1.1) є всмоктувальна та напірна кришки і набір секцій, які центруються між собою на циліндричних заточках та стягуються шпильками. Герметичність стиків секцій, всмоктувальної та напірної кришок забезпечуються металічним контактом прилягаючих площин та встановленими ущільнюючими кільцями. В секціях та напірній кришці встановлені направляючі апарати.

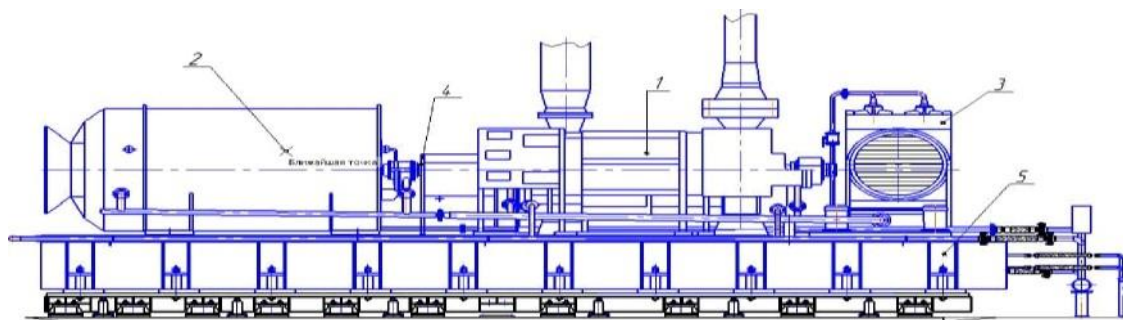


Рисунок 1.1 — Насосний агрегат ЦНС 500 — 1900

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

СУ-61.6.151.18.ПЗ

Лист

4

двигун насоса.

В іншому алгоритм не відрізняється від кнопкового режиму пуску з розподіленої системи управління.

Під час роботи насосного агрегату має виконуватися контроль технологічних параметрів, зазначених на рис 2.1.

При відхиленні параметрів від заданих значень має бути здійснена попереджувальна сигналізація, при аварійному відхиленні - аварійна сигналізація.

Зупинка агрегату може виконуватися:

- Оператором;
- Автоматично;
- Аварійною кнопкою, встановленою у агрегат.

При вимкненні оператором повинна закритися заслінка на виході з насоса, вимкнутися двигун, а при вимкненні захистами або аварійною кнопкою вимикається двигун, закривається заслінка на виході з насоса.

Під час зупинки виконується контроль здійснення команди на закриття заслінки на виході. Якщо заслінка не закрилася (кінцевий вимикач не розірвали), на протязі часу закриття заслінки +5с надається сигнал «Невиконання команди на зупинення». Повторний запуск насосу при вимкненні захистами, можливий тільки після усунення причин відключення.

Висновки за розділом: в даному розділі було визначено, що насосний агрегат типу ЦНС500 - 1900 призначений для перекачування води в системі заводнення нафтових пластів родовища. Принцип роботи насоса полягає в перетворенні механічної енергії приводного двигуна в гідравлічну енергію потоку рідини за рахунок гідродинамічної взаємодії лопатної системи робочих коліс та направляючих апаратів з потоком нафти, що перекачується. А також було визначено алгоритм його роботи.

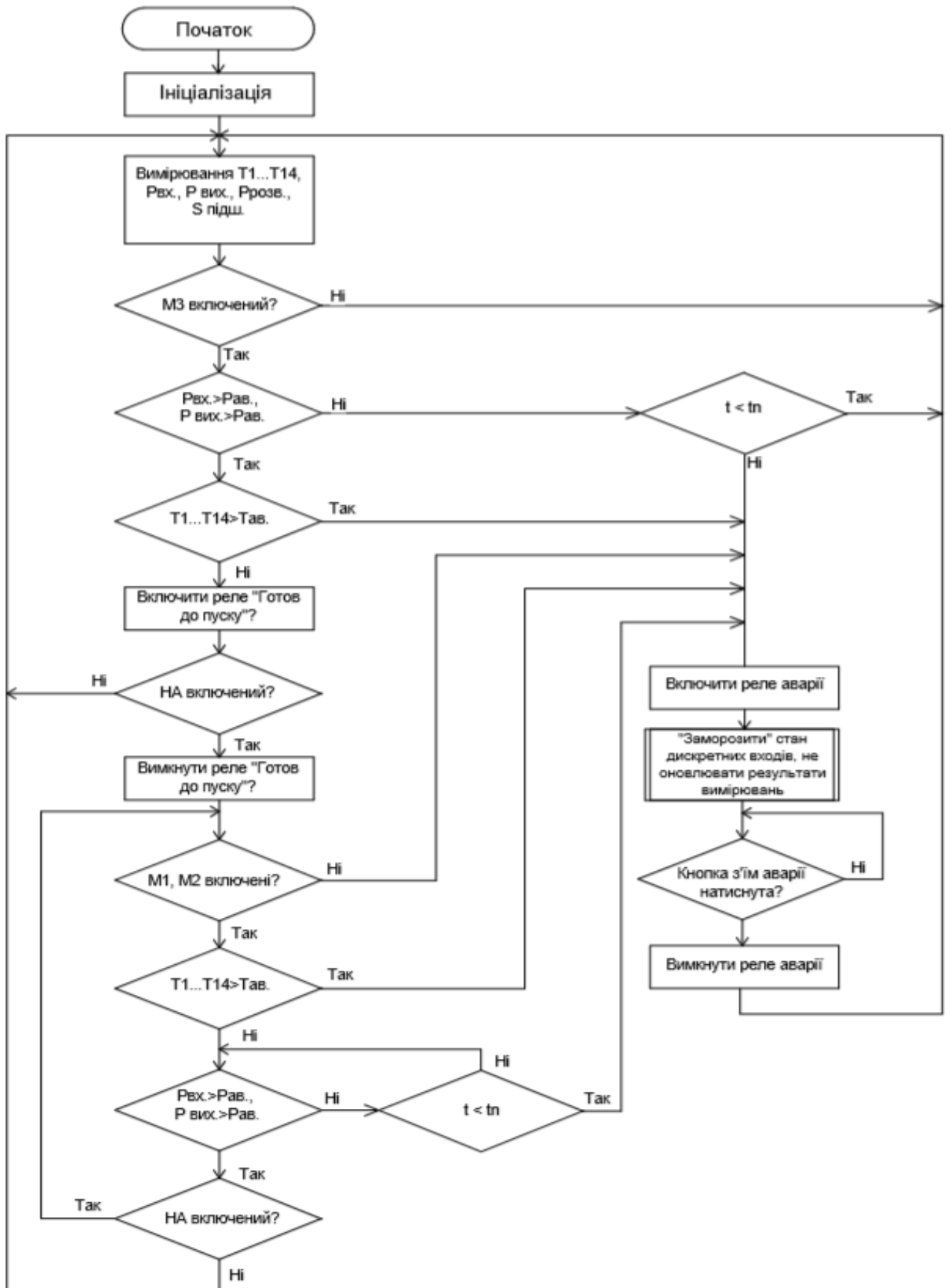


Рисунок 1.3 – Алгоритм роботи насосного агрегату.

(мінус 0,7 кгс/см²) (PZT-085);

- При зниженні тиску на виході з насоса менше значення $P_{вх} + 21,3$ кгс/см² (PZT-086);
 - При підвищенні тиску на виході насоса до величини відповідної нульовій подачі ($P_{вх} + 34,2$ кгс/см²), і наявності його протягом > 2 х хвилин (PZT-086);
 - При підвищенні віброшвидкості підшипників насоса з боку вільного кінця валу $> 11,2$ мм/с (VE-840);
 - При підвищенні віброшвидкості підшипників насоса з боку вільного кінця валу $> 11,2$ мм/с (VE-840);
 - При підвищенні віброшвидкості підшипників насоса з боку двигуна $> 11,2$ мм/с (VE-838, VE-839);
 - При підвищенні віброшвидкості підшипників двигуна з боку насоса $> 11,2$ мм/с (VE-836, VE-837);
 - При підвищенні віброшвидкості підшипників двигуна з боку вільного кінця валу $> 11,2$ мм / с (VE-835);
 - Немає огорожі на сполучної муфті;
 - При невиконанні команди на пуск;
 - При невиконанні команди на зупинення;
 - При зниженні рівня в СОЗЖ нижче мінімально припустимого (LZS -805, LZS -815).
 - Захисне відключення агрегату по температурі і віброшвидкості підшипників, а так само рівню рідини в СОЗЖ виконується із затримкою 1с, по тиску 3с. за іншими параметрами миттєво.
- Повинні бути виконані наступні блокування «Дозвіл на пуск»:
- Забезпечено тиск на вході в насос не меншого значення, що забезпечує безкавітаційну роботу насоса (мінус 0,5 кгс/см²);
 - Забезпечений рівень замикаючої середовища в СОЗЖ більше мінімального, але менше максимального рівня (LSL-803, LSL-804, LSL-813, LSL-814);
 - Заслінка на вході в насос відкрита;
 - Заслінка на виході з насоса закрита. Допускається пуск агрегату на відкриту заслінку на виході з насоса, за наявності протитиску в напірному трубопроводі, що забезпечує подачу при повному розвороті двигуна не перевищує 0,05 м/с (180 м³/ч). Контроль протитиску контролюється, при цьому за зворотним клапаном;
 - Температура підшипників насоса і двигуна > 15 ° С і < 70 ° С (TE-823; TE-829, TE-832; TE-833);
 - Закрито захисний кожух на сполучної муфті (XZS-842);

					СУ-61.6.151.18.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		12

- Насос заповнений перекачувальною рідиною (до замикання давача рівня) (LS-819).
Попереджувальна сигналізація виконується в наступних випадках:
- При підвищенні температури підшипників насоса $> 85 \text{ }^\circ\text{C}$ (TE-832; TE-833);
- При підвищенні температури підшипників двигуна $> 90 \text{ }^\circ\text{C}$ (TE-823; TE-829);
- При підвищеній вібрації на насосі і двигуні $> 7,1 \text{ мм/с}$ (VE-835 + VE-840);
- При зниженні тиску на виході із насоса до величини $P_{вх} + 21,7 \text{ кгс/см}^2$;
- При підвищенні температури затворної середовища в СОЗЖ $> 85 \text{ }^\circ\text{C}$ (TE-806; TE-816);
- При перепаді тиску на фільтрі насосу $> 0,03 \text{ МПа}$ ($0,3 \text{ кгс/см}^2$) (PDT-108);
- При підвищенні тиску затворної середовища в СОЗЖ $> 0,28 \text{ МПа}$ ($2,8 \text{ кгс/см}^2$) (РГГ-800, РГГ-810);
- При підвищенні осьового усунення валу насосу $> 1 \text{ мм}$ (VE-841);
- При підвищенні тиску в камері розвантаження $> P_{вх} + 0,15 \text{ МПа}$ ($1,5 \text{ кгс/см}^2$) (РГГ-818);
- При підвищенні температури корпусу насосу $> 85 \text{ }^\circ\text{C}$ (TE-827);
- При підвищенні температури обмоток двигуна вище $> 125 \text{ }^\circ\text{C}$ (TE-824, TE-826).

2.2 Функціональна схема автоматизації

Основними завданнями розробки АСУ ТП є:

- забезпечення перекачування води з вказаною продуктивністю при мінімальних витратах;
- зменшення втрат води при перекачуванні та зберіганні;
- зменшення (до мінімуму) обсягу та часу обслуговування та ремонту трубопроводу.
- виконання обліку матеріальних та енергетичних ресурсів та витрат;
-
- покращення надійності перекачування та попередження аварійних випадків;

Ґрунтуючись на розглянутих особливостях функціонування насосного агрегату можливо сформулювати загальні вимоги до автоматизації:

- контролювання температур підшипників двигуна та насоса;
- контролювання температур корпусу двигуна;
- контролювання температур охолоджувальної рідини;
- регулювання постачання охолоджуючої рідини в баки охолодження;
- контролювання температур навколишнього середовища;
- регулювання постачання води на виході з насосу;
- контролювання тиску на вході в насос;

					СУ-61.6.151.18.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		13

уніфікований сигнал з котрого передається до вхідного модулю ТМ3АІ8G контролера, після перетворення у цифровий сигнал мікропроцесорного контролера програмно реалізує ПІ-регулятор і передає сигнал на вихідний модуль ТМ3АQ4G, з якого керуючий сигнал здійснює регулювання клапаном, котрий розташовується на трубопроводі охолоджувальної рідини до СОЖ1...СОЖ4 (поз. 19б,в...22б,в).

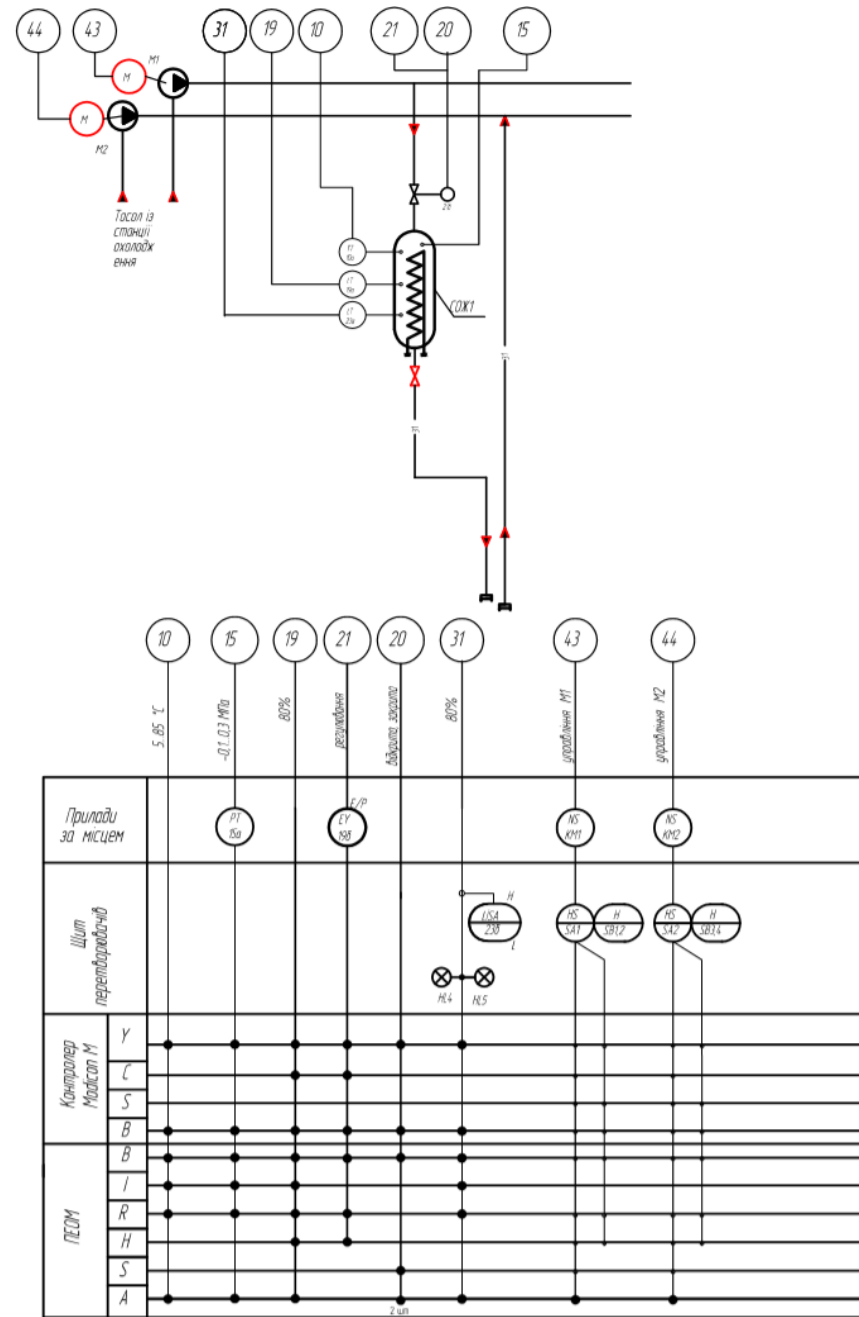


Рисунок 2.2 Контур управління регулюванням рівня в СОЖ1...СОЖ4

За стандартами проектування в нафтопереробній промисловості на кожному збірнику для сигналізації переливу монтується додатковий давач рівня. В нашій схемі автоматизації ОПТИМА-VE 7300 С (поз.23а...26а), з нього сигнал передається до вхідного модулю ТМ3АІ8G, далі оброблюється на програмному рівні, а також на щиті в операторській змонтовані прилади

для сигналізації верхніх та нижніх аварійних рівнів – перетворювачі вимірювальні МТМ-402-ИТ-С (поз.23б...26б).

Акселерометр METRIX SA6200 (поз. 28а...30а, 32а...34а) разом з перетворювачем пероксиметром METRIX-5535 (позиція 28б...320б, 32б...34б) надають ідеальне рішення для виміру віброзміщень та передачі сигналу 4...20мА на вхідний модуль контролера ТМ3АІ8G і вихідний модуль ТМ3АQ4G . Через канал зв'язку до комп'ютеру надходять данні про стан віброзміщення підшипників насоса і двигуна, опрацьовує їх і виводить мнемосхему на дисплей у вигляді аналогових стовпчиків, що вказують на поточний стан прискорення віброзміщення вертикального та горизонтального напрямлень в міліметрах за секунду.

Контролювання кількості обертів двигуна вимірюється комплектом тахометра-частотоміра Веха-Т (поз.31а,б), вторинний прилад котрого розміщується на щиті, сигнал 4...20мА передається на вхідний модуль контролера ТМ3АQ4G.

Уніфікований сигнал 4...20 мА передається на вхідний аналоговий модуль контролеру ТМ3АQ4G, котрий пов'язаний з ЕОМ оператора, де опрацьовуються програмою та архівується.

Системою автоматизації враховано контур управління роботою двигуна М1, котрий зображено на рис 2.2

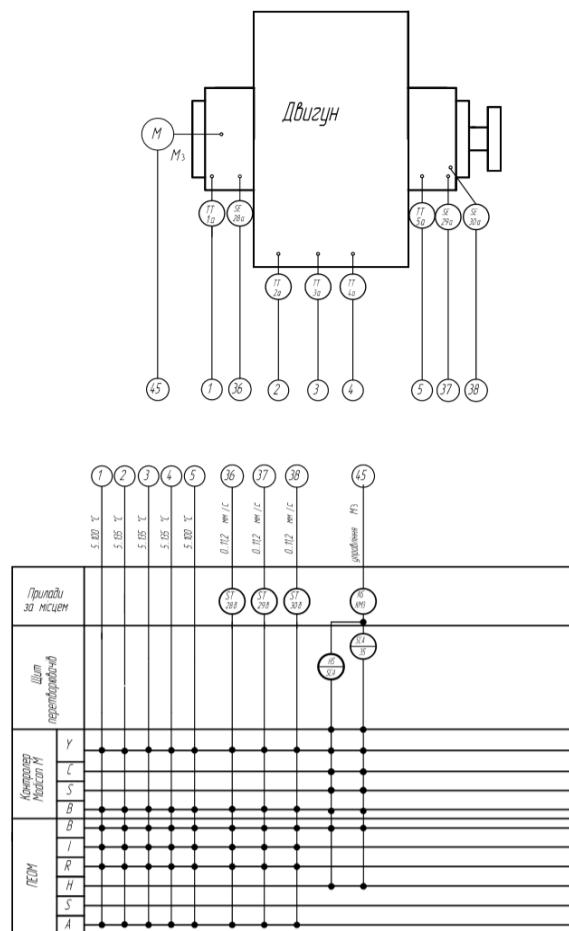


Рисунок 2.2- Контур управління роботою двигуном М1

Вмикання двигунів можна виконувати як в ручному (за місцем), так і в автоматичному (з дисплейної мнемосхеми) режимах. З дисплейної мнемосхеми є можливість працювати як в ручному так і в дистанційному режимі. Для попередження обслуговуючого персоналу про роботу насосів розроблено виробничу сигналізацію. Запуск двигуна здійснюється за допомогою частотного перетворювача Altivar (позиція 35) синхронного електродвигуна.

2.3 Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1 Специфікація засобів автоматизації

№	Номер позиції	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Кільк. шт.	Примітка
1	1а-12а	Інтелектуальний перетворювач температури НСХ JPt100. Діапазон вимірювань - 200...500°С. Вихідний сигнал 4...20мА. Вмонтований цифровий індикатор.	УТА310	12 шт.	ООО «ИОКОГАВА ЕЛЕКТРИК СНГ»
2	13а-18а, 27а	Давач тиску-розрідження. Основна приведена похибка ±0,075%. Діапазон вимірювань -1...160 кгс/см ² . ЖКІ дисплей. Вихідний сигнал 4...20/HART.	EJX 430A	7 шт.	«ИОКОГАВА ЕЛЕКТРИК СНГ»
3	14б, 19б-22б	Пневмопривід . Вхідний сигнал 4-20мА.	тип. 3277	5шт.	SAMSON
4	16в, 21в-24в	Регулюючий клапан Ду50мм. Ру 10	Тип 241-7	5 шт.	SAMSON
5	19а-26а	Рівнемір радарний з рупорної стандартної антеною. DN 80, PN 40. Матеріал антени хімічне нікелювання з фторопластовим покриттям PFA. Фланець по EN 1092-1 тип В1. Вихідний сигнал 4 ... 20мА. Ступінь захисту IP67..	ОПТИВА-VE 7300	8 шт.	KROHNE
6	23б-26б	Перетворювач вимірювальний багатомезний. Вхідний сигнал 4...20мА. Вихідний сигнал «с.к.»	МТМ-402-ИТ-С	4 шт.	м.Сєверо-донецьк НВП«Мікротерм»

7	28а- 30а, 32а- 34а	Давач абсолютної вібрації, акселерометр	Metrix SA6200	6 шт.	ООО «Котрис»
8	28б- 30б, 32б- 34б	Двопровідний перетворювач проксиметрів. Вихідний сигнал 4...20 мА.	Metrix 5535	6 шт.	ООО «Котрис»
9	31а	Давач тахометра PNP структури		1 шт.	«Термоника»
1 0	31б	Тахометр–частотомір реверсивний Діапазон вимірювань 0,1...200000 об./сек.. Вихідний сигнал 4-20 мА.	Вежа-Т	1 шт.	«Термоника»

2.4 Технічні засоби

Перетворювач температури УТА310 – Призначений для перетворення сигналів, що надходять від термометрів опору, термопар, омичних приладів в уніфікований вихідний сигнал постійного струму 4...20мА, а також в цифровий сигнал для передачі за протоколами BRAIN та HART.



Рисунок 2.3- Перетворювач температури УТА310

Точність	УТА310: ± 0,1% від поділки
Точність компенсації	± 0,5 град. С (0,9 град. F)

Ефект навколишнього середовища	$\pm 0,1\%/10$ град.С
Ефект живлення	$\pm 0,005\%$ калібрувального живлення
Вихідні дані	Два дротяних сигналу від 4 до 20 мА або FOUNDATION fieldbus (УТА320)
Вхідний сигнал	УТА110 / УТА310: одиночний вхід, УТА320: подвійний вхід Вибір типу вводу: термопар, 2-, 3- та 4-провідні RTDs, Ом і DC мілівольт
Температура навколишнього середовища	Код опцій може впливати на обмеження Від -40 до 85 град С (-40 до 185 град. F) Від -30 до 80 град С (-22 до 176 град. F) з інтегрованим індикатором
Напруга живлення	МРІЯ та HART: від 10,5 до 42 В постійного струму (Від 10,5 до 30 В постійного струму для ізолюваного типу)



Рисунок 2.4 – Пневматичний сервопривід тип 3277.

Застосування: Привід простої дії для виконавчих органів, таких як регулюючі клапани конструкцій 240, 250, 280 і регулюючі заслінки.

Номінальний хід: від 7,5 до 30 мм.

Пневматичні сервоприводи тип 3277 є мембранними приводами з тарільчатою мембраною і вбудованими ексцентричними пружинами.

Таке безпосереднє приєднання дає такі переваги:

- механічно жорстке і точне приєднання, що виключає розрегулювання при транспортуванні;
- просте пневматичне з'єднання між приводом і позиціонером.

- невелика конструктивна висота, висока швидкодія, різні діапазони тиску керуючого імпульсу;
- реверсування напрямку дії і зміна діапазону тиску виконавчого імпульсу можливі без спеціального інструменту.



Рисунок 2.5 – Давач надлишкового тиску EHX430A

Давач надлишкового тиску EHX430A – високоефективний перетворювач тиску з чутливим елементом із монокристалічного кремнію, використовується для вимірювання тиску, витрати рідини, газу та пари[8].

Похибка вимірювання	Від $\pm 0.025\%$ поділки.
Вихідний сигнал	4...20мА з функцією цифрового зв'язку по HART-протоколу.
Час відгуку	90мс; для давачів з виносною мембраною 200мс.
Живлення	10.5...42В постійного струму
Конструктивне виконання	Стандартне IP67
Міжповірочний інтервал	5 років

Прилад OPTIWAVE 7300С- це 2-х провідний FMCW- радарний рівнемір. Вимірювання відбувається без контакту з продуктом. Розроблений для вимірювання дистанції, об'єма та коефіцієнта віддзеркалення рідин, паст, суспензій, та рідких розчинів розсипної продукції. Прилад має струмовий вихідний сигнал $4 \div 20$ мА та місцевий дисплей[8].



Рисунок 2.6 – Рівнемір радарний OPTIWAVE 7300 C.

Принцип дії	Радар К- діапазону безперервного випромінення з частотною модуляцією.
Вимірювані параметри	Рівень, дистанція, об'єм заповнення та коефіцієнт відзеркалення
Мінімальна висота ємності	0.2м
Максимальний діапазон вимірювання	40м
Вихідний сигнал 1	4 ÷ 20 HART або 3,8 ÷ 20,5 мА у відповідності з NAMUR 43
Вихідний сигнал 2	4 ÷ 20 або 3,8 ÷ 20,5 мА у відповідності з NAMUR 43
Роздільна здатність	± 3 мА
Сигнал помилки	22 мА або 3.6 мА у відповідності з NAMUR 43



Рисунок 2.7– Зовнішній вигляд перетворювача MTM 402

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

СУ-61.6.151.18.ПЗ

Лист

21

Основні функції приладу:

- Цифрова індикація вимірюваного параметра.
- Індикація значень уставок, що задаються .
- Сигналізація при досягненні вимірюваним параметром уставок верхнього і (або) нижнього рівнів (позиційне регулювання).
- Гальванічний поділ вхідних і вихідних ланцюгів.
- Автоматична компенсація термодедс «вільних кінців» ТП.
- Блокування помилкових спрацьовувань уставок при перебоях живлення й обриві ланцюгів ТП.ТС.
- Сигналізація обриву ланцюгів ТП, ТС.
- Іскробезпечні вхідні ланцюги з маркуванням вибухозахисту «ExiallC».
- Давачі, що підключаються: ТХК, ТХА, ТПП, ТПР, ТВР, ТЖК, ТМК, ТСП (50П, 100П) , ТСМ(50М, 100М),ТНН.
- Вхідні сигнали 0-5 мА, 0-20 мА, 4-20 мА, 0-100мВ.

Формувачі сигналу моделі Metrix 5535 призначені для перетворення параметрів вібрації машин, механізмів та їх складових частин, а саме - віброприскорення (максимального або середньоквадратичного значення) або віброшвидкості (максимального або середньоквадратичного значення) в пропорційні електричні сигнали.

Конструктивне виконання.

До формувачів сигналу надходять сигнали від віддалених давачів і перетворюють його у вихідний уніфікований сигнал 4 ... 20 мА, пропорційний величині віброшвидкості або віброприскорення, що вимірюється. Застосовується детектор істинного СКЗ, при цьому калібрування може бути в пікових значеннях або СКЗ. Перетворювачі дозволяють проводити вимірювання істинного СКЗ відповідно до ISO 2954.

Зелений світлодіод на корпусі вказує на підключення давача. У разі відмови давача, світлодіод гасне, а вихідний струм стає нижче 4 мА для сигналізації про відмову. Роз'єм BNC дає можливість підєднання через буфер віброаналізаторів.

Вибухобезпечне виконання: Маркування вибухозахисту ExicIIС.

Модель може комплектуватись плоскою підставою або адаптером 35 мм DIN для монтажу на рейку. Полімерний корпус містить всередині захисне від електромагнітних полів і випромінювань покриття.

					СУ-61.6.151.18.ПЗ	Лист
						22
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		

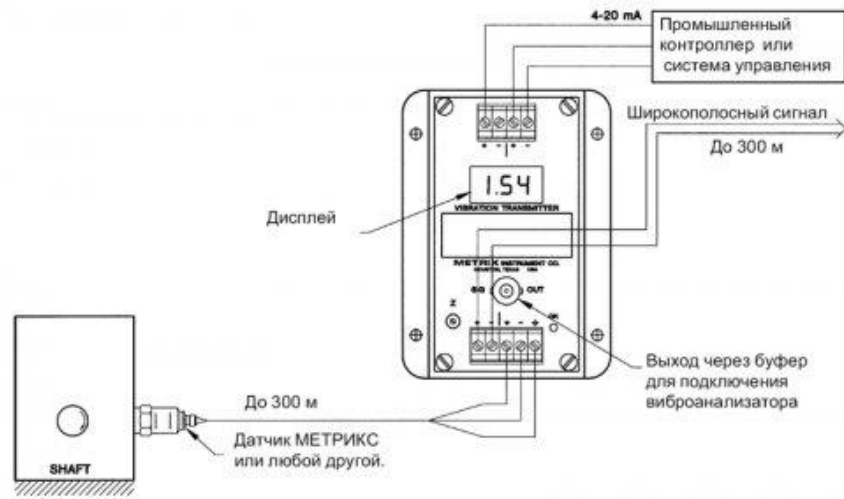


Рисунок 2.8 – Електричне підключення Metrix 5535

Інтелектуальні перетворювачі температури Honeywell сімейства STT3000 відкривають широкі можливості у вимірюванні температури.

Особливості серії:

- Різноманітні варіанти вихідних сигналів: струмова петля 4 ... 20 мА, HART-протокол, Foundation Fieldbus-протокол
- Використання з різними термометрами опору і термопарами, прийом Ом-них і мВ-вих сигналів
- Можливість монтажу на DIN-рейку
- Можливість підключення двох чутливих елементів
- Помилка сенсора відповідно до NAMUR NE43
- Конфігурування за допомогою STT17C або ПК, а також налаштування за допомогою HART-комунікатора (для STT17H)

Особливості серії:

- Різноманітні варіанти вихідних сигналів: струмова петля 4 ... 20 мА, HART-протокол, цифровий DE-протокол
- Прямий монтаж перетворювача в корпусі з різних матеріалів, монтаж на стіні, трубі або DIN рейці
- Сумісний з 2х, 3х і 4х провідної схемою підключення терм. опору.
- Самодіагностика перетворювача
- Застосування аналогових і цифрових індикаторів
- Резервування чутливого елемента (STT25T) Різні варіанти конфігурування.

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

СУ-61.6.151.18.ПЗ

Лист

23



Рисунок 2.9 – Інтелектуальний перетворювач температури Honeywell сімейства STT3000.

Прилад Веха-Т призначений для створення систем автоматичного управління технологічними процесами та систем збору даних (SCADA). По суті, є універсальним тахометром-частотоміром з функцією визначення напрямку обертання, вимірником інтервалів часу і лічильником часу напрацювання.

Прилад випускається в різних модифікаціях, тому при замовленні необхідно точно вказувати необхідну комплектацію

Прилад містить:

- Універсальний рахунковий вхід з вбудованим джерелом живлення активних давачів +24 В або +5 В;
 - Ізольований канал ЦАП (опція);
 - 2 дискретних виходи (релейні або, як опція, оптосімісторні або оптотранзисторні) з індивідуальним завданням уставок та замовною логікою роботи;
 - Інтерфейс RS-485 (опція);
 - Зовнішній вхід «ПУСК» з програмованої логікою роботи;
 - Чотирирозрядний основний світлодіодний індикатор;
 - Однорозрядний допоміжний світлодіодний індикатор, котрий використовується для відображення назви програмованого параметра і напрямку обертання;
 - Світлодіоди стану дискретних виходів (к1, к2);
 - Світлодіод (x10), що розширює діапазон відображення;
 - Світлодіоди формату індикації (1/сек, 1/хв, 1/час).
- Є можливість програмного регулювання яскравості світіння індикаторів і світлодіодів;
- Лічильник часу напрацювання.

Схема підключення:

Схема підключення до основної клемної колодки приладу представлена на рисунку 2.7(б). Прилади обладнані інтерфейсом RS-485 підключаються до лінії зв'язку за допомогою додаткового розніжного клемника (рисунк 3.8).

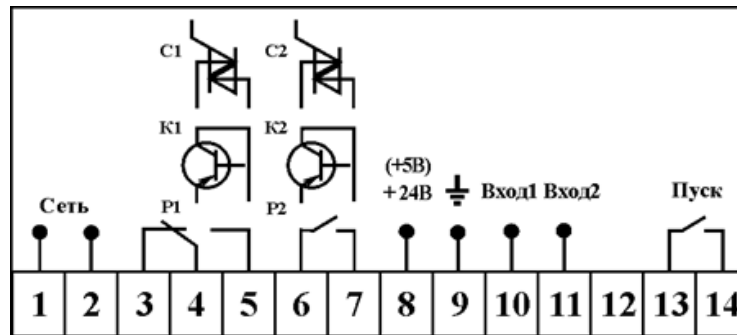


Рисунок 2.10а – Схема основної клемної колодки (прилад в модифікації DC24, або прилад в модифікації AC220 без ЦАП).

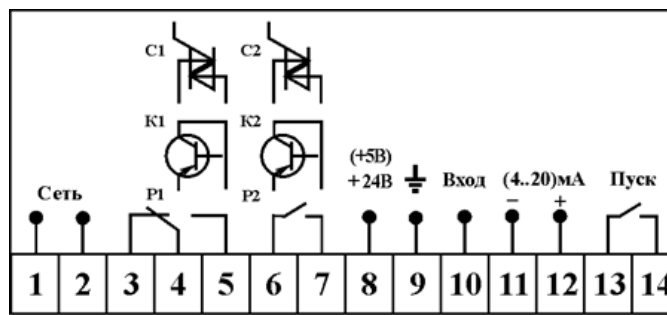


Рисунок 2.10б – Схема основної клемної колодки (прилад в модифікації AC220 з ЦАП).

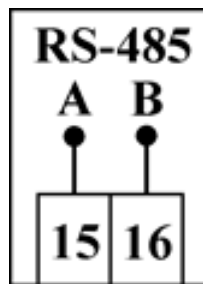


Рисунок 2.11 – Схема підключення інтерфейсу RS-485.

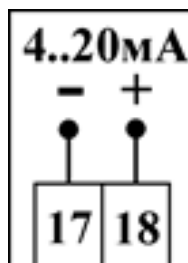


Рисунок 2.12 – Схема підключення ЦАП з вихідним сигналом струму для приладу в модифікації DC25

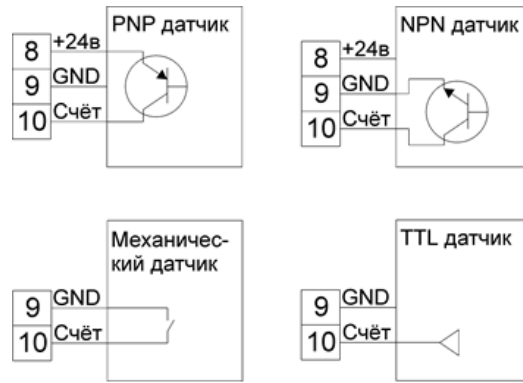


Рисунок 2.13 – Підключення датчиків

2.5 Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Дана система автоматизації базується на використанні мікропроцесорного контролера TM251MESC та персонального комп'ютера.



Рисунок 2.14 – мікропроцесорний контролер TM251MESC

Таблиця 2.2 Характеристики мікропроцесорного контролера

Номинальна напруга мережі	24 В пост.
Кількість вх./вих.	7 місцевих, 14 віддалених
Межі напруги живлення	20,4...28,8 В
Макс. пусковий струм	50А
Об'єм системної RAM пам'яті	64 Мбайт
Похибка ходу годинника реального часу	≤ 60с/місяць

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата
------	------	---------	---------	------

СУ-61.6.151.18.ПЗ

Лист

26

Тип вбудованих портів	USB порт з mini B USB 2/0 роз'ємом Послідовний канал без розв'язки послідов.з RJ роз'ємом та RS232/RS485 Подвійний порт Ethernet з RJ45 роз'ємом CANopen J1939 з SUB-D 9 роз'ємом
Ступінь захисту IP	IP20 з захисною кришкою
Швидкість передачі	480 Мбит/с для шини довжиною 3 м для USB 1.2...1150,2 Кбит/с для шини довжиною 3 м для RS232 1.2...1150,2 Кбит/с для шини довжиною 3 м для RS485

Для простоти адаптації до архітектури машини або установки простим, недорогим способом, платформа TM251MESC ґрунтується на архітектурі "мережі реального часу" для необмеженого розподілу входів/виходів і функцій системи управління.

Мережа станцій реального часу TM251MESC надає можливість створювати архітектури з необмеженим розподілом функцій між станціями. Модулі вводу/виводу можуть бути віддалені один від одного на відстань до 500 м, і при цьому гарантується постійний час відповіді по запитам і продуктивність, що і при безпосередньому встановленні в локальному шасі.

Головним елементом архітектури TM251MESC являється мережа станцій реального часу X-BUS, яка забезпечує однаковий і прозорий обмін даними між різними модулями: процесором, входами-виходами, прикладними модулями і т.д., незалежно від їх розташування.

Високошвидкісний процесор і потужна операційна система дозволяють TM251MESC найкращим чином відповідати вимогам, пов'язаним з часом реакції, об'ємом і складністю. Його малі габарити і оптимальні рішення по підключенню вільних зводять до мінімуму загальні затрати на встановлення. Міцність конструкції і легкість транспортування TM251MESC роблять його використання особливо доцільним в складних умовах експлуатації.

TM251MESC забезпечується широкою гаммою модулів вводу-виводу, які відрізняються по напрузі, потужності, кількості каналів і вимогам до підключення.

Ефективні по затратам рішення з попередніми з'єднаннями, обмежено доповнюють традиційні рішення з термінальним блоком "під гвинт".

Текст програми контролера:

Модуль ReadInputs

(*Опрацювання аналогових входів*)

PIT50:=ScaleInput(PIT50_i,PIT50_min,PIT50_max); // Тиск на вході в насос

PIT38:=ScaleInput(PIT38_i,PIT38_min,PIT38_max); // Тиск на виході з насоса

SE:=ScaleInput(SE_i,SE_min,SE_max); // Оберти насоса

FE69:=ScaleInput(FE69_i,FE69_min,FE69_max); // Витрата води головного контуру

DN600

FE71:=ScaleInput(FE71_i,FE71_min,FE71_max); // Витрата води головного контуру

DN300

EY25:=ScaleInput(EY25_i,EY25_min,EY25_max); // Потужність, спожита двигуном 10
кВт и 6 кВт

EY27:=ScaleInput(EY27_i,EY27_min,EY27_max); // Потужність, спожита двигуном 0,4
кВт

TE29:=ScaleInput(TE29_i,TE29_min,TE29_max); // Темпер. води в ємності Б1

TE30:=ScaleInput(TE30_i,TE30_min,TE30_max); // Темпер. води в ємності Б2

ST1:=ScaleInput(ST1_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника двигуна з боку вільного
кінця вала, горизонтальна складова X

ST2:=ScaleInput(ST2_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника двигуна з боку вільного
кінця вала, Вертикальна складова Y

ST3:=ScaleInput(ST3_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника двигуна з боку вільного
кінця вала, осьова

ST4:=ScaleInput(ST4_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника двигуна з боку насоса,
горизонтальна складова X

ST5:=ScaleInput(ST5_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника двигуна з боку насоса,
Вертикальна складова Y

ST6:=ScaleInput(ST6_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника насоса, горизонтальна
складова X

T7:=ScaleInput(ST7_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника насоса, Вертикальна
складова Y

ST8:=ScaleInput(ST8_i,ST_min,ST_max); // Вібрація підшипника насоса, осьова

(*Опрацювання входів, отриманих по RS485*)

(*отримані по RS485 параметри не потребують в шкалюванні*)

UT75_RS:=ScaleInput(WORD_TO_INT(UT75_RS_i),UT75_min,UT75_max); // Момент на
валу

FE69_RS:=ScaleInput(WORD_TO_INT(FE69_RS_i),FE69_min,FE69_max); // Витрата води
головного контуру DN600

FE71_RS:=ScaleInput(WORD_TO_INT(FE71_RS_i),FE71_min,FE71_max); // Витрата
рідини головного контуру DN300

EY25_RS:=ScaleInput(WORD_TO_INT(EY25_RS_i),EY25_min,EY25_max); //
Потужність, спожита двигуном 10 кВт и 6 кВт*)

(*Можливо, потребує перетворення WORD_TO_REAL ???*)

(*Опис 4-х байтного формату float:

31-S 30-Exponent-23 22-Mantissa-0

Значення розраховується по наступній формулі:

$(-1)^S * 2^{(Exponent-127)} * 1.Mantissa$

Нульове значення відповідає нулям в усіх чотирьох байтах.*)

IF UT75_tara_on

THEN UT75_tara:=UT75_first;

UT75_tara_on:=0;

END_IF

//UT75_RS:=DWORD_TO_REAL(UT75_RS_i); // Момент на валу

//%MW234:=%IW36;

//%MW235:=%IW37;

%MW312:=%IW36;

%MW313:=%IW37;

UT75_RS:=UT75_first-UT75_tara;

// Оберти насоса від манометру

%MW308:=%IW38;

%MW309:=%IW39;

//FE69_RS:=DWORD_TO_REAL(FE69_RS_i)*3600.0; // Витрата рідини головного
контуру DN600, приведений к м3/ч

%MW236:=%IW41;

%MW237:=%IW40;

FE69_RS:=FE69_RS*3600.0;

//FE71_RS:=DWORD_TO_REAL(FE71_RS_i)*3600.0; // Витрата рідини головного
контуру DN300, приведений к м3/ч

%MW238:=%IW43;

%MW239:=%IW42;

```

FE71_RS:=FE71_RS*3600.0;
//EY25_RS:=DWORD_TO_REAL(EY25_RS_i); // Потужність, спожита двигуном 10 кВт 6
кВ
%MW240:=%IW44;
%MW241:=%IW45;
(*Вибір джерела 4-20mA - RS485*)
IF FE69_RS_on
THEN FE69:=FE69_RS;
END_IF;
IF FE71_RS_on
THEN FE71:=FE71_RS;
END_IF;
IF EY25_RS_on
THEN EY25:=EY25_RS;
END_IF;
IF SE_RS_on
THEN SE:=SE_RS;
END_IF;
Модуль Main
// Вибір діаметра патрубків
IF NPV1500_off
THEN //Обрані діаметри патрубків НПВ 3600/5000 (Din=1000 Dout=700)
Din:=1.0; //в метрах
Dout:=0.7; //в метрах
ELSE //Обрані діаметри патрубків НПВ 1250/2500 (Din=800 Dout=500)
Din:=0.8; // в метрах
Dout:=0.5; // в метрах
END_IF
// Розрахунок густини рідини
Density:=Dens();
// Розрахунок тиску
Напор:=Нап();
// Розрахунок потужності на валу
Power_v:=Power_val();

```

					СУ-61.6.151.18.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		30

// Розрахунок корисної потужності насоса

Power_p:=Power_nas();

//Розрахунок КПД (%)

KPDn:=(Power_p/Power_v)*100.0;

Функція Dens

// Розрахунок тиску

Розрахунок тиску виконуємо по формулі:

$H = Z_{out}-Z_{in} + (p_2-p_1)/(dens*g) + (U_{out}^2 - U_{in}^2)/2g$

где

Z_{out} - висота центра поперечного розрізу над еталонною площиною вихідного патрубкa,м

Z_{in} - висота центра поперечного розрізу над еталонною площиною вхідного патрубкa, м

p_2 - Тиск на виході з насоса, Па

p_1 - Тиск на входе в насос, Па

(манометричне Тиск, віднесене к центру поперечного розрізу)

$dens$ - густина рідини, кг/м³

(приймаємо рідину нестискною, густину визначаємо за таблицею в залежності від температури)

g - пришвидшення вільного падіння, 9,81 м/с²

U_{out}^2 - квадрат середньої швидкості на виході з насоса, (м/с)²

U_{in}^2 - квадрат середньої швидкості на виході з насоса, (м/с)²

U визначаємо по формулі

$U = Q/A$

де

Q - витрата рідини головного контуру DN600, м³/с

(об'ємна подача)

A - площа поперечного розрізу проточної частини, м²

З урахуванням діаметрів D_{in} вхідного и D_{out} вихідного патрубків отримуємо:

$U_{out}^2-U_{in}^2 = (16*Q^2/\pi^2)*(D_{in}^4-D_{out}^4)/(D_{in}^4*D_{out}^4)$

де

π^2 - квадрат Пі

D_{in}^4 – четверта ступінь діаметра вхідного патрубкa

D_{out}^4 – четверта ступінь діаметра вихідного патрубкa

*)

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

СУ-61.6.151.18.ПЗ

Лист

31

```

dZ:=Zout-Zin;
dP:=(PIT38*1000000.0-PIT50*1000.0)/(Density*9.81);
dU:= ( (16*FE69*FE69/(3.14*3.14*3600.0*3600.0))*(Din*Din*Din*Din-
Dout*Dout*Dout*Dout)/(Din*Din*Din*Din*Dout*Dout*Dout*Dout) )/(2*9.81);
Nар:=dZ + dP + dU;
Функція Power_nas
// Корисна потужність насоса
Розрахунок корисної потужності насоса ведемо по формулі
Pu = dens*Q*g*H
де
Pu - корисна потужність насоса, кВт
dens - густина рідини, кг/м3
Q - витрата рідини, м3/с
g - 9,81 м/с2
H - напір, м
*)
Power_nas:=Density*(FE69/3600.0)*9.81*Nарor/1000.0;
Функція Power_val
// Потужність на валу (кВт)
(* визначаємопри роботі без ПЧ: в залежності від обраної потужності двигуна від
вимірної 4-20mA мережевої потужності двигуна з урахуванням заданого оператором КПД
двигуна по формулі
P = Pд * КПДд
де
Pд - виміряна мережева потужність двигуна, Вт
КПДд - заданий КПД двигуна при старті через ПЧ: по формулі
P = 2Pі * n * M
де
n - частота обертання, об/с
M - момент на валу, Н*м
IF PCh_on
THEN
Power_val:=2.0*3.14*(SE/60.0)*(UT75_RS*1000.0)/1000.0; (*!!! Уточнити розмірність
UT75, привести к Н*м !!!*)

```

```

ELSE
IF HikW_on
THEN
Power_val:=((EY25*1000.0)*(KPDd/100.0))/1000.0;
ELSE
Power_val:=((EY27*1000.0)*(KPDd/100.0))/1000.0;
END_IF
END_IF
Функція ScaleInput
// Шкалування аналогового параметра
IF Techno_off
THEN // Обрано уявлення вхідних сигналів в вим. одиницях 4-20mA
ScaleInput:=INT_TO_REAL(inp)/1000.0;
// Обмеження входу в межах шкали
IF ScaleInput < 4.0
THEN ScaleInput:=4.0;
END_IF
IF ScaleInput > 20.0
THEN ScaleInput:=20.0;
END_IF
ELSE // Обрано уявлення вхідних сигналів в технологічних одиницях
ScaleInput:=((INT_TO_REAL(inp)-4000)*(max_-min_)/16000.0)+min_;
// Обмеження входу в межах шкали
IF ScaleInput < min_
THEN ScaleInput:=min_;
END_IF
IF ScaleInput > max_
THEN ScaleInput:=max_;
END_IF
END_IF

```

Висновки до розділу: в даному розділі були визначені вимоги та основні вимоги до створення САУ, обрані технічні засоби автоматизації та мікропроцесорний контролер, що використовуватимуться для системи, а також описаний код для програмування контролера.

3. ОПИС СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ КАНАЛОВОГО РЕГУЛЯТОРА

В даному дипломному проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “TM251MESC”. Алгоритм роботи принципової електричної конфігураційної схеми автоматичного регулювання оснований на поступовому проходженні сигналу через входні ПЗО, обробці його програмою та видачі регулюючих дій на вихідні ПЗО та виконавчі механізми.

Інформація від давачів надходить до МПК “TM251MESC” де всі входні сигнали перетворюючись в цифрову форму, обробляються процесором по програмі. Термінальний порт RS 485 із 8 – штирковим роз’ємом стандарту DIN дає змогу під’єднати до ПЛК термінал програмування FTX чи PC – сумісну ПЕОМ, пульт програмування, принтер для реєстрації при необхідності деяких технологічних параметрів. Сигнали управляючої дії, що надходять з МПК через перетворювачі, (якщо це необхідно) поступають на виконавчі механізми.

Контролер “TM 251 MESC” має у своїй бібліотеці операторів блок відпрацювання ПІД – закону регулювання котрий ми і використовуємо для організації П- та ПІ- законів регулювання. Даний алгоритм має три входи: вимірювальна величина, завдання та ручне управління; та один вихід – управляюча дія. Отже для реалізації аналогового програмного регулятора нам буде достатньо одного вище згаданого оператора.

Блок PID призначений для реалізації класичного аналогового ПІД – регулятора. Структурна схема каналового регулятора зображена на рис. 5.1:

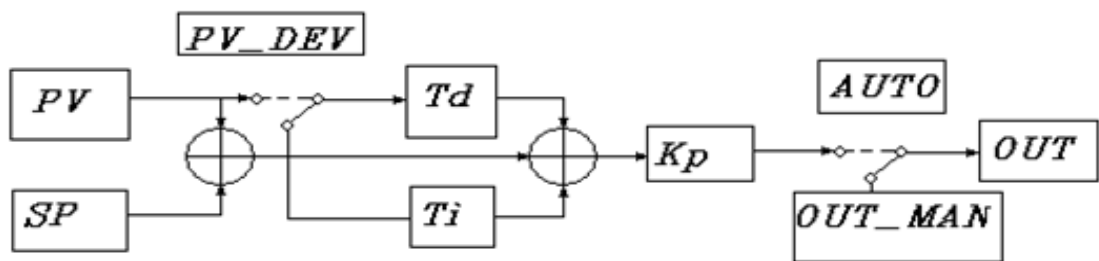


Рис. 3.1-Структурна схема каналового регулятора

На схемі показані позначення :

- PV (Process value) – вимірювальна величина
- SP (Setpoint) – задане значення
- OUT – вихід регулятора

Налаштування регулятора :

K_p – коефіцієнт пропорційності

Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата

СУ-61.6.151.18.ПЗ

Лист

34

Ti – постійна часу інтегрування

Td - постійна часу диференціювання

В регуляторі передбачено 2 перемикачі :

AUTO – для переходу з автоматичного режиму на ручний і навпаки

PV_DEV – для вибору режиму диференціювання

У процесі програмування ПИД – регулятора у функціональному блоці або у бібліотечному алгоритмі необхідно вказати слова й біти, що відповідають змінним, коефіцієнтам і перемикачам.

До вхідних ПЗО в даному випадку належать такі модулі контролера:

TM3AI8/G - напівформатний модуль аналогових входів, 8 входів, котрий перетворює уніфікований сигнал в системні одиниці для програмної обробки і TM3Q4/G (напівформатний модуль аналогових входів, 4 входи), котрий перетворює уніфікований сигнал що поступає від давача в системні одиниці, для програмної обробки Також до вхідних ПЗО входить TM3DI16/G (напівформатний модуль дискретних входів 16 входів) котрий перетворює одиничний імпульс в команду встановлення внутрішньої змінної в "1" і навпаки.

Ручне управління виконується за допомогою SCADA програми "Monitor Pro"(Верхнього рівня). Всі перемикання з ручного режиму та зворотне перемикання виконується безударно. Ця функція реалізована розробниками МПК.

Розглянемо на прикладі проходження сигналу від давача до виконавчого механізму. За приклад візьмемо контур регулювання тиску в трубопроводі некондиційної нафти на виході із насосу. Сигнал від інтелектуального давачу тиску-розрідження EJX 430A (поз.16а) з вихідним сигналом (4-20мА) заводиться на модуль аналогових входів, тобто підмикається на клеми з номерами "25" та "12" на роз'єм 2 . Модуль перетворює аналоговий електричний сигнал у цифрову форму для програмної обробки, тобто:

```
PID (',' ,%IW3.30, %QW6.0,%M10,M100:43);
```

```
%MW100:=2500;
```

```
%MW101:="SCADA";
```

```
%MW102:=300;("П" Вносимо налаштування регулятора)
```

```
%MW103:=100;("Г" вносимо налаштування регулятора)
```

```
%MW104:=0;("Д" вносимо налаштування регулятора)
```

```
%MW106:=2500;
```

```
%MW107:=0;
```

```
%MW108:=10000;
```

```
%MW109:=10000;
```

%MW110:=0;

%MW111:=0;

Після обробки сигналу програмою, сигнал у вигляді регулюючої дії поступає на модуль ТМ3АQ4/G , котрий перетворює цифровий сигнал у аналоговий сигнал (4-20мА). З вихідного модуля контролера ТМ3АQ4/G сигнал потрапляє до регулюючого клапана типу 241-7 (поз. 16б), котрий керує витратою нафти на виході підпірного насоса.

Всі інші регульовані параметри реалізовані аналогічно.

Висновки за розділом: в даному розділі буда описана структурна схема каналового регулятора, та описаний код для його програмування

					СУ-61.6.151.18.ПЗ	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

ВИСНОВКИ

Запропоноване в дипломному проекті використання розподіленої системи управління на базі мікропроцесорного контролера "TM251MESC" та ПК з програмним забезпеченням "Monitor Pro" забезпечує вирішення таких завдань:

- збір, обробка, архівування й відображення всіх параметрів, що контролюються;
- автоматичне управління технологічним обладнанням й установками згідно з регламентами безпечного ведення технологічного процесу;
- автоматичне формування, архівування та друк зведених звітів і паспортів.

Цілями створення АСУ є:

- безпечне завершення роботи устаткування й технологічних установок при одержанні сигналів від системи пожежної сигналізації й контролю загазованості;
- забезпечення обслуговуючого персоналу достовірної інформацією про стан і режим роботи технологічного устаткування й установок об'єктів;
- своєчасне попередження обслуговуючого персоналу про відхиленні контрольованих параметрів від заданих меж;
- підвищення надійності керування технологічними об'єктами;
- підвищення точності виміру технологічних параметрів;
- запобігання несанкціонованого й некоректного втручання в режим роботи технологічного устаткування й установок.
- мінімізація участі обслуговуючого персоналу в керуванні технологічно об'єктами за рахунок вилученого керування й максимальної автоматизації виконуваних персоналом функцій;
- підвищення рівня промислової й екологічної безпеки за рахунок застосування високонадійних засобів автоматизації.

Поставлені цілі досягаються за рахунок:

- комплексної автоматизації насосного агрегату на базі застосування сучасних розподілених керуючих програмно-технічних комплексів з високою експлуатаційною надійністю;
- автоматизації виявлення, запобігання й локалізації позаштатних і передаварійних ситуацій, аварійного захисту технологічних об'єктів комплексу;
- автоматизації збору, обробки й надання оперативно-диспетчерському персоналу інформації в реальному масштабі часу про технологічні процеси,

- підвищення оперативності й обґрунтованості прийняття рішень по керуванню технологічними процесами,
- реалізації дистанційного регулювання, контролю й керування об'єктами станції із автоматизованих робочих місць оперативно-виробничої служби;
- підвищення вірогідності інформації про технологічні процеси;
- ефективного використання встановлених потужностей.
- виведення на екран ПЕОМ технологічних і аварійних повідомлень, їх реєстрацію в файлі повідомлень, з фільтруванням повідомлень по категоріях;
- контроль дій оператора шляхом їх реєстрації в файлі повідомлень;
- дистанційне управління технологічним процесом з клавіатури ПЕОМ або з допомогою маніпулятора типу "миша", включаючи: введення завдань (установок) параметрів технологічного процесу з контролем достовірності введених значень;
- переключення режимів роботи контурів регулювання (ручний, автоматичний); управління положенням виконавчих механізмів у ручному режимі, групове управління тощо.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пат. US2008267773 (A1). MULTISTAGE SLURRY PUMP/ ANDREWS DALE B; Заявл.: 23.04.2008; опубл.: 30.10.2008. — 9 с
2. Пат. US2006127232 (A1). Multistage centrifugal pump/ URBAN JOERG [DE]; KOCHANOWSKI WOLFGANG [DE]; BRECHT BERNHARD [DE]; SCHARPF STEPHAN [DE]; Заявл.' 17.11.2005; опубл.: 15.06.2006. — 7 с
3. "Проектирование систем автоматизации технологических процессов". Справочное пособие под редакцией А.С. Ключева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва, Энергоатомиздат, 2010.
4. Інструктивні вказівки до виконання курсових і дипломних проектів / укладачі : В. Д. Черв'яков, О. Ю. Журавльов, І. В. Щокотова – Суми : Сумський державний університет, 2013 – 69 с.
5. Трегуб В.Т. "Проектирование, монтаж и эксплуатация систем автоматизации": Учеб. пособие. - К.: УМК ВО, 2015. - 80с.
6. Трегуб В. Г., Ельперін І. В., Карнаух А. О. "Методичні вказівки до проектування принципових схем мікропроцесорної системи автоматизації при виконанні курсових та дипломного проекту". К. 1994.
7. Трегуб В,Г. "Методичні вказівки до проектування пунктів управління мікропроцесорних систем автоматизації в курсовому й дипломному проектуванні для студентів денної та заочної форми навчання". Київ 1994.
8. 2009 KROHNE E Messtechnik GmbH & Co. KG. Ludwig-Krohne-Straße 5 .47058 Дуйсбург
9. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.В. Екологія і охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. - 2-ге вид., стер. - Суми: ВТД "Університецька книга", 2016 - 284с.
10. А.М. Нечваль. Проектирование и эксплуатация газонефтепроводов. Учебное пособие-Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2018. С. 62 – 68.
11. Журнал «Промышленные АСУ и контроллеры. «Базовые вопросы технологии применения ПЛК (часть1)» Издательство «Научтехлитиздат»(Москва) ISSN: 1561-1531. №5, 2018 г.
12. Колпаков Л.Г. Эксплуатация магистральных центробежных насосов: Учебное пособие. – 2-е изд., перераб. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2016. С. 76 – 86.
13. Межотраслевые типовые инструкции по охране труда при эксплуатации электроустановок

[Текст] . – М.: Омега-Л, 2016. – 160 с.

14. Правила технической эксплуатации магистральных нефтепродуктопроводов [Текст]: РД 153-39.4-041-99: утв. М-вом топлива и энергетики Рос. Федерации 12.10.1999 : ввод. в действие с 01.11.1999.
15. Нечваль А.М. Основные задачи при проектировании и эксплуатации магистральных нефтепроводов: Учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. С. Змн. Арк. № докум. Підпис Дата Арк. СУ-51-6.6.151.04.ПЗ 6 – 42.
16. Ключев В.И. Терехов В.М. Электропривод и автоматизация общепромышленных механизмов: Учебник для вузов. – М.: Энергия, 1980. С. 309 – 312.
17. Бабакин В.И., Байбурин Э.Р., Кондрашова О.Г. Курсовое проектирование по теории электропривода: учеб. пособие. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 2007. С. 61 – 78.
18. Сокол Е.И., Бару А.Ю., Лукпанов Ш.К. Опыт разработки и внедрения преобразователей частоты для регулируемого электропривода насосных агрегатов МН// Электротехника – 2004 - №7.
19. Потапенко Е.М., Потапенко Е.Е. Динамические характеристики автоматизированного электропривода с векторным управлением// Электротехника - 2005 - №2.
20. Боченков Б.М., Филюшов Ю.П. Алгоритм управления, обеспечивающий желаемое сочетание энергетических и динамических свойств электропривода переменного тока// Электротехника – 2016 - №11.

ДОДАТКИ

Додаток А.
Додаток В.
Додаток С.

					СУ-61.6.151.18.ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		