

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»

Декан факультету

\_\_\_\_\_ Андрій Форсюк  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Ярослав Смітюх  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» червня 2022 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»  
(код та назва спеціальності)

технології»

освітньо-професійної програми «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

на тему: Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-2ск

\_\_\_\_\_ Стародуб Віталій Сергійович \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник \_\_\_\_\_ Засць Наталія Анатоліївна \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти \_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ Валерій Самсонов \_\_\_\_\_  
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2022 р.

**Національний університет харчових технологій**

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

Спеціальність 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

\_\_\_\_\_ Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ**

**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Стародуб Віталій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10

керівник роботи професор, д.т.н. Заєць Наталія Антатоліївна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 31 » березня 2022 р. №163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення

*технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.*

5. Перелік графічного матеріалу

*1. Схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.*

*3. Креслення встановлення технічного засобу.*

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<b>№</b>	<b>Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи</b>	<b>Строк виконання етапів роботи</b>	<b>Примітка</b>
1	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
2	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
3	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
4	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
5	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
6	<i>Розділ 6</i>	<i>4 тиждень</i>	
7	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
8	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Стародуб В.С.

(підпис)

Керівник роботи Засць Н.А.

(підпис)

## Анотація

Дана кваліфікаційна робота розроблена на тему: ” Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10”.

Запропонована система автоматизації розроблена на основі мікропроцесорного контролера великої каналності “Vira 200” на нижньому рівні та персональної ЕОМ Intel Celeron 500MHz – на верхньому рівні.

Проект складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу. Розрахунково-пояснювальна записка містить 6 аркушів комп’ютерного набору з використанням Word (кегль 14, інтервал 1,5).

Перелік креслень:

Графічний матеріал складається з 6-ти листів де:

1-й лист – схема автоматизації;

2-й лист – схема підключення датчиків та ВМ;

3-й лист – алгоритм і програма ПЛК;

4-й лист – креслення встановлення технічних засобів;

5-й лист – відеокадри дисплейних мнемосхем;

6-й лист – розширені схеми підключення для окремих контурів;

**Ключові слова:** кваліфікаційна робота, паровий котел, Vira 200, проект.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						4
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

## Abstract

This qualification work is developed on the topic: " Development of DKVR-10 steam boiler automation system".

The proposed automation system is based on a high-channel microprocessor controller "Vipa 200" at the lower level and a personal computer Intel Celeron 500MHz - at the upper level.

The project consists of an accounting and explanatory note and graphic material. The calculation and explanatory note contains 6 sheets of computer set using Word (size 14, interval 1.5).

List of drawings:

Graphic material consists of 6 sheets where:

1st letter - automation scheme;

2nd letter - the scheme of connection of sensors and VM;

3rd sheet - PLC algorithm and program;

4th sheet - a drawing of the installation of technical means;

5th sheet - video footage of display mnemonics;

6th sheet - extended wiring diagrams for individual circuits;

**Keywords:** qualification robot, steam boiler, Vipa 200, project.



## Вступ

Котельня (котельна установка) — система життєзабезпечення будівлі або групи будівель, джерело енергії для систем опалення, паропостачання, гарячого водопостачання, вентиляції, теплої підлоги та інших інженерних систем в будівлях, а також для технологічних потреб. Котельня являє собою розташовану в одному технічному приміщенні установку, яка складається з котла і допоміжного обладнання (тягодувні машини, механізми і пристрої управління, димова труба тощо), для отримання водяної пари або гарячої води за рахунок теплоти палива, що спалюється. Основним пристроєм котельні є паровий, жаротрубний та/або водогрійний котел, в якому нагрівання відбувається робочої рідини (теплоносія, як правило води або пари).

Котельні використовуються при централізованому тепло-і паропостачанні або при місцевому постачанні, якщо ця котельня локального значення (у межах приватного будинку, кварталу). Котельні з'єднуються зі споживачами за допомогою теплотраси і або паропроводів. Теплові мережі ділять на магістральні, квартальні та місцеві. Котельні можуть працювати на твердому (вугілля), рідкому (мазут, дизпаливо) або газоподібному паливі (природний газ). Димові гази, що утворюються при роботі котлів, відводяться за допомогою димової труби. У тепловому господарстві країни знаходиться понад 100 тис. котелень різного призначення. Переважна більшість із них — це дрібні промислові чи опалювальні автономні котельні. Стан обладнання більшості з них незадовільний, потребує реконструкції та заміни. Основним паливом для котелень є природний газ — 52 — 58% (мазут — 12 — 15%, вугілля — 27 — 36%).

За принципом розташування

Блочні модульні котельні:

- Дахові котельні;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						7
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			



на дизельному паливі. При цьому одне вид палива визначається як основний, а інший як резервний або аварійний.

Тепла квартира в холодну погоду і гаряча вода у ванній — все це є в нашому житті.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						9
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

## 1. Опис об'єкта автоматизації

### 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Твердопаливний паровий котел ДКВР-10-13 -двобарабанний, вертикально-водотрубний котел, призначений для вироблення перегрітої пари за допомогою спалювання кам'яного і бурого вугілля для технологічних потреб промислових підприємств, в системи опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Всі парові котли ДКВР використовуються для потреб промисловості, а також в централізованих системах опалення. Їх можна використовувати для примусової вентиляції і для нагріву води. Вони призначені для вироблення насиченого або перегрітої пари.

Паровий котел ДКВР 10 13 буває декількох видів:

- 10 13 МГМ;
- 10 13 - 250 ГМ;
- 10 13 - 350 ГМ.

Розшифровка:

ДКВР - двобарабанний котел водотрубний, реконструйований.

10 - продуктивність пари. Вимірюється в тоннах на годину.

13 - тиск пари. Цей показник повинен бути абсолютним. Вимірюється в кгс на 1 квадратний сантиметр або в МПа.

ГМ - газоподібне паливо або рідке (мазут, нафту, дизельне або пічне паливо).

250 або 350 - показник температури, при якій пар вважається перегрітим. Вимірюється в ° С.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Стародуб В.С.			Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Заєць Н.А.					10	4
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка Є.С.						

Котел 10 13 на годину виробляє 10 тонн пари, температура якої 194 ° С. Робочий тиск для такого обсягу - 1,3 МПа. Необхідна витрата палива для виробництва пари - 776 куб.м газу або 720 куб.м мазуту. Цей вид котлів досить потужний і може використовуватися в котельнях. Котел має верхній довгий і нижній короткий барабани, розташовані уздовж осі котла, екрановану топку і розвинений кип'ятільні пучок з гнутих труб. На котлах ДКВР-10 камера догорання відділяється від топки трубами заднього екрану. Між першим і другим рядами труб котельного пучка всіх котлів також встановлюється шахматна перегородка, що відокремлює пучок від камери догорання.

Усередині котельного пучка є чавунна перегородка, яка ділить його на перший і другий газоходи і забезпечує горизонтальний розворот газів в пучках при поперечному омивання труб. Вхід газів з топки в камеру догорання і вихід газів з котла - асиметричні. При наявності пароперегрівача частина кип'ятільних труб не встановлюється; пароперегрівачі розміщуються в першому газоході після другого, третього рядів кип'ятільних труб.

Для огляду барабанів і установки в них пристроїв, а також для чищення труб на днищах є овальні лази розміром 325 × 400 мм.

Барабани внутрішнім діаметром 1000 мм на тиск 1,4 МПа виготовляються зі сталі 16ГС або 09Г2С і мають товщину стінки 13 мм. Екрани й кип'ятільні пучки котлів виконуються із сталевих безшовних труб.

Для видалення відкладень шламу в котлах є торцеві люки на нижніх камерах екранів, для періодичної продувки камер є штуцери діаметром 32 × 3 мм.

Пароперегрівачі котлів типу ДКВР, розташовані в першому по ходу газів газоході, уніфіковані за профілем для котлів однакових тисків і відрізняються для котлів різної продуктивності лише числом паралельних змійовиків.

Пароперегрівачі - одноходові по пару, забезпечують отримання перегрітої пари без застосування паро-охолоджувача. Камера перегрітої пари кріпиться до

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						<i>11</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

верхнього барабану, одна опора цієї камери робиться нерухомою, а інша - рухомою.

## 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови		
1	Барабан котла	Рівень	90 % ± 2 %	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора			
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату води			
				Регулювання в ручному режимі	Ручне управління рівнем	Вплив на витрату води			
		Тиск	0,2 МПа ± 0,05 МПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора			
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату газу в топку			
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату води			
2	Топка котла	Наявність полум'я в топці	Логічний «0» або логічна «1»	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	Світлова і звукова на щиті оператора		
				Тиск	0,2 МПа ± 0,01 Па	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
						Регулювання	Стабілізація	Вплив на частоту обертів валу двигуна насоса відкачки топочних газів	
		Концентрація CO <sub>2</sub>	30% ± 2 %	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	Світлова і звукова на щиті		

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
							оператора
3	Трубопровід подачі повітря в топку	Витрата	120 м <sup>3</sup> /год ± 1 м <sup>3</sup> /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на ЧПР двигуна насоса подачі повітря	
4	Трубопровід подачі газу в топку	Витрата	15 м <sup>3</sup> /год ± 1 м <sup>3</sup> /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
				Тиск	0,2 МПа ± 0,1 МПа	Контроль	Сигналізація
5	Трубопровід подачі пари до споживачів	Тиск	0,3 МПа ± 0,01 МПа	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	

## 2. Система автоматизації

### 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)

#### Температура

В промисловій термометрії використовується 2 основних методи вимірювання температури:

- контактний, який реалізується первинним вимірювальним перетворювачем, який знаходиться в безпосередньому контакті з вимірювальним середовищем;

-безконтактний, який реалізується в пірометрах, а температура визначається по тепловим електромагнітним випромінюванням нагрітих тіл.

У відповідності з основними методами вимірювання температури термометри класифікують наступним чином:

- контактні на:

1) термометри розширення: рідинні скляні (діапазон вимірювання від -200 до +600°C) та дилатометричні і біметалеві (від -150 до +700 °C). Принцип їхньої дії базується на зміні об'єму рідини чи лінійних розмірів твердих тіл при зміні температури;

2) манометричні термометри: (-200...+1000 °C) – в термометрах використовується зміна тиску газу, рідини чи пари в замкнутому об'ємі при зміні температури;

3) термометри опору, які використовують залежність електричного опору провідників та напівпровідників від температури і які поділяються на:

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Стародуб В.С.			Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Заєць Н.А.					14	44
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка Є.С.						

а) металеві ( від  $-260$  до  $+1100$  °С) та б) напівпровідникові ( $-275...+600$ °С);

4) термоелектричні термометри (термопари), які використовуються в діапазоні температур ( $-200...+2200$  °С), а принци дії ґрунтується на зміні термоелектрорушійної сили (ТЕРС) в ланцюгу при нагріванні спаю двох різнорідних металів.

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні ( $700...10000$ ° С);

б) спектрального відношення ( $300...2800$  °С);

в) повного випромінювання ( $-50...3500$  °С).

Принцип дії пірометрів базується на використуванні яскравості горіння чи сумарного теплового випромінювання при нагріванні тіла.

Вибір того чи іншого методу та ЗВ для вимірювання температури залежить від багатьох факторів, основними із яких є: а) межі випромінювання температури; б) точність випромінювання; в) склад і властивості вимірювального середовища.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в  
проекті

Розглянемо детальніше кожен із методів вимірювання та оберемо найоптимальніший для даного випадку.

Склянні рідинні термометри

Рідинні скляні термометри – вимірювання температури ґрунтується на різниці коефіцієнтів об'ємного розширення матеріалу оболонки корпусу термометра та рідини, яка в ньому міститься (розміщена) в залежності від температури.

Переваги скляних рідинних термометрів: простота конструкції, невисока вартість, достатня точність. Недоліки: відсутність дистанційної передачі та

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						15
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і невисока механічна міцність, що обмежує їх використання в технологічних вимірюваннях.

Висновок: відсутність дистанційної передачі робить неможливим регулювання температури в певних ділянках, адже вихідний сигнал в 4-20 мА необхідний для подальшої обробки на локальних регуляторах. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Манометричні термометри

Принцип дії манометричних термометрів ґрунтується на механічному переміщенні пружкого чутливого елемента в замкненій герметичній системі від зміни або тиску газу, або зміни об'єму рідини, або зміни тиску насиченої пари в залежності від вимірюваної температури.

Манометричні термометри відрізняються простотою конструкції, можливістю дистанційної передачі показів і автоматичного запису. Однією з важливих переваг є можливість їх використання в пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях. До недоліків необхідно віднести складність ремонту при розгерметизації системи, обмежену відстань дистанційної передачі і у багатьох випадках великі розміри термобалона. Газові і рідинні манометричні термометри мають клас точності 1; 1,5 і 2,5, а парові – 1,5; 2,5 і 4.

Висновок: манометричні термометри мають низький клас точності, їх монтаж на трубопроводах та апаратах досить складний. Ймовірність розгерметизації газового балона під час експлуатації досить висока. Даний метод вимірювання не може бути використаний.

### Термоелектричні термометри

Принцип дії термоелектричних термометрів (термопар) ґрунтується на ефекті виникнення електрорушійної сили (ЕРС) в замкнутому ланцюгу, який складається із різнорідних провідників.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						16
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Переваги термопар: висока точність вимірювання значень температури (аж до  $\pm 0,01$  ° С), великий температурний діапазон виміру: від  $-250$  ° С до  $2500$  ° С, простота, дешевизна, надійність.

Недоліки:

- Для отримання високої точності вимірювання температури ( до  $\pm 0,01$  ° С) потрібна індивідуальна градуювання термопар.
- На показання впливає температура вільних кінців , на яку необхідно вносити поправку. У сучасних конструкціях вимірювачів на основі термопар використовується вимірювання температури блоку холодних спаїв за допомогою вбудованого термистора або напівпровідникового сенсора і автоматичне введення поправки до виміряної ТЕДС .
- Ефект Пельтьє ( в момент зняття показань, необхідно виключити протікання струму через термопару , так як струм, що протікає через неї, охолоджує гарячий спай і розігріває холодний) .
- Залежність ТЕРС від температури істотно нелінійна. Це створює труднощі при розробці вторинних перетворювачів сигналу.
- Виникнення термоелектричної неоднорідності в результаті різких перепадів температур , механічних напружень , корозії і хімічних процесів в провідниках призводить до зміни градуювальної характеристики і погрешностей до 5 К.
- На великій довжині термопарних і подовжувальних проводів може виникати ефект «антени» для існуючих електромагнітних полів.

Висновок: діапазон вимірювання занадто великий (до  $2000$  ° С), можуть виникати похибки вимірювані при великій довжині термопарних і подовжувальних проводів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						17
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Даний метод вимірювання може бути використаний як альтернатива наступному.

### Термометри опору

Принцип дії термометрів опору ґрунтується на властивості провідників (металів) та напівпровідників змінювати свій електричний опір  $R$  в залежності від зміни їхньої температури  $t$ .

#### Переваги:

- Висока точність вимірювань (зазвичай біля  $\pm 0,1$  °C)
- Висока надійність при використанні 4-х провідної схеми вимірювань
- Простота конструкції
- Прстота монтажу

#### Недоліки:

- Низький діапазон вимірювань (в порівнянні з термопарами)
- Не можуть вимірювати високих температур

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. В даному дипломному проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

Висновок: Висока точність, простота в конструкції, стійкість до агресивних середовищ є визначальними факторами у виборі вимірювального перетворювача. В даному дипломному проекті термометри опору є найбільш оптимальними засобами для вимірювання температури.

В даному дипломному проекті для вимірювання температури використовується ПВП вимірювання температури pt100, із вторинним перетворювачем Sitrans TF2.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						18
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Вибір ПВП (первинного вимірювального перетворювача) та ВП (вторинного приладу). Принцип дії ПВП.

До таких інтелектуальних датчиків останнього покоління відноситься вимірювальний перетворювач температури SITRANS ТК-Н.

Компактне рішення - вимірювальний перетворювач SITRANS ТК-Н з аналогічними SITRANS ТК функціями і інтерфейсом HART.

Цей універсальний вимірювальний перетворювач дозволяє інтегрувати вимір температури в концепцію TIA (Totally Integrated Automation). Тим самим можливий централізований інжиніринг, що забезпечує економію часу і коштів користувача. Для конфігурації можна використовувати SIMATIC PDM або інший інструмент програмування HART. Вимірювальний перетворювач пропонує гальванічне розділення і забезпечує підключення термометрів опору, параметричних датчиків, термопар і датчиків напруги.

#### Галузь застосування

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS ТК / ТК-Н з типом вибухозахисту "Non incendive" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 2).

Вимірювальні перетворювачі температури SITRANS ТК / ТК-Н з типом вибухозахисту "Іскробезпека" можуть монтуватися всередині вибухонебезпечних зон (зона 1).

#### Функції

Вимірювальний перетворювач SITRANS ТК / ТК-Н перетворює сигнал від термометрів опору, потенціометричних датчиків, термопар або датчиків напруги в відповідний характеристиці сенсора підводиться сигнал постійного струму. Завдяки своїй компактній конструкції він підходить в головку зонда тип В (DIN 43 729). Комунікаційна здатність через HART-протокол V 5.x SITRANS ТК-Н дає можливість параметрування з ПК або HART-

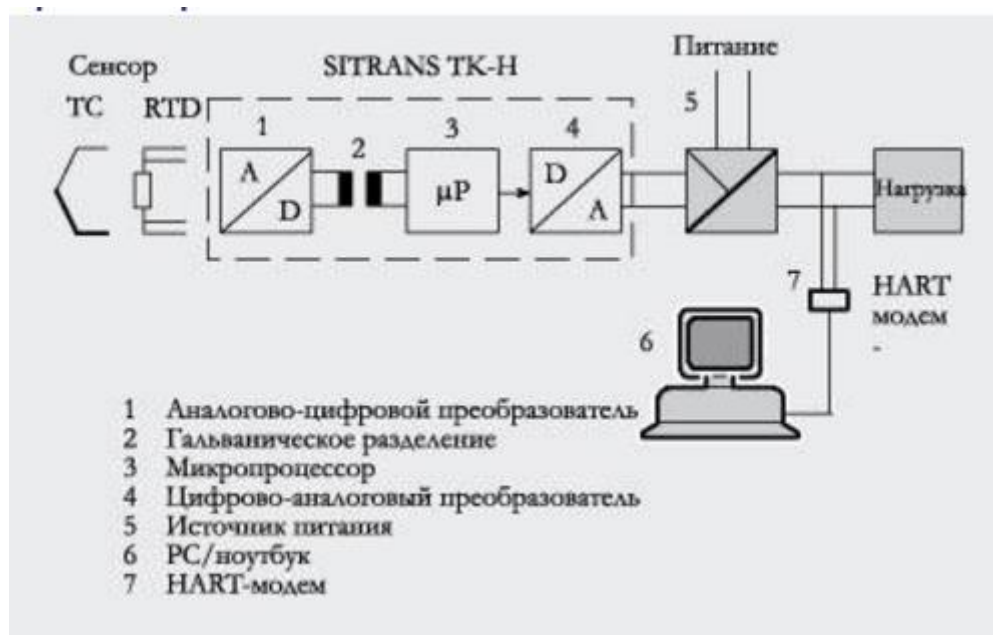
комунікатором (Hand-Held-комунікатор). У програмовані SITRANS ТК параметрування здійснюється через ПК.

### Принцип роботи

Подається з потенціометрического датчика (двох-, трьох-, чотирипровідна схема) або термопари сигнал вимірювання посилюється на входному каскаді. Пропорційне входній величиною напруга перетвориться в аналого-цифровому перетворювачі (1) в цифрові сигнали. Через Гальванічне розділення (2) вони потрапляють в мікропроцесор (3). У мікропроцесорі вони перераховуються відповідно до характеристики сенсора і іншими даними (глушіння, зовнішня температура і т.п.).

Підготовлений таким чином сигнал в цифрово-аналоговому перетворювачі (4) перетворюється в підводиться постійний струм 4 до 20 мА. Джерело допоміжної енергії (5) знаходиться в контурі вихідного сигналу.

Параметрування SITRANS ТК-Н здійснюється через ПК, який через сполучний модуль (HART-модем) (7) підключений до двухпроводной лінії. Також можна здійснювати параметрування за допомогою комунікатора HART. Необхідні для комунікації по HART-протоколу V 5.7 сигнали накладаються на вихідний струм за методом частотної комутації (FSK, Frequency Shift Keying).



	№ докум.	Підпис	



-за способом відліку: а) з безпосереднім відліком; б) з електричною передачею показів; в) з пневматичною передачею показів;

-за типом ємності: а) для відкритих та для закритих ємностей під тиском.

Аналіз методів на предмет можливості його використання в проекті

### Поплавкові та буйкові рівнеміри

Поплавковим називається рівнемір, принцип роботи якого ґрунтується на залежності положення чутливого елемента — поплавка від рівня рідини, в якій він знаходиться. Поплавок плаває на поверхні рідини і відслідковує її рівень. Деяке занурення поплавка у вимірювану рідину за її незмінної густини є незмінним. Рівень визначається за положенням покажчика, з'єданого з поплавком гнучким (стрічка, трос) або жорстким механічним зв'язком.

Буйковими називаються рівнеміри, принцип роботи яких ґрунтується на законі Архімеда: залежності виштовхувальної сили, яка діє на чутливий елемент — буйок, від рівня рідини (див. розділ - густиноміри).

Недоліком поплавкових рівнемірів і регуляторів рівня є велика металоємність, недостатня надійність та точність. Коливання значення густини рідини викликає додаткову похибку вимірювань. Для її зменшення слід зменшити занурення поплавка, що досягається або збільшенням площі перерізу або полегшенням поплавка.

Переваги поплавкових рівнемірів: простота конструкції; широкий діапазон вимірювань; досить висока точність та можливість вимірювання агресивних та в'язких середовищ. Найчастіше використовуються для вимірювання рівня рідин у великих відкритих резервуарах, а також закритих з низьким тиском.

Висновок: поплавкові й буйкові рівнеміри, данні датчики забезпечують низьку точність вимірювання, і не може бути використаний в даному випадку.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						22
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

## Кондуктометричні сигналізатори рівня

Принцип дії кондуктометричних приладів заснований на вимірюванні електричного опору рідин або сипучого середовища за допомогою спеціальних електродів, введених у вимірювальне середовище. Найпростішими пристроями подібного роду є сигналізатори рівня, що спрацьовують при замиканні двох електродів, що опускаються в ємність, з електропровідним матеріалом.

У харчовій промисловості широко поширені подібні сигналізатори рівня, що випускаються приладобудівною промисловістю. Прилади забезпечують сигналізацію рівня з погрішністю  $\pm 5$  мм при температурі робочого середовища до  $200^{\circ}\text{C}$ .

Контактний кондуктометричний метод може бути використаний і для безперервного вимірювання рівня, для чого вимірювальні перетворювачі повинні бути укомплектовані спеціальною системою автоматичного спостереження, що забезпечує їх знаходження на рівні вимірюваного середовища. Однак подібні прилади не одержали поширення через громіздкість і невисоку надійність.

Висновки: даний метод забезпечує низьку точність вимірювання, і не може бути використаний в даному випадку.

### Радарний рівнемір БАРС352І

Призначений для безперервного безконтактного високоточного (похибка вимірювання  $\pm 1$  мм) вимірювання рівня різних рідких середовищ: світліе нафтопродукти, нафта і темні нафтопродукти, будь-які рідини (як провідні, так і непровідні), їдкі хімічні реагенти (луги, кислоти та їх розчини), пасти, розчинники, фарби, в технологічних і товарних резервуарах, в тому числі і в ємностях, що знаходяться під надлишковим тиском, як автономно, так і в складі систем комерційного обліку.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						23
		№ докум.	Підпис			

Основна перевага перед радарних рівнемір БАРС351І - більш стабільна робота в умовах інтенсивних випарів, за рахунок застосування Двухантенний схеми.

#### Принцип дії

Радарний рівнемір БАРС352І є радіохвильовий далекомір з безперервним випромінюванням. Блок обробки формує радіосигнал з періодичної лінійної модуляцією частоти, що випромінюється антеною в напрямку контрольованого середовища. Радіохвиля проходить через вільний простір, відбивається від поверхні контрольованого середовища, поширюється в зворотному напрямку, приймається антеною і знову надходить у блок обробки, де взаємодіє з сигналом, випромінюваних в даний момент часу.

Сигнальний процесор виробляє спектральну обробку вимірювального сигналу і виконує обчислення поточного рівня, яке перетворюється в цифровий код і аналоговий струмовий сигнал і передається по лініях інформаційного зв'язку на зовнішні пристрої.

Радарний рівнемір БАРС352І передбачає експлуатацію спільно з зовнішніми пристроями:

- ПЕОМ з програмним забезпеченням;
- універсальний вторинний перетворювач УВП-02;
- блок контролю і управління БУК-01;
- аналоговий показує прилад (міліамперметр);
- реєструючий прилад (самописець).

Радарні рівнеміри БАРС352І можуть бути об'єднані в локальну мережу з інтерфейсом RS485, що дозволяє підключити без повторювачів сигналу до 32 приладів на одну лінію зв'язку. При наявності повторителів в лінії зв'язку можливе підключення 250 приладів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						24
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

виконання приладів

Радарний рівнемір БАРС352І конструктивно складається з блоку обробки і механічно з'єднаної з ним антенно-хвильової системи (АВС). Блок обробки є вибухонепроникну оболонку з алюмінієвого сплаву, усередині якої розміщені всі електронні вузли і блоки приладу. АВС включає приймально-передавальну антену і сполучну хвильову секцію. Деталі АВС, які безпосередньо контактують з атмосферою резервуара, виконані з матеріалів, стійких до хімічних впливів - нержавіючої сталі і фторопласта. Для установки приладу на фланці патрубку робочого резервуара служить монтажний фланець, прикріплений до АВС.

Для забезпечення можливості монтажу радарного рівнеміра на фланцях резервуарів і ємностей з різними геометричними розмірами, використання рівнемірів на резервуарах з надлишковим тиском і підвищеною температурою контрольованого середовища, випускається ряд виконань приладу. Виконання відрізняються конструкцією АВС, пристосованих до різних параметрів контрольованого середовища, наявністю труби-хвильоводу.



Рис.2.3 Зовнішній вигляд БАРС352І

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						25
		№ докум.	Підпис			

## Переваги:

Використання принципу радіолокаційних безконтактних вимірювань, застосування найсучаснішої елементної бази та передових методів побудови та тестування виробів забезпечують приладу такі переваги:

- висока точність вимірювань (похибка вимірювання  $\pm 1$  мм);
- висока надійність;
- незалежність точності і стабільності вимірювань від впливу дестабілізуючих факторів (температура навколишнього середовища, наявність випарів всередині резервуара, агресивний характер контрольованого продукту і т.п.);
- стабільна робота в умовах інтенсивних випарів;
- повна автоматизація, що гранично полегшує установку, включення і експлуатацію приладу;
- можливість роботи у вибухонебезпечних зонах;
- повна безпека для персоналу підприємств зважаючи на малу потужності випромінювання (істотно нижче існуючих норм), а також - повної локалізації радіохвиль всередині резервуара;
- легкість інтеграції приладу в інформаційну мережу підприємства і АСУТП;
- автоматичні самодіагностика і сигналізація внутрішніх відмов;
- можливість роботи при істотній зміні живлячої напруги;
- невелика споживана потужність.
- вибухозахист

Радарний рівнемір БАРС352I має маркування «1ExdІІВТ4 Х» по ГОСТ Р 51330.0-99 (МЕК 60079-1-98), відповідає вимогам ГОСТ 12.2.007.0-75 і може

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						26
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

встановлюватися у вибухонебезпечних зонах приміщень і зовнішніх установок згідно з гл. 7.3 «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ) та іншим нормативним документам, що регламентують застосування електрообладнання у вибухонебезпечних зонах.

Технічні дані:

НАПРУГА ЖИВЛЕННЯ БАРС352І: +18 ... 36 В

ПОХИБКА ВИМІРЮВАННЯ БАРС352І:  $\pm 1$ мм

ДІАПАЗОН ВИМІРІВ БАРС352І: до 30 м

СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ БАРС352І, НЕ БІЛЬШЕ: 9 Вт

ВИХІДНІ СИГНАЛИ: безперервний струмовий 4 ... 20 мА

два цифрових виходу RS-485

УМОВИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ:

- температура навколишнього середовища  $-40^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$
- рівень температури контрольованого середовища  $-40^{\circ}\text{C} \dots +100^{\circ}\text{C}$
- тиск в об'єкті контролю до 1,6 МПа
- відносна вологість до 95% (при  $35^{\circ}\text{C}$ )
- вібраційні навантаження 5 ... 80 Гц, 1 g

### Витрата

Під час управління технологічними процесами необхідно точно відмірювати (дозувати) кількість сировини, продуктів або напівфабрикатів, а також визначати витрати води, водяної пари, газу, інших рідинних, газоподібних та твердих речовин за одиницю часу.

Витратою називається кількість речовини (рідини або газу), що пройшла через поперечний переріз транспортного пристрою за одиницю часу. Розрізняють об'ємну ( $Q_0$ ) і масову ( $Q_M$ ) витрати речовини. Прилади, які

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						27
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

вимірюють витрату, називаються витратомірами. Одиницями вимірювання об'ємної витрати є м<sup>3</sup>/год; м<sup>3</sup>/сек, а масової витрати - т/год; кг/год; кг/сек.

Зв'язок між цими одиницями:  $Q_m = Q_o \cdot \rho_{\text{реч.}}$ , де  $\rho_{\text{реч}}$  – густина речовини.

За принципом дії витратоміри поділяють на витратоміри сипких матеріалів та рідин і газів. Останні в свою чергу ділять на:

- лічильники рідин та газів;
- витратоміри змінного та постійного перепаду тиску;
- індукційні витратоміри;
- витратоміри змінного рівня (щілинні).

Для вимірювання об'єму або маси речовини застосовуються також лічильники кількості. Для вимірювання маси твердих та сипких матеріалів застосовуються вагові лічильники; дозування сипких та рідинних речовин проводиться об'ємними та ваговими дозаторами.

**Одним з найбільш поширених методів** вимірювання витрати рідини, газу та пари є метод змінного перепаду тиску, оснований на вимірюванні різниці тисків, яка створюється будь-яким звужуючим пристроєм, встановленим в трубопроводі на шляху руху речовини. Таким чином, під час протікання речовини утворюється різниця тисків до і після звужуючого пристрою.

На рис.2.4 показано профіль руху потоку через діафрагму, завихрення, а також розподіл тиску по довжині трубопроводу.



$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 - P_2 = \frac{\rho}{2} (V_1^2 - V_2^2) \end{array} \right. \quad (7.6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} V_1 * S_1 = V_2 * S_2. \end{array} \right.$$

Система рівнянь справедлива, якщо  $V_2$  не перевищує швидкості розповсюдження звуку в речовині. Розв'язуючи систему відносно швидкості  $V_2$  отримуємо:

$$V_2 = \left( \sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2} \right) \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}, \quad (7.7)$$

і, відповідно, можемо визначити об'ємну витрату  $Q$ , визначивши добуток швидкості  $V_2$  на переріз  $S_2$  потоку:

$$Q = \frac{S_2}{\sqrt{1 - \left(\frac{S_2}{S_1}\right)^2}} \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)} \quad (\text{м}^3/\text{с}). \quad (7.8)$$

В перетворювачах змінного перепаду тиску замість перерізу потоку  $F_2$  використовують площину  $S_0$  звужувального пристрою, тому формула об'ємної витрати приймає вид:

$$Q = \alpha S_0 \sqrt{\frac{2}{\rho} (P_1 - P_2)}, \quad (7.9)$$

де  $\alpha$  - постійний коефіцієнт витрати для даної речовини, що залежить від діаметру трубопроводу, який визначає  $F_1$ , і типу звужуючого пристрою, а також фізичних властивостей потоку (так званого числа Рейнольдса  $Re_\rho$ , яке є основною характеристикою протікання (течії) рідини).

Витратоміри змінного перепаду тиску є найпоширенішими при вимірюванні витрати рідини, пари і газу. Типи звужучих пристроїв, які використовуються для зменшення поперечного перерізу труби, показані на рис.7.5. В якості звужучих пристроїв, крім діафрагм, використовуються нормальні сопла (рис. 7.5 в, м, н), подовжені та короткі сопла Вентурі (рис. п, с, м) і



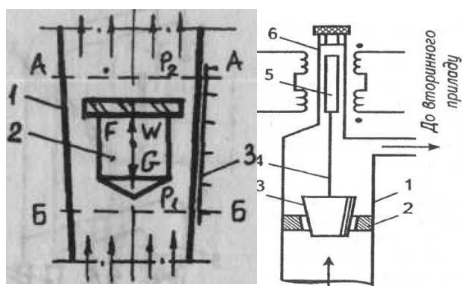
її стінок і знаходився в центрі потоку. Слово ротаметр походить від латинського «roto» – обертаюся, а весь прилад називають ротаметр.

У місці розташування поплавка поперечний переріз трубки зменшується на значення площі поперечного перерізу поплавка (в найбільшому по діаметрі його місці).

Якщо витрата зростає, то згідно з законом Бернуллі для стаціонарного руху речовини, в разі зменшення поперечного перерізу трубки, швидкість рідини чи газу в цьому місці зростає, а тиск зменшується. Тому тиск  $P_2$  над поплавком (рис. 7.6) стає меншим, ніж тиск  $P_1$  під ним. Збільшується  $\Delta P$  (із-за збільшення тиску  $P_1$  напорі рідини знизу) і поплавок починає підніматись вгору, але при цьому розширюється кільцеподібний зазор між ним та стінками трубки, в наслідок чого зменшується дросельний ефект від присутності поплавка, тобто, зменшується швидкість рідини в зазорі, що приводить до зростання тиску  $P_2$  та відновлення перепаду тиску  $\Delta P$  до початкового значення, яке залежить від сили тяжіння поплавка. Піднімання поплавка припиняється. При зменшенні витрати має місце обернений ефект. Таким чином, кожному значенню витрати

відповідає певна висота підйому поплавка. У відповідності із визначенням

- основу ротаметру складає трубка 1 (рис. 2.6), як правило, скляна, з внутрішньою конічною поверхнею, в середині якої розміщують поплавок 2. Переміщення поплавка відбувається до тих пір, поки перепад тиску не зрівняється з масою поплавка, що приходиться на одиницю площини його поперечного перерізу.



а)



б)

	№ докум.	Підпис	

Рис.2.6 Ротаметри з ДТП а) та Sitrans FVA Troglux

Зверху вниз діє сила  $\mathbf{G}$  тяжіння поплавця:

$$\mathbf{G} = V_n (\rho_n - \rho) \mathbf{g}, \quad (7.10)$$

де  $\mathbf{g}$  – прискорення вільного падіння;  $V_n$  та  $\rho_n$  - об'єм і густина поплавка;  $\rho$  - густина рідини, що проходить крізь ротаметр.

Знизу ввєрх на поплавець діють сила тертя середовища об поплавок, якою можна нехтувати, та сила  $\mathbf{F}$ , яку утворює середовище, яке протікає через ротаметр, і яка визначається різницею статичних тисків ( $P_1 - P_2$ ), які виникли внаслідок прискорення потоку в кільцевому зазорі між стінкою і поплавцем:

$$\mathbf{F} = (P_1 - P_2) \mathbf{f}_n; \quad (7.11)$$

де  $\mathbf{f}_n$  — площа поперечного перерізу поплавка у місці його найбільшого діаметру. Поплавок буде нерухомим у потоці рідини або газу, якщо виконуватиметься умова рівноваги сил, що діють знизу і зверху:

$$\mathbf{G} = (P_1 - P_2) \mathbf{f}_n. \quad (7.12)$$

З іншого боку можемо записати:

$$P_1 - P_2 = \mathbf{G} / \mathbf{f}_n = \frac{V_n (\rho_n - \rho) \mathbf{g}}{\mathbf{f}_n}. \quad (7.13)$$

А це означає, що при постійній густині речовини, права частина формули є незмінною і не залежить від витрати речовини. Відповідно незмінним є перепад тиску  $P_1 - P_2$ . Звідси і інша назва ротаметрів як приладів постійного перепаду тиску.

Швидкість  $V$  обтікання речовиною поплавка у кільцеподібному зазорі між ним і стінками трубки дорівнює:

$$V = \sqrt{\frac{2(P_1 - P_2)}{\rho}}. \quad (7.14)$$

Звідси  $P_1 - P_2 = \Delta P = \frac{V^2 * \rho}{2}. \quad (7.15)$

Прирівнюючи залежності 7.13 та 7.15, можемо визначити швидкість речовини в кільцеподібному зазорі:

$$V = \sqrt{\frac{2g \Delta \rho}{\rho^* F_n}} \quad (7.16)$$

Ця швидкість визначає об'ємну витрату  $Q$  вимірюваної речовини, що проходить через кільцеподібний зазор поперечного перерізу  $F_k$ :

$$Q = V * F_k = \varphi F_k \sqrt{\frac{2g \Delta \rho}{\rho^* F_n}} \quad (7.17)$$

Із наведеного рівняння випливає, що за коефіцієнта витрати  $\varphi = \text{const}$ , існує лінійна залежність між величинами  $Q$  і  $F_k$ , який в свою чергу пропорційний висоті зависання поплавка. Проте за конічної форми трубки лінійна залежність між значенням  $Q$  і переміщенням поплавця порушується через нелінійну залежність  $F_k$  по висоті трубки. Крім того, в реальних умовах дещо змінюється величина  $\varphi$ . Тому використання рівномірної шкали для ротаметрів зумовлює частку загальної похибки вимірювань.

Із останнього рівняння випливає також, що положення поплавця залежить не тільки від витрати, а і від густини контрольованого середовища. З цього боку ротаметри розділяються на дві групи: для рідин які градуують на воді, і для газів, які градууються на повітрі.

Корпус ротаметра являє собою скляну конічну трубку, на зовнішній поверхні якої нанесена шкала. Показчиком є верхня горизонтальна площина поплавця. Матеріал поплавка — сталь, алюміній, бронза, ебоніт, пластмаси — не повинен піддаватися корозії в контрольованому середовищі і повинен мати добру здатність виділятися в потоці контрольованого середовища. Відхилення густини, тиску та температури вимірюваної за витратами речовини проводить до додаткових похибок вимірювання.

В деяких типах ротаметрів (рис.2.6, а) конічним роблять поплавок 3, який переміщується в середині діафрагми постійного поперечного перерізу 2. Але







Деформаційні (пружинні) манометри, в яких вимірюєми тиск або різниця тисків визначаються по деформації пружкого чутливого елемента, в якості яких використовують:

а) трубчасті пружини різної конфігурації: одно- та багато виткові; S-подібні гвинтові;

б) мембрани: плоскі та з гофрами (трапецієдальними, синусоїдальними та крайовими); мембранні коробки; батареї мембранних коробок; сильфони (гармонікові мембрани).

Вагопоршневі манометри. В них тиск або різниця тисків зрівноважується тиском, який утворюється в циліндрі мірними вагами (гирями) та вагою не ущільненого поршню. Такі манометри діляться на види: - з простим поршнем; - з диференційними поршнями; - із зрівноваженими поршнями ; - з поршневим мультиплікатором тиску.

Другу групу утворюють прилади, тиск в яких вимірюється по зміні іншої фізичної властивості тіла під дією сил тиску. Групу складають манометри: електричні та спеціального призначення.

Принцип дії електричних манометрів, що отримують найбільше розповсюдження за останнім часом, ґрунтується на залежності зміни електричних параметрів манометричного перетворювача від вимірюємого тиску.

До них відносяться:

Манометри опору, принцип дії яких ґрунтується на зміні опору чутливого елемента під дією зовнішнього тиску. Манометри з тензоперетворювачами – принцип дії ґрунтується теж на зміні електричного опору чутливого елемента, виготовленого із тензочутливого матеріалу (константану, або сплавів нікеля і міді чи нікелю і хрому), але за його деформації вимірюваним тиском.



зоперетворювачами дедалі ширше застосовуються напівпровідникові, які відзначаються значно вищою чутливістю, меншими габаритами і масою.

### **Компактний перетворювач тиску MBS 3000**

Компактний перетворювач тиску MBS 3000, призначений для використання майже у всіх промислових областях застосування, забезпечує надійне вимірювання тиску навіть в жорстких умовах навколишнього середовища.

Широка номенклатура перетворювачів тиску передбачає струмовий вихідний сигнал 4-20 мА, вимір абсолютного або відносного тиску, різні діапазони вимірювання від 0-1 до 0-600 бар, різноманітні варіанти для під'єднання імпульсних ліній тиску і електричних з'єднань.

Відмінна вибростійкість, міцна конструкція, а також високий ступінь електромагнітної сумісності та захисту від радіоперешкод забезпечують відповідність MBS 3000 найбільш суворим вимогам, які пред'являються до промислових установок.

Вихідний сигнал 4 - 20 мА

Робоча температура від -40 до 85 ° С

Діапазон вимірювання 0 - 600 бар

Стандартний пристрій для під'єднання тиску, G 1 / 4A ISO 228/1

Для використання в промисловості при жорстких умовах зовнішнього середовища, наприклад, в насосах, компресорах, пневматичних системах і водоочисних установках.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						40
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			



Рис.2.8 Зовнішній вигляд тензометричного перетворювача тиску Danfoss  
MBS 3000

Технічні характеристики:

Вимірюваного середовища: Рідини, газу

Робочий діапазон температур: Від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C}$

Діапазон температур при транспортуванні: Від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C}$

Діапазон компенсованих температур: Від  $0^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C}$

Матеріал, що контактує із середовищем кислотостійку нержав. сталь AISI 316L (DIN17440-1.4404)

Клас захисту корпусу: IP65 / IP67 / IP69K

Точність вимірювання:  $\pm 0,5\%$  діапазону вимірювань (тип.),  $\pm 1,0\%$  FS (макс.)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						41
		№ докум.	Підпис			

Тиск перевантаження: 6 кратний верхня межа вимірювань (в залежності від діапазону вимірювань), max. - 1500 бар

Тиск розриву: 2000 бар

Електричне з'єднання Штепсельний роз'єм DIN 43650 (Pg9), екранований кабель (2м.), роз'єм AMP 173065 (Econoseal), IEC 947-5-2 (M12x1), ISO 5170-A1-3.2-Sn, AMP Superseal

Вихідний сигнал: 4 -20 мА, 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 В, 0 - 10 В

Час реакції: <4 мс 4 -20 мА 9 - 32 В 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 У 9 - 30 В

Напруга живлення: 0 - 10 В 15 - 30 В

Вплив напруга живлення:  $\leq 0.05\%$  FS / 10В

Обмеження по струму: 28 мА для вихідного сигналу 4 -20 мА

Навантаження: RL 4 -20 мА  $RL \leq (U-9В) / 0,02$  а, Ом 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 У  
 $RL \geq 10$  кОм 0 - 10 В  $RL \geq 15$  кОм

Технологічне з'єднання: G ¼ "A DIN 3852 (на вимогу: G 3/8 A, G ½ A DIN 3852-E-G ¼ ", ¼ -18 NPT, ½ -14 NPT)

Вага: 0,2 - 0,3 кг

### **Наявність полум'я**

В дипломному проєкті використовується ультрафіолетовий датчик полум'я Emerson UV / IRS.

UV / IRS - це інтелектуальний, автономний датчик полум'я, що поєднує в собі датчики як для ультрафіолетового, так і для інфрачервоного діапазонів. Датчики спроектовані таким чином, щоб реагувати на возг волаання різних видів вуглеводнів. За рахунок міцної конструкції датчики ідеально підходять для застосування як в приміщенні, так і на відкритому повітрі.

Мікроконтролери перевіряють і аналізують кожен датчик, щоб визначити

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						42
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

різноманітні варіанти характеру полум'я. Датчик подає сигнал тривоги тільки після того, як задані умови виявлення як для інфрачервоних, так і для ультрафіолетових датчиків вкажуть на випадок загоряння.

#### Розташування датчика:

При розміщенні датчиків полум'я враховуйте такі фактори, як відстань до полум'я, тип палива і температура, а також всі фактори навколишнього середовища, які можуть вплинути на реакцію датчика на випромінювання.

#### Стандартні області застосування

- камери для виробництва автомобілів і фарбування розпиленням
- літакові ангари (комерційні та військові)
- камери для виробництва автомобілів і фарбування розпиленням
- морські платформи, нафтопереробні заводи, трубопроводи та переробні суду
- об'єкти поліграфічної промисловості
- нафто-, газо- та нафтохімічні переробні заводи / виробництво / зберігання / розвантаження / перевезення
- різні об'єкти виробництва, переробки та зберігання
- поводження з боєприпасами
- склади (займисті рідини / токсичні гази) і резервуарні парки (плавучі / неплавучіе)
- насоси електрогенераторів, генератори і не обслуговуються станції



## Контур вимірювання та регулювання витрати

Контур регулювання співвідношення витрати повітря-паливо в топку складається з вихрового витратоміра Rosemount 8600 (4а, 4б), сигнал 4..20 мА поступає на МПК, опрацьовується програмою, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК сигнал 4-20 мА поступає на частотний перетворювач двигуна вентилятора Mitsubishi s500 (4в), який змінює оберти двигуна вентилятора подачі повітря в топку.

## Конттури вимірювання та регулювання тиску

Проводиться індикація тиску в трубопроводі подачі газу на пальник, в барабані котла, в топці котла, та тиску в трубопроводі подачі пари до споживачів. Вимірювання тиску здійснюється за допомогою тензометричного ПВП тиску Danfoss MBS 3000 (3а, 6а, 7а, 8а) вихідний сигнал з яких в межах 4-20 мА поступає на МПК, потім на екран оператора. Регулювання тиску відбувається в топці котла. Якщо тиск надмірний (фіксується датчиком тиску 3а), то вмикається двигун насосу МЗ відкачки димових газів через частотний перетворювач Mitsubishi s500 (3б).

У випадку регулювання тиску в трубопроводі подачі газу, використовується Danfoss MBS 3000 (6а), сигнал надходить на контролер, а також на блок ручного управління БРУ-7 (6б), який працює в ручному і автоматичному режимах. На вхід БРУ подається сигнал від датчика, та сигнал від модуля аналогових виходів, а саме каналу регулювання ступенем відкриття клапану подачі газу. Вихід БРУ з'єднаний із клапаном 6в. В автоматичному режимі регулювання відкриттям клапану відбувається через алгоритм ПІ-регулятора в програмі, сигнал із модуля аналогових виходів надходить на БРУ, і на виході із БРУ сигнал по струму аналогічний як і на вході від контролера. У разі автоматичного режиму на виході БРУ буде струмовий сигнал який задається ручним за датчиком БРУ. І на виході буде сигнал, пропорційний сигналу 4-20 мА, який далі іде до клапану подачі газу в топку. Якщо потрібно інтенсивніше і

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						45
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

швидше отримати пару, то через блок ручного управління, ігноруючи програму регулювання тиску, клапан бв відкривається на задану величину.

### Контур вимірювання температури

Індикацію температури пари здійснюємо в трубопроводі подачі пари, та в трубопроводі подачі повітря в топку за допомогою термопари із вторинним перетворювачем Sitrans ТК/ТК-Н (5б ,9б), значення температури надходить на екран оператора.

### Контур вимірювання та регулювання рівня

Відбувається регулювання рівня в барабані котла. Вимірювання проводимо за допомогою радарного рівнеміра БАРС352И (1а), вихідний сигнал 4...20 мА поступає на МПК, якщо рівень менше заданого, то на виході з МПК сигнал поступає на електромагнітний клапан Velimo NF24-SR (1б), також вмикається частотний перетворювач Mitsubishi s500 (1в), який змінює витрату води в апарат.

### Контур вимірювання концентрації вуглекислого газу в топці

Індикацію здійснюємо в димовій трубі за допомогою каналного датчика температури и концентрації CO2 КТМ-С02 (10а) , значення надходить на екран оператора.

### Контур виявлення полум'я в топці

Наявність полум'я в топці виявляється за допомогою ультрафіолетового датчика полум'я UV-IRS (2а). Вихідний сигнал 4-20 мА поступає на МПК, потім на екран оператора.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						46
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			





№ п.	№ Поз-ицї схемо	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Один иця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
	2	3	4	5	6	7
		Сертифікати і дозволи АТЕХ, ІЕС Ех, FM				
8	4в	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4-20mA); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° С;	s500	Шт.	1	Mitsubishi
9	5а	Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Глибина занурення: 500 мм Позначення: Т (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С	Pt100	Ом	1	ОАО Тэра
10	5б	Вторинний перетворювач темпеартури Вихідний сигнал: 4...20 mA Діапазон вимірювання -50...300 °С, Клас точності-0,25.	Sitrans ТК-ТК-Н	Шт.	1	Siemens
11	6а	Тензометричний перетворювач тиску Верхня межа вимірювання – 1.6 МПа. Клас точності -0,25. Вихідний сигнал: 4...20 mA	MBS 3000	Шт.	1	Danfoss
12	6б	Блок ручного управління Аналоговий вхід (індикація параметра): - 0-5 mA (R <sub>вх</sub> = 400 Ом); - 0 (4) -20 mA (R <sub>вх</sub> = 100 Ом); - 0-10 (R <sub>вх</sub> = 25 кОм). Сигнали РУЧ / АВТ: - логічний "0" - 0-7В; - логічна "1" - 18-30В. Інтерфейс / протокол: - RS-485 / ModBus. Аналоговий вихід: - 0-5 mA (R <sub>н</sub> <= 2кОм); - 0 (4) -20 mA (R <sub>н</sub> <= 500 Ом); - 0-10 (R <sub>н</sub> >= 2кОм).	БРУ-7	шт	2	Мікрол

	№ докум.	Підпис	

Кваліфікаційна робота

Лист

49





допомогою WinPLC і / або STEP7 компанії Siemens. Компактна конструкція і підтримка системи команд Simatic S7-300 забезпечують високу ефективність застосування пристроїв цієї серії. Наявність в складі серії різних інтерфейсних і комунікаційних модулів дозволяє використовувати контролери в розподілених системах управління з комплексної мережевою структурою.

Широкий набір модулів розширення забезпечує рішення за допомогою обладнання System 200V практично будь-яких завдань автоматичного управління малого та середнього рівня складності.

Особливості VIPA 200V

Інноваційна концепція зберігання даних

Вбудована робоча пам'ять

Вбудована завантажувальна пам'ять для тривалого зберігання програм і даних - робота без додаткової карти пам'яті!

Вбудоване ОЗУ з резервним живленням від акумулятора

Підтримка стандартних карт MMC для зберігання програм і даних

Розширені комунікаційні можливості і підтримка сучасних протоколів

Вбудований порт MPI

Вбудований порт Ethernet з підтримкою протоколів ISO on TCP, TCP / IP, UDP, RFC1006 і Modbus TCP

Підтримка промислових мереж PROFIBUS DP, CANopen, DeviceNet, INTERBUS, Modbus TCP

Висока гнучкість у використанні і застосуванні

Можливість застосування в складі централізованих і розподілених систем управління

Модульна конструкція

Невелика кількість каналів в сигнальних модулях

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						52
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Можливість підключення до ЦПУ до 32 модулів розширення в один ряд.

Процесорні модулі:

Процесорні модулі (модулі ЦПУ) здійснюють управління і регулювання технологічним процесом або обладнанням відповідно до закладеної в них користувачем програмою. Модуль ЦПУ вибирається виходячи з розв'язуваної задачі, і при цьому він повинен задовольняти вимогам по продуктивності, обсягу пам'яті і набору комунікаційних інтерфейсів.

Модулі ЦПУ System 200V призначені для реалізації систем автоматизації малого і середнього рівня складності, як з централізованою, так і з розподіленою архітектурою.

Кожен модуль ЦПУ має гніздо для установки карти пам'яті MMC, а також комунікаційний порт MP2I, який підтримує стандартний інтерфейс MPI і додатково забезпечує підключення типу точка-точка через інтерфейс RS-232. Це дозволяє здійснювати програмування контролера за допомогою кабелю VIPA "Green cable" без використання спеціальних адаптерів.

У серії System 200V є широкий модельний ряд модулів ЦПУ, які відрізняються обсягом робочої пам'яті, адресним простором, типом і кількістю комунікаційних з'єднань. Вони особливо добре підходять для промислових додатків із середніми вимогами до рівня продуктивності.

Характеристики:

Програмування за допомогою STEP7 компанії Siemens або WinPLC7 компанії VIPA

Вбудована робоча пам'ять, робота без додаткової карти пам'яті

Вбудована флеш-пам'ять для тривалого зберігання програм і даних

Вбудоване ОЗУ з резервним живленням від акумулятора

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						53
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Підтримка стандартних карт ММС об'ємом до 512 Мбайт для зберігання програм і даних

Вбудований інтерфейс MP2I

Широкий набір комунікаційних модулів для роботи в мережах з різними протоколами

До 32 модулів розширення в складі одного ПЛК

Напруга живлення 24 В пост. струму

Годинник реального часу

Світлодіодні індикатори стану

Монтаж на рейку DIN 35 мм

Дискретні сигнальні модулі:

Модулі дискретного введення-виведення служать для підключення до системи управління датчиків і виконавчих пристроїв і забезпечують сполучення системи управління з рівнем процесу. Модулі дискретного введення отримують сигнали від датчиків контролю і перетворюють їх в двійкові сигнали системи.

Модулі дискретного виводу здійснюють зворотне перетворення внутрішніх даних системи системи в електричні сигнали для управління виконавчими пристроями. Доступні модулі з числом каналів від 4 до 32.

Характеристики:

Великий набір модулів для сигналів різного рівня

компактна конструкція

Гальванічна ізоляція від системної шини

Світлодіодні індикатори стану

Фронтальні з'єднувачі з пружинними клемми і маркувальні етикетки в комплекті поставки

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						54
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Монтаж на 35 мм DIN-рейку

Аналогові сигнальні модулі:

Модулі аналогового вводу-виводу використовуються для підключення до системи управління датчиків і виконавчих пристроїв і забезпечують її сполучення з рівнем процесу. Модулі аналогового вводу здійснюють перетворення аналогових сигналів, що надходять від датчиків та інших джерел, в цифрову форму і передають їх по системній шині в модуль ЦПУ або інтерфейсний модуль. Модулі аналогового виведення перетворюють цифрові дані, що надходять в них по системній шині, в безперервні електричні сигнали управління виконавчими пристроями.

Характеристики:

Широкий набір модулів з підтримкою різних типів сигналів

компактна конструкція

Гальванічна ізоляція від системної шини

Світлодіодні індикатори стану

Фронтальні з'єднувачі з пружинними клемми в комплекті поставки

Маркувальні етикетки в комплекті поставки

Монтаж на 35 мм DIN-рейку

Блоки живлення:

Блоки живлення перетворюють вхідну напругу мережі змінного струму в напругу 24 В постійного струму, яке використовується для живлення модулів системи, а також датчиків і виконавчих пристроїв.

Кріпляться на 35 мм DIN-рейку і можуть використовуватися як в складі системи 200V, так і в якості автономних пристроїв.

Не мають електричного з'єднання з внутрішньої системної шиною ПЛК.

Характеристики

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
						55
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			

Живлення від однофазної мережі змінного. струму

Вхідна напруга 100 ... 240 В змін. струму

Вихідна напруга 24 В ± 5%

Номинальний вихідний струм 2 А

Індикація стану

Захист від короткого замикання і перевантаження по струму

Ступінь захисту IP20

компактна конструкція

Монтаж на 35 мм DIN-рейку

### Конфігурування Віра 200

Для управління об'єктом необхідно сконфігурувати МПК який забезпечує підключення:

#### Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	11
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	4
Кількість дискретних входів	1
Кількість дискретних виходів	0

#### Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів: 15. Дискретних входів і виходів – 1. Враховуючи кількість каналів ввходів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль CPU-214C.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						56
		№ докум.	Підпис			



### 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.

#### 3.1. Загальна схема підключення

В даному дипломному проекті розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера “Vira 200” (креслення 3).

Алгоритм роботи принципової електричної конфігураційної схеми автоматичного регулювання приведена у графічному додатку (аркуш 4).

Принципова схема – схема, кожний елемент якої, виконуючи визначену функцію не може бути розділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Ці схеми відображають принципи дії систем управління, сигналізації, вимірювання, регулювання і взаємодії між окремими їх елементами, а також способи електроживлення приладів і засобів автоматизації. На основі принципових схем, що визначають повний склад елементів і зв'язок між ними, розроблюються інші матеріали проекту: загальні види щитів, їх монтажні схеми, схеми зовнішніх з'єднань. Тому правильна розробка принципової схеми відіграє дуже важливе значення для подальшого проектування. Управління електроприводами полягає у здійсненні пуску, регулювання швидкості, гальмування, реверсування, а також підтримання режиму роботи приводу відповідно до вимог технологічного процесу.

Аналогові входи підмикаються до VIPA 231-1BD60. Зокрема, це вимірювальні перетворювачі температури, магнітно-індукційний витратомір, аналогові датчики рівня, рівнемір, датчики тиску.

Аналогові виходи підмикаються до VIPA 232-1BD51, в тому числі ВМ, які регулюють температури та тиску.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Стародуб В.С.			Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10	Літ.	Арк.	Аркуші
Перевір.		Заєць Н.А.					58	8
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка Є.С.						

Схеми електричні принципові управління приведені у графічному додатку (аркуш 4). Схема управління двигунами наведена на рис.3.1.

У системі управління електроприводом використовуються: релейно-контактні апарати, де основними елементами є різного роду реле, контактори, шляхові вимикачі та ін; підсилювачі, перетворювальні пристрої і датчики; безконтактні логічні елементи, різні елементи цифрової і аналогової обчислювальної техніки, мікропроцесори та ЕОМ .

Сучасні регульовані електроприводи для автоматичних ліній і механізмів зазвичай будуються на напівпровідникових пристроях. На релейно-контакторну апаратуру в таких приводах зазвичай покладаються функції включення живлення (під'єднання до мережі) силових блоків і блоків управління, захисту та введення первинних і кінцевих команд в систему управління приводом. Але поряд з електроприводами, які виконують складні функції, у ряді випадків містять мікропроцесори або програмні пристрої управління, існує велика кількість електроприводів, на які покладаються відносно прості функції. Це звичайно нерегульовані або регульовані східчасто в невеликому діапазоні електроприводи з невисоким швидкодією. У завдання систем управління такими електроприводами найчастіше входить організація пуску, гальмування, переходу з одного ступеня швидкості на іншу, реверсу і здійснення цих операцій у певній послідовності в часі або за командами від робочої машини, що завершила чергову технологічну операцію. Причому необов'язково, щоб система управління виконувала всі ці функції: набір функцій залежить від вимог до приводу. Системи управління такими електроприводами зазвичай будуються на релейно-контакторній апаратурі при відносно невеликому числі спрацьовувань її на годину, а при великому числі спрацьовувань - на безконтакторній апаратурі. Управління електроприводами полягає у здійсненні пуску, регулювання швидкості, гальмування, реверсування, а також підтримання режиму роботи приводу відповідно до вимог технологічного процесу. У системі управління електроприводом використовуються: релейно-

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Лист</i>
		<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>			59

контактні апарати, де основними елементами є різного роду реле, контактори, шляхові вимикачі та ін; підсилювачі, перетворювальні пристрої і датчики; безконтактні логічні елементи, різні елементи цифрової і аналогової обчислювальної техніки, мікропроцесори та ЕОМ .

На принциповій схемі крім програми та приймальних і виконавчих елементів зображено ПЗО, джерела живлення, а також конкретизуються всі електричні та програмні зв'язки.

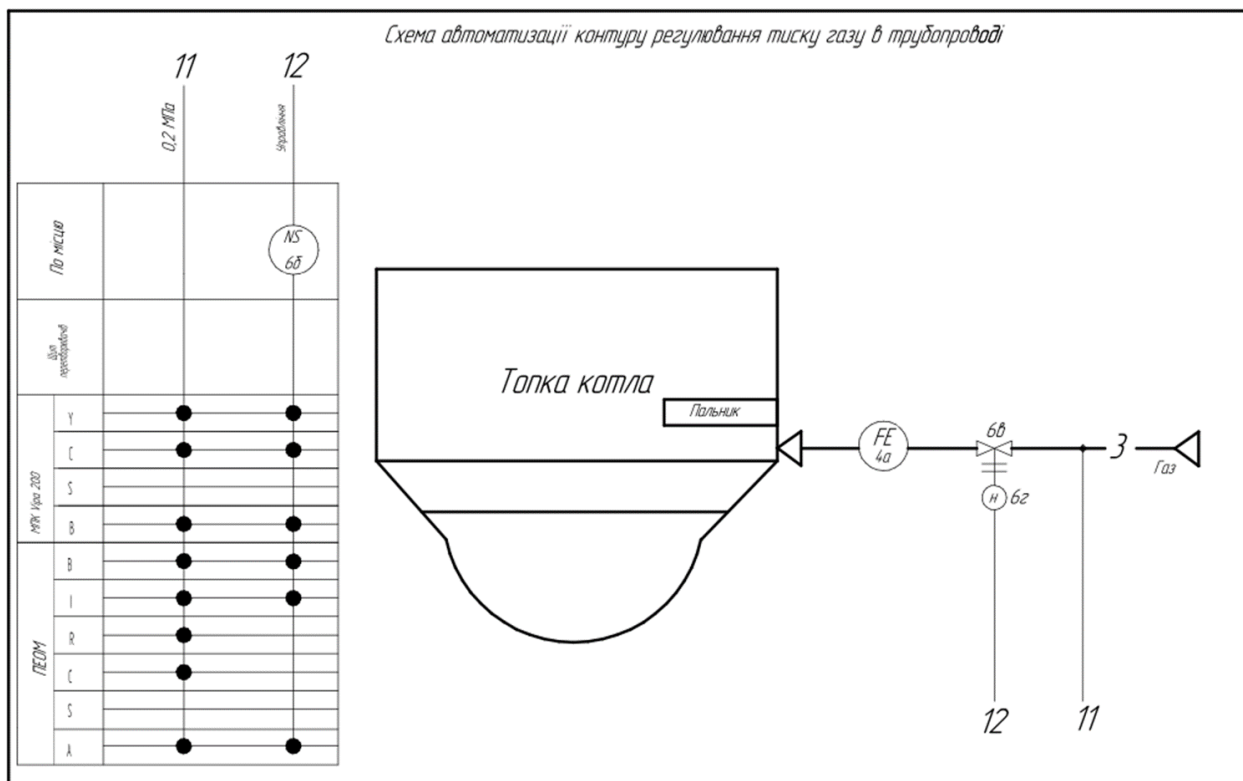
В якості блока живлення був обраний PS 207 (VIPA 207-1BA00)

Система управління варильним відділенням складається із одного ПЛК серії VIPA 300 та двох серії VIPA 200, операторських панелей та засобів віддалених входів-виходів, які основані на серії VIPA 200 і відіграють роль ведених.

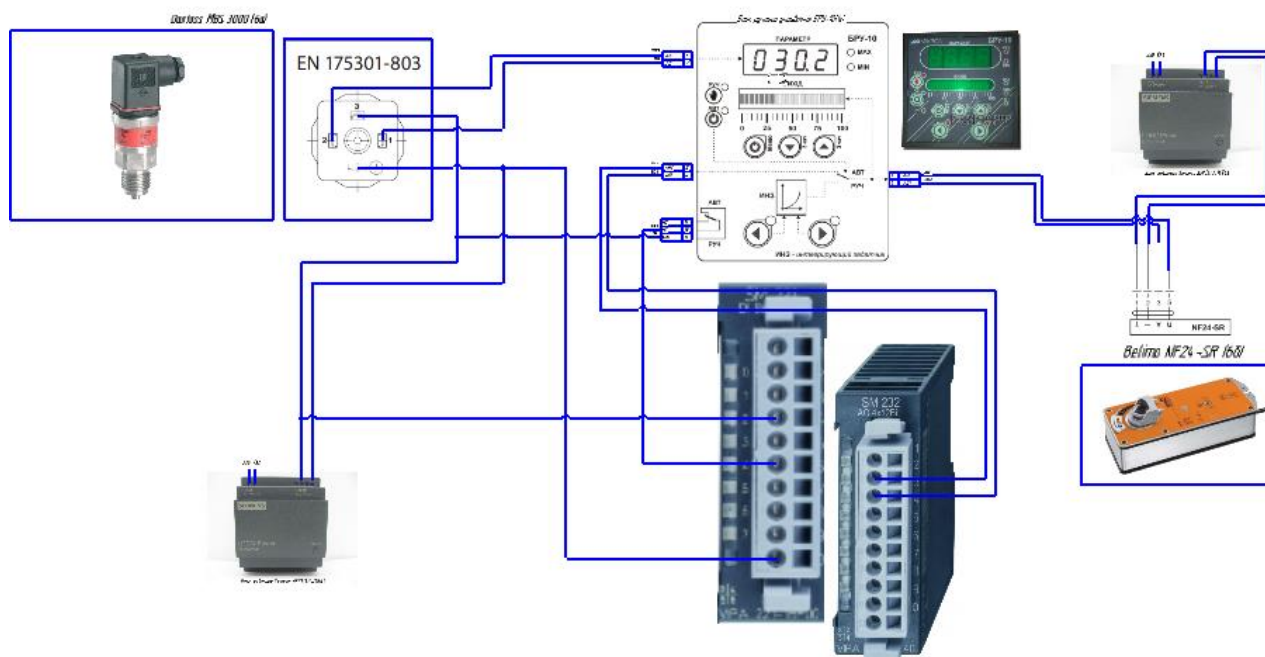
Контролер VIPA 200 можна використовувати для автоматизації як простих, так і складних технологічних процесів, коли необхідно вирішувати задачі управління з автоматичною перебудовою управляючої структури, автоматичної зміни завдання і параметрів настройки, безударного переходу з автоматичного на інші режими роботи. Він використовується для управління процесом варіння затором і також відіграє роль ведучого відносно інших ведених, контролерів VIPA 200.

## 3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

### 3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру

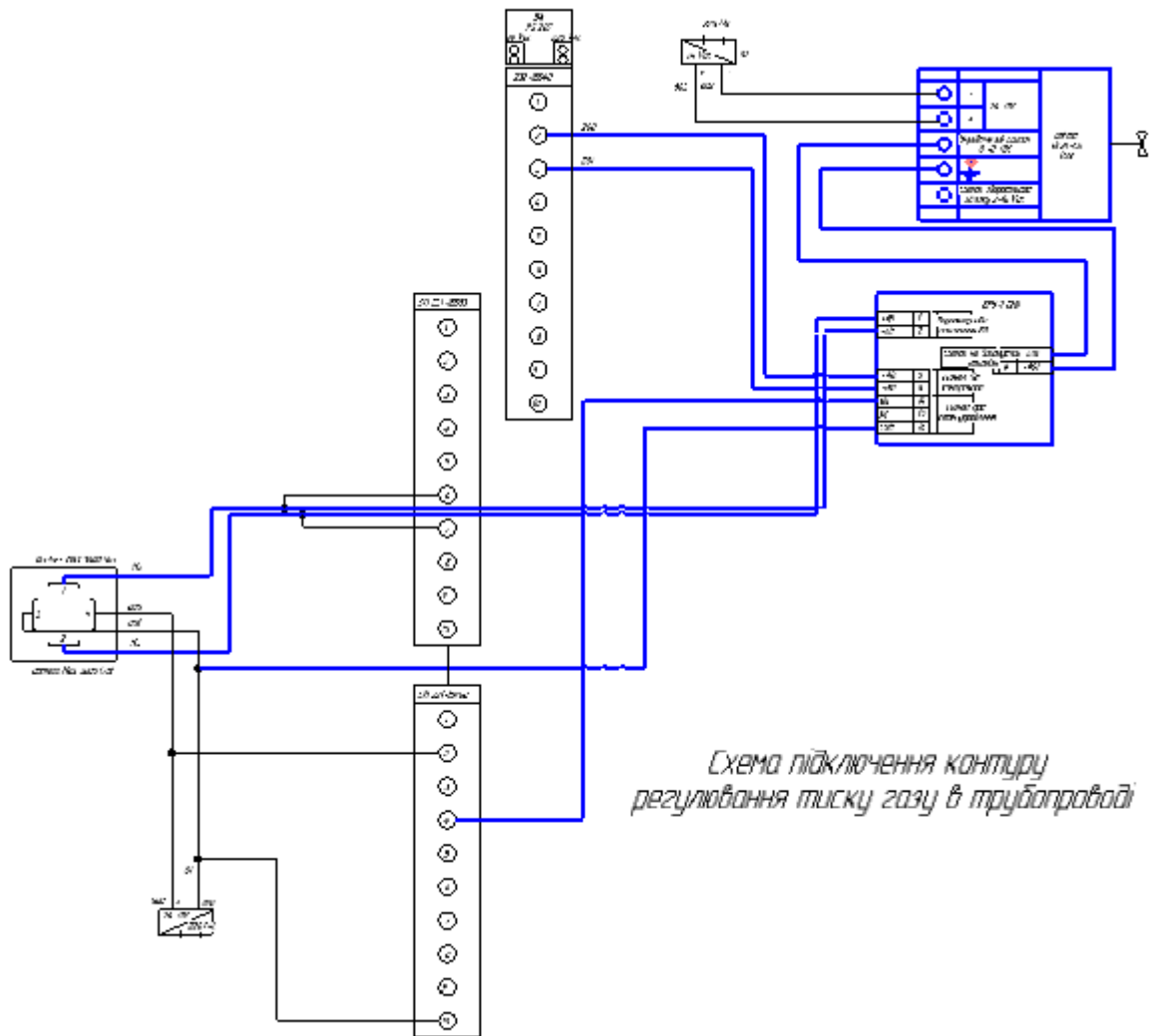


### 3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



	№ докум.	Підпис	

### 3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



### 3.2.4 Опис схеми підключення

У випадку регулювання тиску в трубопроводі подачі газу, використовується Danfoss MBS 3000 (6а), сигнал надходить на контролер, а також на блок ручного управління БРУ-10 (6б), який працює в ручному і автоматичному режимах. На вхід БРУ подається сигнал від датчика, та сигнал від модуля аналогових виходів, а саме каналу регулювання ступенем відкриття клапану подачі газу. Вихід БРУ з'єднаний із клапаном 6в. В автоматичному режимі регулювання відкриттям клапану відбувається через алгоритм ПІ-регулятора в програмі, сигнал із модуля аналогових виходів надходить на БРУ, і на виході із БРУ сигнал по струму аналогічний як і на вході від контролера. У разі



1. Монтаж проводиться провідниками: одножильними, багатожильними, тонкопроволочними з кінцевими втулкою або з штифтовим наконечником. Перетин підключаються провідників 0,08 - 2,5 мм<sup>2</sup>.

2. Після монтажу є можливість оперативного демонтажу обладнання без відключення провідників - необхідно тільки відключити роз'єми. Аналогічним чином можливо відключити будь-яку групу сигналів, підключену до одного роз'єму.

3. Якість з'єднання - вібростійкий, забезпечується пружинним соединителем. Не потребує періодичного обслуговування і не залежить від ретельності роботи монтажного та обслуговуючого персоналу.

### Технічна характеристика БРУ-10

#### Аналогові вхідні сигнали

Кількість аналогових входів: 1

Типи вхідних аналогових сигналів:

- уніфіковані

0-5мА ( $R_{вх} = 400 \text{ Ом}$ ), 0 (4) -20 мА ( $R_{вх} = 100 \text{ Ом}$ ), 0-10 ( $R_{вх} > 25\text{кОм}$ )

Роздільна здатність АЦП: 16 розрядів

Гальванічна ізоляція: Входи гальванічески ізольовані від виходів і інших ланцюгів, напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В

Межа основної зведеної похибки вимірювання вхідних параметрів:  $\leq 0.2\%$

Межа додаткової похибки, викликані зміною температури навколишнього середовища:  $< 0.2\% / 10^\circ \text{C}$

Період вимірювання, не більше: 0.1 сек

#### Аналогові вихідні сигнали

Кількість аналогових виходів: 1

					Кваліфікаційна робота	Лист
						64
		№ докум.	Підпис			

Тип вихідного аналогового сигналу: 0-5 мА ( $R_H \leq 2\text{кОм}$ ), 0 (4) -20 мА ( $R_H \leq 500\text{ Ом}$ ), 0-10 ( $R_H > 2\text{кОм}$ )

Основна приведена похибка формування вихідного сигналу:  $\pm 0,2\%$

#### Цифрова індикація

Точність індикації:  $\pm 0,01\%$

Висота цифр світлодіодних індикаторів: 20 мм

#### Послідовний інтерфейс RS-485

Тип каналу: Асинхронний напівдуплексний (прийом і передача йдуть по одній парі проводів з поділом за часом)

Кількість приймачів: 32 приймача на одному сегменті

Максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі: 1200 метрів

Кількість активних передавачів: 1 (тільки один передавач активний)

Максимальна кількість вузлів в мережі: 250 з урахуванням магістральних підсилювачів

Вид кабелю: вита пара, екранована вита пара

Гальванічна розв'язка:

інтерфейс гальванічески ізольований від інших входів-виходів і інших ланцюгів (напруга гальванічної розв'язки не менше 500 В)

Протокол зв'язку: Modbus режим RTU (Remote Terminal Unit)

#### Електричні дані

Напруга живлення БРУ-105:

- змінного струму: від 100 В до 242 В, 50 Гц
- постійного струму: від 15 В до 36 В

Споживана потужність від мережі змінного струму, не більше:  $\leq 8.0\text{ ВА}$

Струм споживання по харчуванню 24В, не більше: не більше 160 мА.

					Кваліфікаційна робота	Лист
						65
		№ докум.	Підпис			

#### 4. Креслення встановлення технічних засобів

##### Компактний перетворювач тиску MBS 3000

Компактний перетворювач тиску MBS 3000, призначений для використання майже у всіх промислових областях застосування, забезпечує надійне вимірювання тиску навіть в жорстких умовах навколишнього середовища.

Широка номенклатура перетворювачів тиску передбачає струмовий вихідний сигнал 4-20 мА, вимір абсолютного або відносного тиску, різні діапазони вимірювання від 0-1 до 0-600 бар, різноманітні варіанти для під'єднання імпульсних ліній тиску і електричних з'єднань.

Відмінна вибростійкість, міцна конструкція, а також високий ступінь електромагнітної сумісності та захисту від радіоперешкод забезпечують відповідність MBS 3000 найбільш суворим вимогам, які пред'являються до промислових установок.

Вихідний сигнал 4 - 20 мА

Робоча температура від -40 до 85 °С

Діапазон вимірювання 0 - 600 бар

Стандартний пристрій для під'єднання тиску, G 1 / 4A ISO 228/1

Для використання в промисловості при жорстких умовах зовнішнього середовища, наприклад, в насосах, компресорах, пневматичних системах і водоочисних установках

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Стародуб В.С.			Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Заєць Н.А.					66	4
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секретар		Проскурка Є.С.						



Рис.4.1 Зовнішній вигляд тензOMETричного перетворювача тиску  
Danfoss MBS 3000

Технічні характеристики:

Вимірюваного середовища: Рідини, газу

Робочий діапазон температур: Від  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C}$

Діапазон температур при транспортуванні: Від  $-50^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C}$

Діапазон компенсованих температур: Від  $0^{\circ}\text{C}$  до  $85^{\circ}\text{C}$

Матеріал, що контактує із середовищем кислотостійку нержав. сталь AISI 316L (DIN17440-1.4404)

Клас захисту корпусу: IP65 / IP67 / IP69K

Точність вимірювання:  $\pm 0,5\%$  діапазону вимірювань (тип.),  $\pm 1,0\%$  FS (макс.)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Лист
						67
		№ докум.	Підпис			

Тиск перевантаження: 6 кратний верхня межа вимірювань (в залежності від діапазону вимірювань), max. - 1500 бар

Тиск розриву: 2000 бар

Електричне з'єднання Штепсельний роз'єм DIN 43650 (Pg9), екранований кабель (2м.), роз'єм AMP 173065 (Econoseal), IEC 947-5-2 (M12x1), ISO 5170-A1-3.2-Sn, AMP Superseal

Вихідний сигнал: 4 -20 мА, 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 В, 0 - 10 В

Час реакції: <4 мс 4 -20 мА 9 - 32 В 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 У 9 - 30 В

Напруга живлення: 0 - 10 В 15 - 30 В

Вплив напруга живлення:  $\leq 0.05\%$  FS / 10В

Обмеження по струму: 28 мА для вихідного сигналу 4 -20 мА

Навантаження: RL 4 -20 мА  $RL \leq (U-9В) / 0,02$  а, Ом 0 - 5 В, 1 - 5 В, 1 - 6 У  $RL \geq 10$  кОм 0 - 10 В  $RL \geq 15$  кОм

Технологічне з'єднання: G ¼ "A DIN 3852 (на вимогу: G 3/8 A, G ½ A DIN 3852-E-G ¼ ", ¼ -18 NPT, ½ -14 NPT)

Вага: 0,2 - 0,3 кг

Технічні характеристики:

Шкали: Коефіцієнт заломлення (nD), Brix, будь-яка призначена для користувача шкала

Діапазон вимірів:

Коефіцієнт заломлення (nD): 1.31700 .... 1.51000

Brix: 0.00 .... 85.00%

точність:

Коефіцієнт заломлення (nD) ::  $\pm 0.0001$

Brix:  $\pm 0.1\%$

Функція АТК: АТК: 5 ... 100 ° С

Розміри і вага:

Блок вимірювання: 25 \* 29.73 \* 25 см, 12.3 кг

Монітор: 19.2 \* 10 \* 24 см, 3.3 кг

У комплекті: Кабель між блоком вимірювання і монітором - 15 м.

Харчування: АС 100 ... 240В, 50/60 Гц

Клас захисту:

IP66 / IP67 - блок вимірювання

IP65 - блок відображення інформації (монітор)

виходи:

RS-232C, DC4 20mA

Вихід з відкритим колектором установки верхнього і нижнього обмеження (сигналізація тривоги).

Можливість виведення наступних даних:

Коефіцієнт заломлення (nD)

Вріх або концентрація (%)

Температура (° С)

Будь-яка призначена для користувача шкала

**5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).**



Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат				
Розроб.		Стародуб В.С.			Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Заєць Н.А.					70	3
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск 70		
Секретар		Проскурка Є.С						



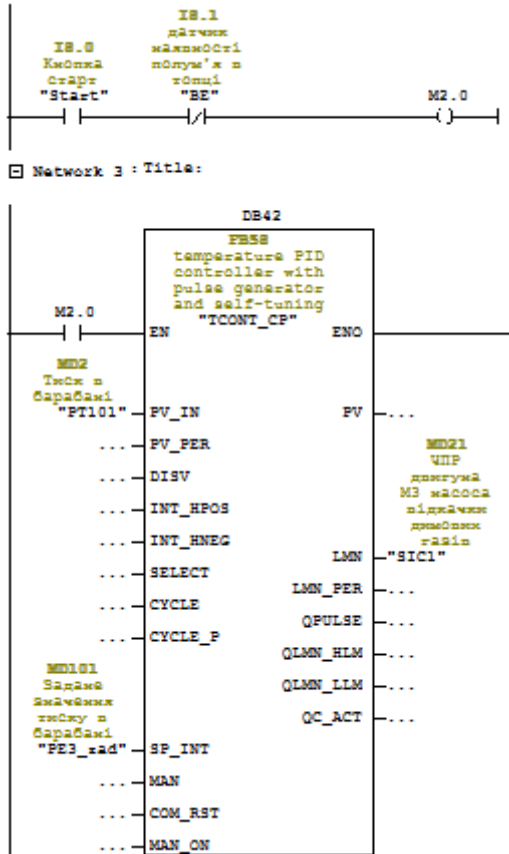


Рис.5.3. Програма ПЛК

		№ докум.	Підпис	

## 6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

### 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.

За допомогою програмного забезпечення Zenon розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів.

Таблиця 6.1. Змінні та їх настройки

Ім'я змінного тега	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
LE1	IW0	0	10000	0	100	INT
PT1	IW2	0	10000	0	3000	INT
FE1	IW4	0	10000	0	2000	INT
FE2	IW6	0	10000	0	2000	INT
TE1	IW8	0	10000	0	150	INT
PT2	IW10	0	10000	0	3000	INT
PT3	IW12	0	10000	0	3000	INT
PT4	IW14	0	10000	0	3000	INT
TE2	IW16	0	10000	0	150	INT
QE1	IW18	0	10000	0	100	INT
BE1	I20.1	-	-	-	-	INT
QE2	IW22	0	10000	0	100	INT
KL1	QW48	0	10000	0	100	INT
SIC1	QW50	0	10000	0	100	INT
SIC2	QW52	0	10000	0	100	INT
SIC3	QW54	0	10000	0	100	INT

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат			
Розроб.		Стародуб В.С.			Розробка системи автоматизації парового котла ДКВР-10		
Перевір.		Заєць Н.А.					
Зав.кафедр		Смітюх Я.В.					
Секретар		Проскурка Є.С.					
					Літ.	Арк.	Аркуші
						73	4
					<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		

В меню «Теги»/« Теги Тренда» описуємо всі змінні, що будуть використовуватись в трендах.

В меню «Аларми»/«Аналогові аларми» описуємо аналогові аларми.

Таблиця 6.3. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
A_PT1	Тиск в топці котла	PE1	-	1500
A_FE1	Витрата повітря в топку	FE1	-	1200
A_FE2	Витрата газу в топку	FE2	-	600

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відображатись аларми. В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.

## 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Тут відображається дані з датчиків, відкриття чи закриття клапанів, кнопки запуску та зупинки, анімаційне відображення переходу на наступну стадію технологічного процесу. Оператор слідкує за перебігом технологічного процесу з робочого місця оператора. В разі необхідності оператор може перейти до ручного, або автоматичного режиму управління. Для переходу в ручний чи автоматичний режим роботи оператор повинен натиснути на кнопку яка відповідає за той чи інший режим. Оператор може змінювати ступінь відкриття клапанів, оберти двигуна. Для того щоб на виробництві не сталася аварія і не порушився перебіг технологічного процесу на екрані оператор може спостерігати за значенням параметрів і як тільки це значення цього параметру перевищить максимальні допустимі значення то оператор побачить зміну кольору цього параметру. Якщо параметр буде більше ніж граничне значення



На сторінці Trend ми можемо спостерігати за графіком змінної та налаштовувати її: Можна подивитись архівні записи які зберігаються в пам'яті.



Рис.6.3. Вікно трендів

## Висновки

При роботі над даним дипломним проектом було зібрано багато інформації про захисну систему котлоагрегату, на основі якої було розроблено функціональну схему автоматизації, в якій передбачено контроль і регулювання таких параметрів:

- регулювання витрати повітря і газу в топку;
- контроль вмісту вуглекислого газу в димових газах;

Важливим рішенням в даному дипломному проекті було використання механізмів пневматичних, при регулювання надходження сировини. Їх перевагою є вища швидкість реагування на зміну завдання.

## Бібліографічний список

1. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
2. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
3. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навчальний посібник / В.Г. Трегуб. — К. : Видавництво Ліра-К, 2014. — 344 с.
4. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
5. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій [Текст]: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
6. Системний аналіз складних систем управління: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К., НУХТ, 2013. – 276 с.
7. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
9. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.–160 с.
10. Автоматизоване управління технологічними процесами. Конспект лекцій до вивчення дисципліни для студентів спеціальності 6.08040 „Інформаційні управляючі системи та технології” напряму підготовки 0804 “Комп'ютерні науки” ден. та заоч. форм навчання/ Уклад.: І.В.Ельперін, С.М.Швед – К: НУХТ, 2007. – 71 с.

11. Луцька Н.М. Оптимальні та робасні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк. – К. : Видавництво Ліра-К, 2015. – 288 с.
12. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: навчальний посібник / І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2003. – 320 с.
13. Пупена О.М. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3. / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2011. – 48 с.
14. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах [Текст]: навчальний посібник / А.М. Пупена, І.В. Ельперін, Н.М. Луцька, А.П. Ладанюк. – К.: Вид-во «Ліра-К», 2011. – 552 с.
15. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO [Текст]: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
16. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.
17. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) : монографія / А.П.Ладанюк, Заєць Н.А., Л.О.Власенко. – К. : Видавництво Ліра-К, 2016. – 312 с.
18. Трегуб В.Г. Автоматизація об'єктів періодичної дії: підручник / В.Г. Трегуб. – Київ: Видавництво Ліра-К, 2017. – 136 с.
19. Інноваційні технології в управлінні складними біотехнологічними об'єктами агропромислового комплексу [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, В.М. Решетюк, В.Д. Кишенько, Я.В. Смітюх. – Київ: Центр учбової літератури, 2014. – 280 с.

20. Innovative energy-saving technologies in biotechnological objects control / A. Chochowski, I. Chernyshenko, V. Kozyrskiy, V. Kyshenko, A. Ladaniuk, V. Lysenko, V. Reshetiuk, I. Smitiukh, V. Shtepa, V. Shcherbatiuk. - K.: Tsentr Uchbovovii Literatury, 2014.- 240 p.
21. Сучасні методи автоматизації технологічних об'єктів [Текст] : монографія / А.П. Ладанюк, О.А. Ладанюк, Р.О. Бойко, В.В. Іващук, Д.О. Кроніковський, Д.А. Шумигай. – К.: Інтер Логістик Україна, 2015. – 408 с.
22. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування) [Текст]: монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с.
23. Методи сучасної теорії управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук.– К.: НУХТ, 2010. – 196 с.
24. Системний аналіз складних систем управління [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. - К.: НУХТ, 2013. – 274 с.
25. Системний аналіз складних систем управління. Практикум. [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Я.В. Смітюх, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць, І.В. Ельперін. – К.: НУХТ, 2014. – 157 с. (№37.49 - 02.07.2014)
26. Методи сучасної теорії управління [Текст] : підручник / А.П. Ладанюк Н.М. Луцька, В.Д. Кишенько, Л.О. Власенко, В.В. Іващук. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 368 с.
27. Ладанюк А.П. Методологія наукових досліджень [Текст]: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Л.О. Власенко, В.Д. Кишенько. – К.: Видавництво Ліра-К, 2018. – 352 с.
28. Пупена О. М. Програмування промислових контролерів у середовищі Unity Pro [Текст]: навчальний посібник / О. М. Пупена, І. В. Ельперін. — Київ : Ліра-К, 2015. — 376 с.

29. Сценарний підхід при автоматизації технологічних процесів [Текст]: монографія / Я.В. Смітюх, А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Б.М. Гончаренко . – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2019. – 173 с. – ISBN: 978-613-9-87035-6
30. Оптимізація процесів переробки сільськогосподарської сировини [Текст]: монографія / В.О. Мірошник В.О., М.А. Гачковська, В.Д.Кишенько, О.В. Грабовська.– К.:ЦП “Компринт”, 2019.– 479 с.
31. Кишенько В. Д. Ідентифікація та моделювання об'єктів автоматизації [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними процесами", 6.092500 "Комп'ютерно- інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2007. — 102 с.
32. Кишенько В. Д. Інтелектуальні системи [Текст]: конспект лекцій для студ. спец. 6.092500 "Автоматизовані системи управління технологічними", 6.092500 "Комп'ютерно-інтегровані процеси та виробництва" напряму 0925 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" ден. та заоч. форм навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2008. — 133 с.
33. Кишенько В.Д. Інтелектуальні системи. Практикум [Електронний ресурс]: навчальний посібник / В. Д. Кишенько, Ю. О. Самойленко, Я. В. Смітюх. – Київ : НУХТ, 2017. — 67 с.
34. Кишенько В.Д. Моделювання систем [Електронний ресурс]: конспект лекцій для студ. освіт. ступ. "Магістр" спец. 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" спеціал. "Автоматизація та інтелектуальні системи керування технологічними комплексами" ден. форми навч. / В. Д. Кишенько. – К. : НУХТ, 2016. — 205 с.
35. Романов М.С. Синергетичні основи сталого інноваційного розвитку харчової промисловості [Текст]: концептуальний підхід, наукове видання / М.С. Романов. – К.: НУХТ, 2019. – 71 с.