

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»

«До захисту допущено»

Декан факультету

Завідувач кафедри

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

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

« ____ » червня 2020 р.

« ____ » червня 2020 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 парового котла на газовому паливі

Виконав: здобувач 4 курсу, групи АК-4-1 Носаль Владислав Валентинович
(прізвище та ініціали)

Керівник Кишенько Василь Дмитрович
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Рецензент Самсонов Валерій Васильович
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

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

« 27 » квітня 2020 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Носаль Владислав Валентинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі

керівник роботи Кишенько Василь Дмитрович, професор, кандидат технічних наук
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 27 » 04.2020 р. № 269-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 1 » червня 2020 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 27.04.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Носаль В. В.

_____ (підпис)

Керівник роботи Кишенько В. Д.

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота розроблена на тему: «Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі» з використанням мікропроцесорного контролера M241 від фірми Schneider Electric.

Кваліфікаційна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу.

Перелік графічного матеріалу:

1. Схема автоматизації;
2. Схема підключення датчиків, ВМ до контролера;
3. Креслення встановлення датчика;

Особлива увага приділяється розробці системи автоматизації, вибору технічних засобів автоматизації. Розроблені схеми підключення датчиків і виконавчих органів. Розроблено алгоритм, програму та імітацію об'єкта для проекту на базі середовища програмування SoMachine від компанії Schneider Electric. Для управління технологічними процесами була розроблена SCADA/HMI в середовищі ZENON від COPA-DATA для оператора ПЕОМ.

Також для системи була розроблена структурна схема САР та визначені оптимальні налаштування ПІД-регулятора.

Ключові слова: ZENON, M241, Aplisens APR-2200/ALW.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

Qualification work is developed on a theme: "Development of system of automation of a steam boiler on gas fuel" with use of the M241 microprocessor controller from Schneider Electric firm.

Qualification work consists of a calculation and explanatory note and graphic material.

List of graphic material:

1. Automation scheme;
2. The scheme of connection of sensors, VM to the controller;
3. Drawing of installation of the sensor;

Particular attention is paid to the development of automation systems, the choice of technical means of automation. Schemes of connection of sensors and executive bodies are developed. An algorithm, program and object simulation for a project based on the SoMachine programming environment from Schneider Electric have been developed. SCADA / HMI in the ZENON environment from COPA-DATA for the PC operator was developed for process control.

Also, a structural diagram of the SAR was developed for the system and the optimal settings of the PID controller were determined.

Keywords: ZENON, M241, Aplisens APR-2200/ALW.

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

Зміст

Вступ	6
Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації	8
1.1. Аналіз технологічної ділянки як об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	10
Розділ 2. Опис системи автоматизації	12
2.1. Схема автоматизації	12
2.2. Специфікація засобів автоматизації	13
2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів.....	16
Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК	28
3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера.....	28
3.2. Загальна схема підключення.....	34
3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	41
Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів	44
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	50
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	56
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	56
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	58
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання ...	62
Висновки	66
Список використаної літератури	67

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

Вступ

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 дугтьового повітря.

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

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

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

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]

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

Розділ 1. Характеристика об'єкта автоматизації

1.1. Аналіз технологічної дільниці як об'єкта автоматизації

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 обігрівуються теплом від спалювання;
- 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;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Носаль В.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					<i>8</i>
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

- 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;
- 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]

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1.

№	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	Топка	Температура	725 ⁰ С ± 25 ⁰ С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
2	Трубопровід відводу пари	Температура	305 ⁰ С ± 5 ⁰ С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
3	Трубопровід відводу димових газів	Температура	120 ⁰ С ± 20 ⁰ С	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
4	Трубопровід подачі газу	Тиск	4 КПа ± 0.2КПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
5	Топка	Тиск	-19КПа ± 0.5КПа	Контроль	Відображення Реєстрація	АРМ оператора	
6	Трубопровід відводу пари	Тиск	3.7 КПа ± 0.7КПа	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан подачі газу у топку	Ручне управління зі АРМ оператора
7	Котел	Рівень	3мм ± 0.05мм	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	

8	Трубопровід подачі газу	Витрата	890 м ³ /год ± 10 м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на клапан відводу пари із котла	Ручне управління зі АРМ оператора
9	Трубопровід відводу пари	Витрата	17 т/год ± 0.1 т/год	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
10	Трубопровід подачі живильної води	Витрата	17 м ³ /год ± 1 м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на насос подачі живильної води	Ручне управління зі АРМ оператора
11	Трубопровід відводу димових газів	Концентрація СО ₂	3% ± 0.5%	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
12	Топка	Полум'я	Так\Ні	Контроль	Відображення, реєстрація	АРМ оператора	
				Регулювання	Стабілізація	Вплив на трансформатор розпалювання полум'я	Ручне управління зі АРМ оператора

Розділ 2. Опис системи автоматизації

2.1. Схема автоматизації

Функціональна схема автоматизації (ФСА) призначена для визначення основних контурів контролю і регулювання основних технологічних параметрів. Схема автоматизації парового котла складається з контурів вимірювання, сигналізації та регулювання, температури, тиску, рівня, витрати та вмісту CO₂.

Контур вимірювання температури:

Вимірювання температури відбувається у топці, трубопроводі відводу пари, відводу димових газів. Вимірюємо за допомогою перетворювача температури ТСП-002 (1б,2б,3б), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, та служить додатковою інформацією для працювання системи автоматизації.

Контур вимірювання та регулювання тиску:

Вимірювання і регулювання тиску відбувається у трубопроводі подачу газу у топку, відводу пари та топці. Вимірюємо за допомогою датчиків тиску Danffos MBS1900 (4а,5а,6а), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, де 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 – пневматичний перетворювач Samson 3740 (6б), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапани Samson 3310 (6в), що регулює тиску у трубопроводі відводу пари.

Контур вимірювання рівня:

Вимірювання рівня відбувається у барабані парового котла. Вимірюємо за допомогою перетворювача тиску APR-2200ALW (7а), сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, та служить додатковою інформацією для працювання системи автоматизації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Носаль В.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					12
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

Контур регулювання та вимірювання витрати:

Регулювання та вимірювання витрати відбувається у трубопроводі подачі газу, відводу пари та подачі живильної води. Вимірюємо за допомогою витратомірів газу FLUXUS G800 (8б,9б) та рідин PEM-1000(10б), сигнал передається із датчиків на модуль аналогових входів МПК, і якщо є розузгодження із заданим значенням, то на виході з МПК подається управляючий сигнал 4-20 мА, який надходить на електро – пневматичний перетворювач Samson 3740 (8в), сигнал 4-20 мА перетворюється в пропорційний уніфікований пневматичний сигнал 20-100 КПа, який в свою чергу надходить на пневмоклапан Samson 3310 (8г) , що регулює подачу газу у топку. Та на частотний перетворювач АС70-Т3-011G/015Р (10в), що керує двигуном насосу М1, для подачі живильної води у котел.

Контур вимірювання вмісту CO₂:

Вимірювання вмісту CO₂ відбувається трубопроводі відводу димових газів із котла. Вимірюємо за допомогою датчику ІОМ-02, сигнал передається із датчика на модуль аналогових входів МПК, сигнал опрацьовується в програмі, та служить додатковою інформацією для працювання системи автоматизації парового котла.

Двигуни М2, М3 управляються через частотні перетворювачі АС70-Т3-011G/015Р (13а,14а).

Двигун М1 управляється через магнітний пускач (КМ1).

2.2. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1.

№ п. п.	№ Поз-иції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
1	1б,2б, 3б	Вторинний перетворювач температури Вихідний сигнал: 4...20 мА Діапазон вимірювання -50...600 °С, Клас точності-0,25.	ТСП-002	С	3	ОАО «Тера», Україна, м. Чернігів

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота				

№ п. п.	№ Позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кількість, шт.	Примітка
2	1а,2а, 3а	ПВП вимірювання температури. Термометр опору. Тип: МКн (Спеціалізація - низькі температури, вакуум, інертні і відновні атмосфери, окислювальні - частково) Позначення: Т (Cu-CuNi) Робочий діапазон: -200 ... 260 С(Pt100)	Pt100		3	ОАО «Тера», Україна, м. Чернігів
3	4а,5а, 6а	Перетворювач тиску: Середовища, в яких можливе вимірювання і коректування надлишкового тиску: рідини, газ, пар, нафтопродукти. Діапазон вимірювання: 0-1МПа 0,125%. Запатентована конструкція корпусу пристрою Corplanar. Основна похибка +/- 0,065% - 0,04%.	Danfoss MBS1900	Па	3	Danfoss, Данія
4	6б,8в	Елект.-пневмат. перетворювач. Вх.сиг. 4-20 мА Вих. сиг. 20-100 кПа. Номинальний тиск повітря живлення: 140 КПа	Samson 3740		2	Samson, Німеччина
5	6в,8г	Пневматичний клапан. Вх. Сиг: 20-100 кПа. Вих. сиг: 0-100% ХРО Діаметр умовного проходу: 160 мм. Тиск умовний: 2 ... 5 Мпа	Samson 3310		2	Samson, Німеччина
6	7а	Інтелектуальний перетворювач різниці тисків APR-2200 з дистанційними роздільниками. Багатоаспектного використання, в тому числі вимірювання гідростатичним методом: рівня в закритих резервуарах (під тиском), щільності і межі фаз [Можливість конфігурації початку і кінця діапазону вимірювань (Також шляхом заданого тиску) [Вихідний сигнал 4 ... 20 мА, 0 ... 20 мА, 0 ... 5 мА + протокол HART [Основна приведена похибка ± 0,1%, цифрова компенсація додаткових похибок [Вибухобезпечне виконання Ga / GbExia ПСТ4 / Т5 / X, Ga / GbExia / dПСТ6 / Т5 X [Комплект приймача тиску конструктивно зібраний методом зварювання, що гарантує довготривалу герметичність блоку в цілому	APR-2200AL W	Мм, Па	1	Aplisens, Польща

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

7	86,96	Дана серія витратомірів може бути використана для широкого спектру цілей. На виході виводиться цифровий та аналоговий сигнали вимірювання, похибка менше 0,5% і відтворюваність 0,1% від показань. Для вимірювання будь-яких типів рідин з провідністю вище 5 мкСм / см, нечутливий до зміни температури, тиску, щільності і в'язкості рідини. Діапазон вимірювання: 0,013 ... 36000 м ³ / год; Вихідний сигнал: 4 ... 20 мА, HART;	FLUXUS G800	м ³ /год	2	FLEXIM, Німеччина
8	106	Електромагнітний витратомір PEM-1000 призначений для вимірювання об'ємної витрати електропровідних рідин. Регулятор потоку може вимірювати витрату і об'єм рідини, що пройшла через нього, як в прямому, так і в зворотному напрямку. Для отримання достовірних результатів вимірювань потрібно, щоб вимірювана середу повністю заповнювала трубу. Регулятор потоку може застосовуватися для вимірювання витрати в'язких рідин, емульсій, різних хімічних розчинів, в тому числі агресивних і т.п. Область застосування: - підприємства водопостачання (вимірювання питної води і стічних вод); - хімічний, текстильна, гірська промисловості; - харчова промисловість; - енергетика та теплопостачання.	PEM-1000	м ³ /год	1	Aplisens, Польща
9	10в, 13а, 14а	Перетворювач частоти Аналоговий вхід (0-10В, 0-20мА, 4-20мА); Напруга живлення: 180...264 V AC; Діапазон вихідної частоти: 0...240 Гц; Робоча температура: 0..55 ° C;	AC70-T3-011G/015P		3	VEICHI, Китай
10	116	Вимірювач призначений для вимірювання об'ємної частини кисню у вихідних газах на установках, що спалюють органічне паливо. Може застосовуватися в системах управління горінням з корекцією по кисню. Діапазон вимірювання об'ємної частини кисню 0,0 - 21,0% Абсолютна похибка вимірювання об'ємної частини кисню, не більше *% ± 0,4 (За умови початкової (при введенні в експлуатацію) і періодичного калібрування лямбда-зонда) Швидкодія, не більше 5 сек Робоча температура -20 .. + 60С	ЮМ-02		1	ООО "ЭЛАС", Україна

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

11	126	<p>Датчик призначений для контролю за наявністю полум'я н пальниках працюють як на газових, гак і на рідинних пальниках. Конструктивно датчик виконаний у вигляді циліндра з фланцем. З одного боку датчика знаходиться чутливий елемент, з іншого боку - фланець і роз'єм для підключення. Умови експлуатації датчика наступні:</p> <ul style="list-style-type: none"> - напруга живлення від 10 до 24 воли постійного струму - струм вихідного ключа не більше 75мА - температура навколишнього середовища від +5 до +50 градусів "З - відносна вологість від 30 до 80% - вібрації з частотою до 25 Гц і амплітудою до 0,1 мм - зовнішнє постійне або змінне поле з напруженістю до 400А / м - закрите приміщення без різких коливань температури і без наявності 	ФДА		1	УкраГаз Автомат ика, Україна
12	КМ1	<p>Магнітний пускач ИЭК КМИ-11810. Номінальний струм, А: 18 Номінальна напруга, В: 380 Потужність підключається навантаження, кВт: 4 / 7,5 / 10 Номінальна напруга котушок, В: 380 Ступінь захисту: IP 20</p>	ИЭК КМИ- 11810		1	Україна

2.3. Обґрунтування вибору технічних засобів

Температура:

У якості приладів, що вимірюють температуру у системі автоматизації були обрані термоперетворювачі опору ТСП-002.



Термоперетворювачі (датчики температури) групи 0 призначені для вимірювання температури навколишнього середовища, рідких, газоподібних і

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сипучих хімічно неагресивних середовищ, а також поверхні твердих тіл в різних галузях промисловості.

Термоперетворювачі (датчики температури) РегМік по типу вимірювального (чутливого) елемента діляться на:

- термоперетворювачі опору (термометри) - ТСМ, ТСП;
- термоперетворювачі термоелектричні (термопари) - ТХА, ТХК, ТЖК;
- напівпровідникові перетворювачі - ТП.

Основні технічні характеристики датчиків температури:

- схема з'єднання ЧЕ - двох-, трьох-, чотирипровідна;
- за типом ЧЕ діляться на:
 - термоперетворювачі опору (ТС) (50М, 100М, 50П, 100П, Pt100, Pt500, Pt1000, Pt2000, Pt10000);
 - термоелектричні перетворювачі (ТП) (термопари ТХА (К), ТХК (L));
 - напівпровідникові (DS18B20);
- матеріал захисної арматури - нержавіюча сталь 12Х18Н10Т;
- ступінь захисту від впливу пилу і води - IP54;
- конструкція термопреобразователей (датчики температури) - нерозбірна;
- опір ізоляції - не менше 100 МОм;

Тиск:

У якості приладів, що вимірюють тиск у системі автоматизації були обрані перетворювачі опору Danffos MBS1900.



Сенсори (датчики) тиску серії MBS 1900 компактної конструкції корпусу призначені для загального промислового застосування і вимірювання і перетворення в аналоговий сигнал (4-20 міліампер, уніфікований) тиску газу або

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рідини. Сенсори (датчики) тиску Данфосс MBS 1900 не містять вбудованого амортизатора пульсацій (демпфера). Залежно від обраної специфікації перетворювача доступні наступні діапазони вимірювання: 0-1, 0-4, 0-6, 0-10, 0-16 і 0-25.

Також в залежності від заданої специфікації сенсори (датчики) тиску Danfoss MBS 1900 можуть вимірювати як абсолютне, так і відносне тиск. Робоча температура середовища, в якій контролюється датчиком параметр тиску, повинна знаходитися в межах від 0 до 80 ° С. Межа похибки не перевищує 1% (діапазон вимірювання). Штуцер для приєднання - різьблення 1/2 або 1/4 G. Матеріали, котрі вступають в контакт із зовнішнім і внутрішнім середовищем - н / ж сталь AISI 316L. Клас захисту IP 65 для електричного штекерного з'єднання відповідно до DIN 43650. Для модульного електричного з'єднання (Econoseal) клас захисту - IP 67. Гранично допустимий тиск перевантаження в три рази перевищує верхню межу вимірювання датчика. Датчик MBS 1900 застосовують для вимірювання технологічного тиску масла.

Сенсори (датчики) тиску загального застосування Danfoss MBS 1900 межах, обмежених умовами експлуатації, можуть застосовуватися для вимірювання тиску пари, газу, рідини (відносного і абсолютного) в різноманітних виробничих процесах, що мають місце в різних галузях промисловості, в побутових і комунальних, насосних і компресорних системах.

Рівень:

У якості приладів, що вимірюють рівень у системі автоматизації був обраний дифманометр APR-2200ALW.



Перетворювач APR-2200 призначений для вимірювання різниці тисків газу, пара і рідини там, де необхідне застосування мембранних сепараторів, а

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

точки відбору імпульсів тиску можуть бути віддалені один від одного на кілька метрів. Типовим застосуванням є: гідростатичні вимірювання рівня в закритих резервуарах, щільності і межі фаз, а також вимір перепаду тиску на фільтрах, різниці тисків між середовищами на пастеризаторах і т.п. Пропоновані типи роздільників дають можливість провести вимірювання більшості властивостей середовищ вимірювання. Вимірювальним елементом є п'єзорезистивного кремнієва монолітна структура, відокремлена від середовищ вимірювання розділовими і компенсаційної мембранами, а також самою системою дистанційного поділу. Спеціальна конструкція вимірювального модуля забезпечує стійкість до ударних впливів вимірюваним тиском і перевантаження до 4 МПа. Електронний системний блок розташований в циліндричному корпусі перетворювача зі ступенем захисту IP65 або IP66.

Конфігурація:

За бажанням споживач має можливість зміни і конфігурації наступних параметрів:

- одиниці виміру тиску;
- початок і кінець встановлюється діапазону вимірювань;
- постійної часу;
- вид характеристики: лінійна, коренева, зворотна лінійна (вихідний сигнал $20 \div 4 \text{ mA}$).

Комунікація:

Конфігурація і калібрування перетворювача проводиться за допомогою комунікаційного пристрою КАР, деяких комунікаційних пристроїв (HART), блоком управління (тільки конфігурація), вбудованого в корпус перетворювача типу -AL-, а також персонального комп'ютера (PC) з використанням перетворювача HART / USB і програмного забезпечення "RAPORT-2" виробництва "Аплісенс». Обмін даними з перетворювачем APR-2200 додатково дає можливість: ідентифікації перетворювача, контролю вимірюваної величини різниці тисків, вихідного струму і% ширини діапазону в даний момент часу.

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

Витрата:

У якості приладів, що вимірюють витрату газу у системі автоматизації був обраний витратомір FLUXUS G800.



Регулятор потоку газу FLUXUS G800 спеціально призначений для постійного встановлення у вибухонебезпечних зонах (зона 1 АTEX). Оснащений вибухозахищеною оболонкою і параметризується за допомогою магнітного олівця не відкриваючи корпус. Калібрувальні дані при підключенні датчиків автоматично передаються на перетворювач і забезпечують точне і стабільне визначення.

Принцип дії:

Для вимірювання потоку середовища застосовуються ультразвукові сигнали з використанням так званого методу часу проходження. Ультразвукові сигнали посилаються першим датчиком, встановленим на трубі, і приймаються другим датчиком.

Сигнали поперемінно посилаються по і проти напрямку потоку. Оскільки середовище, через яку поширюється сигнал, знаходиться в русі, то час проходження звукового сигналу в напрямку потоку коротше, ніж час проходження сигналу проти потоку.

Регулятор потоку вимірює різницю в часі проходження Δt і на підставі цієї величини розраховує середню швидкість потоку уздовж шляху поширення сигналу. З поправкою на профільний перетин потоку, прилад розраховує швидкість потоку через поперечний переріз, яка пропорційна об'ємній витраті.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

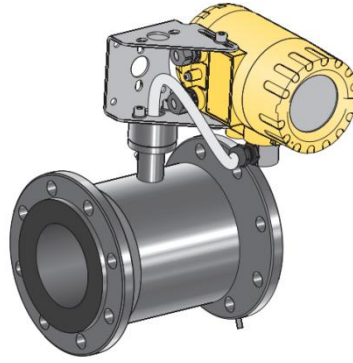
Весь процес вимірювання управляється інтегрованими мікропроцесорами. Регулятор потоку перевіряє спеціальним електронним блоком надходять ультразвукові сигнали на придатність для поведінки вимірювань і оцінює достовірність результатів значень. Шкідливі сигнали пригнічуються.

Технічні характеристики:

- Маса G800: 2,8 кг;
- Матеріал корпусу G800: спеціальне покриття для морських умов;
- Електроживлення 100 ... 240 В 50/60 Гц, 12 ... 36 В пост. Струму;
- Робоча температура: блок електроніки -40 ° С ... + 60 ° С;
- накладні датчики -55 ° С ... + 150 ° С (в залежності від типу);
- Вимірювальні канали 1 канал або 2 канали;
- Вимірювальні функції лічильник обсягу / маси, витрата обсягу / маси, швидкість потоку;
- Ступінь пило волого захисту електронного блоку G800: IP66;
- Ступінь пило волого захисту накладних датчиків IP67 (опція IP68);
- Варіанти комплектації і наявність аналогових виходів базові виходи: 1 × струмовий, 2 × реле,
- опції: виходи: 0/4 ... 20 мА, реле;
- Інтерфейс зв'язку Modbus RTU (по інтерфейсу RS485) (опція), HART (опція);
- Маркування вибухозахисту 2ExdeICIT6 ... T3, вибухонебезпечна зона 1 або 2;
- Матеріал корпусу G800: спеціальне покриття для морських умов;
- Діаметр труби від 7 мм до 1600 мм;
- Міжповірочний інтервал 4 роки.

У якості приладів, що вимірюють витрату рідини у системі автоматизації був обраний витратомір PEM-1000.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21



Електромагнітний витратомір PEM-1000 призначений для вимірювання об'ємної витрати електропровідних рідин. Регулятор потоку може вимірювати витрату і об'єм рідини, що пройшла через нього, як в прямому, так і в зворотному напрямку. Для отримання достовірних результатів вимірювань потрібно, щоб вимірювана середу повністю заповнювала трубу.

Регулятор потоку не містить виступаючих внутрішніх елементів, завдяки цьому гідравлічні втрати на приладі мінімальні. Регулятор потоку може застосовуватися для вимірювання витрати в'язких рідин, емульсій, різних хімічних розчинів, в тому числі агресивних і т.п.

Галузь застосування:

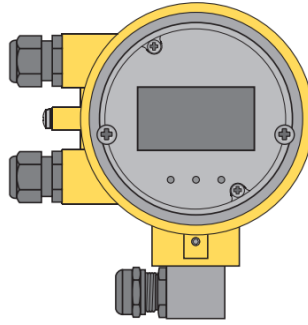
- підприємства водопостачання (вимірювання питної води і стічних вод);
- хімічна, текстильна, гірська промисловості;
- харчова промисловість;
- енергетика та тепlopостачання.

Принцип дії:

Принцип роботи заснований на законі електромагнітної індукції. При русі електропровідної рідини в магнітному полі, створюваному перетворювачем витрати, в ній наводиться ЕРС індукції з амплітудою, прямо пропорційною швидкості руху рідини. ЕРС знімається з електродів перетворювача витрати і передається в індикатор, де відбувається його перетворення в значення обсягу і об'ємної витрати, і формування вихідних сигналів: імпульсний від 0,1 до 10 кГц, струмовий від 4 до 20 мА. Так само передбачені протоколи передачі даних ModbusRTU / RS 485 і HART.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Налаштування:



Налаштування витратоміра здійснюється за допомогою трьох кнопок і дисплея, що знаходяться під гвинтовою кришкою зі склом, або по зв'язку RS485 і протоколу Modbus RTU.

Приклади параметрів функцій:

- виявлення порожньої труби;
- роздільний або сумарний розрахунок загальної витрати в обох напрямках (лічильник);
- виявлення низької витрати;
- дозування;
- сигналізація;
- архівування результатів вимірювань і подій.

Технічні характеристики:

- Номінальний діаметр, мм: від 10 до 500;
- Діапазон швидкості потоку, м/с: від 0,3 до 6;
- Діапазон вимірювань об'ємної витрати, м³/год: від 0,085 до 4241,147;
- Межі відносної похибки вимірювань об'єму (об'ємної витрати),%: $\pm 0,5$;
- Максимальний тиск вимірюваної рідини, МПа, не більше: 1,6 (2,5 і 4,0 - на замовлення);
- Діапазон температур вимірюваної рідини в залежності від матеріалу ізоляції, ° С: гума: від -5 до +90; фторопласт: від -25 до +130;
- Напруга електроживлення, В: змінне (від 90 до 260) В, 50 Гц; постійне (від 10 до 36) В;
- Потужність споживання: змінна напруга 15 В · А; постійна напруга 15 Вт
- на замовлення.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умови експлуатації:

- температура навколишнього середовища, ° С: від -20 до +60
- відносна вологість, %: до 80

Габаритні розміри, мм, не більше:

- перетворювач витрати: 600 × 750 × 755
- індикатор: 213 × 163 × 218

Маса, кг, не більше:

- перетворювач витрати: 160;
- індикатор: 3

Датчик полум'я:

У якості приладу для контролю полум'я був обраний фотодатчик ФДА.



Фотодатчик активний (ФДА) виготовлений відповідно до ТУ У 30850584.001-01 і призначений для контролю за наявністю полум'я в котлах працюють як на газових, так і на рідинних пальниках спільно з автоматикою БАУ-ТП-1 "Альфа-М, БАУ-ТП-2 або з іншими автоматики.

Технічні характеристики:

- Напруга живлення - в межах від 10 до 24 Вольт постійного струму
- Частота мерехтіння контрольованого полум'я ~ від 2 до 40 Герц
- Кількість дискретних виходів - один
- Струм вихідного ключа не більше 75 мА
- Потужність не більше 0,2 Вт
- Маса не більше 0,15 кг

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

Конструктивно ФДА виконаний у вигляді циліндра з фланцем. З одного боку Укравтодору перебуває світлочутливий елемент, з іншого - фланець і роз'єм для підключення.

Світлочутливі елементи служить фоторезистор. Схема частотного фільтра, підсилювача, компаратора і джерела живлення виконана на мікроелементах. В якості вихідного ключа застосовується n-p-n транзистор. Вихідний ключ виконаний за схемою "відкритий колектор".

Контроль концентрації кисню:

У якості приладу для контролю концентрації кисню був обраний датчик ІОМ-02



Вимірювач призначений для вимірювання об'ємної частини кисню у вихідних газах на установках, що спалюють органічне паливо. Може застосовуватися в системах управління горінням з корекцією по кисню. У комплект постачання виробу входить лямбда-зонд Bosch LSU 4.9, блок живлення.

Технічні характеристики:

- Діапазон вимірювання об'ємної частини кисню 0,0 - 21,0%;
- Абсолютна похибка вимірювання об'ємної частини кисню, не більше *% $\pm 0,4$ (За умови початкової (при введенні в експлуатацію) і періодичного калібрування лямбда-зонда);
- Швидкодія, не більше 5 сек;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Напруги харчування 12 - 15В;
- Струм, не більше А (максимум до 3А);
- Максимально комутований напруга / струм сухими контактами реле (Вимірювання, Несправність) (нормально розімкнуті) 0,3А, = 30 ілі0,6А ~ 250В;
- Робоча температура -20 .. + 60С.

Частотний перетворювач:

В нашій системі автоматизації всі двигуни керуються за допомогою частотних перетворювачів АС70-Т3-011G.



Технічні характеристики:

- Вбудований порт RS-485 (MODBUS);
- Вбудований ПЛК;
- Відповідність директивам RoHS;
- Потужність: 11 кВт (15 кВт в скалярному режимі управління);
- Число фаз / напруга на вході: 3-ф / 380 (трифазний 380в) В;
- Число фаз / напруга на виході: 3-ф / 380 В;
- Вихідна частота 0,1 ~ 400 Гц;
- Дискретність заданої і вихідний частоти - 0.01 Гц;
- Струм номінальний вихідний 25 А;
- Струм номінальний (скалярний режим) 32 А;
- Струм в перебігу 1 хвилини 38.0 А;
- Струм максимальний протягом 2 з 50.0 А;
- Несуча частота ШІМ до 15кГц;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Два режими управління: векторне і вольт-частотна характеристика ($U = f(F)$);
- ЕМС фільтр: немає;
- Вбудований лічильник імпульсів з зовнішнього датчика;
- Клас захисту: IP-20;
- Сон / пробудження функція;
- Векторний режим керування без енкодера: є;
- Векторний режим керування з енкодером: немає;
- Лінійний закон управління U / f : є;
- Квадратичний закон управління U / f^2 : є;
- Программатор: немає;
- Максимальна кількість фіксованих швидкостей: 16;
- Робоча температура навколишнього середовища $-10 \dots + 50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Розміри: 195x291x167.5мм;
- Гарантія: 12 місяців.

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

Розділ 3. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК

3.1. Проектне компонування мікропроцесорного контролера

У якості контролера в нашій системі був обрани контролер M241 компанії Schneider Electric.

M241:



Контролер Modicon M241 володіє кращими в своєму класі комунікаційними можливостями завдяки п'яти вбудованим портів. Сучасні технічні характеристики і вбудований порт CANopen дозволяють скоротити вартість і час монтажу при побудові архітектур на польових шинах, що включають до 63 пристроїв. Сторінки візуалізації, створювані безпосередньо в ПО SoMachine і збережені в web-сервері ПЛК, забезпечують необмежений доступ до пристроїв через Ethernet завжди і всюди, за допомогою будь-якого мобільного пристрою.

Все необхідне вбудовано:

- Карта SD;
- Спеціальні входи / виходи HSC / PTO;
- Сервери Web і FTP;
- Високопродуктивний процесор і картриджі розширення - 5 портів: Ethernet, CANopen, 2 послідовних лінії, порт USB для програмування;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Носаль В.В.			Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кишенько В.Д.					28	67
Секр.	Е.К.	Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

- Швидка і проста конфігурації;
- Функції безпеки;
- Модулі Ethernet і Profibus;
- Інтуїтивне програмування за допомогою програмного забезпечення SoMachine, унікального ПО для контролерів MachineStruxure;
- Завантаження розробленої програми на всі пристрої за один клік;
- Скорочення часу на розробку досягається застосуванням готових бібліотек і шаблонів;
- Новий віконний інтерфейс дозволяє зробити програмування інтуїтивним як ніколи раніше;
- Загальне середовище для всіх завдань: стандартна і безпечна логіка, управління рухом і конфігурація пристроїв HMI;
- SoMachine - одна з найсучасніших і найпотужніших завданню-орієнтованих середовищ розробки на ринку.

ПЛК Modicon M241 - це невід'ємна складова комплексу рішень «Schneider Electric» по автоматизації MachineStruxure. Нове покоління MachineStruxure™ - це інтуїтивне рішення для промислової автоматизації з усіма функціями і характеристиками, які необхідні для створення високоефективних механізмів. MachineStruxure забезпечує численні переваги протягом усього життєвого циклу механізмів і машин, від розробки і проектування до введення в експлуатацію та обслуговування.

Переваги:

Modicon M241 - це ПЛК, який дозволяє досягти оптимальної продуктивності і збільшення економічного ефекту за допомогою: Гнучкого і масштабується управління, включаючи можливість переходу на більш продуктивні моделі ПЛК, вбудованих функцій, які дозволяють більш ефективно проектувати і програмувати, простий інтеграції і управління за допомогою підключення через Ethernet, бездротовий доступ або WEB-сервер, інтуїтивного програмування за допомогою ПО SoMachine Basic, готових до застосування прикладів і функціональних блоків.

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

Конфігурування МПК Modicon M241:

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

Таблиця 3.1. Конфігурування МПК

Вимоги	Кількість або наявність
Живлення ПЛК (24 VDC або 24 VAC)	24
Кількість аналогових входів 4-20 mA	12
Кількість аналогових виходів 4-20 mA	5
Кількість дискретних виходів 0-10 В	1

Вибір процесорного модуля:

Враховуючи кількість каналів вводів/виводів, кількість пам'яті під програму користувача і наявність комунікацій обираємо процесорний модуль TM241C24R.

Вибір модулів вводу/виводу:

8 ВА 4-20 mA – TM3AI8

4 АВ 4-20 mA – TM3AQ4

Таблиця 3.2. Вибір аксесуарів для модулів вводу/виводу.

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
<u>TM241C24R</u> Центральний базовий модуль	1	Modicon M241 : Номінальна напруга мережі: 100 ... 240 В пер. струм Кількість дискретних входів: 14 дискретний вхід включаючи 8 швидкодіючий вхід відповідно до МЕК 61131-2 тип 1 Кількість дискретних виходів: 6 реле 4 транзисторний включаючи 4 швидкодіючий вихід Напруга дискретного виходу: 24 В пост. Стр. для транзисторний вихід 5 ... 125 В пост. Стр. для релейний вихід 5 ... 250 В пер. стр. для релейний вихід Стр. дискретного виходу

Модулі вводу/виводу		Характеристики
Найменування	Кількість	
TM3AI8 Модуль аналогових виходів	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 12-бітні, ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка
TM3AQ4 Модуль аналогових виходів	3	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 20-контактна з'ємна колодка
TM3DQR8 Модуль дискретних виходів	1	Діапазон сигналу $\pm 10\text{В}, 0 \dots 10\text{В}, 0 \dots 5\text{В}$ Ізоляція між каналами, час опитування модуля - 5 мс Підключення 20-контактна з'ємна колодка

Аналогові входи:

В даному проекті використовуються датчики та перетворювачі з вихідним уніфікованим струмовим сигналом 4-20 мА. Зовнішній аналоговий сигнал 4-20 мА послідовно проходить клемну колодку та потрапляє на аналогово-цифровий перетворювач модуля TM3AI8.

За допомогою написаної програми виробляється сигнал управління в залежності від тих значень сигналу, що надійшли до модуля TM3AI8.



Технічні характеристики:

Модуль аналогового введення:

- Електричне з'єднання;

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

- Ізоляція між каналами без розв'язки;
- 8 аналогових входів;

Тип підключення:

- Струм 0 ... 20 mA
- Струм 4 ... 20 mA
- Напруга +/- 10 V
- Напруга +/- 5 V
- Напруга 0 ... 10 V
- Напруга 1 ... 5 V

Допустиме перевантаження на входах:

- +/- 30 mA 0 ... 20 mA
- +/- 30 V +/- 10 V
- +/- 30 V 0 ... 10 V

Аналогові виходи:

Сигнал з виходу модуля ТМ3АQ4 подається на клемну колодку.

Модуль ТМ3АQ4 перетворює сигнал з цифрової форми в аналогову у вигляді струму від 4 до 20 мА. Цей сигнал йде на електропневматичні перетворювачі, де перетворюється в пневматичний, та управляє пневматичними клапанами.



Технічні характеристики:

Похибка вимірювання:

- $\leq 0,25\%$ повної шкали 0 ... 60 ° C;
- 0,1% повної шкали 25 ° C;

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

Придушення несиметричної перешкоди між каналами:

- ≥ 80 дБ;

Тип помилки:

- Розімкнутий ланцюг 4 ... 20 mA;
- Коротке замикання 0 ... 20 mA;

Активний опір навантаження:

- ≤ 350 Ом 0 ... 20 mA
- ≤ 350 Ом 4 ... 20 mA

4 аналогових виходів:

- Струм 0 ... 20 mA;
- Струм 4 ... 20 mA.

Дискретні виходи:

Модуль TM3DQ8R перетворює сигнал з цифрової форми в дискретний. Цей сигнал йде на магнітні пускачі, які запускають двигуни у роботу.



Технічні характеристики:

Кількість дискретних виходів : 8;

Споживаний струм :

- 5 mA в 5 В пост. струм через роз'єм шини (в стані викл.);
- 0 mA в 24 В пост. струм через роз'єм шини (в стані викл.);
- 40 mA в 24 В пост. струм через роз'єм шини (в стані вкл.);
- 30 mA в 5 В пост. струм через роз'єм шини (в стані вкл.);

Час спрацьовування: 10 ms (включення) \ 5 ms (виключення);

Стан виходу: 1 світлодіод на кожен канал (зелений).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Загальна схема підключення

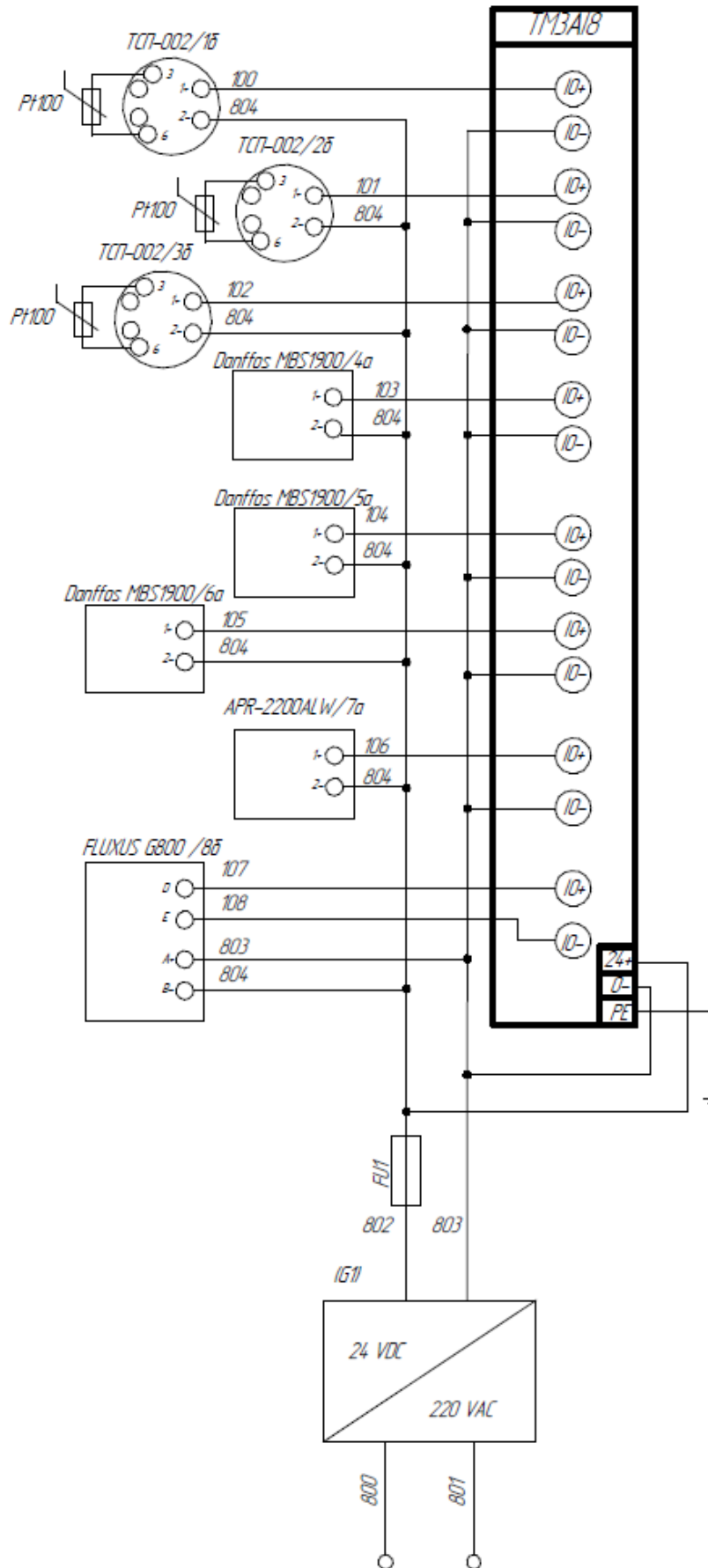


Рис 3.1. Підключення датчиків до першого модуля аналогових входів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

34

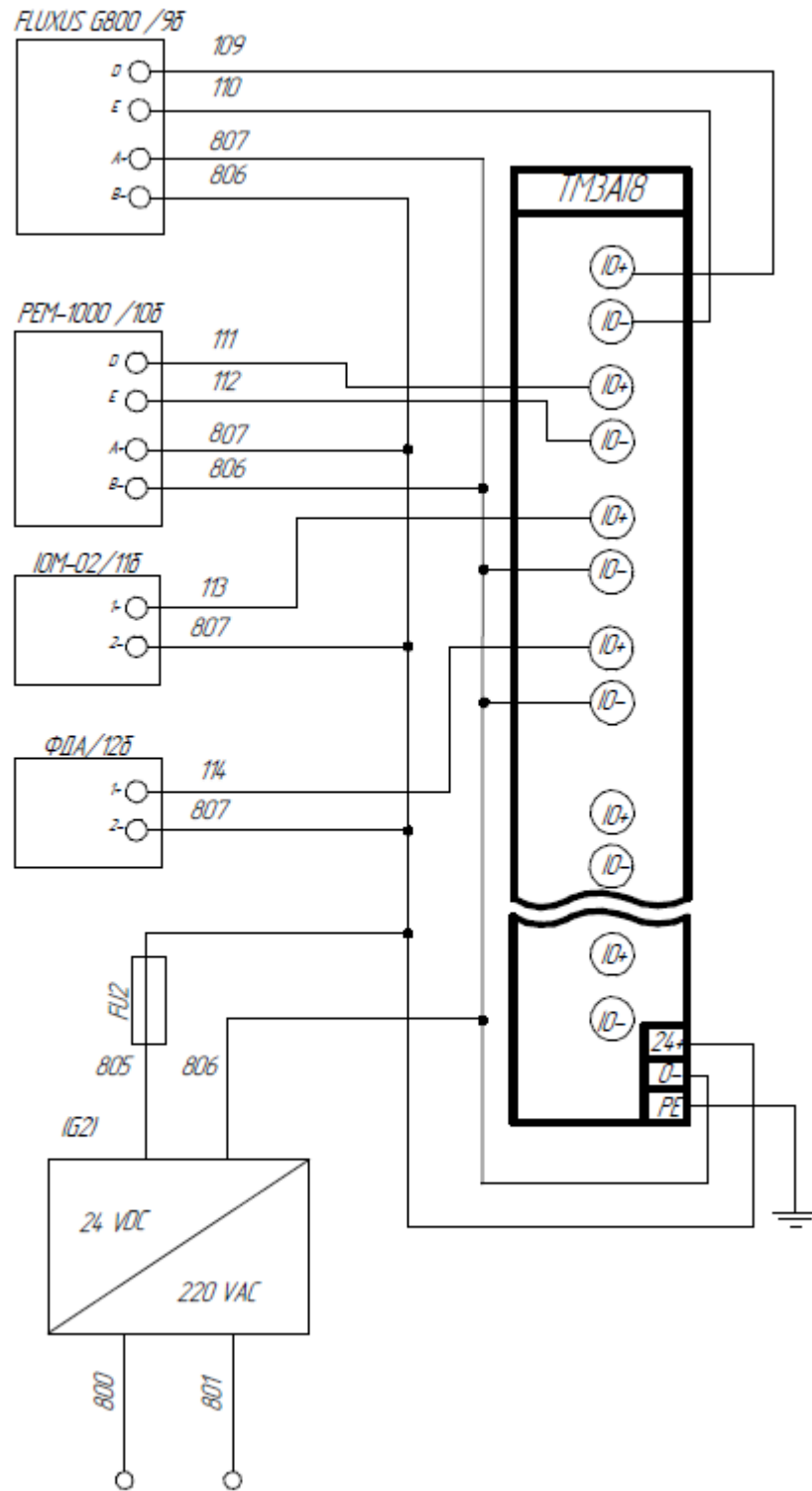


Рис.3.2. Підключення датчиків до другого модуля аналогових входів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

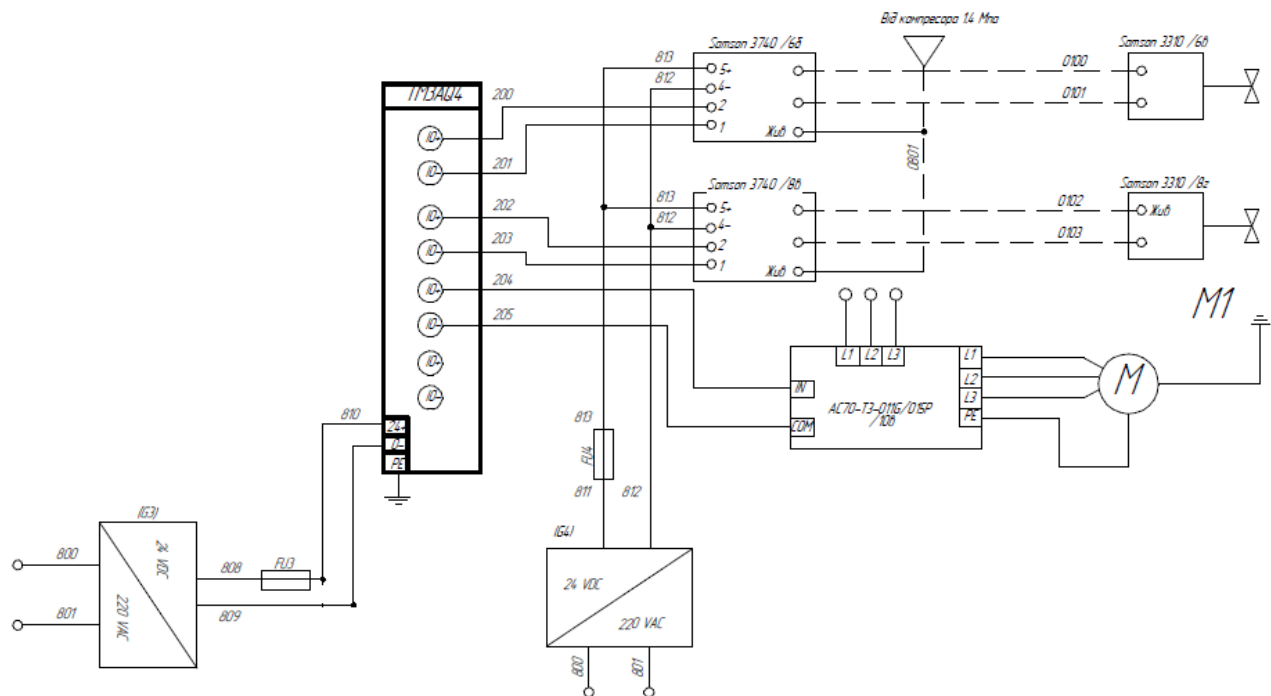


Рис.3.3. Підключення датчиків до першого модуля аналогових виходів

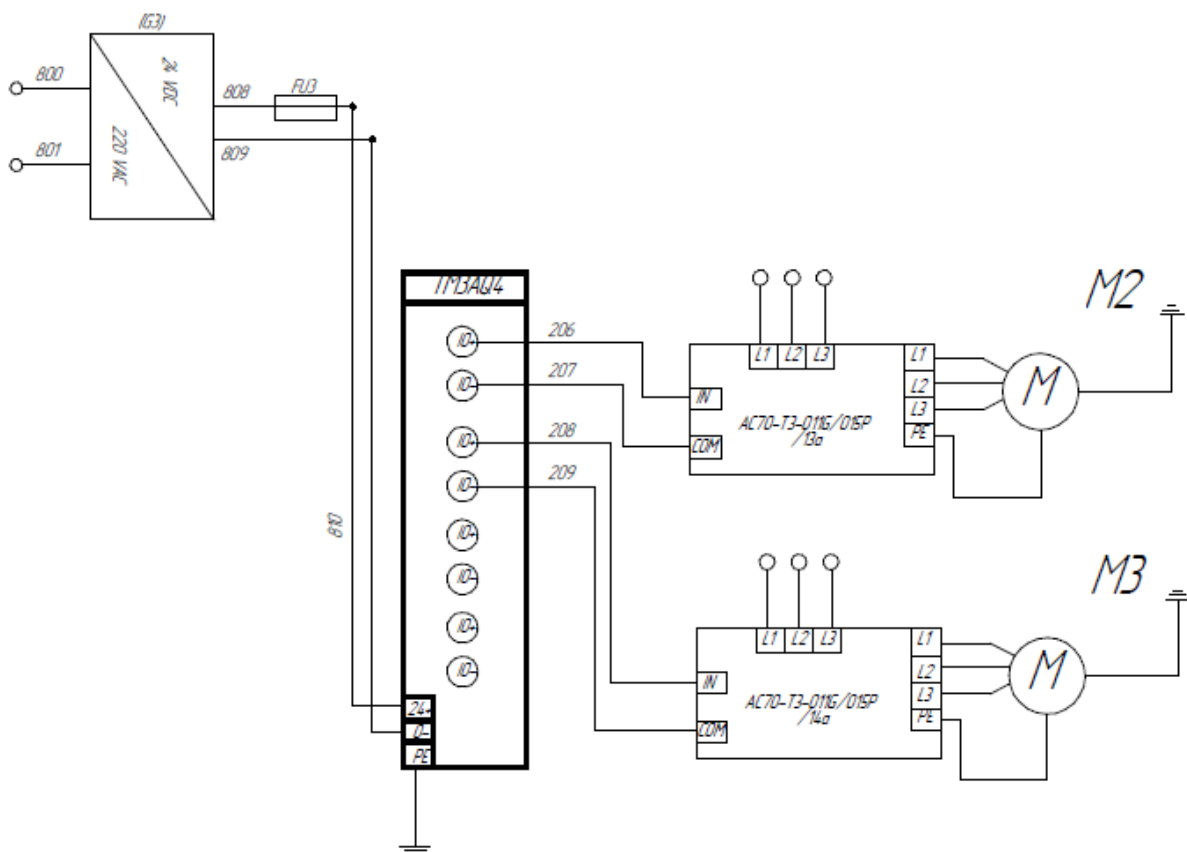


Рис.3.4. Підключення датчиків до другого модуля аналогових виходів

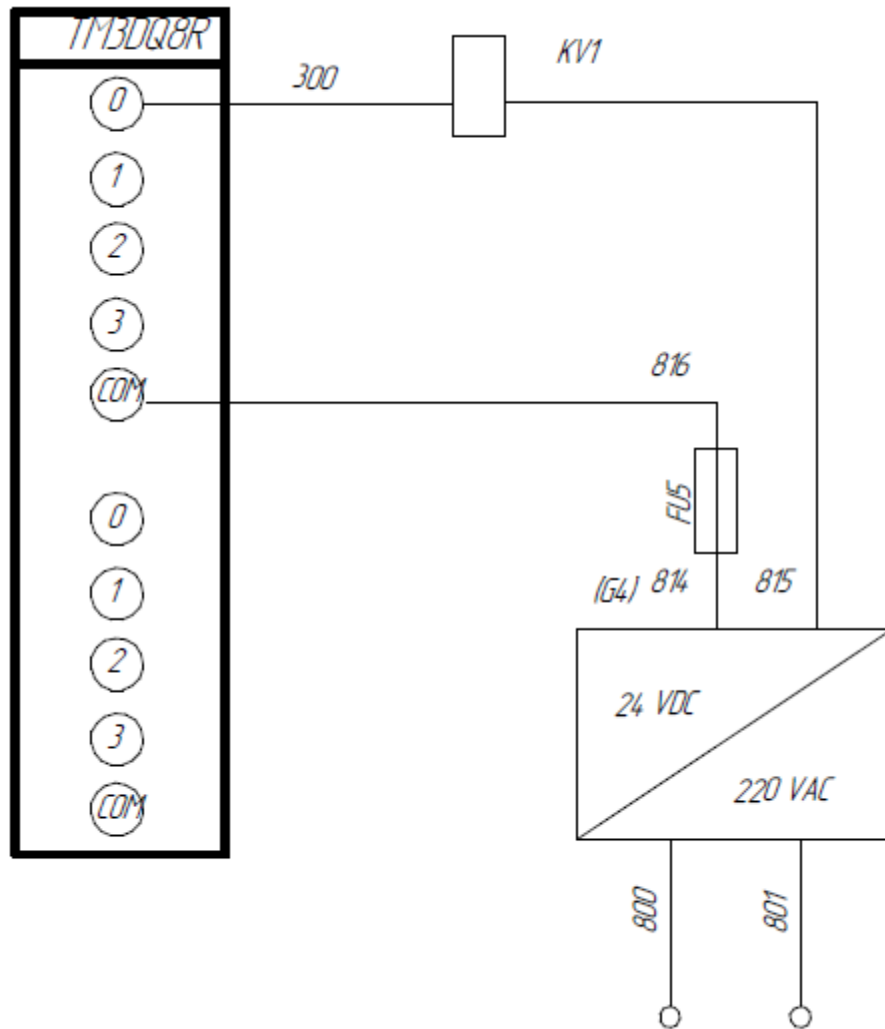


Рис.3.5. Підключення датчиків до модуля дискретних виходів

Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми першого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми другого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми третього каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Вторинний перетворювач тиску РТ (4а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми четвертого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика тиску, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Вторинний перетворювач тиску РТ (5а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми п'ятого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика тиску, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Вторинний перетворювач тиску РТ (6а) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми шостого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика тиску, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на І0+ та І0- клеми першого каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (6б), який керує пневматичним клапаном (6в), який регулює тиск у трубопроводі відведення пари.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Вторинний перетворювач рівня LT (7б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми сьомого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика рівня, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Датчик витрати FT (8б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми восьмого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика витрати, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на І0+ та І0- клеми першого каналу під'єднаний електропневматичний перетворювач (8в), який керує пневматичним клапаном (8г), який регулює подачу газу у топку.

Датчик витрати FT (9б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми першого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика витрати, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і служить, як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Датчик витрати FT (10б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми другого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика витрати, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів ТМ3АQ4. Де до нього на І0+ та І0- клеми третього каналу під'єднаний частотний перетворювач (10в), який керує насосом М1.

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

Датчик концентрації QT (11б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми третього каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика концентрації, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Датчик вогню ВТ (12б) під'єднаний до другого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми четвертого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика витрати, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на модуль дискретних виходів ТМ3DQ8R. Де до нього на 0 клему під'єднаний магнітний пускач, що керує трансформатором пальника.

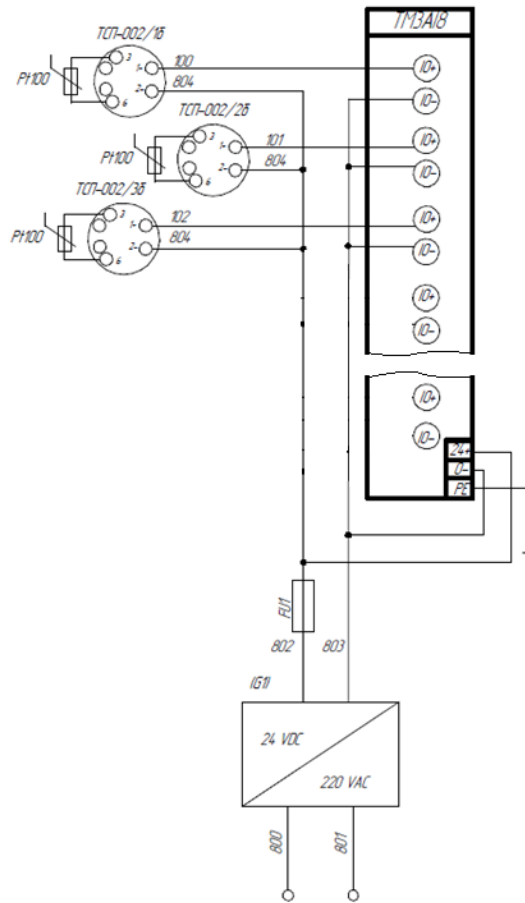
Частотний перетворювач (13а) підключений до другого модуля аналогових виходів ТМ3AQ4 на І0+ та І0- клеми першого каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує нагнітачем повітря М2.

Частотний перетворювач (14а) підключений до другого модуля аналогових виходів ТМ3AQ4 на І0+ та І0- клеми другого каналу, звідки надходить керуючий вихідний сигнал та керує двигуном димоходу М3.

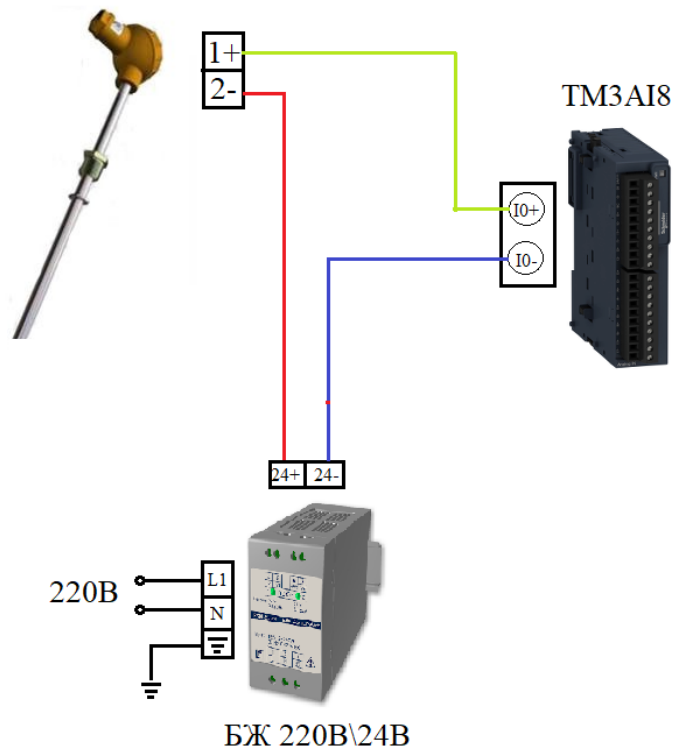
					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						40
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Розширений контур контролю температури:



ТСП-002



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

Опис схеми з'єднання:

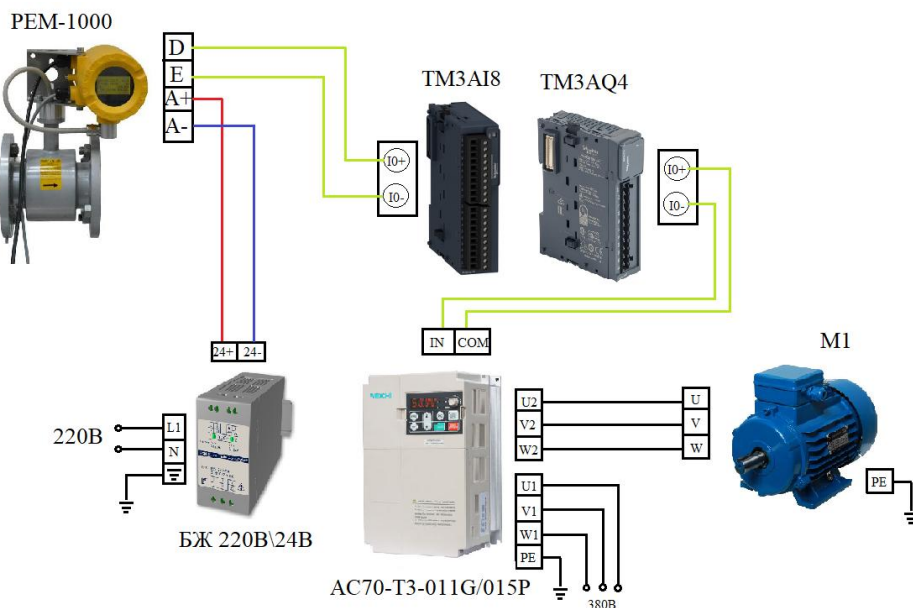
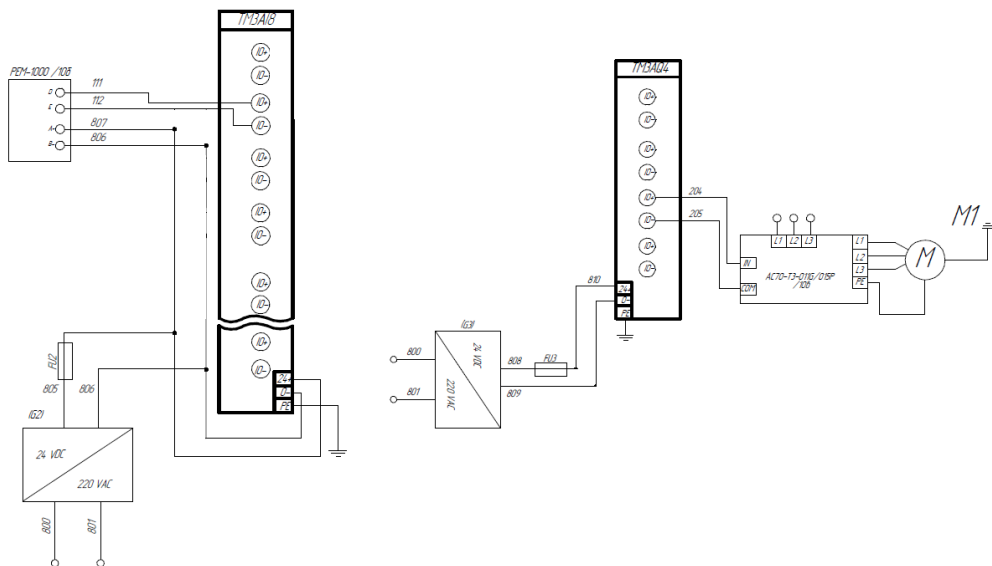
Вторинний перетворювач температури ТТ (1б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми першого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Вторинний перетворювач температури ТТ (2б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми другого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

Вторинний перетворювач температури ТТ (3б) під'єднаний до першого модуля аналогових входів ТМ3АІ8 на І0+ та І0- клеми третього каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля ТМ3АІ8 від датчика температури, інформація передається в контролер ТМ241С24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми , опрацьовується, реєструється і служить , як додаткова інформація для роботи системи автоматизації парового котла.

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

Розширений контур контролю та регулювання витрати:



Опис схеми з'єднання:

Датчик витрати FT (106) під'єднаний до другого модуля аналогових входів TM3AI8 на I0+ та I0- клеми другого каналу. Після отримання інформації аналоговим входом модуля TM3AI8 від датчика витрати, інформація передається в контролер TM241C24R, де в залежності від отриманої інформації та написаної програми, опрацьовується, реєструється і формується керуючий вихідний сигнал та передається на перший модуль аналогових виходів TM3AQ4. Де до нього на I0+ та I0- клеми третього каналу під'єднаний частотний перетворювач (10в), який керує насосом M1.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Опис встановлення технічних засобів

Перетворювач тиску Aplisens APR-2200/ALW:



Перетворювачі APR-2200 / ALW призначені для роботи в системах автоматичного контролю, регулювання та управління технологічними процесами і забезпечують безперервне перетворення значення вимірюваного параметра: різниці тисків нейтральних і агресивних середовищ (газу, пари і рідин); різниці тисків газу, пара і рідини з примі-ням роздільників, з точками відбору імпульсів тиску, віддаленими одна від одної на кілька метрів; різниці тисків неагресивних газів; гідростатичного тиску рідини в уніфікований струмовий вихідний сигнал від 4 до 20 мА і вихідний цифровий сигнал протоколу HART.

Перетворювачі застосовуються в системах обліку енергоресурсів при вимірюванні витрати рідин і газів, для вимірювання рівня і щільності рідин в різних галузях промисловості, енергетики і кому-комунальну господарства.

Перетворювачі є перенастроюваними пристроями. Користувачі мають можливість дистанційно або за допомогою кнопок управління і індикації змінювати конфігурацію і контролювати вимірювані параметри.

Перетворювачі призначені для роботи з вторинною реєструючою або яка б показала апаратурою, а так само в пристроях автоматики і управління.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Носаль В.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					<i>44</i>
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>		
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>					

Технічне обслуговування:

В процесі технічного обслуговування необхідно виконати наступні роботи:

- перевірити стан приєднань тиску (відсутність пошкодженого і патьоків);
- перевірити стан приєднань електричних (перевірка контактів, стан ущільнень і сальників);
- перевірити стан розділових мембран (наліт, корозія);
- перевірити характеристику перетворення, використовуючи методику, описану для конфігурації і градування.

Якщо перетворювач, по місцю монтажу, може бути схильний до механічних пошкоджень, впливів перевантажень по тиску, гідравлічеським ударам, перенапруженням по харчуванню, відкладенням на мембрани У вигляді кристалів або опадів, пошкоджень мембрани, необхід-мо проводити огляд у міру виникає необхідності. Прокон-тролювати стан мембрани, очистити її, перевірити стан захисного діода (відсутність замикання), перевірити характеристику.

В разі відсутності сигналу в струмового петлі або його неправильно-го значення, необхідно перевірити лінію, стан контактів на клем-мах, роз'єми і т. Д. Перевірити вірність напруги живлення і опору навантаженням. При підключенні комунікатора в струмовий петлю перетворювача, свідченням ушкодження може бути повідомлення «Відсутність відповіді» або «Перевірте підключення». Якщо ланцюг підключення справна, перевірте працездатність перетворювачів. Після виявлення усуньте виявлені несправності.

Очищення розділової мембрани. Пошкодження від перевантажень. Забороняється очищення відкладень і забруднень на мембрані, по-з'явилися в процесі експлуатації, механічним шляхом, в слідстві ко-торого можна пошкодити мембрану, а тим самим і весь перетворювач. Єдиний допустимий спосіб - це розчинення відкладень.

Причиною відмови перетворювачів можуть бути перевантаження, викликані такими факторами:

- а) подача тиску вище допустимого,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- б) замерзання або застигання вимірюваного середовища,
- с) пошкодження мембрани твердими предметами, наприклад від-вёрткой.

Ознакою пошкоджень може бути значення вихідного струму нижче 4 мА або вище 20 мА, при цьому перетворювач не реагує на по-дається тиск.

Пристрій і робота перетворювача:

Електричний сигнал з вимірювальної головки, пропорційний значенню вимірюваного тиску і температури, надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача і перетворюється в цифрову форму. У цифровому вигляді він передається через опто-електричну гальванічну раз-в'язку на основну плату. Мікропроцесор основної плати зчитує через вимір значення і, використовуючи вбудований алгоритм розрахунку, обчислює на їх підставі точне значення тиску і температури. Обчислення значення змінної процесу відображається на вбудованому LCD індика-торі. Цифрове значення вимірюного тиску перетворюється в аналого-вий сигнал від 4 до 20 мА в залежності від встановленої конфігурації. Вбудований модем BELL202 і інтегрований комунікаційний шлюз HART rev5, забезпечують обмін з перетворювачем за допомогою конвертера, підключеного до комп'ютера класу РС з ответствующим програмним забезпеченням або за допомогою комунікатора. На виході перетворювача встановлено фільтр подавлення перешкод і елементи захисти від перенапруги. Блок-схема перетворювача представлена на рис 2.

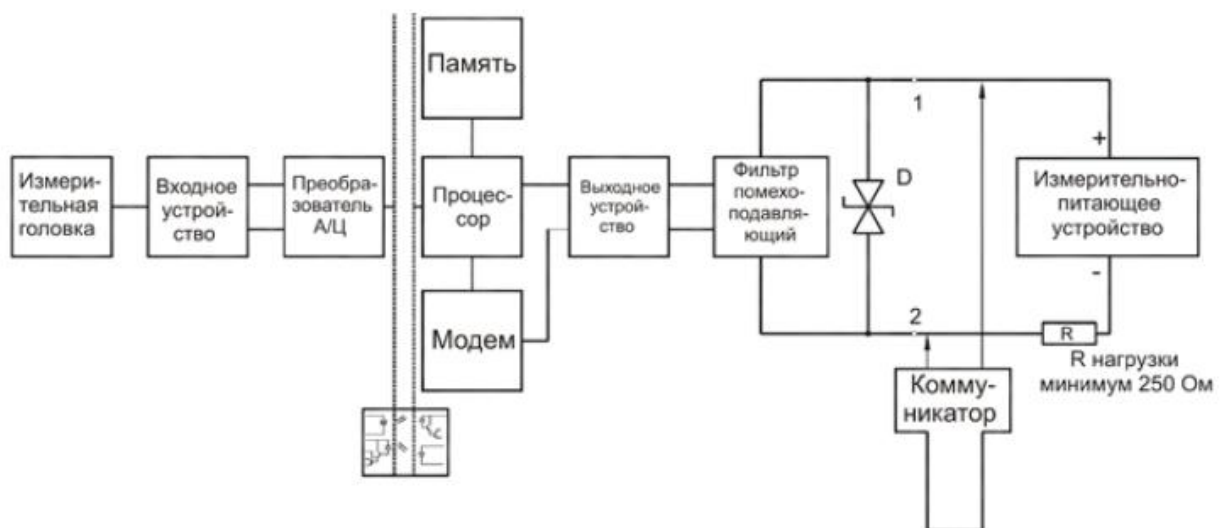


Рис.4.1. Блок-схема перетворювача

Перетворювачі оснащені LCD індикатором з LED підсвічуванням, що забезпечує одночасну індикацію двох змінних процесу та їх одиниць виміру. Електроніка основної плати перетворювачів розміщена в корпусі. Конструкція цього корпусу забезпечує поворот індикатора на $\pm 180^\circ$ з кроком 90° . Кнопки, розташовані під кришкою, що закручується індикатора, забезпечують можливість оператору проводити локальні зміни ряду установок перетворювача. Індикатор LCD можна конфігурувати в залежності від необхідності. Опції індикатора можна змінювати в локальному MENU за допомогою кнопок, комунікатора або програмного забезпечення на РС. У разі необхідності індикатор можна відключити. Ця функція доступна тільки за допомогою комунікатора або програмного забезпечення на РС. Підсвічування індикатора можна включити, прибравши перемикач на платі електроніки, доступну після зняття індикатора, як і при зміні положення індикатора.

Конструкція перетворювачів забезпечує підключення окремо скомпенсованих головок, які мають власну пам'ять параметрів, до окремо компенсованих основним платам без погіршення параметрів роботи всього перетворювача. Це дозволяє уніфікувати продукцію і полегшити сервіс на об'єктах. Електроніка головки гальванічно ізольована від вимірювальної лінії. Завдяки цьому зменшено залежність вимірювань від перешкод і покращено безпеку роботи в іскро- і вогне-безпечних умовах.

Пам'ять головки містить 8 банків характеристик по тиску, коті-які можуть (в залежності від заводських установок) містити параметри, що описують застосування цієї головки для різних діапазонів тиску-ний і / або температур. Можна в залежності від потреби вибрати для роботи необхідний банк пам'яті параметрів.

Перетворювачі контролюють роботу своїх функціональних елементів і правильність перерахунку і в разі помилки інформує, індикуючи на екрані LED індикатора повідомлення, а також встановлюючи в токо-вої петлі аварійний струм (в залежності від установок). Основні блоки перетворювача - це: вимірювальна головка, в якій сигнал по тиску-ня перетворюється в електричний

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і блок електроніки, що перетворює сигнал з головки в уніфікований вихідний сигнал.

Налагодження та градування:

Перетворювачі відградувані виробником на межі вимірювань, що відповідають зазначеним в замовленні на прилад. Після монтажу і подачі тиску «нуль» перетворювача може зміститися і буде вимагатися його коригування. Це стосується, перш за все, перетворювачів з малим діапазоном через вимірювань, перетворювачів з дистанційними роздільниками і в випадках заповнення імпульсних ліній розділової рідиною.

Діапазон вимірювань перетворювачів. Максимальний діапазон вимірювань тисків, який може бути перетворений перетворювачем, називається діапазоном вимірювань (див. 2.1 - 2.4). Ширина діапазону вимірювань - це різниця між верхньою і нижньою межами діапазону вимірювань. У пам'яті перетворювача записана внутрішня характеристика перетворення, що включає весь діапазон вимірювань. Ця характеристика враховує всі процеси, що впливають на вихідний сигнал перетворювача.

Встановлений діапазон вимірювань - це діапазон вимірювань початку, якого відповідає значення струму 4 мА, а кінця - 20 мА (при зворотному характеристиці відповідно: 20 мА і 4 мА). Встановлений діапазон вимірювань може захоплювати весь діапазон вимірювань або тільки його відрізок. Ширина встановленого діапазону вимірювань - це різниця між початком і кінцем встановленого діапазону вимірювань. Перетворювач може бути встановлений на довільний діапазон изме-реній в межах значень тисків, відповідних діапазону вимірювань-ний з урахуванням обмежень. Зв'язок користувача з перетворювачами здійснюється посеред-ством протоколу HART. При цьому в якості лінії зв'язку використовується ланцюг вихідного сигналу від 4 до 20 мА.

У перетворювачах є можливість встановлювати і изме-нять його метрологічні та ідентифікаційні параметри.

До встановлюються метрологічним параметрам, що впливає на зна-ня вихідного сигналу перетворювача, відносяться:

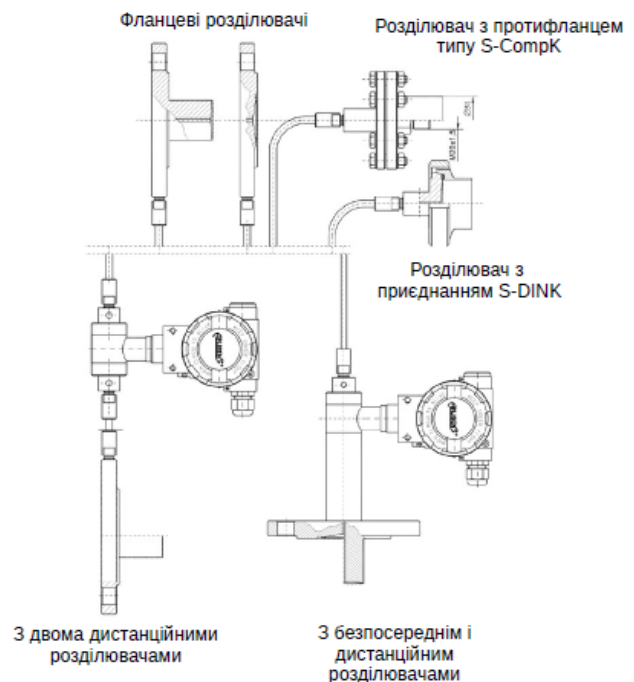
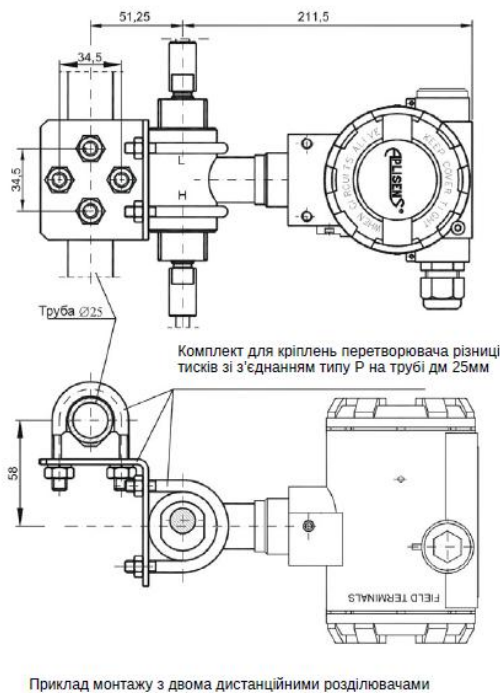
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- одиниці тиску, в яких індукується значення вимірювання-го тиску;
- кінець встановленого діапазону вимірювань;
- початок встановленого діапазону вимірювань;
- постійна часу;
- тип характеристики перетворення: лінійна, зворотна або квадратична.

До параметрів, які мають тільки інформаційний характер і не підлягає зміни відносяться:

- верхня межа діапазону вимірювань;
- нижня межа діапазону вимірювань;
- мінімальна ширина встановленого діапазону.

Монтаж:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

49

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

Програма для кваліфікаційної роботи була розроблена у програмному середовищі SoMachine від компанії Schneider Electric.

Програмне забезпечення Schneider Electric Somachine призначене для контролерів M241, M251, M238, M258, LMC058, ATV IMC, XBT GC і HMI SCU.

Це програмне рішення для OEM-виробників, яке забезпечує розробку, настройку та введення в експлуатацію всієї системи автоматизації в єдиній програмному середовищі, в тому числі логіку, управління рухом, людино-машинний інтерфейс, а також мережеві функції автоматизації. Платформа Schneider Electric Somachine також служить для програмування і введення в експлуатацію кожного елемента гнучкого і масштабованого забезпечення цієї ж компанії. Крім усього сказаного це ще й вигідну пропозицію для компаній, які займаються виготовленням комплексного обладнання, яке сприяє оптимальному виконанню всіх вимог, що пред'являються до устаткуванням промислового типу.

Schneider Electric Somachine має інтегроване ПО Vijeo-Designer, тому вважається професійним і ефективним відкритим програмним забезпеченням. Крім цього воно включає в себе засіб налаштування і введення в експлуатацію пристроїв управління рухом.

Крім того, платформа підтримує такі технології і можливості:

всі мови стандарту MEK 61131-3;

інтегровані засоби для настройки польових шин;

експертну діагностику і налагодження;

надає необмежені можливості обслуговування і відображення даних.

Бібліотеки експертних програм Schneider Electric Somachine перевірені, затверджені, задокументовані і підтримуються для подальшого використання в обладнанні пакувального, підйомного і конвеєрного типу.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Носаль В.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кишенько В.Д.</i>					50	67
<i>Секр. Е.К.</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>			<i>НУХТ АК-4-1</i>			
<i>Зав.кафедри</i>		<i>Ельперін І.В.</i>						

Платформа забезпечує:

- 1 програмний пакет;
- 1 файл проекту;
- 1 готове кабельне з'єднання;
- 1 операцію по завантаженню.

Графічний інтерфейс користувача:

Платформа Somachine оснащена зрозумілим, наочним і інтуїтивним інтерфейсом. Оптимізація програмного забезпечення була спрямована на надання всіх необхідних засобів користувачеві на кожному етапі розробки проекту. Інтерфейс розроблений таким чином, щоб користувач не зміг нічого пропустити під час проектування і завдяки цьому забезпечується виконання кожного завдання протягом усього часу експлуатації інтерфейсу. У робочому просторі знаходиться тільки найнеобхідніша і пов'язані саме до цього завдання інформація, нічого зайвого в платформі ви не знайдете.

Програмування та налагодження:

Як відомо, програмування - це важливий етап в проектуванні, тому цей процес повинен бути максимально оптимізований.

Розширені можливості і функції ЧМІ і управління відповідають вимогам OEM-виробників, які відносяться до систем контролю і відображення даних. Так, для налагодження та перевірки роботи ви можете використовувати такі засоби: моделювання, пошук точок можливого переривання, покрокове виконання, трасування.

Впровадження в експлуатацію:

Для того, щоб користувачі могли контролювати поточний стан архітектури використовується меню введення в експлуатацію, яке також сприяє полегшенню і спрощення діагностики. Увійшов користувач в систему, чи працюють пристрої і інші дані показуються на топологічній схемою конфігурації.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Прозорість:

У Schneider Electric SoMachine передбачений Device Type Manager (DTM), який містить Field Device Tool (FDT), він же інструментарій для польових пристроїв. Завдяки цьому і менеджеру класу пристроїв (DTM) здійснюється прямий зв'язок через платформу з кожним окремим пристроєм, контролером і CANopen (польова шина). Це означає, що немає необхідності у використанні проводів для виконання окремих кабельних з'єднань. Крім того, унікальне середовище платформи передбачає переклад віддалених пристроїв в автономний і мережевий режим.

Бібліотеки спеціалізованих додатків OEM (бібліотеки AFB):

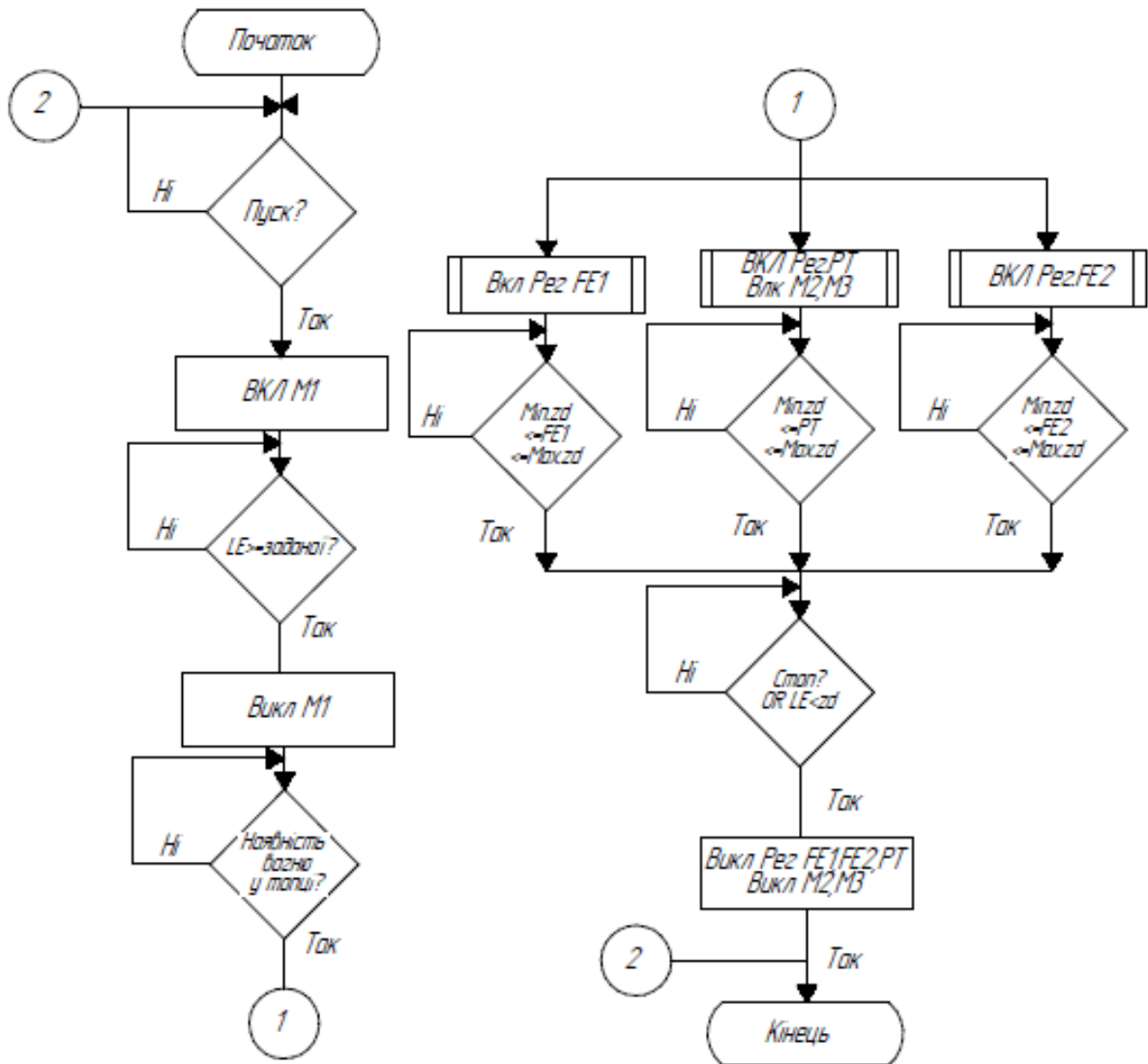
При бажанні можливості платформи SoMachine можуть бути розширені. Для цього вам знадобиться додатковий компакт-диск з інформацією, яка передбачає перевірені, документовані, затверджені і підтримувані бібліотеки експертних програм. Вони ж в свою чергу призначені для різних OEM-застосувань. Ці бібліотеки мають просту конфігурацію і прискорюють процеси розробки, введення в експлуатацію, монтаж, пошук і ліквідацію помилок. Дані бібліотеки можуть використовуватися в наступних сферах: обладнання для упаковки, підйом вантажів, конвеєрний транспорт.

Конфігурації (TVDA): перевірені, затверджені і документально оформлені:

Платформа SoMachine передбачає різні заздалегідь підготовлені проекти, які містять готові до застосування налаштування, до того ж їх просто адаптувати під вимоги замовника. Частина з них відноситься до категорії типових (TVDA), відповідних конфігурацій контролерів. Крім того, ви знайдете інші рішення на диску Solution Extension, які спрямовані на готові SoMachine конфігурації.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Алгоритм програми:



Фрагмент програми на мові ST:

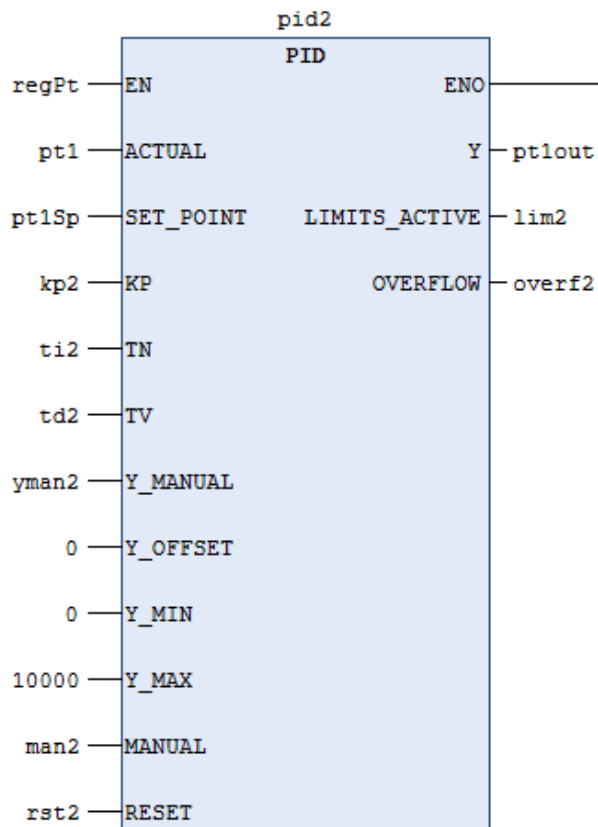
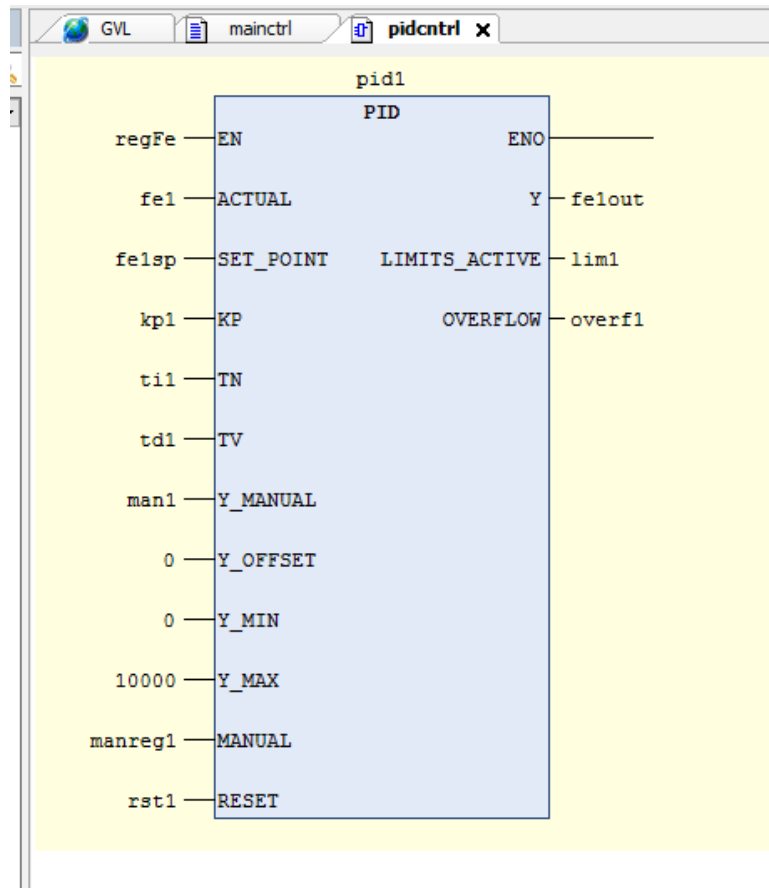
```

1  IF pysk THEN
2      m1:=TRUE;
3  END_IF;
4  IF lel>=lelzd THEN
5      m1:=FALSE;
6  END_IF;
7  IF be THEN
8      regFe:=TRUE;
9      regPt:=TRUE;
10     m2:=TRUE;
11     m3:=TRUE;
12 END_IF;
13 IF stop OR lel<=2000 THEN
14     regFe:=FALSE;
15     regPt:=FALSE;
16     m2:=FALSE;
17     m3:=FALSE;
18 END_IF;
19

```

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

Регулятори тиску та витрати:



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Змінні, що використовуються у програмі:

	Scope	Name	Address	Data type	Initial
1	VAR_GLOBAL	le1		REAL	
2	VAR_GLOBAL	le1zd		REAL	
3	VAR_GLOBAL	regFe		BOOL	
4	VAR_GLOBAL	regPt		BOOL	
5	VAR_GLOBAL	pid1		PID	
6	VAR_GLOBAL	pid2		PID	
7	VAR_GLOBAL	fe1		REAL	
8	VAR_GLOBAL	fe1sp		REAL	
9	VAR_GLOBAL	kp1		REAL	
10	VAR_GLOBAL	ti1		REAL	
11	VAR_GLOBAL	td1		REAL	
12	VAR_GLOBAL	man1		REAL	
13	VAR_GLOBAL	manreg1		BOOL	
14	VAR_GLOBAL	rst1		BOOL	
15	VAR_GLOBAL	fe1out		REAL	
16	VAR_GLOBAL	lim1		BOOL	
17	VAR_GLOBAL	overf1		BOOL	
18	VAR_GLOBAL	pt1		REAL	
19	VAR_GLOBAL	pt1Sp		REAL	
20	VAR_GLOBAL	kp2		REAL	
21	VAR_GLOBAL	ti2		REAL	
22	VAR_GLOBAL	td2		REAL	
23	VAR_GLOBAL	yman2		REAL	
24	VAR_GLOBAL	man2		BOOL	
25	VAR_GLOBAL	rst2		BOOL	
26	VAR_GLOBAL	pt1out		REAL	
27	VAR_GLOBAL	lim2		BOOL	

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

SCADA-інтерфейс був розроблений для усієї системи автоматизації. Інтерфейс був розроблений за допомогою програмного забезпечення SCADA-ZENON.

Таблиця аналогових входів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Температура у топці	ТТ 16	%MW0
Температура димових газів	ТТ 26	%MW2
Температура пари	ТТ 36	%MW4
Тиск у трубопроводі газу	РТ 46	%MW6
Температура у топці	РТ 56	%MW8
Температура у трубопроводі пари	РТ 66	%MW10
Рівень у барабані котла	LT 76	%MD12
Витрата газу	FT 86	%MW14
Витрата пари	FT 96	%MW16
Витрата живильної води	FT 106	%MW18
Концентрація CO ₂	QT 116	%MW20
Наявність полум'я	BT 126	%MW22

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Кваліфікаційна робота			
Розроб.		Носаль В.В.			Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Кишенько В.Д.					56	67
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав.кафедри		Ельперін І.В.						

Таблиця аналогових виходів:

Назва сигналу	Позначення на СА	Адреса
Клапан регулювання подачі газу	6в	%MW30
Клапан регулювання відводу пари	8Г	%MW32
Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M1	%MW34
Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M2	%MW36
Керування двигуном за допомогою частотного перетворювача	M3	%MW38

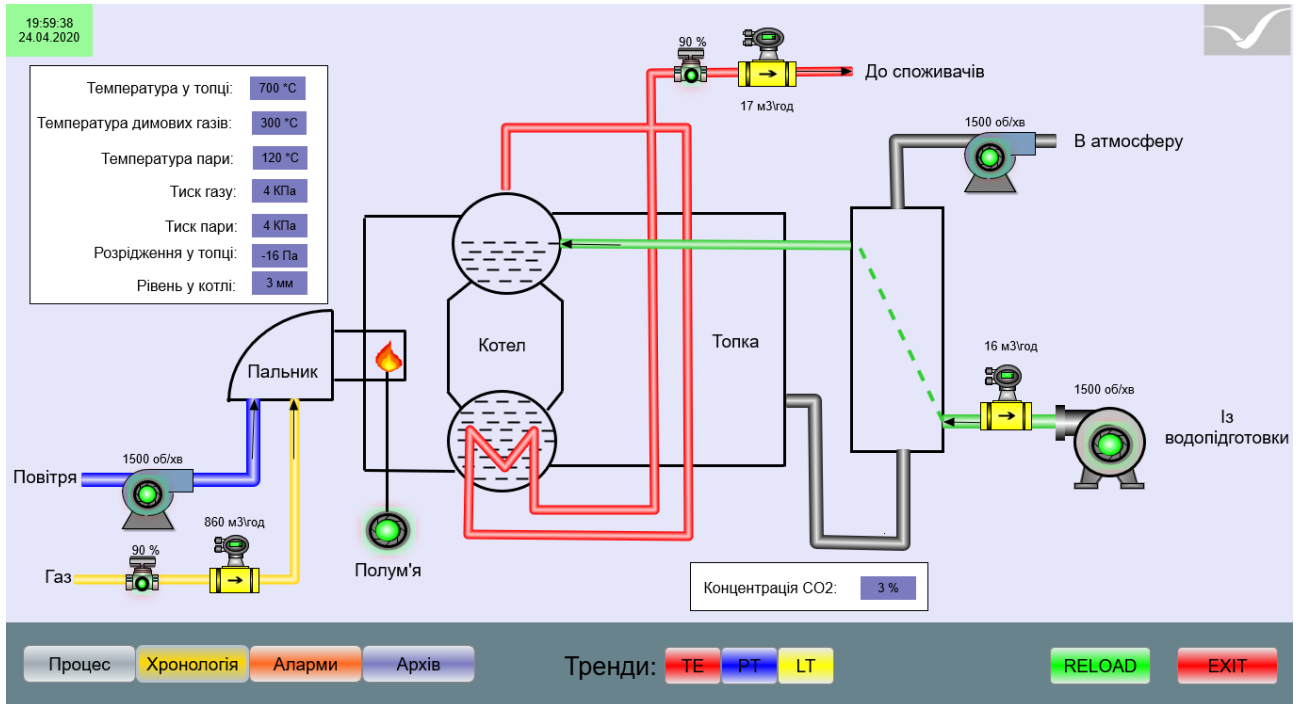
Таблиця даних SCADA/HMI:

Name	Measur...
Filter text	Filter...
BT 116	
FE 96	м3\год
FE 106	м3\год
FT 86	м3\год
LT 76	мм
PT 46	КПа
PT 56	Па
PT 66	КПа
QE 116	%
TT 16	*С
TT 26	*С
TT 36	*С
Клапан 6в	%
Клапан 6в AP	
Клапан 8г	%
Клапан 8г AP	
M1	об/хв
M1 AP	
M2	об/хв
M2 AP	
M3	об/хв
M3 AP	

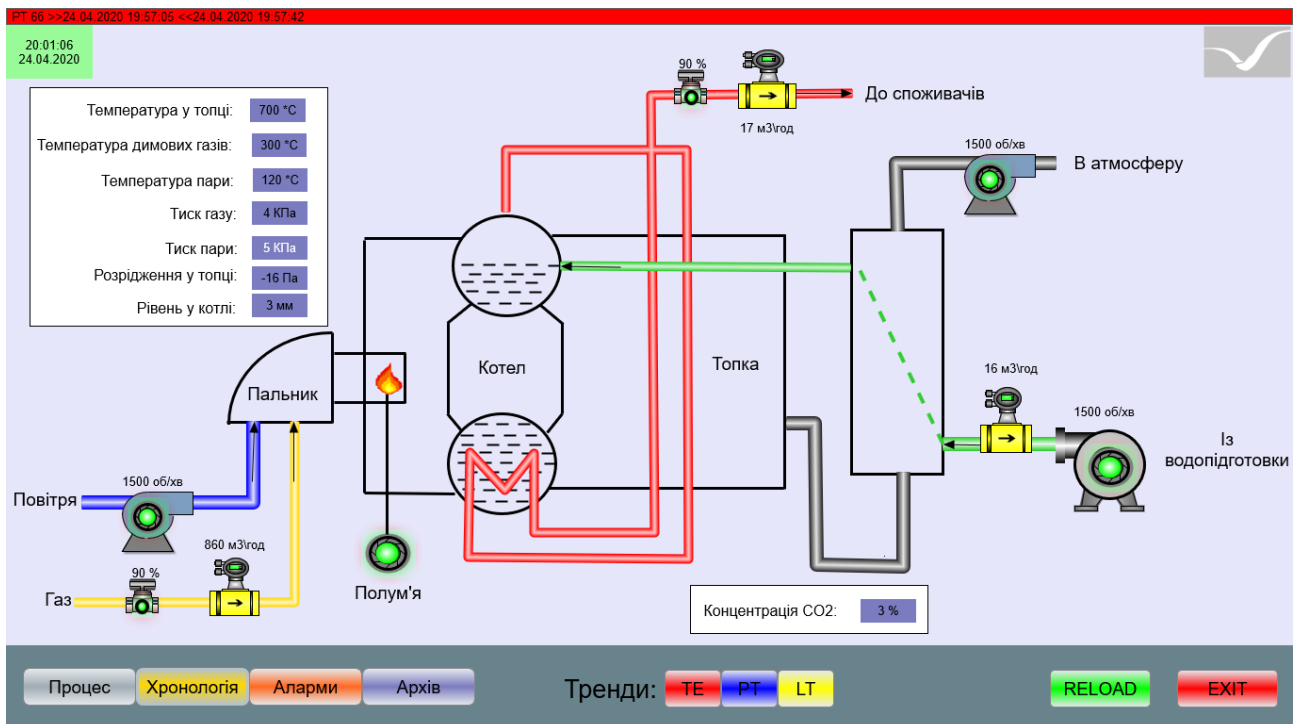
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора:

Нормальний стан системи автоматизації. Всі параметри в межах норми.

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



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

58

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

Filter: [*]-[*]-[T,Rel:0d,1h,0m,0s] Filter profiles: [dropdown] 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 46	3	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:33		PT 46	3	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:38	Modify spontaneous value: (4 КПа)	PT 46	4	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:42		PT 66	3	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:42	Modify spontaneous value: (3 КПа)	PT 66	3	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:47	Modify spontaneous value: (4 КПа)	PT 66	4	КПа	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:51	Modify spontaneous value: (-20 Па)	PT 56	-20	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:57:55	Modify spontaneous value: (-15 Па)	PT 56	-15	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:00	Modify spontaneous value: (-12 Па)	PT 56	-12	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:00		PT 56	-12	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:03	Modify spontaneous value: (3 мм)	LT 76	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 'NOSAL' reloaded				SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:47	Modify spontaneous value: (-14 Па)	PT 56	-14	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:58:56	Modify spontaneous value: (-16 Па)	PT 56	-16	Па	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:02	Modify spontaneous value: (1)	M3 AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:03	Modify spontaneous value: (1)	M1 AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:07	Modify spontaneous value: (16 м3/год)	FE 106	16	м3/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:11	Modify spontaneous value: (17 м3/год)	FE 96	17	м3/год	SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:15	Modify spontaneous value: (1)	Клапан 8r AP	1		SYSTEM	RURYK	
24.04.2020 19:59:17	Modify spontaneous value: (90 %)	Клапан 8r	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		FT 86	960	м3/год	SYSTEM	RURYK	

Процес Хронологія Аларми Архів Тренди: TE PT LT RELOAD EXIT

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

Filter: [*]-[*]-[T,Rel:0d,1h,0m,0s] Filter profiles: [dropdown] Save Import Export Delete

Alar...	Time received	Time cleared	Time acknowledged	Variable name	Value	Mea...	Text	User - full name	Computer name	Com...
●	>>24.04.2020 19:57:05	<<24.04.2020 19:57:42		PT 66	50	КПа				
●	>>24.04.2020 19:57:05	<<24.04.2020 19:58:10		QE 116	50	%				
●	>>24.04.2020 19:58:00	<<24.04.2020 19:58:56		PT 56	-12	Па				
●	>>24.04.2020 20:00:59			PT 66	5	КПа				
●	>>24.04.2020 20:01:58			PT 46	5	КПа				
●	>>24.04.2020 20:02:02		-24.04.2020 20:02:14	PT 56	-40	Па		SYSTEM	RURYK	
●	>>24.04.2020 20:02:04			LT 76	5	мм				
●	>>24.04.2020 20:02:07			TT 26	500	*C				
●	>>24.04.2020 20:02:09			TT 16	900	*C				

Процес Хронологія Аларми Архів Тренди: TE PT LT RELOAD EXIT

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

59

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

PT 66 >> 24.04.2020 19:57:05 << 24.04.2020 19:57:42

Filter: Relative period of time: 0 01:00:00 Filter profile:

Date / time	Variable	Identification	Value	Text	Measuring unit	Status
24.04.2020 20:02:15.000	FT 86		860		м3/год	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 106		16		м3/год	SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	FE 96		17		м3/год	SPONT
24.04.2020 20:02:20.000	FT 86		860		м3/год	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 106		16		м3/год	SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	FE 96		17		м3/год	SPONT
24.04.2020 20:02:25.000	FT 86		860		м3/год	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

Short name: HC
Number of: 319
Archive status: Active
Number invalid: 0

Archive:

Print Diagram window

Процес **Хронологія** Аларми Архів Тренди:

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

НОВАЯ ДИАГРАММА

Увеличение

У. включить/откл.

Имя графика	Заголовок	Цвет	Цвет за...
TT 16	Filter text	Filter text	Filter text
TT 26	Filter text	Filter text	Filter text
TT 36	Filter text	Filter text	Filter text

Процес **Хронологія** Аларми Архів Тренди:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

60

НОВАЯ ДИАГРАММА

Графики

Сохранить

Импорт

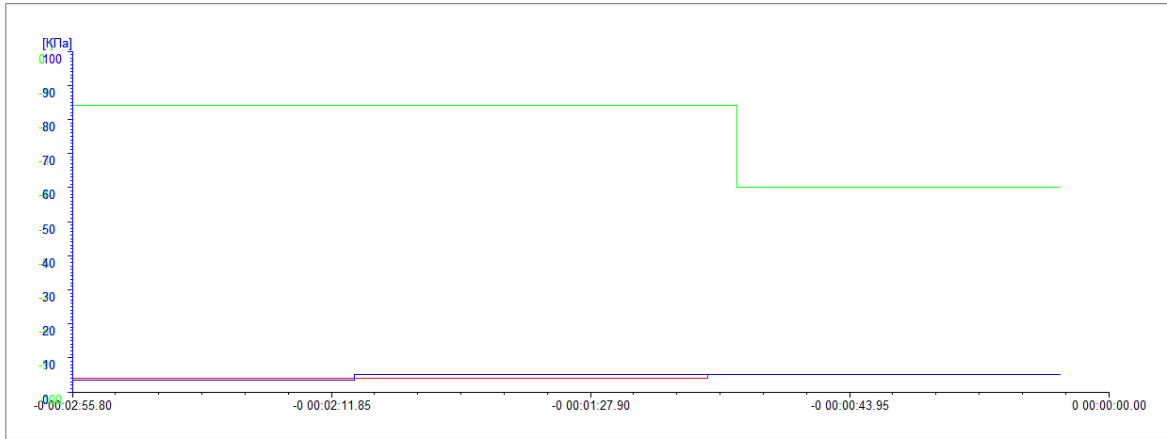
Экспорт

Удалить

Пуск

Стоп/Далее

Обновить



Увеличение

уменьшение диапазона

Увеличение -

Увеличение +

включить/откл

перемотка назад

перемотка вперед

сбросить в буфер

Имя графика	Заголовок	Цвет	Цвет заливки
PT 46	Filter text	Filter text	Filter text
PT 56	Filter text	Filter text	Filter text
PT 66	Filter text	Filter text	Filter text

Диаграмма...

Параметры

Печать

Процес

Хронологія

Аларми

Архів

Тренди:

TE

PT

LT

RELOAD

EXIT

NEW DIAGRAM

Графики

Save

Import

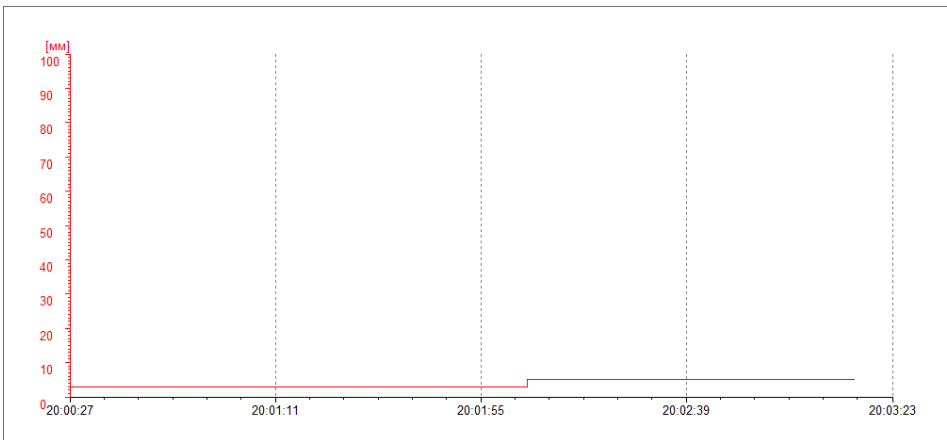
Export

Delete

Play

Stop/Continue

Refresh



Zoom

Rezoom

Zoom -

Zoom +

Cursor on/off

<<

>>

Copy to clipboard

Имя графика	Заголовок	Цвет	Цвет заливки
LT 76	Filter text	Filter text	Filter text

Diagram

Settings ...

Print

Процес

Хронологія

Аларми

Архів

Тренди:

TE

PT

LT

RELOAD

EXIT

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

61

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження.

Комп'ютерне моделювання – це інструмент математичного моделювання, який застосовується для вивчення складних систем. Комп'ютерні моделі використовуються для отримання нових знань про об'єкт або для наближеної оцінки поведінки систем, занадто складних для аналітичного чи натурального дослідження.

В кваліфікаційній роботі комп'ютерне моделювання виконується для підсистеми регулювання технологічної змінної для наступних задач:

- визначення оптимальної структури та/або параметрів САР;
- дослідження властивостей САР (стійкість, якість, енерговитрати);
- дослідження САР технологічними об'єктами, що функціонують в умовах не-стаціонарності/нелінійності/невизначеності і т.п.

Комп'ютерне моделювання проводиться в програмному середовищі Matlab, з використанням зовнішніх функцій Toolbox та Simulink.

Постановка задачі: Для системи автоматизації парового котла визначити оптимальні налаштування ПІД-регулятора.

7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

В даній кваліфікаційній роботі за систему регулювання було взято АСР парового котла. На показники впливають температура в топці, димових газів, дозування газу. Збуренням в даній системі витрата пари, та інерційність системи.

Визначимо передаточні функції:

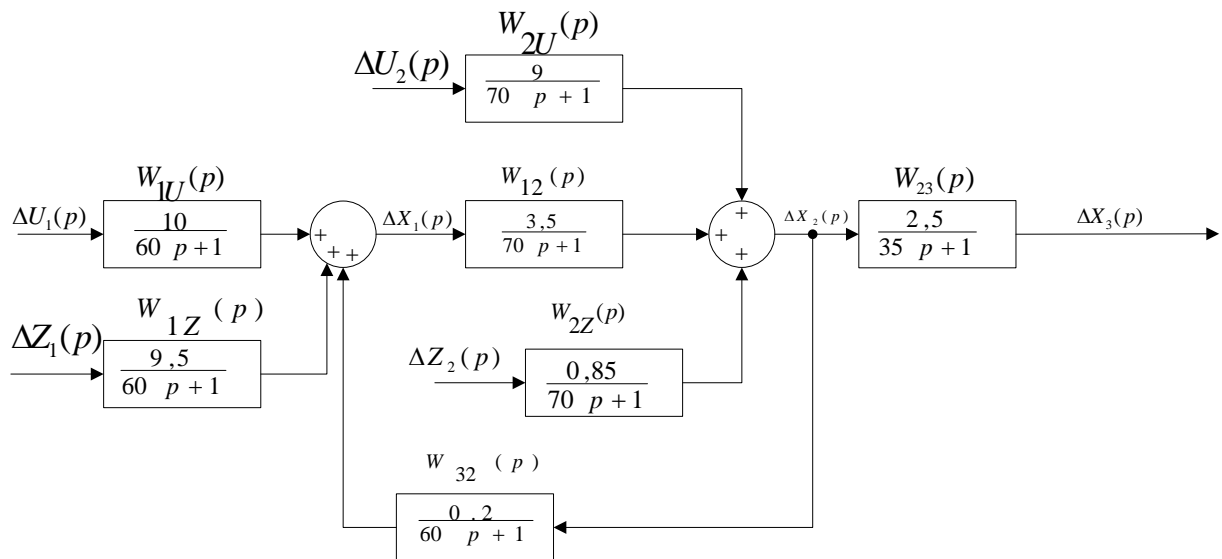
$$W_{1U}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta U_1(p)} = \frac{10}{60p+1}; W_{1Z}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta Z_1(p)} = \frac{9.5}{60p+1}; W_{21}(p) = \frac{\Delta X_1(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{0.2}{60p+1};$$

$$W_{2U}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta U_2(p)} = \frac{9}{70p+1}; W_{2Z}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta Z_2(p)} = \frac{0.85}{70p+1}; W_{12}(p) = \frac{\Delta X_2(p)}{\Delta X_1(p)} = \frac{3.5}{70p+1};$$

$$W_{23}(p) = \frac{\Delta X_3(p)}{\Delta X_2(p)} = \frac{2.5}{35p+1};$$

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Носаль В.В.			Розробка системи автоматизації парового котла на газовому паливі	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Кишенько В.Д.					62	67
Секр. Е.К.		Проскурка Є.С.			НУХТ АК-4-1			
Зав. кафедри		Ельперін І.В.						

Складаємо структурну схему об'єкта:



7.3. Моделювання САР

Настройка ПІД- регулятора

Настройки ПІД-регулятора визначаємо за допомогою Циглера –Ніколса. Для цього знаходимо K_p критичне, при якому система знаходиться на межі стійкості.

$$K_{p \text{ крит}} = 0.065; T_p = 200;$$

Наближеним методом розрахунку параметрів настройок регуляторів є метод *незагасаючих* коливань (в технічній літературі його називають методом Ціглера-Нікольса). Замкнену систему автоматичного регулювання з П-регулятором переводять в режим автоколивань за допомогою збільшення $K_{\text{рег}}$. Якщо в системі працює ПІ-регулятор, то $T_i \rightarrow \infty$, при ПІД-регуляторі $T_i \rightarrow \infty$, $T_d \rightarrow 0$. Для отримання автоколивань визначають критичні значення $K_{\text{рег}}^{\text{крит}}$ і період $T_p^{\text{крит}}$. Тоді наближеними параметрами настройки ПІД-регулятора будуть :

$$K_p = K_{p(\text{крит})} * 0,6$$

$$K_i = (1,2 * K_{p(\text{крит})}) / T_p$$

$$K_d = 0,075 * K_{p(\text{крит})} * T_p$$

Зменшення коефіцієнта передачі регулятора дозволяє забезпечити необхідний запас стійкості, хоча в цілому отримані настройки не гарантують досягнення екстремуму показника якості, наприклад, інтегрального критерію.

$$K_p = K_{p(\text{крит})} * 0,6 = 0,6 * 0,065 = 0.039;$$

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

$$K_i = (1,2 * K_p(\text{крит})) / T_p = (1,2 * 0,065) / 200 = 0,000156;$$

$$K_d = 0,075 * K_p(\text{крит}) * T_p = 0,075 * 0,065 * 200 = 0,975;$$

Встановлюємо коеф. Настройки ПІД-регулятора в структурну схему і отримуємо перехідний процес, який має ступінь згасання: $\phi = 0,75$. Порівнюючий його з перех. Процесом з П-регулятором можна сказати, що час регулювання у ПІД-регулятора менший, але не набагато, ступінь згасання більший, і динамічна похибка також менша. Тобто робимо висновок, що використання ПІД-регулятора в даному випадку доцільне.

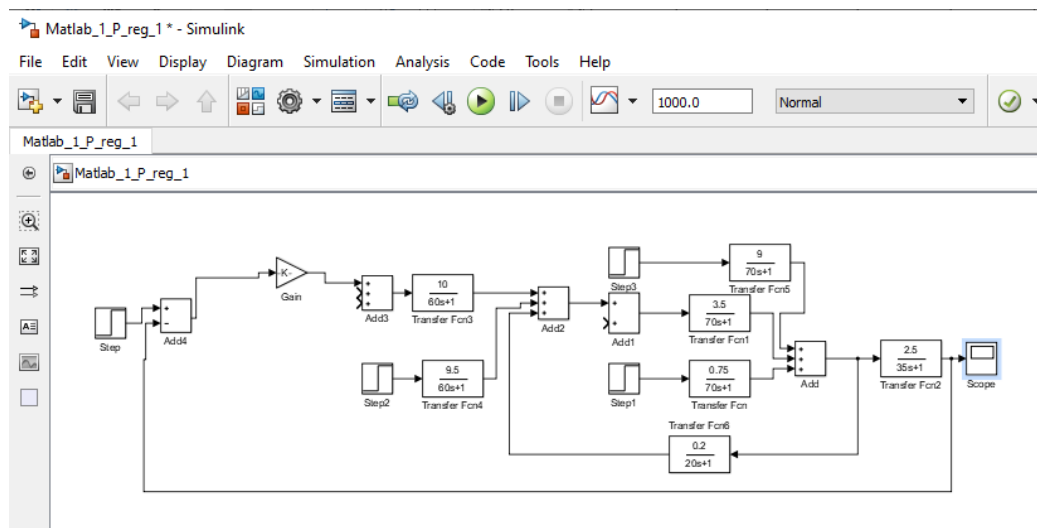


Рис.7.1. Структурна схема АСР з П-регулятором

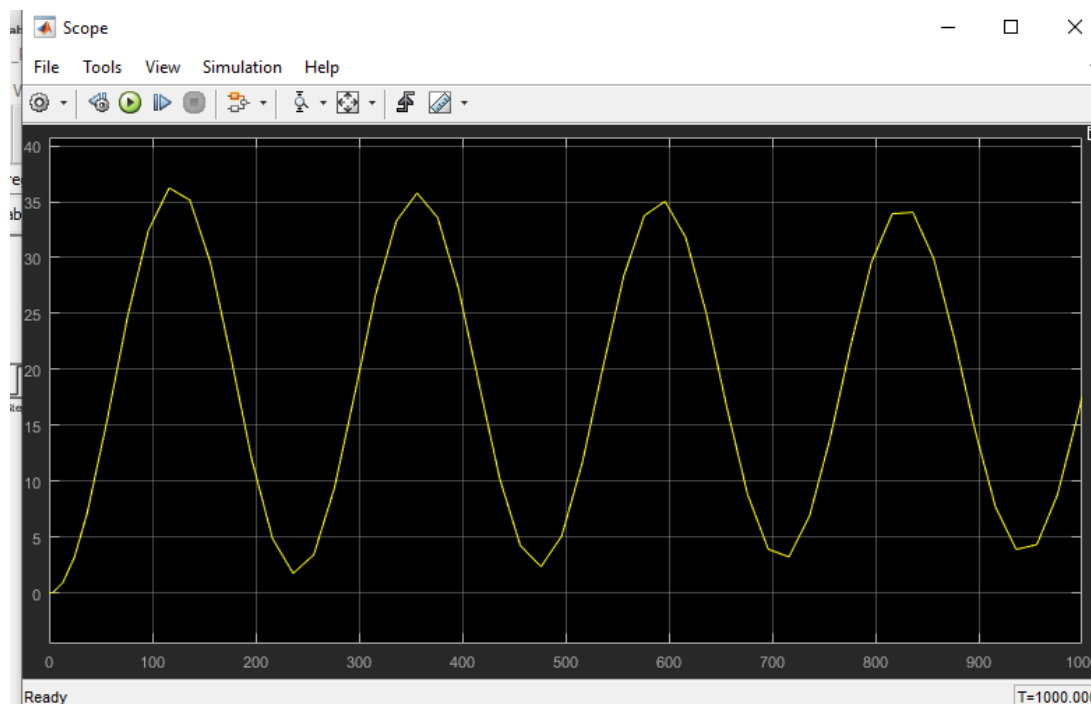


Рис.7.2. Перехідний процес АСР з П-регулятором на межі стійкості
($K_p(\text{крит.}) = 0,065$)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

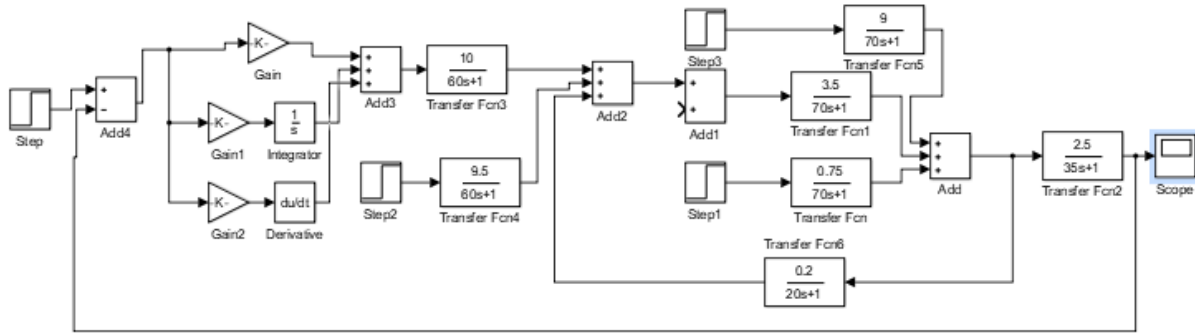


Рис.7.3. Структурна схема АСР з ПІД-регулятором

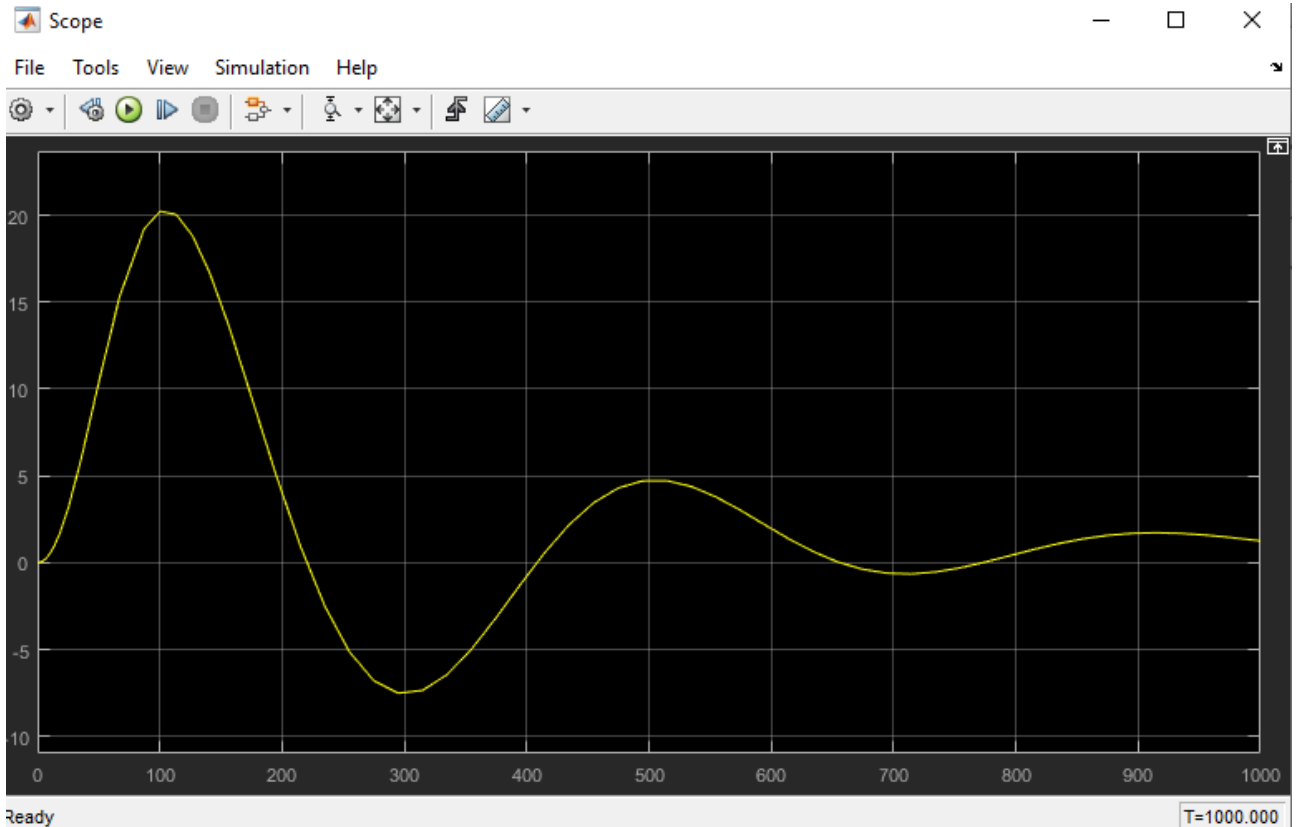


Рис.7.4. Перехідний процес АСР з ПІД-регулятором.

$$\psi = (A1 - A3) / A1 = (20 - 5) / 20 = 0,75;$$

Висновок: В даному розділі була складена структурна схема АСР, та розраховані оптимальні настройки ПІД-регулятора методом Циглера-Ніколсона. Ступінь затухання $\phi = 0,75$, що характеризує систему з кращої сторони.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Висновки

В даній кваліфікаційній роботі була розглянута системи автоматизації парового котла на газовому паливі. Мною була розроблена АСУ на базі контролера Modicon M241 від Schneider Electric, для даного об'єкта, тут були застосовані пристрої для виміру температури, пристрою для вимірювання рівня в котлі, засоби обліку витрати води та пристрої для відслідковування тиску для запобігання аварій в зв'язку з великим чи низьким тиском. Всі пристрої сумісні з роботою в парі з контролером, що дало змогу реалізувати роботу всього об'єкта на АРМ оператора. Я розробив алгоритм роботи об'єкта, реалізував програму та для роботи об'єкта, підібрав пристрої для підключення до контролера, навів схеми підключень, складена специфікація на замовлення пристроїв, відповідно була розроблена та реалізована SCADA/HMI для оператора.

В подальшому використанні цієї апаратури, воно буде застарілим та нестиме втрати в прибутку підприємству якщо порівнювати з новітніми технологіями, що буде розроблено, тому рекомендовано модернізувати АСУ після досягнення певного прибутку після окупності за для підвищення ККД об'єкта та збільшенню прибутку підприємству. Оновлення АСУ слугує для зменшення втрат тепла, підвищення ККД установки, зменшення втрат енергоносія на нагрів теплоносія, а це також йде до збільшення прибутку підприємству.

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

Список використаної літератури

1. Ельперін І.В. Промислові контролери [Текст]: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ, 2003. – 320 с.

2. Калениченко А.В. Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. [Текст] /Под ред. А.В. Калиниченко // М.: "Инфа-Инженерия", 2008. – 576 с.

3. Ладанюк А.П. Методи сучасної теорії управління [Текст] / А.П. Ладанюк, В.Д. Кишенько, Н.М. Луцька, В.В. Іващук // К.: НУХТ, 2010.– 196с.

4. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості [Текст]: Підручник / А.П. Ладанюк, В.Г. Трегуб, І.В. Ельперін, В.Д. Цюцюра // К.: Аграрна освіта, 2001. – 224 с.

5. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування [Текст]: Навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк, О.П. Лобок // Вінниця: Нова книга, 2007. – 160 с.

6. Дорф Р. Современные системы управления [Текст] / Р. Дорф, Р. Бишоп // М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.

7. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: Навчальний посібник. [Текст]/ В.Г. Трегуб // К.: НУХТ, 2006 – 139 с.

[1]- <http://energetika.in.ua/ua/books/book-3/part-1/section-2/2-1>

[2] -<https://kotle.ru/naladka/produvka-kotla>

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