

**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

_____ **Форсюк А.В.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

«2» червня 2021 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ **Ельперін І.В.** _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

«2» червня 2021 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

(код та назва спеціальності)

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

на тему: Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК 4-Зск

_____ **Загребельний Владислав Геннадійович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник ст. викладач Мацебула Дмитро Валерійович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент _____ **Грибков С.В.** _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2021 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

І.В.Ельперін

«29» квітня 2021 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Загребельний Владислав Геннадійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі

керівник роботи ст. викл. Мацебула Дмитро Валерійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 29 » квітня 2021 р. №248-к

2. Строк подання здобувачем роботи « 2 » червня 2021 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. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 29 квітня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	При мітка
	<i>Видача та затвердження завдання</i>	<i>Перед переддипломною практикою</i>	
	<i>Розділ 1</i>	<i>Захист переддипломної практики</i>	
	<i>Розділ 2</i>	<i>1 тиждень</i>	
	<i>Розділ 3</i>	<i>2 тиждень</i>	
	<i>Розділ 4 та 5</i>	<i>3 тиждень</i>	
	<i>Розділ 6 та 7</i>	<i>4 тиждень</i>	
	<i>Підготовка матеріалів до захисту</i>	<i>5 тиждень</i>	
	<i>Захист кваліфікаційної роботи</i>	<i>6 тиждень</i>	

Здобувач Загребельний В.Г.

(підпис)

Керівник роботи ст. викл. Мацебула Д.В.

(підпис)

Анотація

Дана кваліфікаційна робота присвячений розробці системи автоматизації процесу горіння котлоагрегату. В проекті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить : опис технологічного об'єкту управління, схема автоматизації, конфігураційна схема, принципові схеми управління і сигналізації. Розроблене програмне забезпечення для даного відділення. Програма розроблена в програмному забезпеченні Unitu PRO від Schneider Electric. Роботоспроможність програми було перевірено на реальному контролері. В проекті докладно розглянуто варіанти технологічних рішень по реалізації системи автоматизації, а також зроблений аналіз існуючої та розробленої системи. Проведено порівняльний аналіз перехідних процесів для різних значень параметрів регулятора. В ході роботи приведена оцінка рівня автоматизації технологічного процесу в цілому.

Ключові слова: котел, автоматизація, Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ доцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Abstract

This thesis project is dedicated to developing the automation process of burning boiler. The project developed documentation automation system, in which includes: a description of the process object management scheme automation configuration diagram, schematic diagrams and control systems. The software for this department. The program is designed in software Unitu PRO from Schneider Electric. Robotospromozhnist program was tested on a real controller. The project detail the options for technological solutions of automation systems, as well as an analysis of existing and developed system. A comparative analysis of transients for different values of the parameters of the regulator. The work shows the evaluation of process automation in general.

Keywords: boiler, automation, Schneider Electric.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ.....	7
1. Опис об'єкта автоматизації.....	10
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	10
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	10
2. Система автоматизації.....	18
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	18
2.2. Схема автоматизації.....	38
2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації.....	41
2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів.....	45
3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	64
3.1. Загальна схема підключення.....	64
3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	69
3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру.....	69
3.2.2. Графічне зображення з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	70
3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації.....	70
3.3 Опис схеми підключення.....	70
4. Креслення встановлення технічних засобів.....	76
5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)......	79
6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.....	88
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	88
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	92
7. Математичне моделювання АСР.....	97
Висновки.....	104
Бібліографічний список.....	105

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		6

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 (тягодуттвові 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%).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

За принципом розташування

Блочні модульні котельні:

- Дахові котельні;
- Вбудовані котельні;
- Окремо розташовані котельні.

За видом палива:

- Газові. Більшість котелень в нашій країні працює на газі, через що доля газу у витратах палива на теплопостачання перевищує 55%. Газ — найекологічніший вид палива на сьогоднішній день.
- Електричні. Працюють на електричному струмі. Встановлюють, коли немає можливості використовувати інші види палива.
- Рідкопаливні. На сьогоднішній момент найбільш часто застосовуються мазут та солярка. У останній час ці види рідкого палива замінюють на [ВВВС](#) — висококонцентровану водовугільну суспензію (водо-вугільне паливо). 1 МВт виробленого тепла дизельної котельні при експлуатації дорожче в 8 разів тепла, одержуваного від газової котельні.
- Твердопаливні. Працюють на твердому паливі. В якості твердого палива використовується буре та кам'яне вугілля, дрова, кокс, торф, солома, лушпайки сонячника, брикети та гранули (палети) — пресовані відходи деревени. Часто котельні, що працюють на твердому паливі, встановлюють виробничі фірми, що займаються деревообробкою, у яких є в великих кількостях дерев'яні відходи, які можна використовувати в якості палива. Топлівопріготування в цьому випадку пов'язано з подрібненням що подаються на спалювання відходів, а так само їх підсушування до потрібного вологовмісту. Часто споруди топлівопріготування займають більше місця ніж котли та інше обладнання, отже й вартість таких котелень більше ніж інших, але вони дуже швидко виправдовують себе при наявності безкоштовного палива

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

(відходи виробництва). Як правило, біля твердопаливних котелень знаходяться споруди для топлівопріготвлнеія.

- Комбіновані (багатопаливні). В таких котельнях присутні два види палива і відповідно два комплекси подачі палива. Найчастіше котли забезпечуються комбінованими пальниками, що працюють на природному газі і 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>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Сучасна котельна установка є складною спорудою, що включає в себе різне обладнання, пов'язане в єдине ціле загальною технологічною схемою, основним елементом якої є котельний агрегат. Саме котельний агрегат призначений для виробництва необхідної кількості кінцевого продукту (пари або гарячої води) із заданими споживачем показниками якості.

Джерелом енергії для котельних установок різного призначення є природні і штучні палива в твердому, рідкому і газоподібному станах, теплота вихідних газів технологічних установок, теплота екзотермічних перетворень, що виділяється в окремих технологічних процесах і т.п. У даній роботі розглядається паровий барабанний котел, оснащений газовою топкою.

Ефективність роботи топок всіх типів в першу чергу визначається ефективністю процесу горіння. Ефективність процесу горіння, в свою чергу, забезпечується шляхом підтримання на необхідному рівні співвідношення «паливо-повітря». Тим самим визначається та першорядна роль, яку відіграють в системі управління топковим пристроєм системи автоматичного регулювання подачі палива і тиску дуттьового повітря.

Для підтримання на необхідному рівні відношення «паливо-повітря» необхідно вимірювати кількість кисню у відхідних газах, для чого використовується стаціонарний газоаналізатор.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Загребельний В.Г.</i>			<i>Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Мацедула Д.В.</i>					10	8
<i>Секретар Е.К.</i>		<i>Проскурка Е.С.</i>				<i>НУХТ АК-4-Зск</i>		
<i>Зав кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

До цього слід додати, що ефективність роботи котлоагрегата в цілому визначається показниками якості кінцевого продукту, яким в даному випадку є пар. Тепловіддача топки є керуючим впливом для системи парогенерації. Отже, для підтримки тиску пара на заданому рівні необхідно відповідним чином коригувати уставки регулятора подачі палива. На необхідність такого зв'язку вказується в багатьох літературних джерелах. Однак в силу особливостей виготовлення і монтажу котлоагрегату такого зв'язку практично ніде немає. Кожна із зазначених систем управління функціонує самостійно, реагуючи лише на зовнішні і внутрішні фактори. Зв'язок між ними здійснюється тільки через процес нагрівання, причому однобічно – від топки до барабана. Зрозуміло, що це

призводить до істотного зниження ефективності САР основних технологічних параметрів парогенеруючої системи, а іноді і до зниження працездатності як самого котлоагрегату, так і обладнання споживачів.

З урахуванням сказанного, метою даної роботи є забезпечення ефективності, надійності і безпеки роботи парового котлоагрегата шляхом автоматичного регулювання основних технологічних параметрів газового топкового пристрою, що забезпечує ефективність процесу горіння і враховує режими роботи та динамічні властивості парогенеруючі системи у вигляді відповідних коригувальних зв'язків.[1]

В якості палива для котельних установок використовують вугілля, торф, сланці, деревні відходи, газ і мазут. Газ і мазут – ефективні джерела теплової енергії. При їх застосуванні спрощуються конструкція і компоновка котельних установок, підвищується їх економічність, скорочуються витрати на експлуатацію.

До основних елементів котельні відносяться:

- котли, що заповнюються водою і обігріваються теплом від спалювання;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- топки, в яких спалюють паливо і отримують нагріті до високих температур димові гази;

- газоходи, за якими переміщуються димові гази і віддають стінками котла свою теплоту;

- димові труби, за допомогою яких димові гази переміщуються по газоходам, а потім після охолодження видаляються в атмосферу.

Котел – це теплообмінний пристрій, в якому теплота від гарячих продуктів згоряння палива передається воді. В результаті цього в парових котлах вода перетворюється в пар, а в водогрійних котлах нагрівається до необхідної температури.

Топковий пристрій служить для спалювання палива й перетворення його хімічної енергії в теплоту нагрітих газів. Живильні пристрої (насоси, інжектори) призначені для подачі води в котел.

Без перерахованих елементів не може працювати навіть найпростіша котельна установка.

До допоміжних елементів котельні відносять:

- пристрої паливовидачі і пилоприготування;
- золоуловлювачі, застосовувані при спалюванні твердих видів палива і призначені для очищення відхідних димових газів і поліпшують стан атмосферного повітря поблизу котельні;
- дуттьові вентилятори, необхідні для подачі повітря в топку котлів;
- димососи-вентилятори, що сприяють посиленню тяги і тим самим зменшення розмірів димової труби;
- живильні пристрої (насоси), необхідні для подачі води в котли;
- пристрої з очищення живильної води, що запобігають накипоутворенню в котлах та їх корозії;
- водяний економайзер служить для підігріву живильної води до її надходження в котел;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		12

- повітря-підігрівач призначений для підігріву повітря перед його надходженням в топку гарячими газами, що покидають котлоагрегат;
- прилади теплового контролю і засоби автоматизації, що забезпечують нормальну і безперебійну роботу всіх ланок котельні.

Крім того, у котельнях, що працюють на рідкому паливі, є мазутне господарство, а при спалюванні газу – газорегуляторні станції.

Принцип роботи парового котла досить простий. Полягає вона в наступному: вода готується в деаератори, після чого за допомогою насоса подається в систему економайзера води, де і відбувається нагрів води в результаті відхідних газів. Далі вода рухається в верхній барабан і змішується з водою котла. Частина нагрітої води котла надходить в нижній барабан по кип'ятильні трубопроводу. Тут утворюється так звана пароводяна суміш. В результаті ця суміш по підйомному трубопроводу піднімається в верхній барабан. Частина, що залишилася в верхньому барабані вода спускається по опускним трубопроводах, які знаходяться за межами топки, до системи колекторів екранних труб. При цьому парова суміш знову виявляється в верхньому барабані котла.

Систему трубопроводів, що здійснює рух теплоносія, слід називати циркуляційним контуром. Пар, який утворюється у випарник, далі проходить через так звані паросепаратори, які є обов'язковою складовою жаротрубних парових котлів. Тут з пара і виділяються крапельки вологи. Після того як пар стає сухим, він надходить до перегрівачів по паропроводу. [2]

Тут пар і нагрівається до необхідних температур після чого надходить до споживачів.

Не дивлячись, на великі відмінності в конструкції у всіх котлах по суті протікають два однакових основних процеси: горіння палива з утворенням газів високої температури (продуктів згоряння) і передача теплоти від цих газів воді.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		13

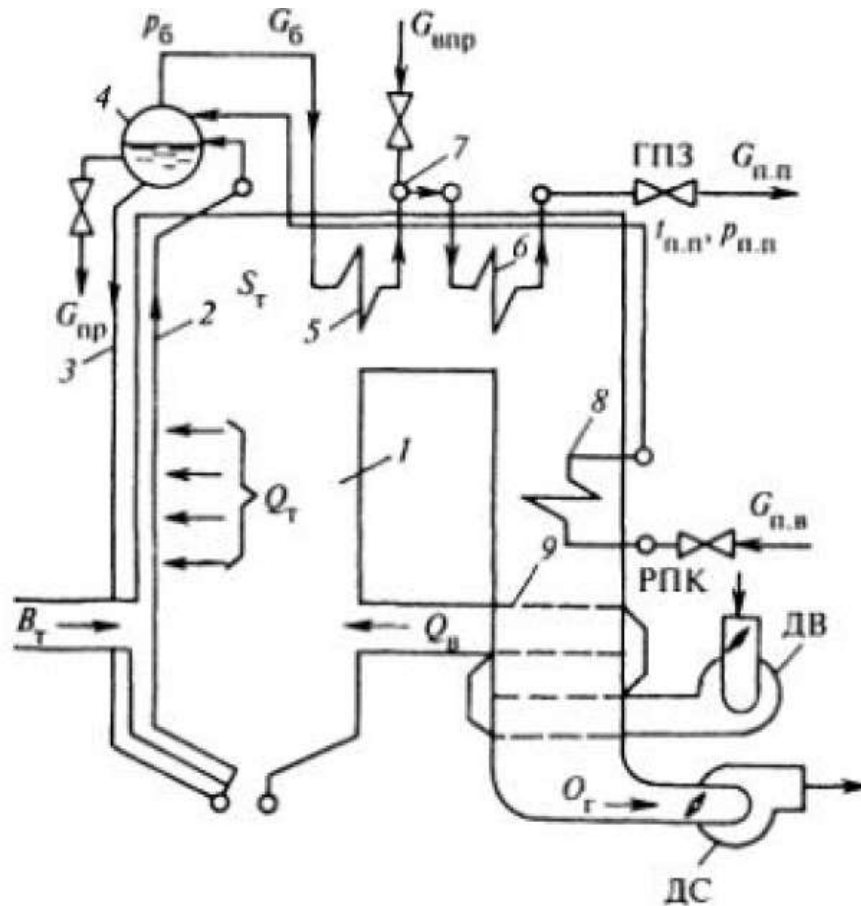


Рис.1 Схема барабанного котла. ГПЗ - головна парова засувка; РЖК - регулюючий живильний клапан; 1 - топка; 2 - циркуляційний контур; 3 - опускні труби; 4 - барабан; 5,6 пароперегрівачі; 7- Пароохолоджувач; 8 - економайзер; 9 - підігрівач повітря

Принципова схема технологічного процесу, що протікає в барабанному паровому котлі, показана на рис.1 Паливо надходить через горючий пристрій в топку 1, де його спалюють зазвичай смолоскиповим способом. Для підтримки

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		14

процесу горіння в топку подають повітря в кількості Q_v . Його нагнітають за допомогою вентилятора ДВ і попередньо нагрівають в повітрепідігрівачі 9.

Утворилися в процесі горіння димові гази Q_g , відсмоктують із топки димососом ДС. Попутно вони проходять через поверхні нагріву пароперегрівачів 5, 6, водяного економайзера 8, воздухоподогревателя 9 і видаляються через димову трубу в атмосферу.

Процес пароутворення протікає в підйомних трубах циркуляційного контуру 2, екранують камерну топку і постачає водою з опускних труб 3. Насичена пара з барабана 4 надходить в пароперегрівач, де нагрівається до встановленої температури за рахунок радіації факела і колективного обігріву топковим газами. При цьому температуру перегріву пара регулюють в пароохолоджувачі 7 за допомогою впорскування води Гвпр.

Основними регульованими величинами котла служать витрата перегрітої пари, його тиск, і температура. Витрата пара є змінною величиною, а його тиск і температуру підтримують поблизу постійних значень в межах допустимих відхилень, що обумовлено вимогами заданого режиму роботи турбіни чи іншою споживача теплової енергії.

Крім того, слід підтримувати в межах допустимих відхилень значенні наступних величин:

- рівня води в барабані
- розрідження у верхній частині топки .
- оптимального надлишку повітря за пароперегрівом
- концентрації оксидів азоту в димових
- солевмісту котельної води

Перераховані величини змінюються в результаті регулюючих впливів і під дією зовнішніх і внутрішніх збурень, що носять детермінований або

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

випадковий характер. Котел в цілому, наприклад з'єднання паливо - витрата або тиск пара, вважають системою спрямованої дії.

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	0,22 МПа ± 0,05 МПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
Регулювання	Стабілізація			Вплив на витрату газу в топку			
2	Пароохолоджувач	Температура пари після охолоджувача	125 ⁰ С ± 2 ⁰ С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора Щит управління АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на витрату води	
3	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	8 КПа ± 1 КПа	Контроль	Сигналізація
		Регулювання	Стабілізація			Вплив на частоту обертів валу двигуна насоса відкачки топочних газів	

		Концентрація CO ₂	15% ± 2 %	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	Світло ва і звук а на щиті операт ора
4	Трубопровід подачі повітря в топку	Витрата	42 м ³ /год ± 1 м ³ /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на ЧПР двигуна насоса подачі повітря	
5	Трубопровід подачі газу в топку	Витрата	12 м ³ /год ± 1 м ³ /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
		Тиск	0,18 МПа ± 0,1 МПа	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	
6	Трубопровід подачі пари до споживачів	Витрата	150 м ³ /год ± 5 м ³ /год	Контроль	Сигналізація	АРМ оператора	

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		17

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		
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Загребельний В.Г.			Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі		18	48
Керівник	Мацебула Д.В.						
Секретар Е.К.	Проскурка Е.С.						
Зав кафедри	Ельперін І.В.						
					НУХТ АК-4-Зск		

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

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

Безконтактні (пірометри) на:

а) квазімонохроматичні ($700\dots10000$ ° С);

б) спектрального відношення ($300\dots2800$ °С);

в) повного випромінювання ($-50\dots3500$ °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 реєстрації показів, значна теплова інерційність, незручність зняття показів і

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

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>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

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>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		21

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>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		22

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

Останнім часом виготовляються мідні термометри типу ТСМУ з нормувальними перетворювачами, розміщеними у їхніх головках, а також аналогічні платинові ТСПУ, з уніфікованими вихідними сигналами (4-20 мА). Це, так звані, інтелектуальні датчики.

Конфігуруємий Sitrans TF2 (рис. 2 та 3) - це компактний вимірювальний перетворювач температури з цифровим дисплеєм та термо-метром опору Pt100. Призначення приладу - індикація та контроль температури, що вимірюється на технологічній лінії за місцем, а також дистанційна передача сигналу вимірювальної інформації на відстань.

Загальний огляд

Вимірювальний перетворювач температури SITRANS TF2 (рис.2) об'єднує три компоненти в одному приладі:

термометр опору Pt100 в захисній трубці із нержавіючої сталі;

- корпус із нержавіючої сталі з високим класом захисту;
- вбудований та конфігуруємий за допомогою трьох клавiш мікропроцесорний вимірювальний перетворювач з рідинно-кристалевим дисплеєм (РКД). Випускаються осьова та радіальна конструкції TF2.

Переваги приладу

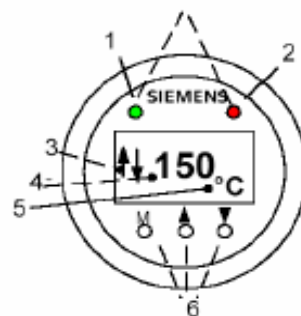
- висока точність вимірювання та індикація з дозволяючою властивістю 1/100 °С в усьому діапазоні вимірювання;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- конфігуруємо діпазони вимірювання в межах від -50 до +200°C; сигналізація (+/-) про перевищення заданого межового значення температури на РКД, а також за допомогою червоного світло діоду (рис.3).

Конструкція

Корпус SITRANS TF2 (рис.4) виготовлений із інструментальної сталі (Ø 80 мм) та оснащений захисним склом. В захисну трубу із інструментальної сталі з різьбовим з'єднанням вмонтований температурний датчик Pt100. За рахунок використання інструментальної сталі при виготовленні захисних труб досягається висока хімічна стійкість, яка визначає високу степінь захисту температурного датчика від впливу вимірюваного за температурою середовища. У стандартному виконанні довжина захисної труби складає 170 мм або 260 мм. На зворотній стороні корпуса розташовані клеми для підключення живлення за рахунок струмового ланцюга (петлі) 4...20 мА. Підключення здійснюється через рознім в відповідності з EN 175301-803А.



- 1 Зелений світлодіод
- 2 Червоний світлодіод
- 3 Жидкокристаллический индикатор: выход за верхнее / нижнее предельное значение
- 4 Жидкокристаллический индикатор: отображаемое значение
- 5 Жидкокристаллический индикатор: единица измерения
- 6 Клавиши управления

Рис. 4 Зовнішній вигляд термометра опору

Рис. 5 Дисплей термометра

На передній стороні корпуса знаходиться п'ятирозрядний дисплей під скляною кришкою. Під дисплеєм розташовані три клавіші конфігурування

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		24

SITRANS TF2. Над дисплеєм розташовані один зелений та один червоний світлодіоди для індикації стану приладу.

Принцип роботи

Вимірювальний перетворювач TF2 (рис.6) можна розділити на наступні функціональні блоки і окремі функції:

Вхід: RTD – термометр опорю Pt100; I_k – стабілізоване джерело струму;

A/D – аналого-цифровий перетворювач.

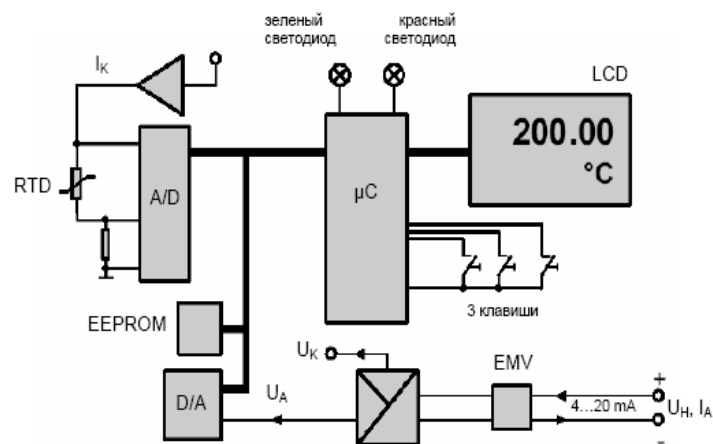


Рис.6 Аналогово-цифровий перетворювач Sitrans

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела каліброваної напруги U_k та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об'єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Мікроконтролер:

EEPROM – перепрограмуємий запам'ятовуючий пристрій для всіх параметрів; μC – функції обчислення та контролю мікроконтролера.

Вихід: D/A – цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП); U/I – перетворювач напруги в струм, який живиться від стабілізованого джерела напруги та перетворює напругу ЦАП в уніфікований вихідний сигнал по струму (4...20 мА); EMV – вихідний каскад з захисними компонентами, який об’єднує струм живлення з уніфікованим вихідним сигналом по струму; U_H – джерело живлення постійного струму в межах +12 В - +36В; I_A – уніфікований вихідний сигнал по струму (він же струм споживання).

Керування та індикації: 3 клавіші – конфігурування параметрів перетворювача;

LCD – індикація вимірюваних величин з одиницями вимірювання (РКД);

Зелений світлодіод – індикація нормального режиму роботи;

Червоний світлодіод – індикація повідомлень про помилки та при виході параметру за встановлені межі.

Первинний вимірювальний перетворювач RTD (Pt100) (рис.4), що знаходиться в об’єкті, отримує живлення від стабілізованого джерела струму I_K. Спад напруги на датчику відповідає вимірюваній температурі. Аналого-цифровий перетворювач (A/D) перетворює спад напруги у цифровий сигнал. В мікроконтролері (μC) відбувається лінеаризація сигналу у цифровій формі і відтворюється у цій формі у відповідності з необхідними даними (наприклад, вибраною одиницею вимірювання або необхідному діапазону), що запрограмовані заздалегідь та зберігаються в енергонезалежній постійній пам’яті EEPROM, яка дозволяє перепрограмування.

Основною перевагою перетворювача Sitrans TF2 є схема живлення в два проводи, в якій виконано об’єднання ланцюга живлення перетворювача з одночасним передаванням по ньому сигналу вимірювальної інформації - вихідного уніфікованого аналогового сигналу по струму в межах 4...20 мА, який відповідає значенню вимірюваної температури. Тобто, при налаштованому початковому значенні вимірюваної температури, схема

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		26

перетворювача споживає струм 4 мА напругою постійного струмі в межах 12...30В. В кінці діапазону – перетворювач споживає струм 20 мА при тих же межах напруги живлення.

Для передавання інформації про значення вимірюваної температури немає необхідності в додаткових лініях зв'язку. Для отримання цієї інформації достатньо в ланцюг підведення живлення в два проводи, ввімкнути опір навантаження величиною $R_L \cong 500 \text{ Ом}$ (рис. 4) та отримати на ньому, на необхідній відстані від місця вимірювання, спад напруги, який може бути використаний, наприклад, для перетворення в аналого-цифровому перетворювачі (АЦП) мікропроцесорного контролера системи керування технологічним процесом.

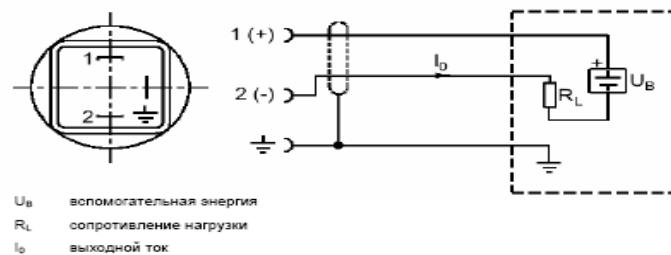


Рис.7. Схема підключення TF2 до двопроводової лінії живлення.

Технічні характеристики TF2:

Вхід: вимірювана величина – температура в діапазоні від $-50...+200^{\circ}\text{C}$.

Вихід: уніфікований сигнал $4...20 \text{ мА}$ по дротах живлення.

Нижня (мінімум) - $3,6 \text{ мА}$ та верхня межа струму (максимум) - 23 мА .

Вихід захищений: від от невірної під'єднання джерела живлення за полярністю, від перевищення напруги живлення та від короткого замикання.

Максимальний опір навантаження: $U_H - 12\text{V} / 0,023\text{A}$.

Характеристика перетворення – прямо пропорційна вимірюваній температурі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

Рівень

Прилади рівня поділяються на дві основні групи: рівнеміри — для одержання безперервної інформації про положені рівня у резервуарі у будь-який момент часу; та сигналізатори рівня — для одержання інформації (дискретного сигналу) про досягнення рівнем деяких фіксованих значень. Часто рівнеміри мають сигнальні пристрої та виконують функції сигналізаторів.

Промисловість випускає широку номенклатуру приладів рівня і їх в залежності від призначення і конструкції класифікуються наступним:

-за видом контрольованого матеріалу: а) прилади рівня для рідини; б) прилади рівня для сипких матеріалів;

-за принципом дії: 1) вказівні стекла (реалізують закон з'єднаних посудин); 2) поплавкові та буйкові; 3) гідростатичні; 4) ємнісні; 5) акустичні (ультразвукові); 6) індуктивні; 7) радарні та мікрохвильові; 8) радіоактивні; 9) електроконтактні;

-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.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

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, наприклад, не можуть використовуватися для контролю рідин, які швидко кристалізуються, липких і грузлих продуктів. Затор є грузлим продуктом, тому використання буйкових рівнемірів неможливе.

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 ± 5 мм при температурі робочого середовища до 200°C .

Контактний кондуктометричний метод може бути використаний і для безперервного вимірювання рівня, для чого вимірювальні перетворювачі

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		29

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.

Радіолокаційні (радарні) рівнеміри

Принцип дії всіх відомих радарних рівнемірів ґрунтується на вимірюванні часу розповсюдження радіохвилі від антени рівнеміра до поверхні продукту, рівень до якого вимірюється, і назад, при відомій швидкості її розповсюдження.

Переваги:

висока точність вимірювання;

надійність конструкції;

стійкість до агресивних середовищ;

Висновки: саме вище перераховані плюси рівнеміра і стали вирішальними при виборі методу вимірювання.

Тиск

По принципу дії манометри можуть бути розділені на дві великі групи.

Першу утворюють прилади, в яких сили, що утворюються вимірюваним тиском, зрівноважуються відомими силами (силою ваги або пружною силою деформації). До цієї групи входять: рідинні, деформаційні та вагові манометри.

Рідинні манометри засновані на гідростатичному принципі, коли вимірює мий тиск зрівноважується гідростатичним тиском стовпа манометричної рідини. До них належать:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

- а) двохтрубний (U - подібний) манометр або вакуумметр;
- б) однострубний(чашковий) манометр з постійним або змінним кутом нахилу;
- в) ртутний барометр(чашковий або сільфонний);
- г) компенсаційний манометр;
- д) укорочений рідинний манометр;
- е) багатотрубний манометр;
- ж) компресійний манометр.

Деформаційні (пружинні) манометри, в яких вимірюємий 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; сільфони (гармонікові мембрани).

Вагопоршньові 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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		31

електричних параметрів манометричного перетворювача від вимірююмого 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.

П'єзоелектричні (п'єзокварцеві) манометри – принцип дії ґрунтується на властивості деяких кристалічних речовин утворювати електричні заряди під дією зусилля, що прикладене до них.

Ємнісні манометри – ґрунтуються на зміні ємності плоского конденсатору за зміни відстані між його обкладинками під дією тиску.

До манометрів спеціального призначення відносяться:

Теплові манометри - в них мірою розрідження є зменшення теплопровідності розрідженого газу.

Оптичні манометри – ґрунтуються на зміні показника заломлення світла в газі із зміною тиску.

Акустичні манометри – використовують зміну густини газу із зміною тиску і зв'язану з цим зміну резонансної частоти заповненого газом коліна скороченого рідинного манометру, який є акустичним резонатором.

Іонізаційні вакуумметри – ґрунтуються на залежності іонного струму спеціальної манометричної лампи, під'єднаної до вимірюваного за тиском газового середовища та вторинного вимірювального приладу, від тиску в цьому середовищі. Перераховані групи не вичерпують повністю все різномайття принципів дії, які використовуються в приладах вимірювання тиску.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		32

Обираємо п'єзоелектричний манометр.

Принцип дії тензометричних перетворювачів ґрунтується на, так званому, тензоефекті - зміні їхнього активного опору провідника за пружних деформацій. Самий поширений варіант використання тензоефекту - це розтягування дроту або стрічки з тензочутливого матеріалу. Такі перетворювачі використовують для вимірювання невеликих переміщень, деформацій, або інших механічних величин, що пов'язані з деформаціями.

Як матеріали для тензоперетворювачів використовуються константан, сплави міді й нікелю, нікелю й хрому. Поряд з металевими тензоперетворювачами дедалі ширше застосовуються напівпровідникові, які відзначаються значно вищою чутливістю, меншими габаритами і масою.

Загальна структурна схема та конструкція перетворювача

Sitrans P серії Z фірми Siemens

Перетворювачі **Sitrans P** серії **Z** набули найбільше поширення для вимірювання гідростатичного тиску в рівнемірах, а також призначений для вимірювання надлишкового тиску нейтральних середовищ (газу, пари, рідини). Вони використовуються у хімічній, фармацевтичній та харчовій промисловостях, у водопостачанні, при вимірюванні тиску стиснутого повітря в компресорах, яке вміщує пари мастила, і здійснюють аналогове пропорційне перетворення вимірюваного тиску в уніфікований вихідний сигнал постійного струму, який використовується в якості вхідного у вторинних приладах.

Конструкція і робота Sitrans P серії Z.

Конструктивно **Sitrans P** серії **Z** виконані в циліндричному корпусі, у верхній частині якого розташований електричний рознім для приєднання зовнішніх електричних кіл.

У нижній частині перетворювачів, розташований різьбовий штуцер із шестигранним уступом «під ключ» для приєднання перетворювача до

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		

магістралі вимірюваного тиску. У центрі штуцера є отвір для підведення вимірюваного середовища до тензодатчику, герметично вбудованого в штуцер. Загальний вигляд та варіант під'єднання Sitrans P серії Z до вимірюваного тиску показано на рис.5.

Перетворювач (рис.5,б) вміщує вбудований інтегральний тензомодуль, який складається із тонкоплівкової п'єзорезисторної мостової вимірювальної комірки з керамічної мембрани та електронної плати, що встановлені у корпус із нержавіючої сталі. Вимірюваний тиск подається на тензомодуль через розподільчу мембрану (96% складається із Al_2O_3) та силіконове мастило. Вихідна напруга вимірювальної діагоналі мостової схеми надходить на підсилювач та вихідний каскад перетворювача напруги у струм U/I , де перетворюється у вихідний уніфікований сигнал по струму 4-20 мА. Останній поєднується із струмом живлення за схемою в два проводи.

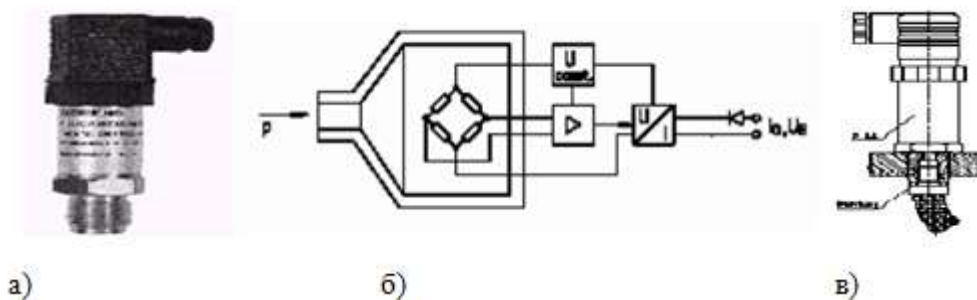


Рис.5. Загальний вигляд а), структурна схема б) та варіант під'єднання **Sitrans P** серії **Z** до вимірюваного тиску.

Напруга живлення **Sitrans P** серії **Z** - від 10 до 36 В постійного струму подається через діоди, які захищають **ПВП** від не вірного вмикання за полярністю та надто великої напруги живлення.

Основні технічні та метрологічні характеристики **Sitrans P ZD** та **Z**:

1. Діапаз. вимірюван. (бар) Поріг чутлив. (мбар) Межа перевантаження (бар)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		34

0.....2	0,6	5
0.....10	3	25
0.....50	15	120
0.....200	60	500
0.....400	120	600

2. Напряга живлення: постійного струму в межах від +12 В до +30 В.
3. Загальна приведена похибка $\gamma_{пр}$ – $\leq 0,25\%$ від діапазону вимірювання.
4. Дрейфова похибка - $\leq 0,25\%$ за рік від діапазону вимірювання.
5. Вплив зовнішньої температури - $\leq 0,25\%$ на кожні 10°C від $\gamma_{пр}$.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		35

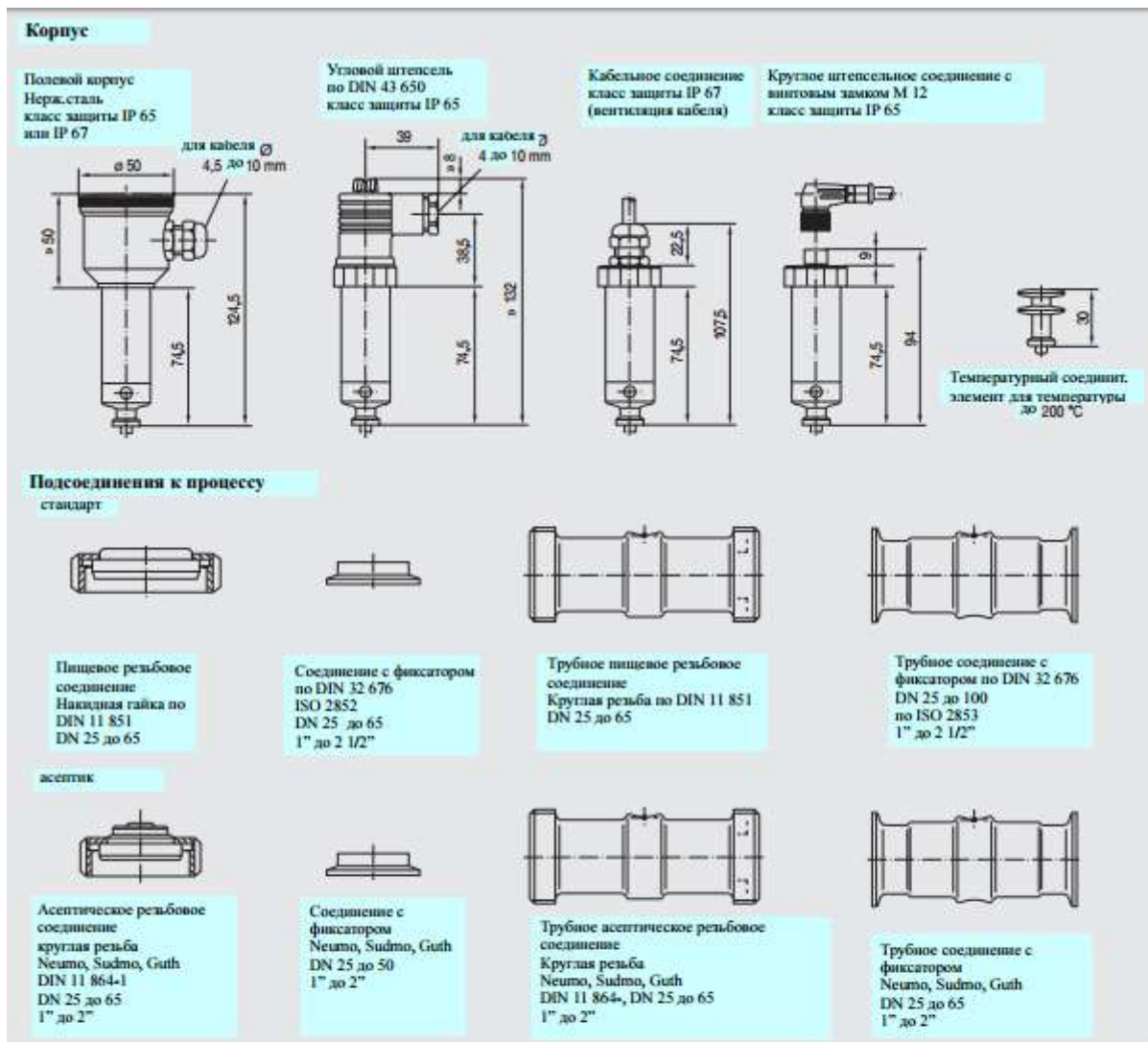


Рис 1/72 Размеры

Схема соединения

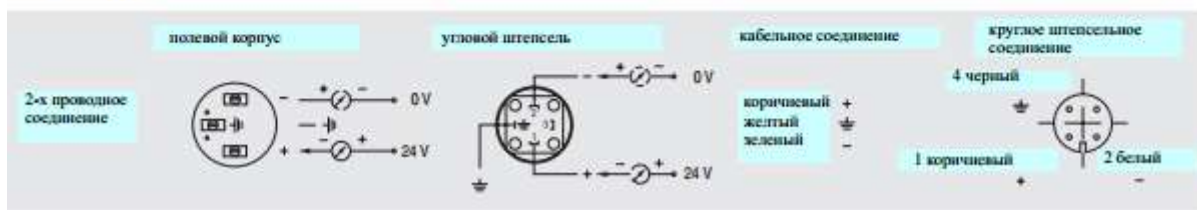


Рис 1/73 Схема соединения

Рис.4 Зовнішній вигляд та монтаж Sitrans P ZD

Наявність полум'я

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

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

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 волення 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 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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		

парки (плавучі / неплавучіе)

- насоси електрогенераторів, генератори і не обслуговуються станції

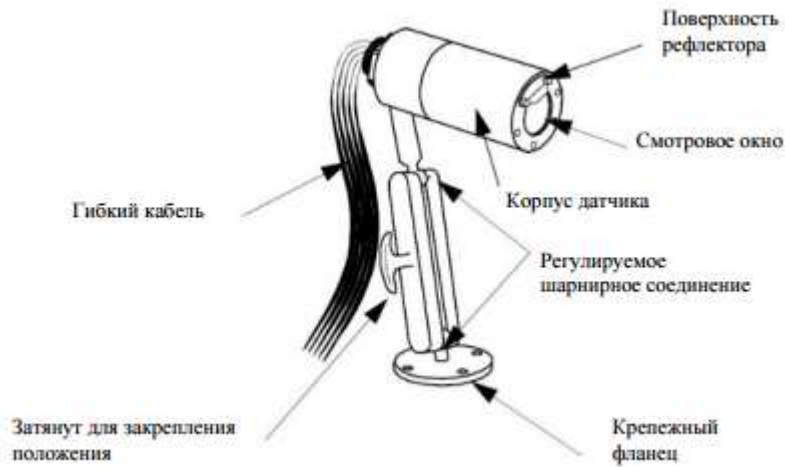


Рис. 5 Зовнішній вигляд датчика UV / IRS

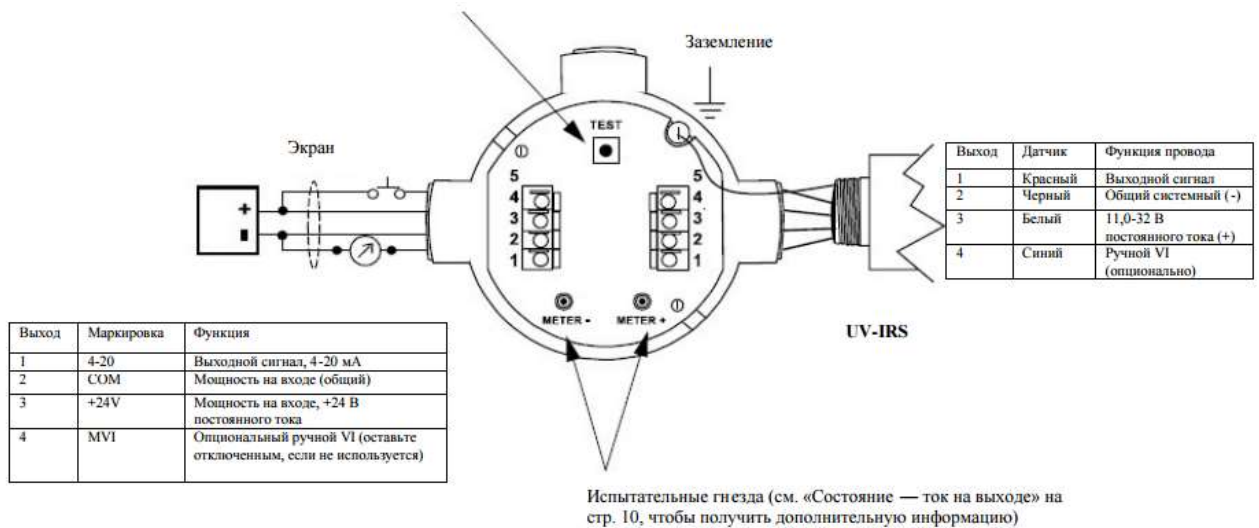


Рис. 6 Схема підключення датчика UV / IRS

2.2. Схема автоматизації.

Контур вимірювання та регулювання температури

Відбувається регулювання температури пари після пароохолоджувача. Вимірювання відбувається за допомогою ПВП термометра опору pt100 (2а), сигнал із датчика передається на вторинний перетворювач Sitrans TF2 (2б), з

нього на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пнеumo перетворювач ЕП-1211 (2в), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (2г), який змінює кількість води, що надходить в охолоджувач.

Контур вимірювання та регулювання рівня

Вимірювання рівня відбувається в барабані котла. Вимірюємо за допомогою радарного рівнеміра БАРС 352И (1а). Сигнал із датчика передається на блок ручного управління БРУ-7 (1д), який може працювати в ручному і автоматичному режимах. Якщо режим роботи автоматичний, то на виході із БРУ-7 видається сигнал 4-20 мА, що надходить на модуль контролера. У разі ручного режиму управління ручним за датчиком регулюється значення стумового сигналу на виході БРУ-7, таким чином змінюється рівень в барабані, тому що програма відпрацьовує сигнал по ПІ-регулятору відповідно до вхідного значення на аналоговий модуль модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пнеumo перетворювач ЕП-1211 (1б), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (1в), який змінює кількість води, що надходить в апарат.

Контур вимірювання та регулювання тиску

Відбувається регулювання тиску в топці котла. Вимірювання відбувається за допомогою тензOMETричного ПВП тиску Sitrans P ZD (3а), сигнал із датчика передається на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк. 39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

подається управляючий сигнал 4-20 мА на частотний перетворювач Lenze 8200 Vector (3б) двигуна насоса М1 відкачки димових газів, який нормалізує тиск в топці котла.

Відбувається регулювання тиску в барабані котла шляхом дії на кількість витрати газу в топку. Вимірювання відбувається за допомогою тензOMETричного ПВП тиску Sitrans P ZD (5а), сигнал із датчика передається на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пневмо перетворювач ЕП-1211 (5б), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (5в), який змінює кількість газу, що надходить в топку котла.

Відбувається індикація тиску в трубопроводі подачі газу в топку. Сигнал 4-20 мА із тензOMETричного ПВП тиску Sitrans P ZD (7а) надходить на модуль аналогових входів МПК, а далі на екран оператора.

Контур вимірювання концентрації вуглекислого газу в топці

Індикацію здійснюємо в димовій трубі за допомогою каналного датчика температури и концентрації CO₂ КТМ-С02 (8а), 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 (9а). Вихідний сигнал 24 VDC поступає на модуль дискретних входів МПК, потім на екран оператора.

Контур вимірювання та регулювання витрати

Відбувається вимірювання витрати перегрітої пари за допомогою індукційного витратоміра Flonet FS10 (6а). Вихідний сигнал 4-20 мА поступає на МПК, потім на екран оператора.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		40

Відбувається регулювання витрати по співвідношенню газ-повітря. Витрата газу вимірюється індукційним витратоміром Flonet FS10 (4б), витрата повітря вимірюється диференціальним датчиком перепаду тиску Spirax Sarco M610 (4а), і в залежності від витрати газу в топку котла надходить певна кількість повітря, яку подає частотний перетворювач насоса M2 Lenze 8200 Vector (4в).

2.3 Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	1а	Радарний рівнемір НАПРУГА ЖИВЛЕННЯ БАРС352I +18 ... 36 В ПОХИБКА ВИМІРЮВАННЯ БАРС352I ± 1мм ДІАПАЗОН ВИМІРІВ БАРС352I до 30 м СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГІЇ, НЕ БІЛЬШЕ: БАРС352I 9 Вт ВИХІДНІ СИГНАЛИ: безперервний струмовий 4 ... 20 мА два цифрових виходу RS-485	БАРС352И	Шт.	1	Промп ибор
2	1б	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення:140 кПа	ЭП-1211	Шт.	1	Промп ибор
3	1в	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 130 мм. Тиск	Метран 8560	Шт.	1	Метран

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						41

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		умовний: 2 ... 5 МПа				
4	2а	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Найменування: Мідь-константан Робочий діапазон: -200 ... 260 С	Pt100	Ом	1	ОАО Тэра
5	2б	Термометр опору Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...180 °С, Клас точності-0,25.	Sitrans ТК-ТК/Н	Шт.	1	Siemens
6	2в	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номінальний тиск повітря живлення:140 кПа	ЭП-1211	Шт.	1	Промприбор
7	2г	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 130 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 МПа	Метран 8560	Шт.	1	Метран
8	3а	Манометр показувальний Sitrans P Верхня межа вимірювання – 1.6 МПа. Клас точності -0,25. Вихідний сигнал: 4...20 мА	Sitrans P Серія ZD	Шт.	1	Siemens
9	3б	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20mA, 4-20mA);	8200 Vector	Шт.	1	Lenze

										Арк.
										42
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	<i>Кваліфікаційна робота</i>					

№ п.п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
		Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;				
10	4а	Датчик перепаду тиску Максимальний перепад тиску: 130 КПа Мінімальний перепад тиску: 13 Кпа Вихідний сигнал: 4-20 мА Похибка: 0,1 Обмеження по температурі: -40 ...+100.	M610	Шт.	1	Spirax Sarco
11	4б	Індукційний витратомір Діаметр Ду 300 мм Температура середовища -40 .. 180 ° C Тиск до 40 бар Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5	FS10	Шт.	1	Flonet
12	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 ° C;	8200 Vector	Шт.	1	Lenze
13	5а	Манометр показувальний Sitrans P Верхня межа вимірювання – 1.6 МПа. Клас точності -0,25. Вихідний сигнал: 4...20 мА	Sitrans P Серія ZD	Шт.	1	Siemens
14	6а	Індукційний витратомір Діаметр Ду 300 мм Температура середовища -40 .. 180 ° C Тиск до 40 бар Вихідний сигнал, мА – 4...20; Клас точності - 0,5	FS10	Шт.	1	Flonet

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

2.4. Проектне компонування мікропроцесорних контролерів

Управління процесом здійснюється за допомогою мікропроцесорного багатофункціонального контролера *Modicon TSX Premium*. Він призначений для збору, обробки інформації, реалізації функцій контролю, програмо-логічного управління, регулювання, протиаварійних захистів і блокувань.

Modicon TSX Premium – промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, для програмування якого використовується програмне забезпечення *UNITY PRO*. *Modicon TSX Premium* – контролер модульного типу, конфігурація якого вибирається в залежності від кількості входів-виходів і алгоритму управління. Модулі кріпляться на шасі, яке виконує механічну та електричну функції. Така конструкція дає можливість гарячої заміни модулів без зупинки контролера. *Premium* може включати від 1-го до 4-х шасі з різною кількістю місць для установки модулів (від 4-х до 12-ти) , об'єднаних між собою *BusX* шиною, загальною довжиною до 30 м.

Архітектура TSX Premium

Мікропроцесорні контролери TSX Premium призначені для керування складними технологічними або виробничими процесами, які вимагають обробки великої кількості інформації й керування великою кількістю виконавчих механізмів.

Архітектурно TSX Premium складається з одного або' кількох з'єднаних між собою окремих шасі, на яких встановлюються різноманітні модулі: процесора, блоків живлення, модулів дискретних і аналогових входів- вихідів, лічильників, комунікаційних і інших. Загальна довжина такої розподіленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів (рис. 1.14)..

, До складу контролера входить один процесорний /модуль, але кожне шасі повинно мати свій блок живлення, потужність якого вибирається залежно від кільк- \ кості й характеристик модулів, встановлених у це шасі.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		45

При конфігуруванні контролера враховуються типи і кількість модулів входів-виходів, які необхідно використовувати для під'єднання датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів (комунікаційних, безпеки, розширення і т.ін.). Після цього можна розпочинати вибір процесорного модуля й конфігурації контролера.

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого - шасі має загальну шину, що називається X-Bus, і по якій відбувається як живлення модулів установлених у шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера. Для того щоб більш повно відповідати вимогам користувача, у контролері Premium використовуються два типи шасі, кожне з яких може мати 4, 6, 8 або 12 місць для встановлення модулів. Стандартне шасі використовується у тому разі, коли контролер складається з одного шасі.

Шасі, яке може розширюватись, призначено для створення контролера, який може включати кілька (до 16) шасі. Такі шасі мають різніми, через які за допомогою спеціального кабелю внутрішні X Bus шини окремих шасі об'єднуються у загальну X Bus шину, що дає змогу обмінюватись сигналами і даними між модулями, встановленими у різні шасі. Загальний вигляд шасі, яке розширюватись, наведений на рис. 1.15.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		46

Для побудови більш складних структурно розподілених контролерів можна використовувати спеціальні модулі розширення X Bus шини — TSX REY 200.

Процесорні модулі

Фірми, які випускають мікропроцесорні контролери, постійно працюють над їх удосконаленням і розширенням функціональних можливостей, тому їх типи змінюються. Випускаються процесорні модулі, які умовно можна поділити на дві групи: TSX P57 ххЗМ та Т РСХ 57 ххЗМ. Процесори TSX P57 ххЗМ встановлюються на шасі контролера, а Т РСХ 57 ххЗМ - на ISA шині РС. Процесорний модуль, розташований у корпусі РС, під'єднується до шасі з установленими модулями входів-виходів за допомогою спеціального кабелю. У табл. 1.5 наведені основні характеристики різних типів процесорних модулів.

Характеристики	Тип процесорних модулів					
		TSX P57			Т РСХ 57	
	153М	203М 253 М 2023М 2523М	303М 353М 3523 М	453М 453М	203М	353М
Кількість шасі: - на 4,6,8 місце	4	16	16	16	16	16
- на 12 місце	2	8	8	8	8	8
Кількість входів/виходів у шасі: - дискретних	512	1024	1024	2048	1024	1024
- аналогових	24	80	128	256	80	128
Кількість спеціальних модулів:	8	24	32	64	24	32

Кількість мереж	1	1	3	4	1	3
Кількість конфігурованих контурів регулювання	10	10	15	20	10	15
Пам'ять: - вбудоване ОЗУ	32	48	64	128	48	96
- розширення ОЗУ	64	160	384	512	160	384

Модулі процесорів розрізняються функціональними можливостями, основними з яких є:

- кількість шасі, які можуть входити до складу ПЛК;
- кількість входів-виходів, які може обробити контролер;
- кількість спеціальних модулів;
- кількість і типи мереж, до яких може під'єднуватись ПЛК;
- кількість конфігурованих контурів регулювання;

На рис. 1.16 показані загальні види процесорних модулів, які встановлюються на шасі.. За розміром вони бувають двох форматів: стандартного і подвійного.

Процесорні модулі 253М, 353М і 453М мають інтегровану польову шину FІРІО, до якої можна під'єднувати віддалені дискретні і аналогові сигнали. А модуль мережі Ethernet.

При виборі процесора Т РСХ 57 хх3М, місце для встановлення процесорного модуля на шасі залишається вільним.

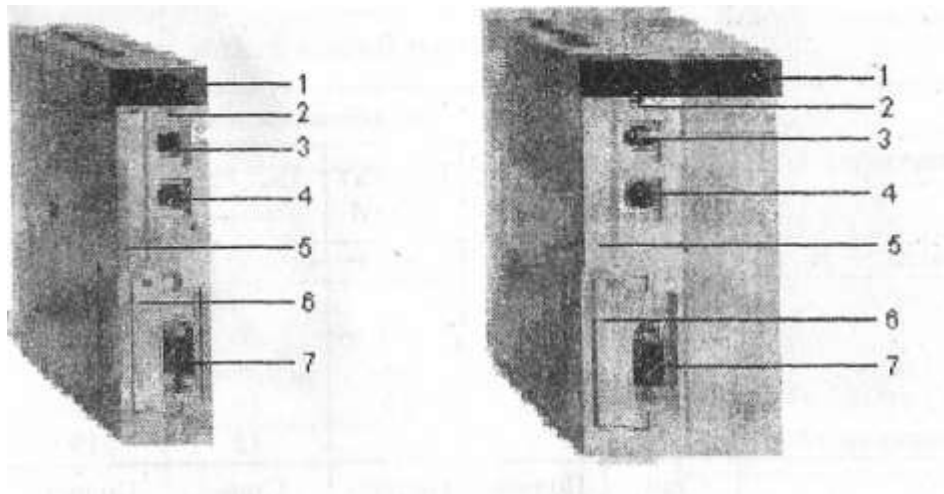


Рис. 1.16 Загальний вигляд процесорних модулів стандартного і подвійного форматів:

1 - дисплейний блок, до складу якого входять чотири або п'ять індикаторних ламп: RUN (зелена) - ввімкнена, коли процесор працює і програма виконується; ERR (червона) - вмикається, коли виникає несправність процесора або встановлених у нього пристроїв (комунікаційних карт, карт пам'яті); I/O (червона) - вмикається, коли система самодіагностики виявить несправності модулів входів-виходів або помилки в конфігурації; TER (жовта) - миготить, коли працює термінальний порт. Частота миготіння визначається частотою передачі, FIP (жовта) указує на активність шини FIP10 (тільки для процесорів з інтегрованою шиною FIPIO). Частота миготіння визначається частотою передачі; 2 - кнопка під олівець RESET, при натисканні на яку відбувається холодний рестарт ЦК; 3 - термінальний порт TER для під'єднати до нього периферійних пристроїв за протоколом UNI-TELWAY; 4 - термінальний порт AUX для під'єднання до нього периферійних пристроїв, які мають власне джерело живлення, за протоколом UNI-TELWAY; 5 - слот для встановлення карти розширення пам'яті формату PCMCIA типу 1. Якщо карта відсутня, на цьому місці обов'язково повинна бути встановлена спеціальна заглушка. Якщо її не буде, контролер зупиниться; 6 - слот для встановлення комунікаційної карти формату PCMCIA типу 3, яка дає можливість зв'язатись з процесором по мережах FIPWAY, FIPIO Agent, UNI-TELWAY або за

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		50

послідовним протоколом зв'язку. Якщо комунікаційна карта відсутня, слот повинен бути закритий кришкою; 7 - 9-штирковий SUB D рознім для під'єднання до інтегрованої у процесор польової шини FIPIO. Цей рознім є тільки на процесорах, які мають таку шину.

Модуль процесора з'єднується із шасі за допомогою кабелю X Bas шини. Вважається, що на процесорному модулі встановлений термінатор із позначенням А, тому на іншому кінці X Bas шини (останнє шасі) необхідно встановити термінатор лінії з позначенням В.

Блоки живлення

У кожному шасі повинен бути встановлений блок живлення. Пропонуються різні типи блоків живлення, які розрізняються живленням від змінного або постійного струму, потужністю, а також розмірами. У табл.1.6 наведені типи й основні технічні характеристики блоків живлення.

Таблиця 1.6 Загальні характеристики блоків живлення

Загальні характеристики	Типи блоків живлення					
	TSX PSY 1610M	TSX PSY 3610M	TSX PSY 5520M	TSX PSY 2600M	TSX PSY 5500M	TSX PSY 8500 M
Напруга живлення, В	±24	±24	±24 •	100...240	-100. ..240	-100 .240
Потужність, Вт: загальна	30	50	50	26	50	77
по напрузі ±24 В	15	35	35	25	35	75
по напрузі ±5 В	15	19	19	15	19	-
зовнішньої напруги ±24В	-	-	-	12	19	38

Як видно з табл. 1.6, блоки, що живляться змінною напругою, мають додатковий вихід для живлення ланцюгів датчиків напругою 24 В постійного струму.

Блок живлення для кожного шасі вибирається виходячи з типів і кількості модулів, які планується встановити у шасі. Для цього використовуються дані, наведені в інструкції за експлуатації, про потужність, яку споживає кожний модуль по напрузі $=5\text{ В}$ і $=24\text{ В}$. Після цього розраховується загальна потужність, яку споживають всі модулі, встановлені у шасі, і підбирається блок живлення, який може задовольнити цим потребам.

На рис. 1.17 показано загальний вигляд блоків живлення стандартного й подвійного формату.

Сигнальне реле, що встановлене у кожному блоці живлення, виконує кілька функцій: в якщо блок живлення розташований у шасі з установленим модулем процесора, то за нормальної роботи контролера контакт сигнального реле замкнений; якщо з якоїсь причини виконання програми припиняється і контролер переходить у режим STOP, контакт реле розмикається;

У блоках живлення, встановлених у інші шасі контролера, контакт сигнального реле замкнений у разі, якщо блок живлення працює нормально. В іншому разі цей контакт розмикається. Отже, контакти сигнального реле можна використовувати у системах безпеки контролера і системи керування.

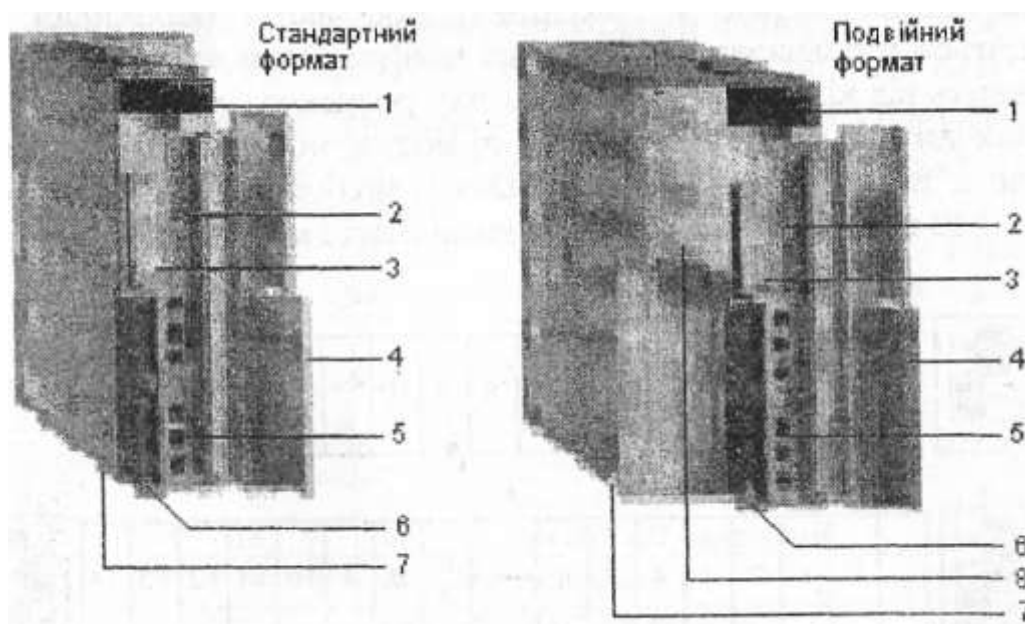


Рис. 1.17. Загальний вигляд блоків живлення.

1 - дисплейний блок, який включає: індикаторну лампу ОК (зелена), яка ввімкнена якщо блок працює нормально; індикаторну лампу ВАТ (червона), яка ввімкнена, якщо несправна або відсутня батарея резервного живлення оперативної пам'яті процесора; індикатору лампу 24 В (зелена), яка ввімкнена, якщо напруга датчиків $\pm 24\text{В}$ у нормі. Цей індикатор встановлений у блоках живлення змінного струму; 2 - кнопка під олівець RESET, натискання якої викликає теплий перезапуск контролера; 3 - слот для встановлення батареї резервного живлення оперативної пам'яті процесора; 4 - кришка для захисту контактів; 5 - виводи "під гвинт" для під'єднання: мережі живлення, контактів сигнального реле, живлення датчиків (для модулів живлення змінного струму); 6 — хомут для закріплення кабелю живлення; 7 - запобіжник; 8 - селектор живлення, який встановлений на блоках живлення TSX PS Y 5500M і TSX PSY 8500M.

Принципи розміщення й адресації модулів у контролері

Кожне шасі, яке входить до складу контролера, має свою унікальну адресу. Якщо контролер складається з одного стандартного шасі, воно, по замовченню, має адресу 0.

Якщо контролер складається з кількох шасі, які розширюються, то адреса кожного шасі виставляється за допомогою мікроперемикачів, які розташовані на шасі (рис. 1.15, поз. 8). Для шасі, в якому розміщений процесорний модуль, встановлюється адреса 0 (рис. 1.18). Для інших шасі, за допомогою перших трьох мікроперемикачів, у двійковому коді виставляється адреса шасі. Порядок розташування шасі на шині X Bus не залежить від їхньої адресації.

У попередніх версіях PL7-Pro положення мікроперемикача №4 не використовується і він повинен перебувати у положенні ON.

В останніх версіях програмного забезпечення положення перемикача № 4 використовується для збільшення можливої кількості шасі, які використовуються при побудові контролера.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У цьому разі два шасі можуть мати однакове положення перших трьох перемикачів, а положення перемикача № 4 буде визначати адресацію модулів, встановлених у цих шасі. Так, якщо перемикач № 4. буде знаходитися у положенні ON, модулі можуть мати адресації від 00 до x, де x залежить від кількості модулів, на яку розраховане шасі. Якщо перемикач №4 знаходиться у положенні OFF, то модулі можуть мати адресацію від 08 до x, де x також; залежить від кількості модулів на яку розраховане шасі. При цьому треба пам'ятати, що для такої комбінації не можна використовувати шасі, які розраховані на 12 місць.

У зв'язку з тим що модулі живлення і процесорні модулі можуть бути як стандартного так і подвійного формату, то може змінюватись як кількість місць, які відводяться для встановлення інших модулів, так і адреси, які вони можуть мати.

Наприклад, якщо блок живлення має подвійний формат, то процесорний модуль може бути встановлений тільки на місце під номером 01. Тоді інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 02. Якщо ж і процесорний модуль має подвійний формат, то модулі можуть займати місця, починаючи з номера 03. Для шасі, в яких використовується мікроперемикач № 4 у разі використання блока живлення подвійного формату інші модулі можуть займати місця, починаючи з номера 09.

Модулі дискретних входів-виходів

Для задовільнення різноманітних потреб користувача випускається широкий діапазон дискретних модулів входів-виходів, які розрізняються:

- кількістю каналів - 8, 16, 28, 32 або 64;
- типами, входів:
 - модулі із входами постійного струму (DC) - 24, 48 VDC;
 - модулі із входами змінного струму (AC) — 24, 48, 110, 240 VAC;
- типами виходів:
 - модулі з релейними виходами;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		

- модулі з безконтактними виходами постійного струму (DC)

24VDC/0,1A - 0,5A - 2A; 48VDC/ 0.25A - 1A;

- модулі з безконтактними виходами змінного струму (AC) 24 VAC/ 1A;

130 VAC/1A; 48VAC/2A; 240 VAC/2A ® типами під'єднання: гвинтова клемна колодка або з'єднувачі НЕЮ У табл. 1.7 і 1.8 наведені основні технічні характеристики для різних типів дискретних модулів.

Таблиця 1.7

Основні технічні характеристики модулів дискретних входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під* єднання
TSX DEY 08D2	8	24. VDC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16D2	8	24 VDC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16D3	16	48 VDC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16A2	16	24 VDC або 24VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16A3	16	48 VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16A4	16	100... 120 VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 15A5	16	200...240 VAC, ізолювані	Під гвинт
TSX DEY 16FK	16	24 VDC, ізолювані швидкі входи	НЕ 10
TSX DEY 32D2K	32	32 VDC, ізолювані	НЕ 10
TSX DEY 64D2K	64	64 VDC, ізолювані	НЕ 10
TSX DEY 32D3K	32	48 VDC, ізолювані	НЕ 10
TSX DMY 28FK * '	16 ВХОДІВ 12 виходів	24 VDC, ізолювані швидкі входи 24 VDC, ізолювані , 0,5 А	НЕ 10
TSX DMY	16 входів 12 виходів	24 VDC, ізолювані швидкі входи 24 VDC, ізолювані ,	НЕ 10

28RFK	.	0,5 А	
-------	---	-------	--

Таблиця 1.8 Основні технічні характеристики модулів дискретних виходів

Позначення модуля	Кількість каналів	Характеристики каналів	Під'єднання
TSX DSY 08T2	8	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08T22	8	24 VDC/2A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 16T2	16	24 VDC/0,5A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08T31	8	48 VDC/1A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 16T3	16	48 VDC/0.25A, захищені, транзисторні	Під гвинт
TSX DSY 08R5	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY 16R5	16	24...4.BVDC, або 24...240 VAC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 08R5A	8	24 VDC або 24...240 VAC, 3A, релейні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY U8R4D	8	24...120VDC, 5A, релейні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 08S5	8	48...240 VAC, 2A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S5	16	48.. 240 VAC, 1A, тиристорні, захищені	Під гвинт
TSX DSY 16S4	16	24 .120 VAC, 1A, тиристорні, не захищені	Під гвинт
TSX DSY 32T2K	32	24 VDC/ОДА, захищені, транзисторні	НЕ 10
TSX DSY 64T2K	64	24 VDC/0.5A, захищені, транзисторні	НЕ 10

Серед модулів дискретних входів є модулі з так званими швидкими входами (TSX DEY 16FK, TSX DMY 28FK та TSX DMY 28RFK). Входи цих модулів, за аналогією з першими чотирма входами модуля розташованою на першому місці контролера TSX Micro), можна використовувати як звичайні дискретні входи, входи із заціпкою або входи для обробки подій.

Клемні колодки на модулях входів- виходів (рис.1.19) можна знімати. Це полегшує заміну цих модулів. Особливістю клемних колодок для TSX Premium є наявність спеціального кодувального пристрою 4, який автоматично встановлюється у відповідне положення при першому встановленні клемної колодки на модуль. Кожний тип модуля має свій код, тому неможливо помилково встановити клемну колодку одного типу модулів на інші.

При встановленні і закріпленні клемної колодки вона, спочатку, вставляється у кодувальний пристрій, а потім гвинтом 2 закріплюється

на модулі. Клемна колодка 3 має кришку, яка закриває доступ до клем і має змінний ярлик, на якому із зовнішнього боку вказується тип модуля і можуть бути внесені позначення входів-виходів, а із внутрішнього боку показана схема під'єднання входів-виходів до модуля.

Кількість конекторів, розташованих на лицьовій панелі модуля (рис. 1.20), залежить від кількості каналів, з якими працює цей модуль. Так, для модуля, розрахованого на 64 канали, кількість конекторів чотири, а для модуля, розрахованого на роботу з 16 каналами - один.

Аналогічно, як і для модулів з конекторами TSX Micro, зовнішні сигнали до таких типів модулів поєднуються або за допомогою спеціальних блоків TELEFAST, або за допомогою спеціальних кабелів з розпушеними вільними кінцями.

Кожний модуль має дисплейний блок (рис. 1.21) на якому розташовані індикатори стану модуля: RUN (зелений), ERR і I/O (червоні), а також індикатори з позначенням номерів каналів входів- виходів. Кількість цих

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		57

індикаторів відповідає кількості каналів модуля. Максимальна кількість таких індикаторів - 32. Якщо модуль розрахований на більшу кількість каналів (64), то у нижній частині ісплею розташована кнопка переключення на іншу групу з 32 каналів. При цьому у верхній частині дисплея загоряється індикатор +32.

Індикатори каналів висвітлюються при спрацьовуванні відповідного вхідного або вихідного каналу.

У нормальному стані модуля повинен горіти тільки індикатор RUN. Висвітлення індикаторів ERR або I/O сигналізує про виявлення системою самодіагностики відмови модуля або окремих його каналів.

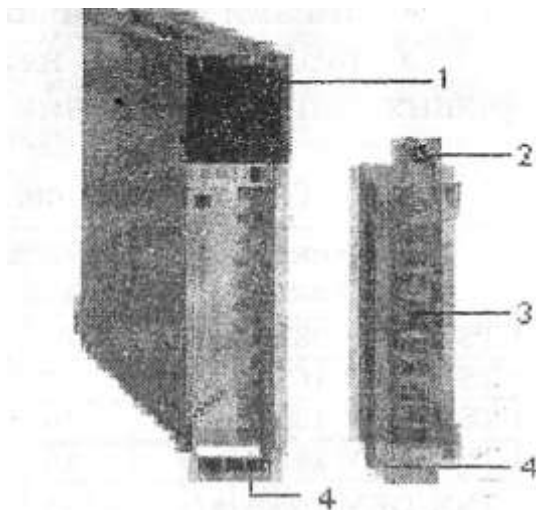


Рис. 1.19. Загальний вигляд модуля з клемною колодкою

1 – дисплейний блок; 2 – гвинт;
3 – знімна клемна колодка;
4 – кодувальний пристрій

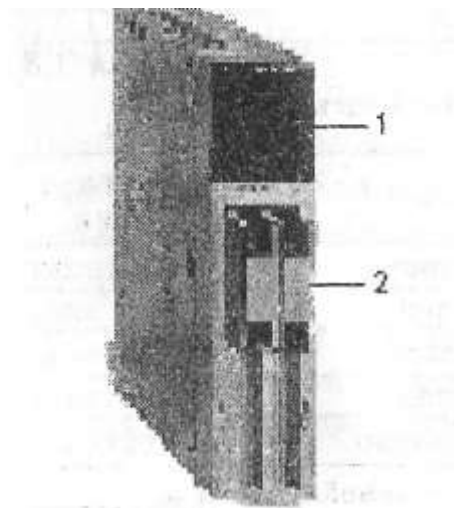


Рис. 1.20. Загальний вигляд модуля з конекторами.

1 – дисплейний блок;
2 – конектори.

Модулі аналогових входів-виходів

У табл. 1.9 наведені основні технічні характеристики аналогових модулів.

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термopара, універсальні);

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		58

Основні технічні характеристики модулів аналогових входів

Позначення модуля	Кількість каналів	Діапазон вимірювання	Характеристики каналів	Під'єднання
Модулі аналогових входів				
TSX AEY 1600	16	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП 12 біт	2 SUB-D. колектора
TSX AEY 800	8	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Зходи з загальною точкою, розрядність АЦП 12 біт	1 SUB-D. конектор
TSX AEY 810	8	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами, розрядність АЦП 12 біт	1 STJB-D. конектор
TSX AEY 420	4	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт, швидкодіючий	1 SUB-D. конектор
TSX AEY 414	4	± 10 В, 0...10 В, 0...5 В, 1...5 В, 0-20 мА, 4-20 мА, термопари, термометри опору	Високий рівень ізоляції між каналами, розрядність АЦП 18 біт	Підгвинт
TSX AEY 1614	16	-80...+80 мВ; термопари В, Е, J, К, L, N, R, S.T, U	Ізоляція між каналами розрядність АЦП 16 біт	2 SUB-D. колектора
Модулі аналогових виходів				
TSX ASY 410	4	± 10 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Ізоляція між каналами розрядність ЦАП 11 біт + знак	Підгвинт
TSX ASY 800	8	± 10 В, 0-20 мА, 4-20 мА	Виходи з загальною точкою, розрядність ЦАП: 13 біт + знак для напруги, 13 біт для струму	1 SUB-D. колектор

Ці модулі розрізняються:

- кількістю каналів (4, 8, 16);
- характеристиками термopара, універсальні)
- наявністю гальванічного розподілення;
- типами під'єднання (25-штировий SUB D конектор або клемна колодка).

Модулі аналогових входів-виходів можна встановлювати у будь-який слот шасі. їх можна знімати при підключеному живленні контролера.

Максимальна кількість аналогових каналів залежить від модуля процесора, який встановлений у контролері (табл. 1.5).

Аналогічно аналоговим модулям TSX Micro аналогові вхідні модулі TSX Premium виконують функції:

- сканування вхідних каналів за допомогою безконтактного мультиплексування і збір даних;
- аналого-цифрове перетворення вхідних вимірювань;
- фільтрація сигналів;
- перетворення вхідних вимірювань у формат користувача;
- моніторинг модуля: тестування ланок перетворення, вхідний контроль перевищування рівня сигналу, тест наявності клемної колодки.

Модулі аналогових виходів виконують функції:

- захист каналів модулів від перевантаження;
- адаптація до різноманітних виконавчих механізмів: вихідний сигнал у вигляді струму або напруги;
- цифроаналогове перетворення;
- перетворення даних прикладної програми у дані, які використовуються цифро-аналоговим перетворенням;
- моніторинг модуля: тест перетворення, тест виходу за межі, тест наявності клемної колодки.

Кількість TSX ASY 800 модулів, встановлених в одне шасі, обмежено двома модулями. Це викликано тим, що цей модуль споживає велику

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		60

потужність по напрузі 24 В. Тому в разі потреби використання більшої кількості таких модулів необхідно забезпечити їх додаткове живлення зовнішнім джерелом живлення. Для цього на лицьовій панелі модуля розташовані спеціальні клеми.

Аналогові модулі мають дисплейний блок із розташованими на ньому трьома індикаторними лампами RUN, ERR і I/O, які відображають режим роботи модуля і можливі несправності.

Конфігурування МПК MODICON TSX Premium

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	9
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	10
Кількість дискретних входів	7
Кількість дискретних виходів	3

Вибір процесорного модуля

Кількість аналогових входів і виходів: 19. Дискретних входів і виходів – 2. Враховуючи кількість каналів вводів/виходів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TSX P57 2023M.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		61

Вибір модулів вводу/виводу

8 BA 4-20 mA – TSX AEY 800– 2 шт.

4 AB 4-20 mA – TSX ASY 410– 3 шт.

8 DB 24 VDC – TSX DSY 08D2– 1 шт.

16 BD 24 VDC – TSX DEY 16D2– 1 шт.

Таблиця 6. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
1	2	3
TSX RKY 8EX Шасі	1	Шасі для встановлення блоку живлення, процесора та модулів розширення
PSY 2600M Блок живлення	1	Напруга живлення 100...240 VAC Загальна корисна потужність (PPS) 20 Вт Потужність на виході 3V3_BAC монтажного шасі 3,3 Вт (2,5 А) Потужність на виході 24V_BAC монтажного шасі 16,5 Вт (0,7 А) Максимальна сумарна потужність на виходах 3V3_BAC та 24V_BAC (P3V3_24V) 16,5 Вт Сумарна корисна потужність на споживання зовнішніми датчиками 24V_SENOSRS 10,8 Вт (0,45 А)
TSX P57 2023M Центральний процесор	1	Макс. кількість шасі: 2 дискретних вх+вих. 512 аналогових вх+вих 128 лінійних каналів 20 Об'єм RAM Загальний розмір 2048 Кб Макс. кількість об'єктів: локалізовані внутрішні біти %Mi 16250 локалізовані внутр. Слова %MWi 32464

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		62

TSX AEY 800 Модуль аналогових вхідів	2	Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}, \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{мА}$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 25-контактна з'ємна колодка
TSX ASY 410 Модуль аналогових виходів	2	Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}, 0 \dots 20\text{мА}, 4 \dots 20\text{мА}$ Характеристики каналів 16-бітні, ізоляція між каналами Підключення 20-конт. з'ємна кол.
TSX DSY 08D2 Модуль дискретних виходів	1	24 VDC, ізольовані Підключення 20-конт. з'ємна кол.
TSX DEY 16D2 Модуль дискретних вхідів	1	24 VDC, ізольовані Підключення 20-конт. з'ємна кол.
TSX FTB 2010	3	20 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами
TSX FTB 2510	2	25 контактна з'ємна клемна колодка з гвинтовими зажимами

Вибір шасі, додаткових модулів та аксесуарів для шасі

Загальна кількість модулів разом з процесором: 1 CPU + 2 AI + 1 DO + 2 AO = 6. Таким чином мені потрібне лише одне шасі на 8 місць (TSX RKY 8EX).

Вибір блоків живлення: PSY 2600M – 1 шт.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		63

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 “Modicon TSX Premium” (креслення 3).

Принципова схема системи автоматизації - це схема, що показує зв'язок і взаємодію окремих елементів, пристроїв автоматизації за допомогою умовних позначень, при цьому кожен елемент схеми виконує визначену функцію і не може бути поділений на частини, що мають самостійне функціональне призначення. Таким чином, принципові схеми визначають повний склад елементів системи автоматизації.

Схеми електричні принципові виконуються на стадії «Робоча документація». Розробляють такі схеми електричні:

- 1) схеми електричні принципові живлення;
- 2) схеми електричні принципові сигналізації і блокування;
- 3) схеми електричні принципові контролю і автоматизації;
- 4) схеми електричні принципові управління електродвигунами і виконуваними механізмами. На основі цих схем розробляються: монтажні схеми щитів і пультів, схеми зовнішніх з'єднань, схеми електричні контролю і автоматизації, схеми електричні принципові сигналізації і блокування та ін. Вони використовуються при монтажі і наладці системи автоматизації, а також дають можливості для вивчення принципу дії системи автоматизації. Схеми електричні принципові виконуються, як правило, стосовно до окремих установок або ланок автоматизованої системи (наприклад,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Загребельний В.Г.			Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник	Мацебула Д.В.					64	12
Секретар Е.К.	Проскурка Е.С.			НУХТ АК-4-Зск			
Зав кафедри	Ельперін І.В.						

«Схема електрична принципова регулювання рівня», «Схема електрична принципова сигналізації роботи випарної установки»).

При виконанні цих схем використовується розвернуте зображення елементів автоматизації.

Ці схеми розглядаються на стадії проектування «Робоча документація» і служать для проектування живлення засобів контролю і автоматизації, розрахунку витрат електроенергії.

Проектування систем електроживлення здійснюється на основі ВСН 205-84/ММСС ССРСР "Инструкции по проектированию электроустановок систем автоматизации технологических процессов" та РМ4-4-85 «Системы автоматизации технологических процессов. Проектирование систем электропитания», а також нормативних вимог конкретних виробництв В загальному випадку на кресленнях таких схем повинна бути показана:

- 1) апаратура вмикання і вимикання джерел живлення і споживачів електроенергії;
- 2) апаратура контролю напруги;
- 3) назва споживачів електроенергії;
- 4) загальні пояснення і примітки;
- 5) креслення, які відносяться до даної схеми;
- 6) перелік апаратури.

Схеми живлення можна суміщати з іншими схемами автоматизації проекту (наприклад сигналізації).

Для відображення стану окремих елементів об'єкта і сповіщення про порушення нормального ходу виробничих процесів на пунктах управління використовують різного роду світлові і звукові сигнали. Схеми електричні принципової сигналізації можна класифікувати таким чином:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		65

I. По характеру (виду) сигналу: світлова, звукова, змішана сигналізації. Світлова сигналізація може виконуватись рівним світлом, мигаючим світлом, горіння ламп неповним розжарюванням.

II. По роду струму: схеми на постійному струмі, схеми на змінному струмі.

III. По призначенню:

1) сигналізація стану - для сигналізації про стан технологічного устаткування («Відкрито»-«Закрито», «Увімкнено»-«Вимкнено»);

2) командна сигналізація – дозволяє передати різні вказівки (накази) з одного пункту керування в іншій за допомогою світлових чи звукових сигналів;

3) сигналізація дії захисту і автоматики;

4) технологічна сигналізація – дає інформацію про стан таких технологічних параметрів, як температура, тиск, витрата, рівень. Буває двох видів:

а) попереджувальна сигналізація (сигналізація про ненормальні, але ще допустимі значення параметрів);

б) аварійна сигналізація (про недопустимі значення параметрів).

IV. По принципу дії:

1) схеми з індивідуальним зняттям звукового сигналу;

2) схеми з центральним зняттям звукового сигналу без повторності дії;

3) схеми з центральним зняттям звукового сигналу з повторністю дії.

В дипломному проекті багато механізмів приводяться в дію двигунами, тому важливим фактором є принципи керування і комутаційна апаратура, що управляє двигунами.

Всі двигуни трифазні з включенням через частотний перетворювач, та кнопочну станцію, що знаходяться безпосередньо поруч з об'єктом, та можливе

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		66

вимкнення двигуна дистанційно з дисплейної мнемосхеми. Для зручності, робота всіх двигунів показується на дисплейній мнемосхемі, тому у випадку поломки чи непередбаченої зупинки оператор може вказати обслуговуючому персоналу на несправність того чи іншого двигуна і зупинити роботу апарату чи відділення якщо це необхідно та при відсутності резервних ліній.

Опис схеми управління електродвигунами з магнітним пускачем

Схему управління електродвигуном М1 при живленні ланцюга управління фазною напругою зображено на рис.1. За даною схемою здійснюється місцеве управління відповідними приводами.

В ручному режимі роботи електродвигуна М1 при натисканні кнопки SB2 (кнопка “Пуск”) напруга 220 В подається на магнітний пускач KV1, як наслідок замикається його контакт KV1, що забезпечує блокування кнопки “Пуск”, тобто при відпусканні цієї кнопки схема продовжує працювати. Це явище називається самопідхватом. Магнітний пускач, в свою чергу, і запускає двигун.

При натисканні кнопки SB1 (кнопка “Стоп”) електричний ланцюг розривається, на магнітний пускач не надходить струм, розмикається його само підхват, електродвигун зупиняється.

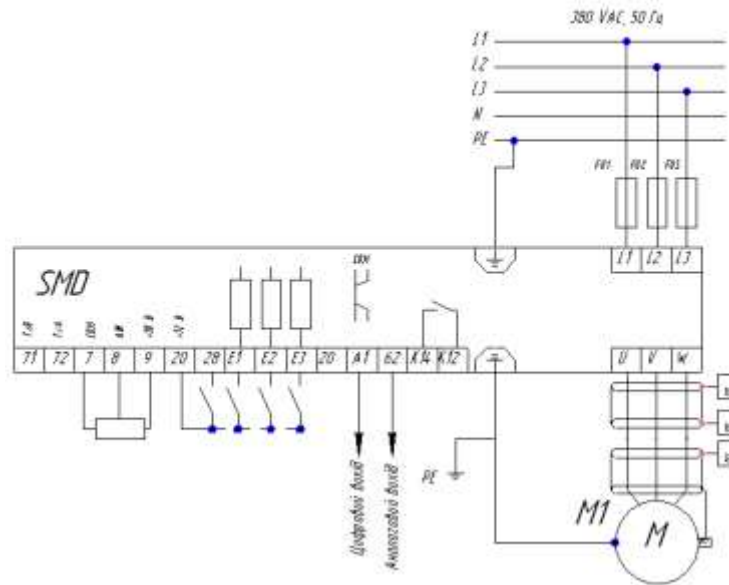
При перемиканні на автоматичний режим роботи електродвигуна М1 за допомогою ключа SA, управління відбувається дискретним виходом з промислового контролера KV1.

Двигун оснащений тепловим реле для захисту від перегріву. Отже, коли двигун перегрівається, розмикаються нормально замкнені контакти теплових реле КК1, розривається ланцюг і двигун зупиняється.

Принципова схема регулювання представляє вимірювання значень технологічних параметрів, обробку сигналів та за заданим алгоритмом видання керуючої дії для зміни положення регулюючого органу за допомогою

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		67

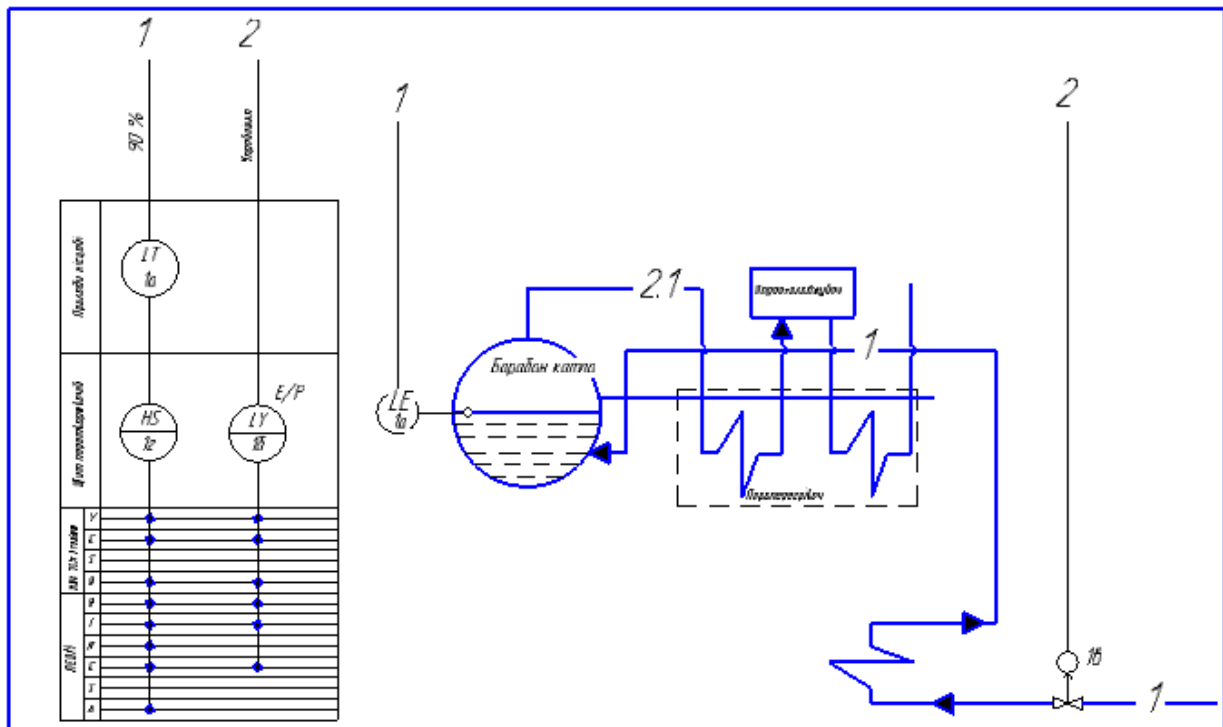
Принципова схема підключення частотного перетворювача Lenze 6200 SMD до асинхронного двигуна



3.2. Розширені схеми підключення для окремих контурів

3.2.1 Схема автоматизації окремого контуру

Схема автоматизації контуру регулювання рівня в барабані котла



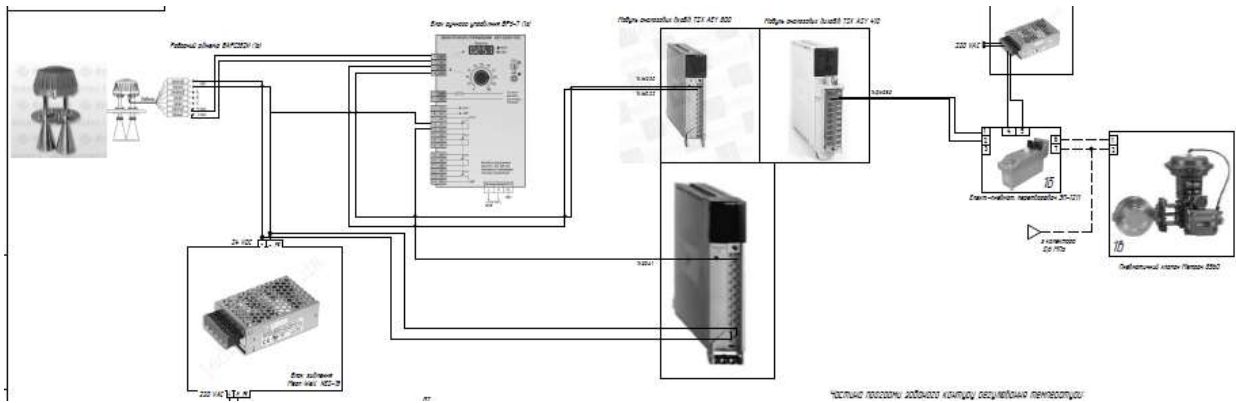
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

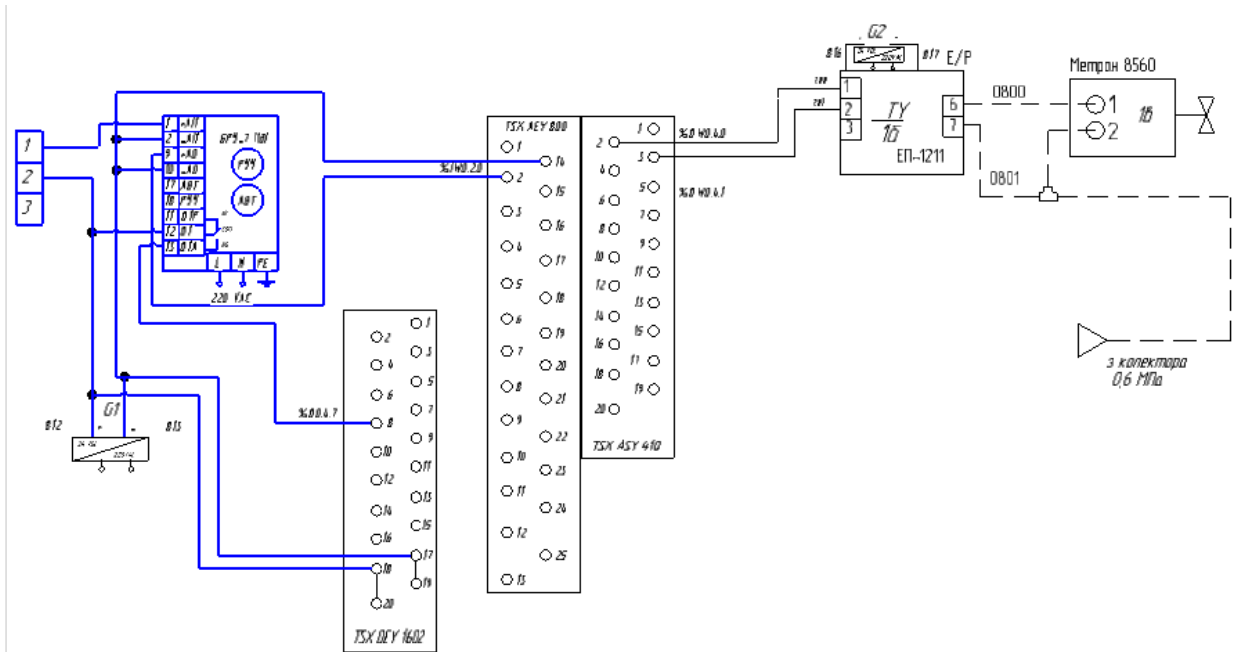
Арк.

69

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



3.2.3 Принципова схема з'єднання між собою технічних засобів автоматизації



3.3 Опис схеми підключення

Контури регулювання рівня води в барабан

Вимірювання рівня відбувається в барабані котла. Вимірюємо за допомогою радарного рівнеміра БАРС 352И (1а). Сигнал із датчика передається на блок ручного управління БРУ-7 (1д), який може працювати в ручному і автоматичному режимах. Якщо режим роботи автоматичний, то на виході із БРУ-7 видається сигнал 4-20 мА, що надходить на модуль контролера. У разі

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		70

ручного режиму управління ручним за датчиком регулюється значення стумового сигналу на виході БРУ-7, таким чином змінюється рівень в барабані, тому що програма відпрацьовує сигнал по ПІ-регулятору відповідно до вхідного значення на аналоговий модуль модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро-пневно перетворювач ЕП-1211 (16), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Метран 8560 (1в), який змінює кількість води, що надходить в апарат.

Для перемикавання режиму «Ручний/Автомат» використовуємо блок ручного управління БРУ-107(8г). Блок ручного управління БРУ-107 призначений для використання в локальних і комплексних системах промислової автоматизації виробничих процесів в якості станції ручного управління аналоговими виконавчими механізмами або ручного задатчика аналогових сигналів з індикацією. Відмінною особливістю блоку БРУ-107 (БРУ-17) є наявність гальванічної ізоляції між входами, виходами, ланцюгом живлення і інтерфейсом.

Блок БРУ-107 призначений для перемикавання ланцюгів управління виконавчими пристроями і механізмами, індикації режимів робіт, вимірювання та індикації одного технологічного параметра.

Блок БРУ-107 працює під управлінням сучасного, високоінтегрованого мікроконтролера RISC архітектури, виготовленого за високошвидкісний КМОП технології з низьким енергоспоживанням.

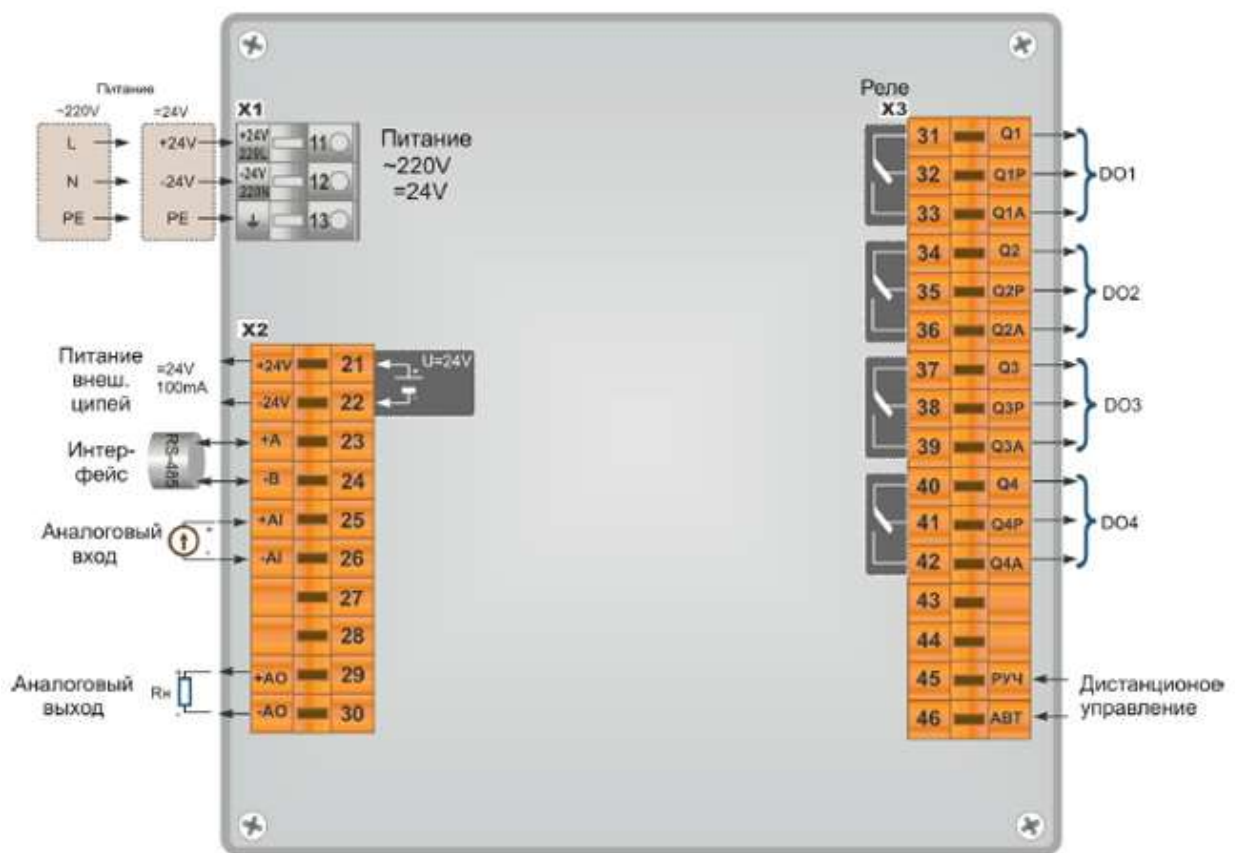
Блок ручного управління БРУ може використовуватися в якості:

- Станції ручного управління імпульсним виконавчим механізмом. Є індикація режимів робіт.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		71

● Блок БРУ призначений для вимірювання вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень і т. д.), обробки, перетворення і відображення його поточного значення на вбудованому чотирьохрозрядному цифровому індикаторі, а також формування вихідних сигналів технологічної сигналізації, на передній панелі є індикатори для сигналізації технологічно небезпечних зон, сигнали перевищення (заниження) вимірюваного параметра.

Структура БРУ-7



Підключення сигналів до БРУ-17 і БРУ-107 здійснюється за допомогою роз'ємів-клем з пружинними сполуками, які встановлюються на задній стінці приладу.

Основні характерні переваги монтажу обладнання з використанням роз'єм-клем:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата		72

1. Монтаж проводиться провідниками: одножильними, багатожильними, тонкопроволочними з кінцевими втулкою або з штифтовим наконечником. Перетин підключаються провідників 0,08 - 2,5 мм².

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-7

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		73

Кількість аналогових виходів: 1

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)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		74

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: ≤ 8.0 ВА

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

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		75

4. Креслення встановлення технічних засобів

Радарний рівнемір БАРС352I

Призначений для безперервного безконтактного високоточного (похибка вимірювання ± 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.

Основна перевага перед радарних рівнеміром БАРС351I - більш стабільна робота в умовах інтенсивних випарів, за рахунок застосування Двухантенний схеми.

Принцип дії

Радарний рівнемір БАРС352I 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Загребельний В.Г.			Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Мацебула Д.В.					76	3
Секретар Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав кафедри		Ельперін І.В.						

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.

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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.м.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		77

Радарные уровнемеры БАРС352И

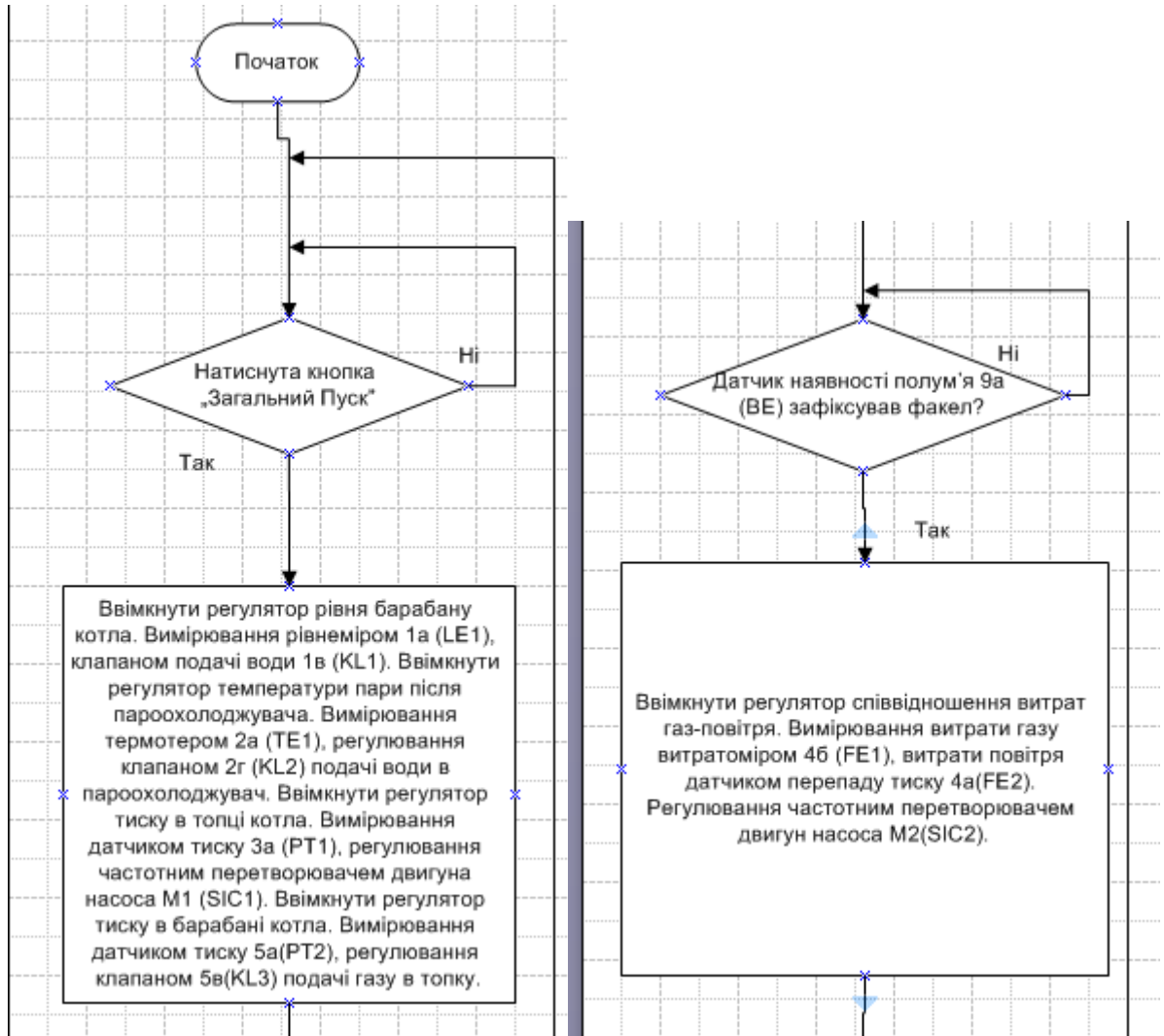


Рис. 1 Зовнішній вигляд БАРС352И

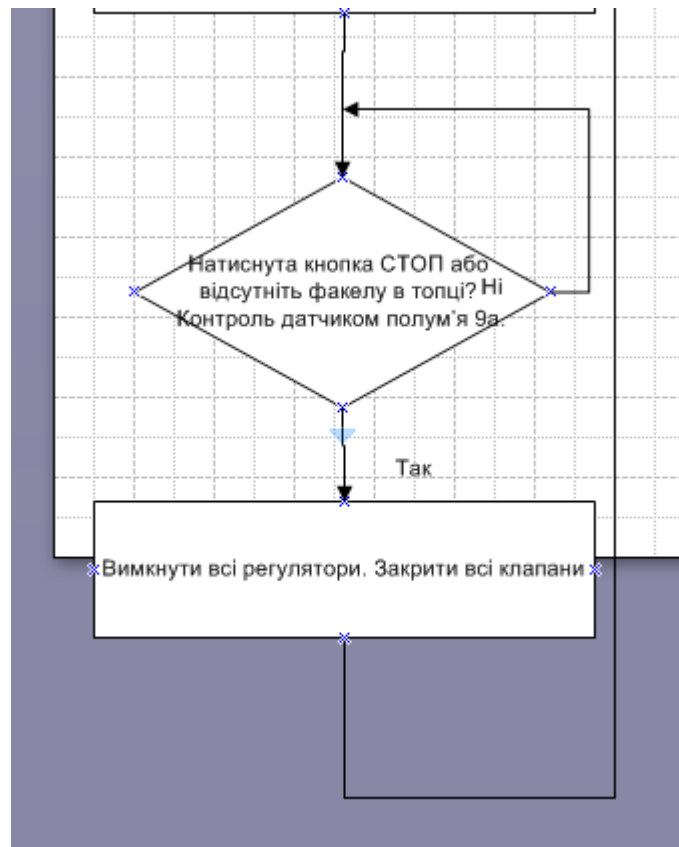
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

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

Рис.5.1. Блок-схема алгоритму управління



					<i>Кваліфікаційна робота</i>				
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
	Розроб.	Загребельний В.Г.			Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі	Літ.		Арк.	Акрушів
	Керівник	Мацебула Д.В.						79	9
	Секретар Е.К.	Проскурка Е.С.			НУХТ АК-4-Зск				
	Зав кафедри	Ельперін І.В.							



					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

В середовищі Unity Pro створюються змінні яким присвоюється значення технологічних параметрів



Variables DDT Types Function Blocks DFB Types				
Filter   Name =				
Name	Type	Address	Value	Comment
LE17	EBOOL			
LE18	EBOOL			
Level1	REAL			
Level2	REAL			
Level3	REAL			
Level4	REAL			
Level5	REAL			
Level6	REAL			
Level7	REAL			
Level8	REAL			
Level9	REAL			
M1	EBOOL			
M2	EBOOL			
M3	EBOOL			
PT1	REAL			
S	BOOL			
S1	BOOL			
S2	BOOL			
S3	BOOL			
S4	BOOL			
S5	BOOL			
S6	BOOL			
S7	BOOL			
S8	BOOL			
S9	BOOL			
Start	EBOOL			
Stop	EBOOL			
TE1	REAL			
TE2	REAL			
WE1	REAL			

Рис 5.2. Анлогові та дискретні змінні

Табл. 5.1 Параметри функціонального блока PI_V

Вхідні параметри		
PV	<u>REAL</u>	значення вимірювальної величини (плинне значення)
SP	REAL	задане значення (уставка)
RCPY	REAL	дійсне положення виконавчого механізму
MAN_A	<u>BOOL</u>	Режим роботи ПІ-регулятора:
UTO		1 : Автоматичний режим
PARA	<u>Para PI</u>	Параметри регулятора (див. таб.2.7)
TR_I	REAL	Значення ініціалізації
TR_S	BOOL	Команда на включення ініціалізації (1: Включити)

Вхідні/вихідні параметри

OUT	REAL	Вихід ПІ-регулятора (в ручному режимі може змінюватися з
-----	------	--

Вихідні параметри

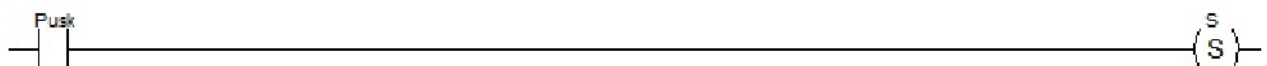
OUTD	REAL	різниця між вихідною величиною в плинному і
MA_O	BOOL	Плинний режим виконання ПІ-регулятора 1: Автоматичний режим
DEV	REAL	Значення розузгодження (PV - SP)
STATU S	<u>WORD</u>	Слово статусу (використовується для контролю за помилками виконання PI_V)

Табл. 5.2 Опис структурного типу Para_PI_V

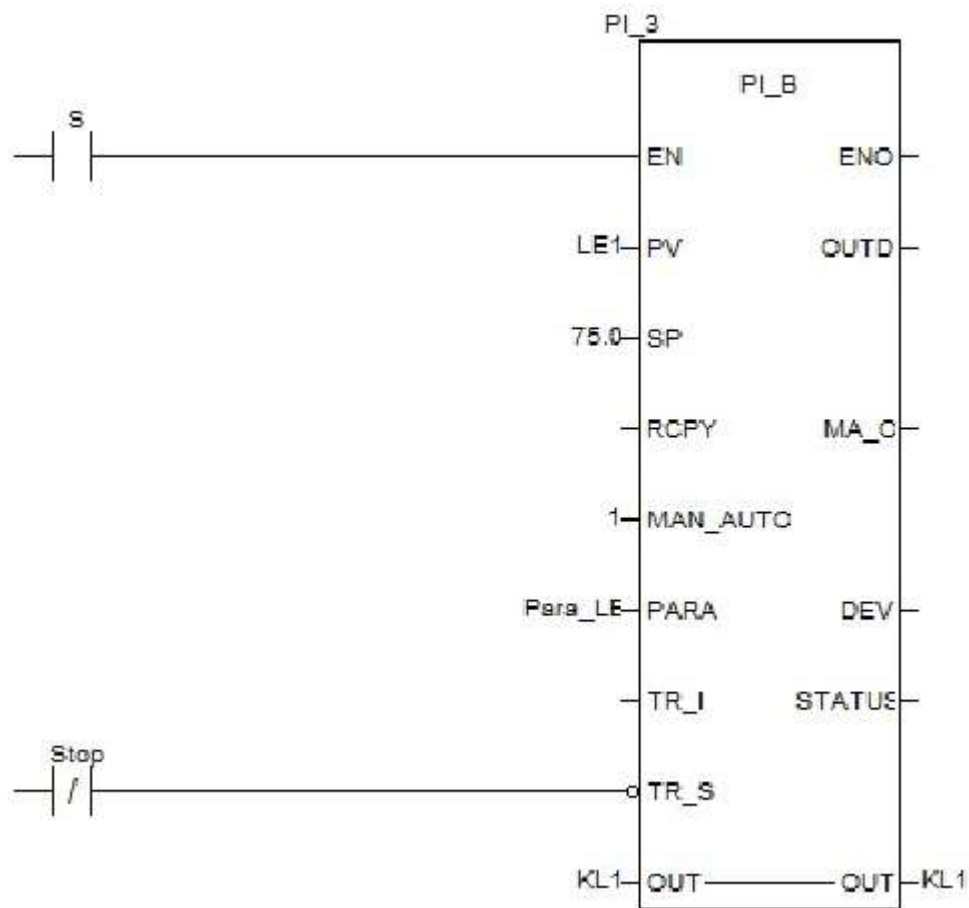
id	<u>UINT</u>	Використовується для алгоритму автопідстройки
pv_inf	<u>REAL</u>	обмеження по мінімуму вхідної величини завдання
pv_sup	REAL	обмеження по максимуму вхідної величини завдання
out_inf	REAL	обмеження по мінімуму вихідної величини
out_sup	REAL	обмеження по максимуму вихідної величини
rev_dir	<u>BOOL</u>	0: пряма робота ПІ-регулятора (PV-SP)
en_rcpy	BOOL	1: використати вхід RCPY (тільки для управління серво-
kp	REAL	Коефіцієнт пропорційності
ti	<u>TIME</u>	Час інтегрування
dband	REAL	Зона нечутливості
outbias	REAL	зміщення виходу регулятора в ПІ-режимі функціонування

Алгоритм функціонування із посиланням на програмне забезпечення, розроблене Unity Pro

1. Натиснена ПУСК – вмикається внутрішня змінна S



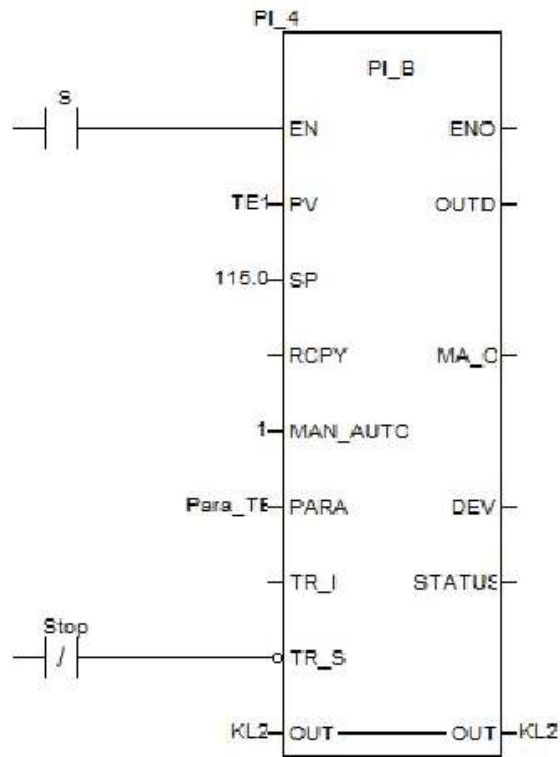
2. Яка в свою чергу вмикає регулятор рівня барабану (вимірювання рівнеміром LE1, регулювання клараном KL1):



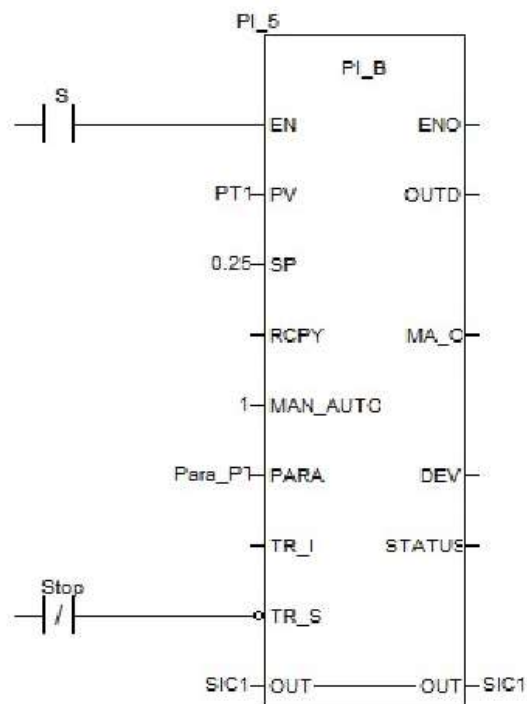
Регулятор працює поки не натиснена кнопка СТОП, або вимкнеться внутрішня змінна S.

3. Після ввімкнення внутрішньої змінної S вимкнути регулятор температури пари після пароохолоджувача. Вимірювання термотером 2а (TE1), регулювання клапаном 2г (KL2) подачі води в пароохолоджувач.

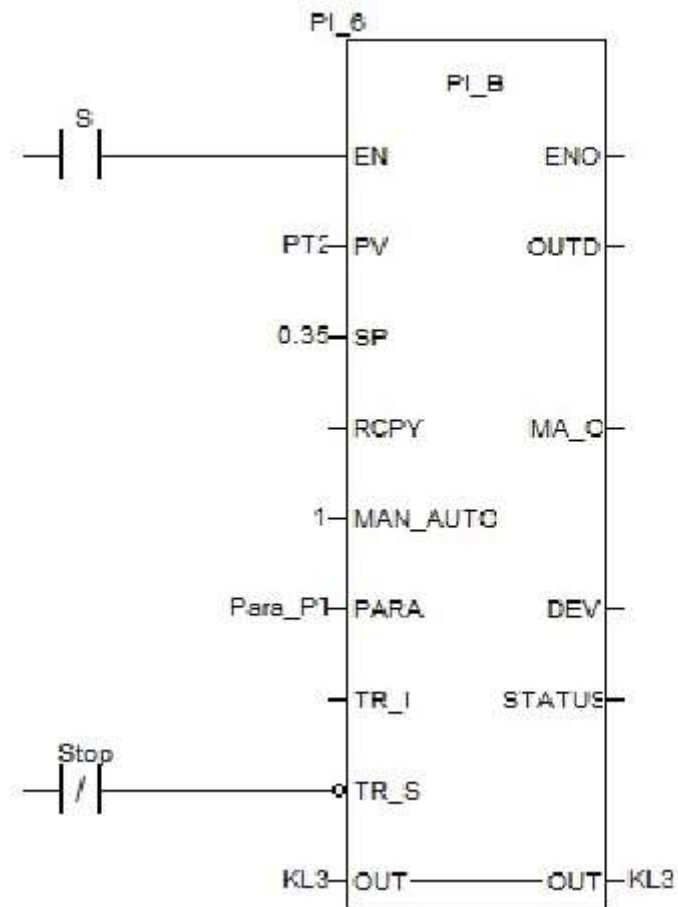
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		83



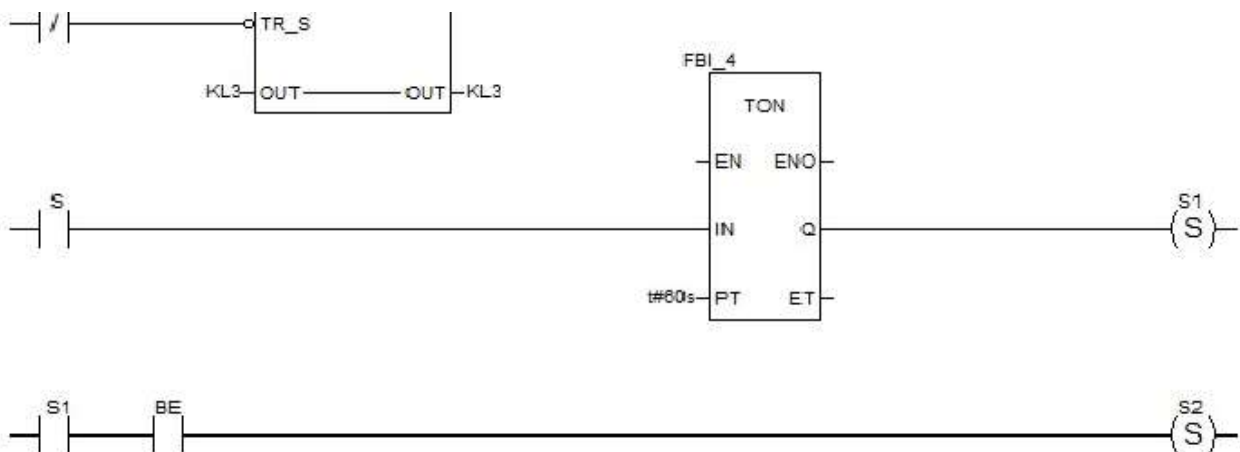
4. Ввімкнути регулятор тиску в топці котла. Вимірювання датчиком тиску За (PT1), регулювання частотним перетворювачем двигуна насоса M1 (SIC1).



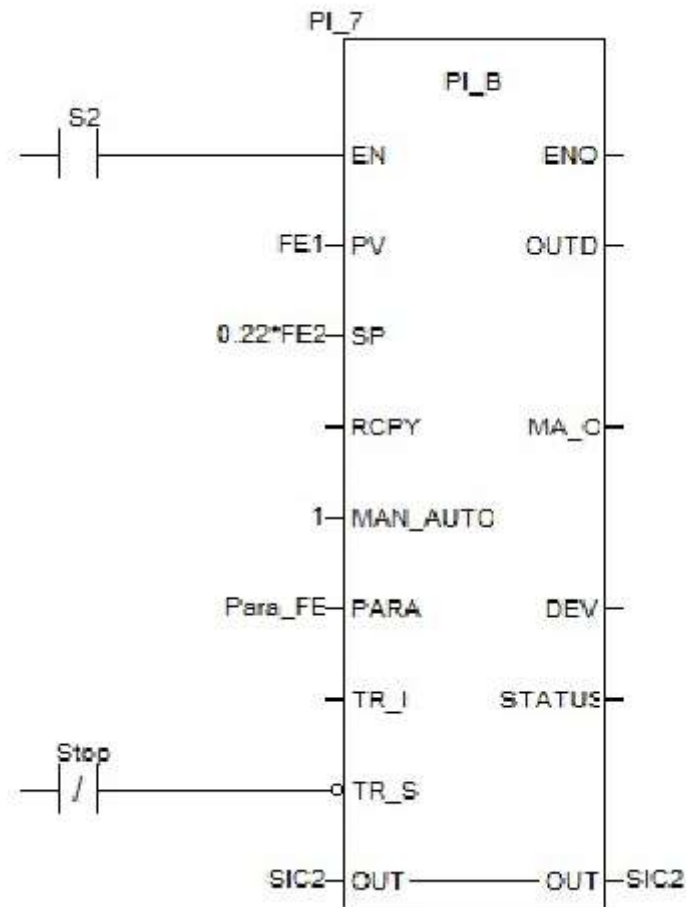
5. Ввімкнути регулятор тиску в барабані котла. Вимірювання датчиком тиску 5а (PT2), регулювання клапаном 5в(KL3) подачі газу в топку.



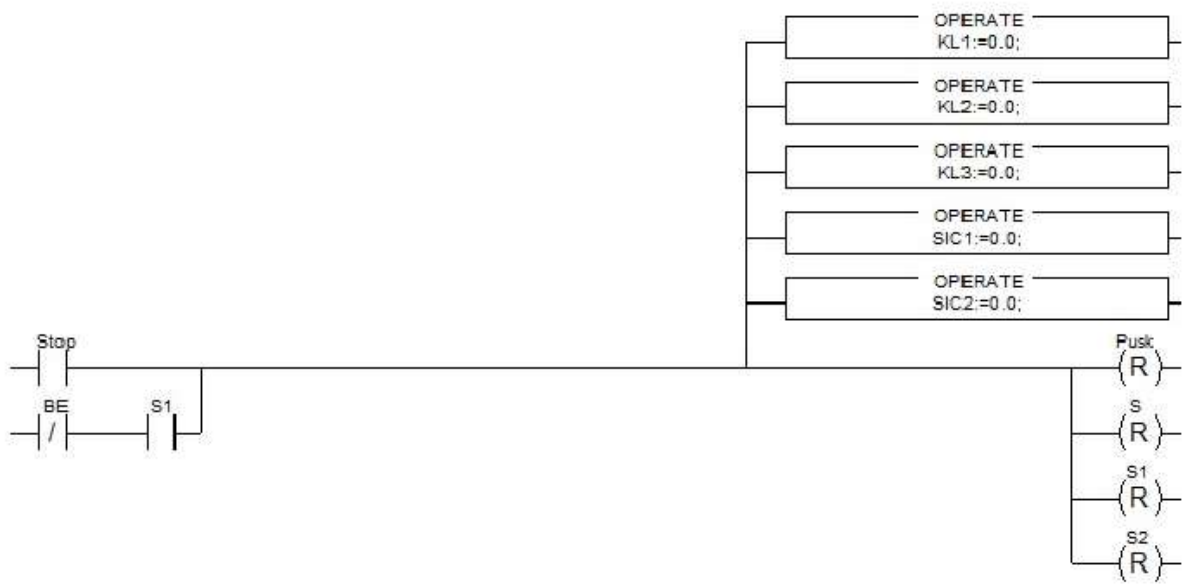
6. Датчик наявності полум'я 9а (BE) зафіксував факел на протязі 60 секунд? BE – датчик наявності факелу.



7. Ввімкнути регулятор співвідношення витрат газ-повітря. Вимірювання витрати газу витратоміром 4б (FE1), витрати повітря датчиком перепаду тиску 4а(FE2). Регулювання частотним перетворювачем двигун насоса M2(SIC2).



8. Натиснута кнопка СТОП або відсутність факелу в топці? Контроль датчиком полум'я 9а.



					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		87

6. Розробка людино-машинного інтерфейса оператора технолога.

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

За допомогою програмного забезпечення Vijeo Citect розробляємо SCADA-систему, яка дасть можливість оператору переглядати перебіг технологічного процесу та значення усіх технологічних параметрів. У вікні «Редактор проектів Citect» описуємо всі змінні, створюємо змінні для трендів, алармів та описуємо настройки до них.

В меню «Теги»/«Змінні теги» описуємо всі змінні.

The screenshot shows a software window titled "Переменные теги [Scada]". It contains a form with the following fields and values:

- Имя переменного тега: FE1
- Имя кластера: tract
- Адрес: plc001!%MW10
- Мин. исходное значение: 0
- Мин. значение в единицах изм.: 0
- Единица измерения: (empty)
- Нечувствительность: (empty)
- Комментарий: (empty)
- Название устройства в/в: IODev1
- Тип данных: REAL
- Макс. исходное значение: 10000
- Макс. значение в единицах изм.: 100
- Формат: ###

Buttons at the bottom include "Добавить", "Заменить", "Удалить", and "Справка". The status bar shows "Запись : 3" and "Связанный:".

Рис.6.1. Вікно опису змінної

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Загребельний В.Г.			Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі	Літ.	Арк.	Акрюшів
Керівник		Мацебула Д.В.					88	9
Секретар Е.К.		Проскурка Е.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав кафедри		Ельперін І.В.						

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	%IW0.2.0	0	10000	0	100	INT
TE1	%IW0.2.1	0	10000	0	150	INT
PT1	%IW0.2.2	0	10000	0	1000	INT
PDT1	%IW0.2.3	0	10000	0	1000	INT
FE1	%IW0.2.4	0	10000	0	1000	INT
PE2	%IW0.2.5	0	10000	0	3000	INT
FE2	%IW0.2.6	0	10000	0	1000	INT
PT3	%IW0.2.7	0	10000	0	3000	INT
QE1	%IW0.3.0	0	10000	0	100	INT
KL1	%QW0.5.0	0	10000	0	100	INT
KL2	%QW0.5.1	0	10000	0	100	INT
KL3	%QW0.5.2	0	10000	0	100	INT
SIC1	%QW0.5.3	0	10000	0	650	INT
SIC2	%QW0.6.0	0	10000	0	650	INT
M1	%Q0.7.0	-	-	-	-	BOOL
BE1	%I0.4.1	-	-	-	-	BOOL
SB1	%I0.4.2	-	-	-	-	BOOL
SB2	%I0.4.3	-	-	-	-	BOOL
SB3	%I0.4.4	-	-	-	-	BOOL
SB4	%I0.4.5	-	-	-	-	BOOL
SB5	%I0.4.6	-	-	-	-	BOOL
SB6	%I0.4.7	-	-	-	-	BOOL

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

Тэги тренда [Scada]

Название тега тренда: trFE1

Имя кластера: tract

Выражение: FE1

Триггер:

Интервал опроса: 00:00:02 Тип: TRN_PERIODIC

Имя файла:

Метод сохранения: Floating Point (8-byte samples) Число файлов: 14

Время: 00:00:00 Периодичность: 00:10:00

Комментарий:

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 7 Связанный:

Рис.6.2. Вікно опису змінної для тренду

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

Аналоговые алармы [Scada]

Тэг аларма: a_LE

Имя кластера: tract

Название аларма: Високий рівень

Переменный тег: Level

Уставка:

Критически высокий: 90 Верхний: 80

Задержка по критически высокому: 00:00:00 Задержка по верхнему: 00:00:00

Низкий: Критически низкий:

Задержка по низкому: Задержка по критически низкому:

Отклонение: Скорость:

Задержка отклонения: Нечувствительность: Формат:

Категория: 2 Помощь:

Комментарий:

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись : 10 Запись замещена Связанный:

Рис.6.3. Вікно опису аналогового аларму

Таблиця 6.2. Аларми аналогові

Тег аларма	Ім'я аларма	Змінний тег	Критично низький	Критично високий
1	2	3	4	5
A_TE_1	Температура пари на виході із охолоджувача	TE1	2	15
A_PT	Тиск в барабані котла	PT1	60	130

В меню «Аларми/Категорій алармів» описуємо як будуть відображатись аларми:

Номер категории: 1 Приоритет: 1

Вывод на странице алармов: TRUE Вывод на сводной странице: TRUE

Неквитированный Квитированный

Шрифт для неактивных алармов: Alarm1nekvitnea Alarm1kvit

Шрифт для активных алармов: Alarm1nekvita Alarm1kvit

Шрифт для заблокированных алармов: Alarm1kvit

Действие при возникновении аларма: [Dropdown]

Действие при сбросе аларма: [Dropdown]

Действие при подтверждении аларма: [Dropdown]

Формат аларма: {TAG,16}^{NAME,12}^{DESC,32}^{ERRPAGE,20}^{ERRDESC,20}

Сводный формат: {TAG,16}^{NAME,12}^{COMMENT,32}^{ERRPAGE,20}^{ERRDESC,20}

Устройство сводной информации: [Dropdown] Регистрировать переходы алармов

Устройство логов: [Dropdown] ON [Dropdown] OFF [Dropdown] ACK [Dropdown]

Комментарий: Аларми вищого пріорітету

Добавить Заменить Удалить Справка

Запись: 1

Рис.6.3. Вікно опису категорії алармів

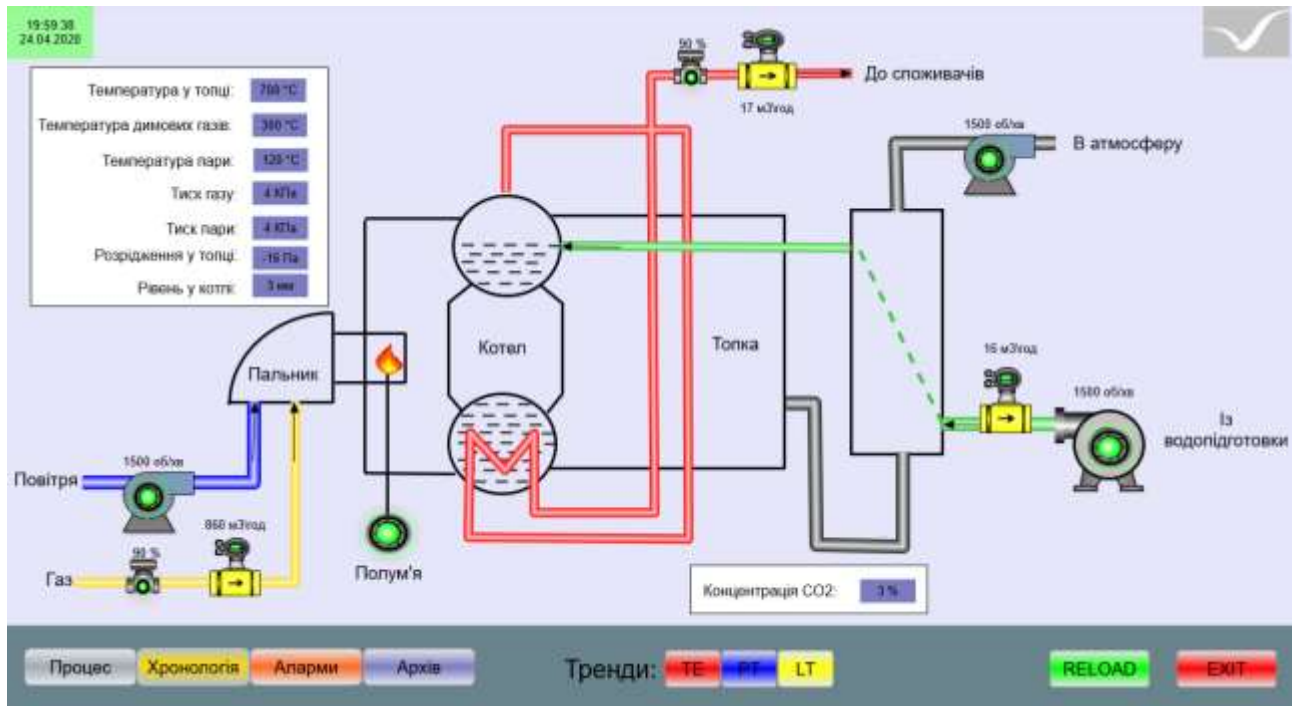
В меню «Система»/«Користувачі» створюємо запис користувача.

Имя пользователя	<input type="text" value="Babych"/>
Полное имя	<input type="text"/>
Пароль	<input type="password"/>
Подтверждение пароля	<input type="password"/>
Роли	Alarm
Тип	<input type="text"/>
Комментарий	<input type="text"/>
<input type="button" value="Добавить"/> <input type="button" value="Заменить"/> <input type="button" value="Удалить"/> <input type="button" value="Справка"/>	
Запись : 1	

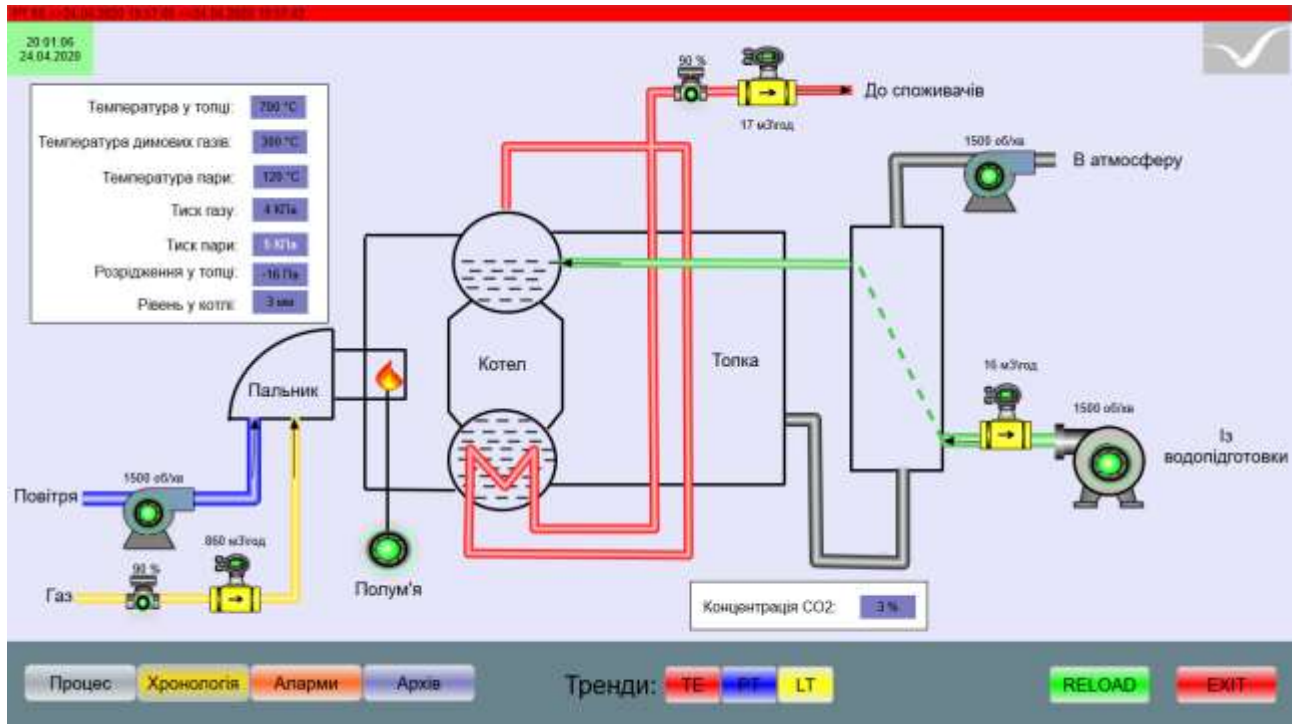
Рис.6.4. Вікно створення запису користувача

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Робочий вид для оператора



У системі автоматизації виникло відхилення від норми, SCADA показує повідомлення про відхилення в верхній частині екрану оператора, та вказує який саме параметр вийшов з норми



Вікно вкладки хронологія системи автоматизації. Тут відображаються всі події в хронологічному порядку (наприклад зміни параметрів чи дії оператора)

File: [{}](T,Rel,Od,Is,Im,Os) Filter profiles: [] Save Import Export Delete

Time received	Text	Variable name	Value	Mea...	User - full name	Computer name	Comment
24.04.2020 19:57:33	Modify spontaneous value: (3 КПа)	PT 48	3	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:37	Modify spontaneous value: (4 КПа)	PT 48	4	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:38	Modify spontaneous value: (4 КПа)	PT 48	4	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:42	Modify spontaneous value: (3 КПа)	PT 68	3	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:42	Modify spontaneous value: (3 КПа)	PT 68	3	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:47	Modify spontaneous value: (4 КПа)	PT 68	4	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:51	Modify spontaneous value: (-20 Па)	PT 58	-20	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:55	Modify spontaneous value: (-15 Па)	PT 58	-15	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:00	Modify spontaneous value: (-12 Па)	PT 58	-12	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:00	Modify spontaneous value: (-12 Па)	PT 58	-12	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:03	Modify spontaneous value: (3 мм)	LT 78	3	мм	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:10	Modify spontaneous value: (3 %)	QE 116	3	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:41	Project MODAL reloaded				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:47	Modify spontaneous value: (-14 Па)	PT 58	-14	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:56	Modify spontaneous value: (-16 Па)	PT 58	-16	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:07	Modify spontaneous value: (1)	M3 AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:02	Modify spontaneous value: (1)	M1 AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:07	Modify spontaneous value: (16 м³/год)	FE 105	16	м³/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:11	Modify spontaneous value: (17 м³/год)	FE 95	17	м³/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:15	Modify spontaneous value: (1)	Клапан B: AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:17	Modify spontaneous value: (90 %)	Клапан B:	90	%	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:22	Modify spontaneous value: (1)	BT 116	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:25	Modify spontaneous value: (1)	M2 AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:28	Modify spontaneous value: (800 м³/год)	FT 86	800	м³/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:32	Modify spontaneous value: (900 м³/год)	FT 86	900	м³/год	SYSTEM	RURYK	

Процес | Хронологія | Аларми | Архів | Тренди: TE RT LT | RELOAD | EXIT

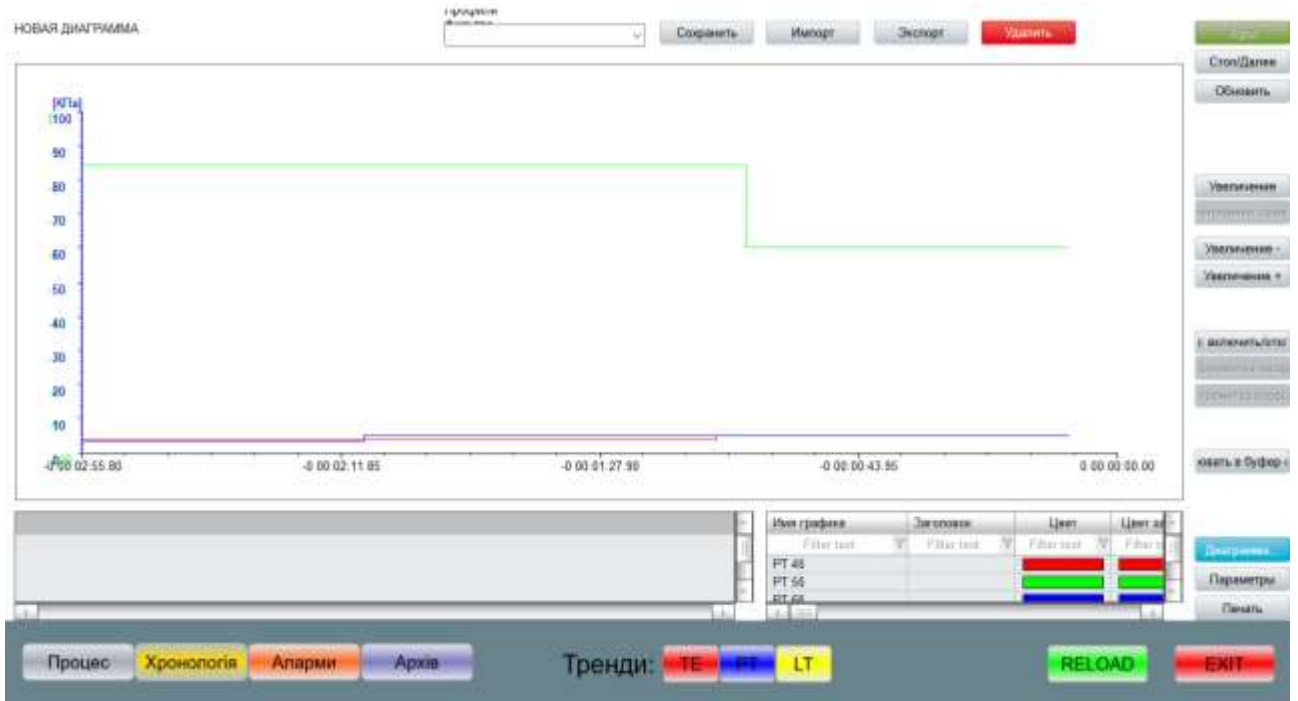
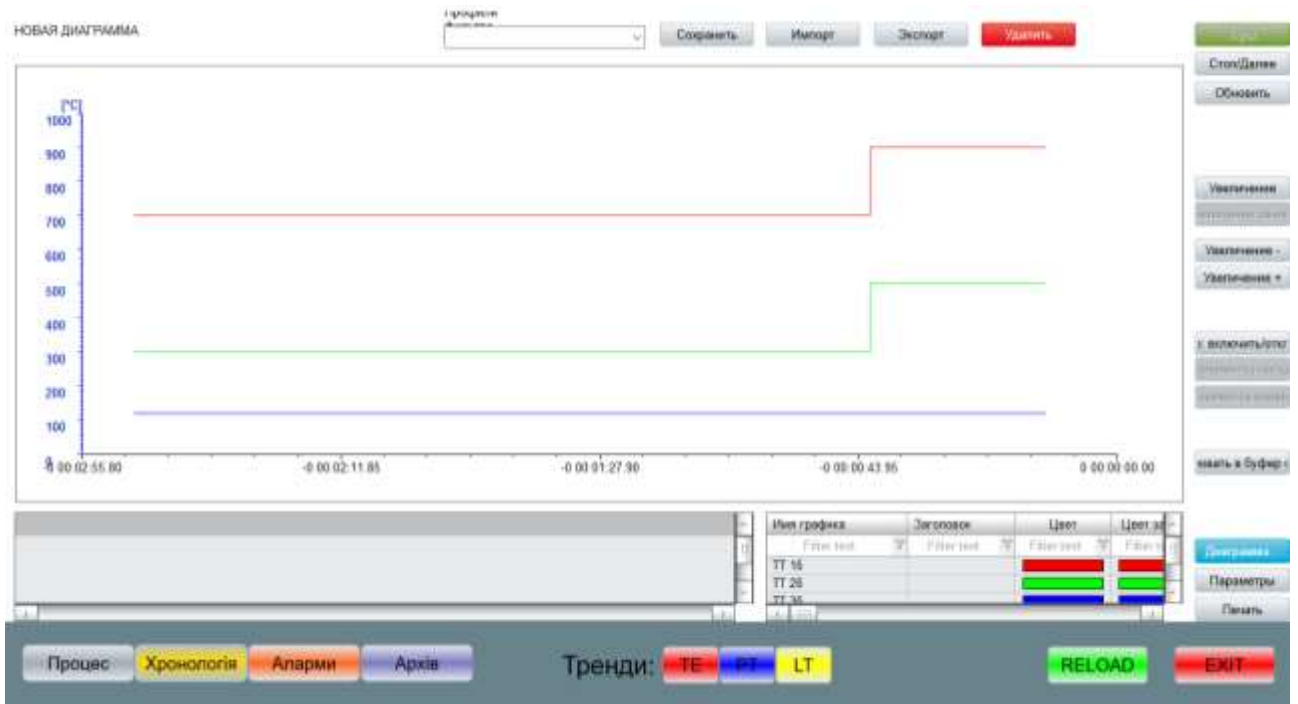
Вікно вкладки тривоги системи автоматизації(ALARM). Тут відображаються всі тривоги які виникли, який параметр, коли усунутий чи є дійсним.

Alarm	Time received	Time cleared	Time acknowledged	Variable name	Value	Meas...	Test	User - full name	Computer name	Com...
●	>>24.04.2020 19:57:06	>>24.04.2020 19:57:42		PT 66	50	кПа				
●	>>24.04.2020 19:57:06	>>24.04.2020 19:58:10		QE 116	50	%				
●	>>24.04.2020 19:58:00	>>24.04.2020 19:58:58		PT 56	-12	Па				
●	>>24.04.2020 20:08:59			PT 66	5	кПа				
●	>>24.04.2020 20:01:58			PT 46	5	кПа				
●	>>24.04.2020 20:02:00		>>24.04.2020 20:02:14	PT 56	-40	Па		SYSTEM	ЯУРЯС	
●	>>24.04.2020 20:02:04			LT 76	5	мм				
●	>>24.04.2020 20:02:07			TT 26	500	°C				
●	>>24.04.2020 20:02:08			TT 16	900	°C				

Вікно вкладки архів системи автоматизації. Тут можна побачити та переглянути дані про параметри за будь який період

Date/Time	Variable	Identification	Value	Test	Measuring unit/Status
24.04.2020 20:02:15.000	PT 66		860		мЗгод SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	LT 76		5		мм SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	PT 46		5		кПа SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	PT 56		-40		Па SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	PT 66		5		кПа SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	QE 116		3		% SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	TT 16		900		°C SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	TT 26		500		°C SPONT
24.04.2020 20:02:15.000	TT 36		120		°C SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	FE 10E		16		мЗгод SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	FE 96		17		мЗгод SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	FT 86		860		мЗгод SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	LT 76		5		мм SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	PT 46		5		кПа SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	PT 56		-40		Па SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	PT 66		5		кПа SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	QE 116		3		% SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	TT 16		900		°C SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	TT 26		500		°C SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	TT 36		120		°C SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	FE 10E		16		мЗгод SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	FE 96		17		мЗгод SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	FT 86		860		мЗгод SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	LT 76		5		мм SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	PT 46		5		кПа SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	PT 56		-40		Па SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	PT 66		5		кПа SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	QE 116		3		% SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	TT 16		900		°C SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	TT 26		500		°C SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	TT 36		120		°C SPONT

Вікна вкладок трендів системи автоматизації. Тут представленні у вигляді графіків всі зміни контролюючих параметрів (можна побачити навіть миттєві зміни)



NEW DIAGRAM

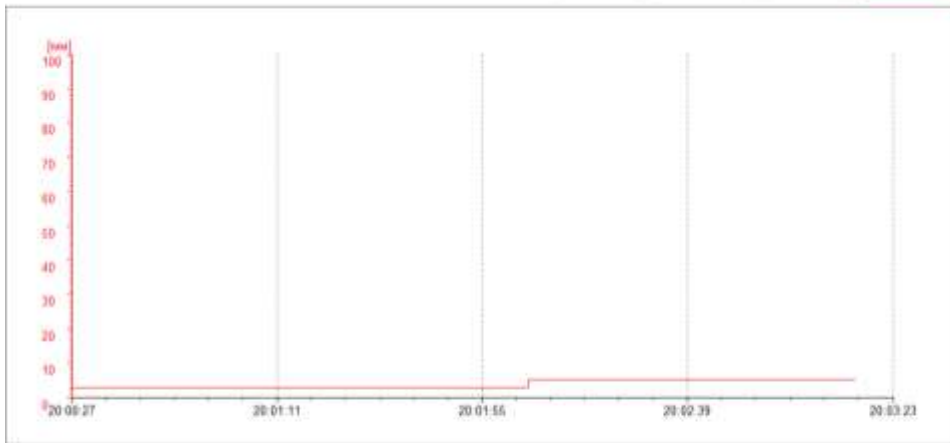
...

Save

Import

Export

Delete



Stop

Stop/Continue

Refresh

Zoom

Zoom -

Zoom +

Cursor on/off

Copy to clipboard

Имя графика	Заголовок	Цвет	Цвет ш...
Filter test	Filter test	Filter test	Filter t...
LT 16			

Diagram

Settings...

Print

Процес

Хронологія

Апарми

Архів

Тренди:

TE

PT

LT

RELOAD

EXIT

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		96

7. Математичне моделювання АСР

Дано математичну модель котлоагрегату. Розв'язати задачу аналітичного конструювання оптимальних регуляторів для технологічного об'єкта. ($t=0.001 \tau$, де τ , с)

$$\begin{cases} 2.36 \frac{d\Delta h_1}{dt} = -8.475\Delta h_1 + 8.475\Delta h_2 - 433.03\Delta f_{кл1} + \Delta S_0 - \Delta W_1, \\ 3.00 \frac{d\Delta h_2}{dt} = 8.475\Delta h_1 - 16.38\Delta h_2 + 7.9\Delta h_3 + 433.03\Delta f_{кл1} - 403.75\Delta f_{кл2} - \Delta W_2, \\ 1.80 \frac{d\Delta h_3}{dt} = 7.9\Delta h_2 - 22.5\Delta h_3 + 14.6\Delta h_4 + 403.72\Delta f_{кл2} - 371.98\Delta f_{кл3} - \Delta W_3, \\ 1.0 \frac{d\Delta h_4}{dt} = 14.6\Delta h_3 - 21.5\Delta h_4 + 7.15\Delta h_5 + 371.98\Delta f_{кл3} - 365.31\Delta f_{кл4} - \Delta W_4, \\ 0.6 \frac{d\Delta h_5}{dt} = 7.15\Delta h_4 - 8.58\Delta h_5 + 365.31\Delta f_{кл4} - 363.26\Delta f_{кл5} - \Delta W_5, \end{cases}$$

де $\mathbf{x} = [\Delta h_1, \Delta h_2, \Delta h_3, \Delta h_4, \Delta h_5]^T$ – вектор координат стану системи;
 $\mathbf{u} = [\Delta f_{кл1}, \Delta f_{кл2}, \Delta f_{кл3}, \Delta f_{кл4}, \Delta f_{кл5}]^T$ – вектор управління;
 $\mathbf{z} = [\Delta S_0, \Delta W_1, \Delta W_2, \Delta W_3, \Delta W_4, \Delta W_5]^T$ – вектор збурень;

%-----Переводимо об'єкт у прості змінних стану:

$$A = \begin{bmatrix} -3.591 & 3.591 & 0 & 0 & 0 \\ 2.825 & -5.46 & 2.63 & 0 & 0 \\ 0 & 4.389 & -125 & 8.111 & 0 \\ 0 & 0 & 14.6 & 21.5 & 7.15 \\ 0 & 0 & 0 & 11.9 & -14.3 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} -183.5 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 144.3 & -134.5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 224.3 & -206.7 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 372.0 & -365.3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 608.9 & -605.4 \end{bmatrix}$$

					Кваліфікаційна робота			
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Загребельний В.Г.			Розробка системи автоматизації котельного агрегату на вугільному паливі	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Мацебула Д.В.					97	7
Секретар Е.К.		Проскурка Є.С.				НУХТ АК-4-Зск		
Зав кафедр		Ельперін І.В.						

%-----Формуємо матрицю керованості:

```
disp('Матриця керованості:')
```

```
Nk=ctrb(A,B)
```

```
N=rank(Nk)
```

%-----Формуємо матрицю оптимального регулятора Кп

```
Kp=[0.5 0 0 0 0
```

```
0 0.45 0 0 0
```

```
0 0 0.3 0 0
```

```
0 0 0 0.1 0
```

```
0 0 0 0 0.2]
```

```
Obj=ss(A,B,eye(5),zeros(5,5))
```

```
Sys_Preg=feedback(Obj,Kp,+1)
```

```
x0=[1 3 5 7 9]
```

```
initial(Sys_Preg,x0)
```

%-----Вводимо вагові матриці

```
disp('Матриця підсилення регулятора:')
```

```
Q=eye(5)*10
```

```
R=eye(5)
```

```
[K,S,e]=lqr(A,B,Q,R)
```

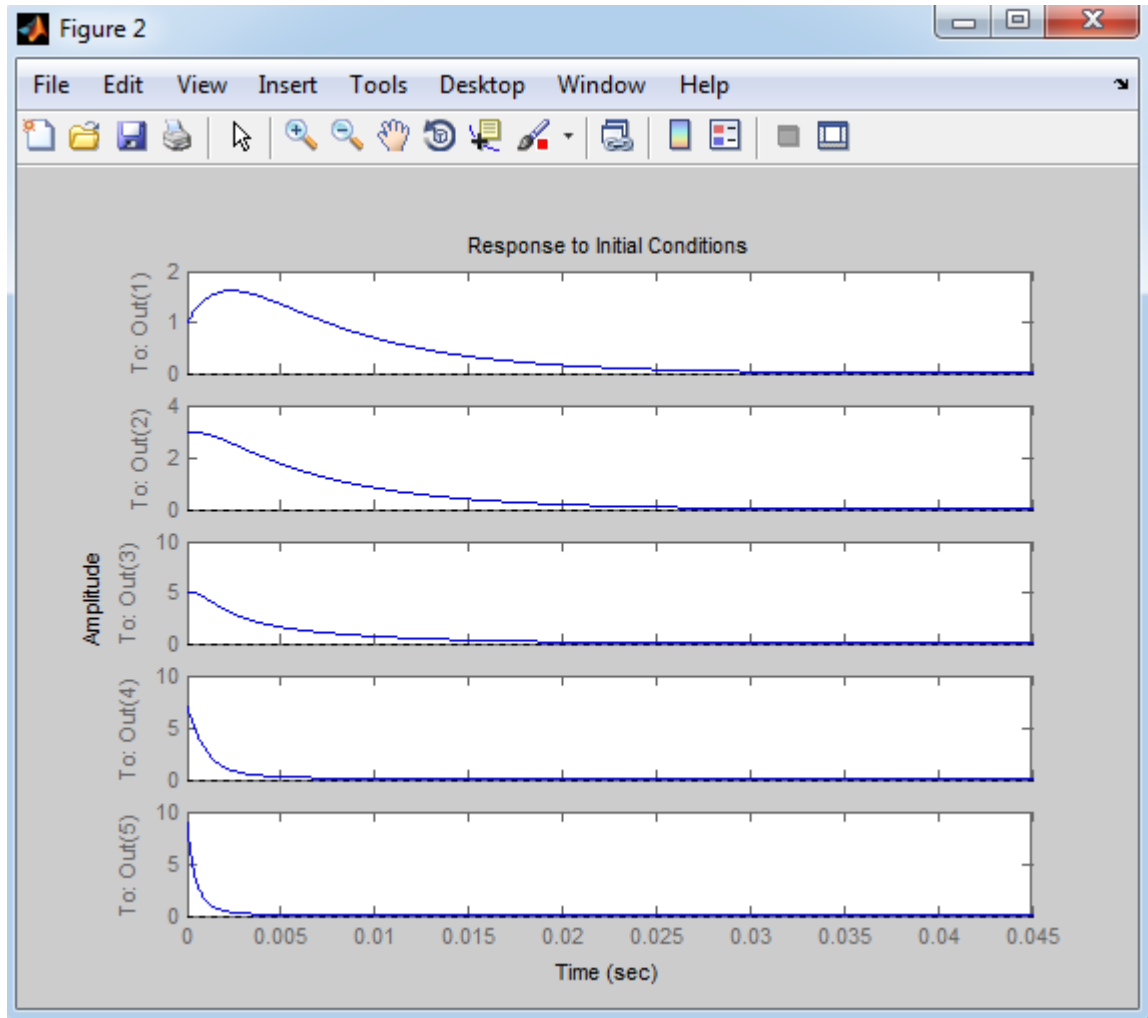
```
Sys_opt=feedback(Obj,K,-1)
```

```
figure(2);
```

```
initial(Sys_opt,x0)
```

В результаті виконання цих процедур були сформовані 5 перехідних процесів відносно 5 початкових відхилень системи із від'ємним зворотнім зв'язком.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		98



Наступним кроком буде порівнянн перехідних процесів. Використовуємо функцію trapz, який дає змогу визначити інтегральний квадратичний критерій.

```
disp('Порівняння перехідних процесів')
```

```
[y1,t1,x1]=initial(Sys_Preg,x0)
```

```
[y2,t2,x2]=initial(Sys_opt,x0)
```

```
I_Preg1=trapz(t1,y1(:,1).^2)
```

```
I_Opt1=trapz(t2,y2(:,1).^2)
```

```
I_Preg2=trapz(t1,y1(:,2).^2)
```

```
I_Opt2=trapz(t2,y2(:,2).^2)
```

```
I_Preg3=trapz(t1,y1(:,3).^2)
```

```
I_Opt3=trapz(t2,y2(:,3).^2)
```

```
I_Preg4=trapz(t1,y1(:,4).^2)
```

```
I_Opt4=trapz(t2,y2(:,4).^2)
```

```
I_Preg5=trapz(t1,y1(:,5).^2)
```

```
I_Opt5=trapz(t2,y2(:,5).^2)
```

```
subplot(511)
```

```
plot(t1,y1(:,1),'r',t2,y2(:,1),'b')
```

```
figure(3)
```

```
plot(t1,y1(:,2),'r',t2,y2(:,2),'b')
```

```
figure(4)
```

```
plot(t1,y1(:,3),'r',t2,y2(:,3),'b')
```

```
figure(5)
```

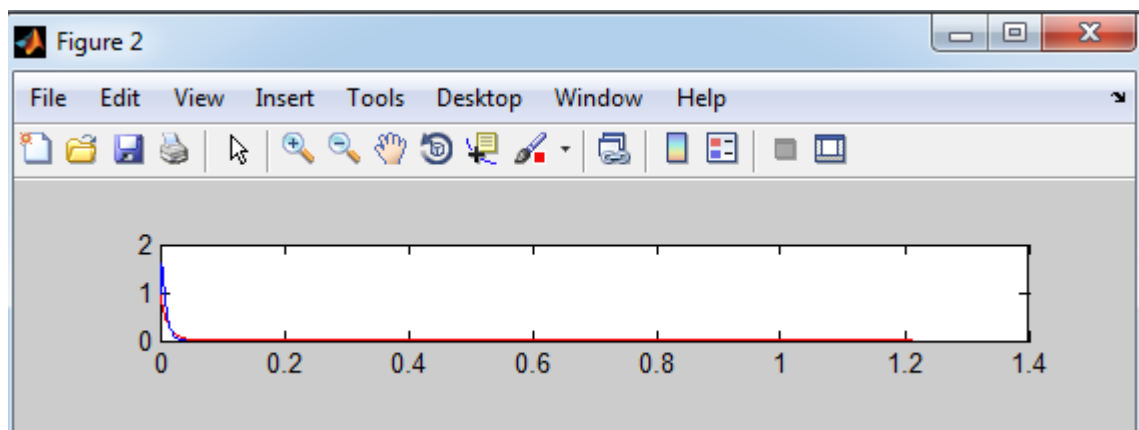
```
plot(t1,y1(:,4),'r',t2,y2(:,4),'b')
```

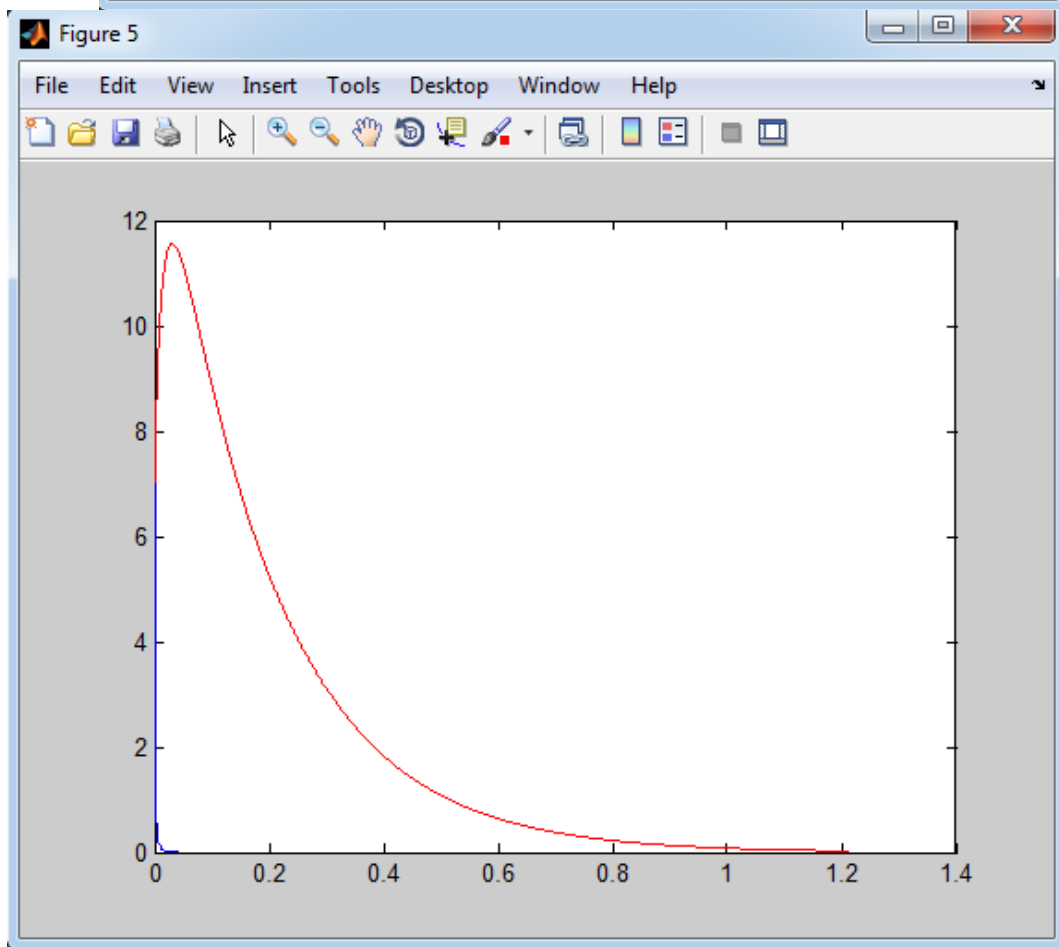
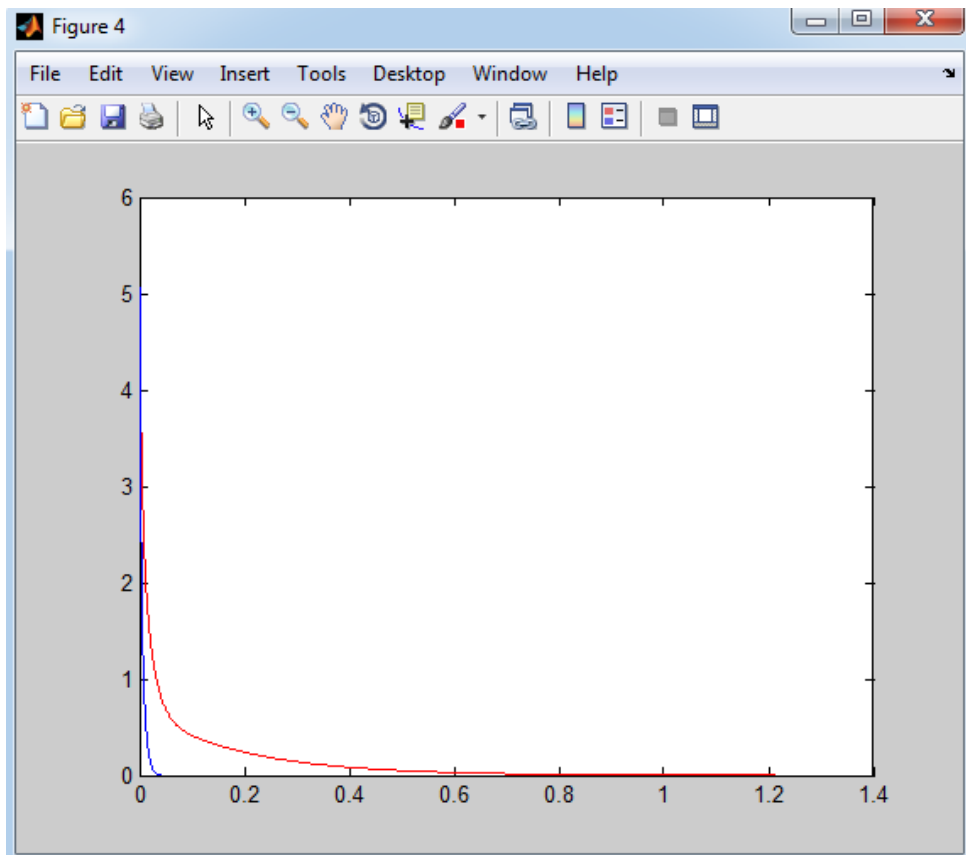
```
figure(6)
```

```
plot(t1,y1(:,5),'r',t2,y2(:,5),'b')
```

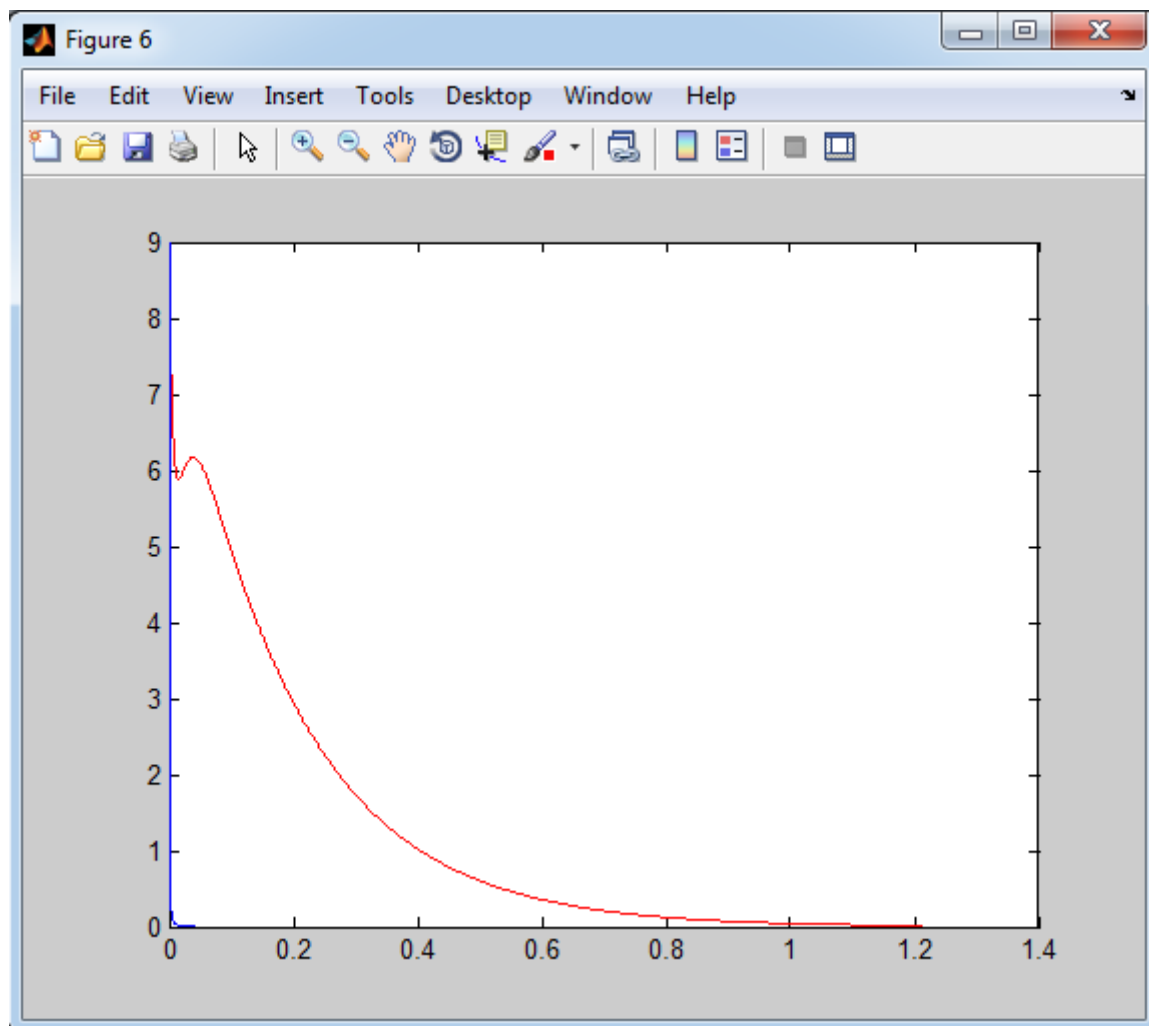
```
figure(7)
```

Перехідні процеси мають наступний вигляд:





Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Результати виконання м-файлу:

I_Preg1 =

0.0062

I_Opt1 =

0.0179

I_Preg2 =

0.1011

I_Opt2 =

0.0420

I_Preg3 =

0.2044

I_Opt3 =

0.0648

I_Preg4 =

18.5351

I_Opt4 =

0.0287

I_Preg5 =

5.8856

I_Opt5 =

0.0206

Висновок: було досліджено об'єкт в просторі змінних стану та побудовано оптимальний регулятор за алгоритмом аналітичного конструювання.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		103

Висновки

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

- регулювання температури пари на виході з котла;
- контроль та регулювання рівня в барабані;
- регулювання витрати повітря в топку;

Важливим рішенням в даному дипломному проекті було використання механізмів електричних обертових, при регулювання надходження сировини в дозатор. Їх перевагою є менша вартість в порівнянні із пневматичними клапанами, та менші затрати енергії при регулювання, оскільки електричне регулювання процесом є менш затратним ніж пневматичне.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ доцм.	Підпис	Дата		104

Бібліографічний список

1. «Технологические измерения и приборы в пищевой промышленности».- 2-е издание – М.:Агропроиздат, 1985. – 344 с.
2. Широкова Л.А «Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в пищевой промышленности» / Л.А. Широкова – М.:Агропромиздат, 1986. – 542с.
3. Ключев А.С Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справочное пособие» /А.С Ключев, - М.:Энергоатомиздат, 1990. - 464 с.
4. Жидецкий В.Ц. «Основы охорони праці»/ В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигерей, О.В. Мельников - Львів: Авіша, 1999. – 348с.
5. Основы охорони праці: Метод. рекомендації до вивч. дисципліни, викон. контрол. роботи та розділу диплом. проекту для студентів освітньо-кваліфік. рівня «бакалавр» усіх напрямів підготовки енергетик. ф-ту та ф-ту автоматиз. і комп'ютер. систем ден. та заоч. форм навч. / Уклад.: А.М. Литвиненко, В.М. Фалес, О.В. Хіврич., А.О. Сірик – К.:НУХТ, 2013-39с.
6. Ельперін І.В. 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.
7. Vijeo Look. Версия 2.6. Руководство пользователя (пер. с англ.).
Copyright © 2006 Schneider Automation.
8. Программное обеспечение систем автоматизации производства на базе Windows..Citect. Версия б. Руководство пользователя (пер. с англ.). Сі Technologies Pty. Limited. Australia, 2005.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		105