

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
_____ Анатолій ФОРСЮК
(підпис) (прізвище та ініціали)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Ярослав СМІТЮХ
(підпис) (прізвище та ініціали)

« ____ » лютого 2024 р.

« ____ » лютого 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

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

освітньо-професійної програми «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в атоматизації»

на тему: Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р

Виконав: здобувач 3 курсу, групи ЗАВ-3-1

Едуард ОВЧАРЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Віктор СІДЛЕЦЬКИЙ
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

Рецензент Надія ЧЕРНЕЦЬКА
(прізвище та ініціали) _____
(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь бакалавр

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

Освітньо-професійна програма «Комп'ютерні системи та програмна інженерія в автоматизації»

ЗАТВЕРДЖУЮ: Завідувач
кафедри АКТСУ
Ярослав СМІТЮХ

« » 202 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Овчаренку Едуарду Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р
керівник роботи к.т.н. Сідлецький Віктор Михайлович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «19» грудня 2023р. №1001-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «15» лютого 2024 р.

3. Вихідні дані 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 необхідно 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 технічних засобів. 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

Анотація

В кваліфікаційній роботі розглянуто розробку системи автоматизації парового котла ПК-39-Р.

В проєкті розроблена документація на систему автоматизації, в склад якої входить: опис технологічного об'єкту управління, функціональна схема автоматизації, принципова схема управління, регулювання та сигналізації, розроблено алгоритм роботи об'єкта та обґрунтовано основні вимоги щодо роботи системи автоматизації, захисту, аварійної зупинки. Спроектowana система автоматизації реалізована на базі ПЛК-200. Для відображення процесу у зручному вигляді для оператора передбачено використання дисплейних мнемосхем в SCADA Trace Mode 6.

Кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки, в якій висвітлено конструктивні характеристики об'єкта автоматизації, основні вимоги та методи реалізації мікропроцесорного управління паровим котлоагрегатом і графічної частини - 3 аркуші.

Ключові слова: паровий котел, газ, автоматизація, ПЛК-200.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

The qualification work is devoted to the development of the ПК-39-Р steam boiler automation system.

The project developed documentation for the automation system, which includes: a description of the technological object of control, a functional diagram of automation, a principle diagram of control, regulation and signaling, an algorithm for the operation of the object was developed and the main requirements for the operation of the automation, protection, emergency system were substantiated stops The designed automation system is implemented on the basis of ПЛК-200. To display the process in a convenient form for the operator, the use of display mnemonics in SCADA Trace Mode 6 is provided.

The qualification work consists of an explanatory note, which highlights the structural characteristics of the automation object, the main requirements and methods of implementing microprocessor control of the steam boiler unit and the graphic part - 3 sheets.

Keywords: steam boiler, gas, automation, ПЛК-200.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ	7
1. Опис об'єкта автоматизації	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації	9
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації	12
2. Система автоматизації	14
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)	14
2.2. Схема автоматизації	23
2.3. Специфікація засобів автоматизації	26
3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення	28
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)	28
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	33
3.3 Розширені схеми підключення для окремих контурів	39
4. Креслення встановлення технічних засобів	42
5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК)	44
6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога	49
6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI	49
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора	52
7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання	55
7.1. Постановка задачі дослідження	55
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі	55
7.3. Моделювання САР	59
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків	63
Висновок	64
Список використаної літератури	65

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Сучасний промисловий сектор надзвичайно залежить від ефективного та надійного функціонування енергетичного обладнання. Одним із ключових елементів в системах теплопостачання є паровий котел, який використовується для виробництва пари для різних процесів у промисловості.

В рамках даної роботи зосереджено увагу на розробці системи автоматизації для парового котла ПК-39-Р. Головною метою проєкту є покращення ефективності та безпеки роботи парового котла, забезпечення його стабільності та автоматизованого керування процесами.

Система автоматизації для парового котла ПК-39-Р має на меті забезпечити точне керування параметрами парогенерації, включаючи тиск, температуру, подачу палива та води. Вона також повинна забезпечувати моніторинг та діагностику стану котла, виявлення неполадок та автоматичне виконання заходів з усунення проблем.

Під час розробки системи автоматизації використані сучасні методи та технології, такі як сенсори для вимірювання параметрів, програмований контролер для обробки даних, а також алгоритми для оптимального керування та діагностики.

В результаті успішної реалізації цього проєкту очікується отримання детального розробленого прототипу системи автоматизації, який може бути використаний для поліпшення ефективності та безпеки роботи парового котла ПК-39-Р. Така система автоматизації може мати широкі перспективи застосування у промислових підприємствах та сприяти підвищенню продуктивності та зниженню витрат на енергію.

В кваліфікаційній роботі розглянуті ключові аспекти розробки системи автоматизації парового котла ПК-39-Р, включаючи аналіз вимог, проектування апаратно-програмного забезпечення, реалізацію прототипу, тестування та оцінку його ефективності. Запропоновані рішення та результати цього дипломного

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проєкту можуть бути використані як основа для подальшого розвитку систем автоматизації парових котлів та оптимізації енергетичних процесів в промисловості.

Кваліфікаційна робота має значимість для практичного застосування автоматизаційних технологій у виробничому середовищі, покращення енергоефективності та забезпечення безпеки в промисловості.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

1 Опис об'єкта автоматизації

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації

У середині ХХ століття розвиток теплових електростанцій ішов шляхом збільшення одиничної потужності та економічності енергетичного устаткування. При цьому у 50-ті роки ХХ століття почали будувати ТЕС з енергоблоками 100, 150 і 200 МВт, а у 60-ті роки вводили в експлуатацію на електростанціях енергоблоки потужністю 300, 500 і 800 МВт. У цих блоках встановлені котли на надкритичні параметри пари [1].

Перехід котлів на надкритичні параметри пари диктувався економічною доцільністю, яка визначалася оптимальним балансом економії палива за рахунок підвищення термічного к.к.д. циклу і дорожчання устаткування та експлуатації. Відмова від застосування в потужних блоках барабанних котлів на докритичні параметри пари визначалася значним зростанням вартості котла в результаті збільшення маси барабана, яка для котла блоку 500 МВт досягала 200 т. Монтаж і експлуатація такого котла значно ускладнювалась, тому оптимальна потужність енергоблоків з барабанними котлами, що несуть базове навантаження, не перевищує 400 МВт. У зв'язку з цим при створенні блоків великої потужності було ухвалено рішення про перехід на прямоточні котли надкритичного тиску.

Перші прямоточні котли для енергоблоків 300 МВт моделей ТПП-110 і ПК-39 та котли для енергоблоків 800 МВт моделей ТПП-200, ТПП-200-1 були виготовлені на початку 60-х років ХХ століття. Виконувалися вони двокорпусними. Парові котли ТПП-110 і ПК-39 були виготовлені з несиметричним розташуванням поверхонь нагріву в кожному корпусі (моноблоці) [1].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Овчаренко			Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник.		Сідлецький					9	5
Зав. каф.		Смітюх				НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська						

У двокорпусному паровому котлі моделі ПК-39, виготовленому по Т-подібній схемі, первинний і проміжний пароперегрівники розташовані у чотирьох конвективних шахтах корпусів несиметрично до вертикальної осі котла. При зміні кількості продуктів згорання у правій і лівій конвективній шахті кожного корпусу відбувається перерозподіл теплосприйняття первинним і проміжним пароперегрівниками, що призводить до зміни температури пари [1].

Такий котел не має барабана, в ньому вода, а потім пароводяна суміш і пара послідовно проходять усі поверхні нагріву котла, в котлі немає чіткої межі між економайзерною, випарною та перегрівальною поверхнями. При змінних режимах роботи змінюється положення меж між ними, що впливає вихідні параметри пари і, насамперед, на температуру пари.

У прямоточних котлоагрегат циркуляція пароводяної суміші в трубах відбувається примусово за допомогою живильних насосів. На шляху руху робочого середовища поміщають змішувальні колектори, що розділяють всю поверхню нагріву на водяний економайзер, радіаційну частину, перехідну зону та пароперегрівач.

У водяному економайзері вода не нагрівається до температури кипіння, так як рівномірний розподіл пароводяної суміші по витках радіаційної частини дуже важко.

Прямоточні котли на відміну барабанних можуть працювати при надкритичному тиску робочого середовища, у якому немає процесу випаровування і виключається сепарація пари від води. Таким чином, при надкритичному тиску немає необхідності в наявності сепаратора барабана.

Паровий котел ПК-39-Р (ПП-270-13,8545/545ГМ) призначений для вироблення перегрітої пари з робочим тиском 13,8 МПа та температурою 545°C, має паропродуктивність 270 т/год та к.к.д. 92.8%. Він може працювати як низьконапірний парогенератор за схемою допалювання у складі парогазової установки, так і у складі традиційної паросилової установки. Це прямоточний, газомазутний котел, виконаний по П-подібному компонування і встановлюється на власному каркасі (рисунок 1.) [1].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

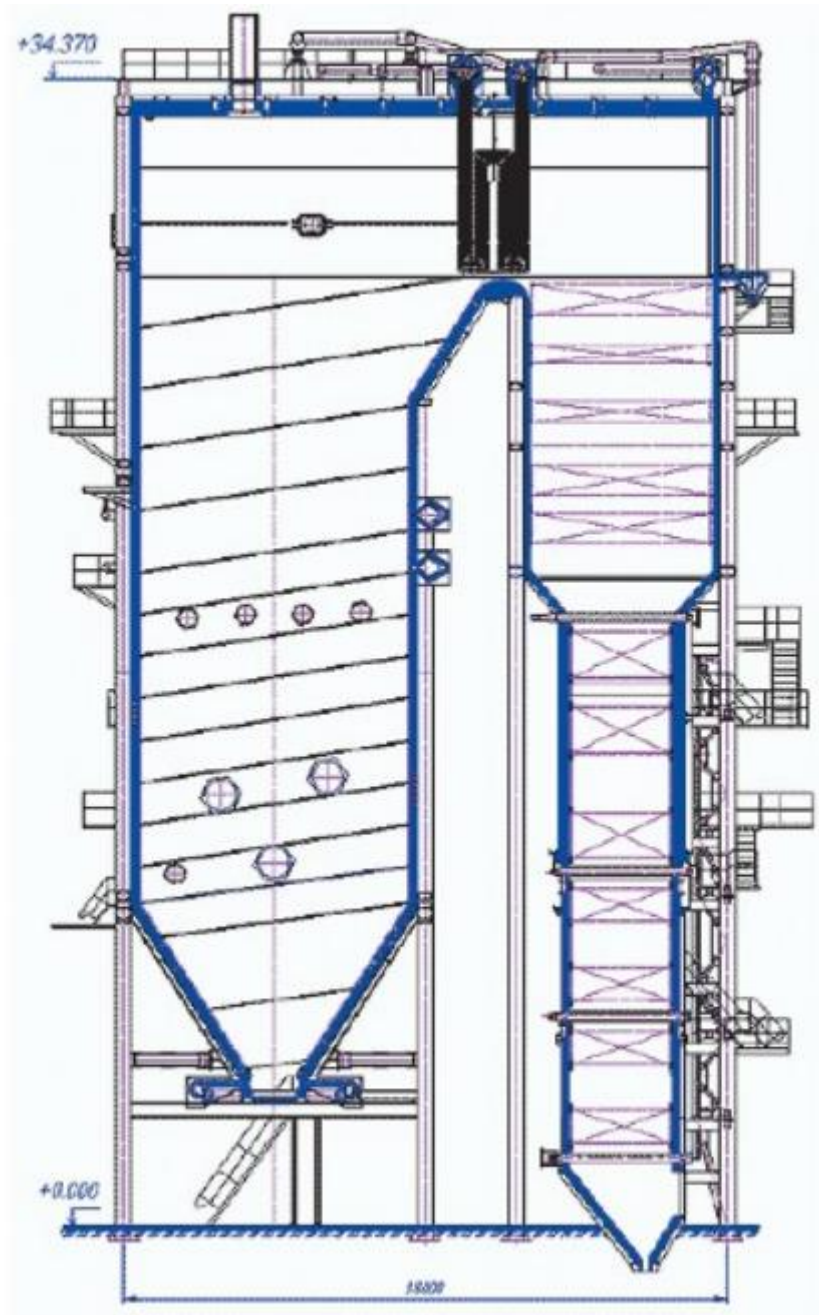


Рисунок 1.1 - Загальний вид прямооточного парового котла ПК-39-Р в розрізі

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації

Завданням на розробку на системи автоматизації є: перелік технологічних параметрів, що підлягають автоматизації; вид автоматизації та характер контролю та управління; допустимі значення параметрів. Дані представлені у вигляді таблиці (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
1	Котел	Температура, трубопровід пари	200 °С ± 2°С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Регулювання	Стабілізація
2	Котел	Температура, трубопровід димових газів	600°С ± 10°С	Контроль	Відображення, реєстрація
3	Котел	Тиск, трубопровід пари	86 кгс/см ²	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Регулювання	Стабілізація
4	Котел	Розрідження, топка	-2.5 кгс/см ²	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
				Керування	Стабілізація
5	Котел	Співвідношення газ – повітря, трубопровід газу, трубопровід повітря	1 : 10	Керування	Співвідношення
6					
7		Тиск, трубопровід газу	25 кгс/см ²	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
8		Тиск, трубопровід повітря	0.5 кгс/см ²	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація

Продовження таблиці 2.1

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
9	Котел	Витрата, трубопровід газу	5300 м ³ /год	Контроль	Відображення, реєстрація
10	Котел	Витрата, трубопровід пари	65 т/год	Контроль	Відображення, реєстрація
11	Котел	Витрата, трубопровід води	74 т/год	Контроль	Відображення, реєстрація
				Керування	Стабілізація, слідкування
12	Котел	Наявність факелу, топка	+ / -	Контроль	Сигналізація
13	Приміщення котельні	Загазованість, приміщення	+ / -	Контроль	Сигналізація
14	Котел	Зупинка котла	+ / -	Керування	Відсікання газу
15	Котел	Дуттєвий вентилятор	+ / -	Контроль роботи	Сигналізація
16	Котел	Димосос	+ / -	Контроль роботи	Сигналізація

2 Система автоматизації

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

Для вимірювання температури шляхом перетворення її в уніфікований вихідний сигнал постійного струму 4 – 20 мА використовуються термоперетворювачі ТХАУ-0289 (рисунок 2.1). Складаються з первинного термоперетворювача в арматурі, в головку якого вмонтований вимірювальний перетворювач ПВУ-0197 [2].

Технічні характеристики:

- напруга живлення – 12 – 36В;
- межа допустимого значення основної похибки – 0.5 – 1%;
- діапазон температур – 0 – 800 °С.



Рисунок 2.1 – Термоперетворювач ТХАУ-0289 з вбудованим перетворювачем ПВУ-0197

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів	
Розроб.		Обчаренко			Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р		14	14
Керівник.		Сідлецький						
Зав.каф.		Смітюх						
Секретар ЕК		Крупська						
					НУХТ ЗАВ-3-1			

В якості вторинних перетворювачів тиску, рівня та перепаду тиску використані прилади типу "Сафір-М Серія 7xxx" (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 – Перетворювачі "Сафір-М"

Серія датчиків надлишкового тиску Сафір-М 7xxx дозволяє зробити експлуатацію приладу більш зручною і функціональною завдяки конструктивним особливостям, обумовлених наявністю поліпшеної багатопроцесорної системи [3].

Датчики надлишкового тиску Сафір-М 7xxx, розроблені ТОВ «Завод Манометр», перетворюють надлишковий тиск у цифровий код засобом HART-протоколу.

Конструкція датчиків забезпечує високі можливості переналаштування.

Технічні характеристики:

- тип тиску – надлишковий, вакууметричний, різниця тисків;
- електронний модуль - інтелектуальний;
- діапазони вимірювань - 0 - 0.04 кПа до 0 -100 МПа, від -20 - 20 кПа до -0.1 - 1.5 МПа, від 0 - -0.04 кПа до 0 - -100 кПа;
- вихідний сигнал - 0-5 mA, 4-20 mA, HART;
- похибка - 0.04% FS

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

- матеріали, що контактують із середовищем - Hastelloy, Корозійно-стійка сталь 12X18H10T;

- управління - локальне через меню чи дистанційне по HART-протоколу;

- індикатор - графічний матричний;

- напруга живлення – 12 – 36В.

Звужуючі пристрої ДКС (рисунок 2.3), у складі датчиків перепаду тиску Сафір М, призначені для вимірювання витрати рідин, пари та газу методом змінного перепаду тиску, який є найбільш універсальним способом вимірювання витрати.

Одними з найбільш корисних особливостей звужуючих пристроїв є простота монтажу і надійність.



Рисунок 2.3 - Звужуючий пристрій типу ДКС

Реле контролю полум'я РКП-1 (рисунок 2.4) призначено для автоматичного контролю полум'я в топкових камерах стаціонарних котлів і печей [4].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 2.4 - Реле контролю полум'я РКП-1

Прилад забезпечує перетворення сигналу від датчика полум'я (електрод контрольний КЕ-М, рисунок 2.5) на дискретний сигнал (розмикання контактів реле за відсутності полум'я), а також аварійне включення сигналізації при пропаданні полум'я (ввімкнення червоним світлодіодом «Аварія» на передній панелі приладу) [5].

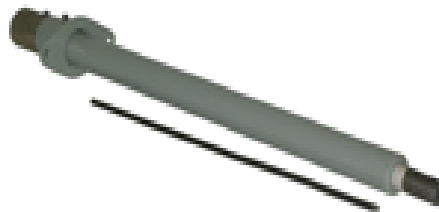


Рисунок 2.5 – Електрод контрольний КЕ-М

Для контролю технологічних параметрів обрані мікропроцесорні технологічні індикатори ІТМ – 111 (рисунок 2.6). Це одноканальні індикатори призначений для цифрової індикація параметрів у технологічних величинах та технологічної сигналізації порушень "min" і "max" [6].



Рисунок 2.6 - Технологічний індикатор ІТМ – 111

Технічні характеристики:

- один аналоговий вхід - уніфікований сигнал, напруга, термоперетворювач опору, термопара;
- інтерфейс/протокол/режим у мережі - RS-485/ModBus/MASTER або SLAVE;
- вихід аналоговий - 0-5 мА ($R_n \leq 2 \text{кОм}$), 0(4)-20 мА ($R_n \leq 500 \text{ Ом}$);
- напруга живлення – 220В.

Сигналізатори газу "ВАРТА 1-03" (рисунок 2.7) застосовують для контролю вмісту вибухонебезпечних і токсичних газів, а також температури повітряного середовища промислових, громадських будівель і споруд з газовикористовуючим обладнанням [7].

Сигналізатор газу "ВАРТА 1-03" є стаціонарним приладом з природним способом надходження повітря контрольованого середовища до напівпровідникового сенсора газу - чутливого елемента вимірювання сигналізатора.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18



Рисунок 2.7 - Сигналізатор газу "ВАРТА 1-03"

Сигналізатор газу "ВАРТА 1-03" має наступні номінальні значення порогів спрацьовування сигналізатора. Для метану, пропану (бутану): перший 10% (попереджувальна) і другий - 20% (аварійна сигналізація) НКПРП. Для окису вуглецю – 0.005 і 0.01% об. чадного газу в повітрі, для температури - + 70 °С.

Сигналізатор складається з блоку управління і датчиків газу з аналоговим виходом - метану, пропану (бутану), окису вуглецю (CO) і температури в будь-яких поєднаннях.

Вимірювальні перетворювачі приладу - датчики газу мають рівень вибухозахисту "підвищена надійність проти вибуху" по ГОСТ 12.2.020, що забезпечується видами вибухозахисту: "вибухонепроникна оболонка" (d) по ГОСТ 22782.6 і підтверджується маркуванням "2ExdІІВТ6/Н2". Клас вибухозахисту дозволяє використовувати датчики газу практично в усіх будинках і спорудах, де можливе утворення вибухонебезпечних сумішей.

Сигналізатори газу "ВАРТА 1-03" має радіальну схему підключення 4-х вимірювальних перетворювачів (датчиків газу) з аналоговим виходом. Число порогів спрацьовування сигналізації - 2 (попереджувальний і аварійний).

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

У сигналізаторах газу "ВАРТА 1-03" застосовані сенсори виробництва Японії з терміном служби не менше 10 років, що забезпечують збільшення ресурсу роботи приладу до 20 років, поліпшення вибірковості і меншу чутливість до парам органічних розчинників і зниження експлуатаційних витрат.

Датчик метану ДМ-4 (рисунок 2.8) з аналоговим виходом призначений для роботи з блоками управління "ВАРТА 1-03" [8].



Рисунок 2.8 - Датчик метану ДМ-4

Датчик окису вуглецю (CO) ДУГ – 4 (рисунок 2.9) з аналоговим виходом призначений для роботи з блоками управління "ВАРТА 1-03" [9].



Рисунок 2.9 - Датчик окису вуглецю (CO) ДУГ – 4

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Для керування приводами використані перетворювачі частоти марки Lenze (рисунок 2.10).



Рисунок 2.10 – Перетворювач частоти Lenze 8200 Vector

Основні функції перетворювача частоти Lenze [10]:

- пуск и регулювання швидкості двигуна;
- прискорення, зменшення обертів, зупинка двигуна;
- захист двигуна і перетворювача частоти.

Пускач ПБР-21 (рисунок 2.11) призначений для безконтактного управління виконавчим механізмом, у приводах яких використовується однофазний електродвигун з електромеханічним гальмом [11].



Рисунок 2.11 – Пускач ПБР-21

Оснащений внутрішнім джерелом живлення для дистанційного керування транзисторними ключами.

Комутована здатність 220В 4А.

Електричні однообертові виконавчі механізми з постійною швидкістю застосовуються для переміщення різних РО у системах дистанційного і автоматичного керування. У цих ВМ вихідний орган здійснює обертальний рух у межах 0.25 чи 0.63 оберту.

Механізми виконавчі електричні однообертові типу МЕО (рисунок 2.12) призначені для переміщення РО у системах автоматичного регулювання у відповідності з командними сигналами керуючих пристроїв. Застосовуються найчастіше у системах двопозиційного регулювання для переміщення вихідного органу з одного крайнього положення у інше, тобто для роботи за принципом „відкрити - закрити". В якості електроприводу у механізмах застосовується самогальмувальний однофазний асинхронний електродвигун з фазозрушувальним конденсатором. Виконавчі механізми можуть мати межевий вимикач ПВ чи блок перемикачів БП у вигляді окремого вузла. Вимикач призначений для здійснення зворотного зв'язку за положенням вихідного органу і електричного обмеження крайніх положень вихідного валу. Блок перемикачів, крім того, служить для сигналізації крайніх положень вихідного органу [12].



Рисунок 2.12 - Механізм виконавчий електричний однообертний типу МЕО

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Контролер ПЛК – 200 застосовується для побудови складних систем управління. Контролер вільнопрограмуємий ПЛК-200 АКУТЕК використовується у системах HVAC, в АСУ водоканалів, для управління малими верстатами і механізмами, харчопереробними і пакувальними апаратами, кліматичним устаткуванням, автоматизації торгового обладнання, у сфері виробництва будівельних матеріалів [13].

2.2 Схема автоматизації

Розроблена схема автоматизації парового котла передбачає автоматизацію наступних контурів:

- контроль і регулювання температури пари;
- контроль температури в топці котла;
- контроль і регулювання тиску в трубопроводі пари;
- контроль і регулювання розрідження в топці котла;
- контроль тиску повітря та газу, регулювання співвідношення паливо-повітря;
- контроль витрати газу;
- контроль витрати пари;
- контроль і регулювання витрати води з корекцією за витратою пари;
- контроль наявності полум'я в топці котла;
- контроль загазованості приміщення;
- зупинка котла при порушенні технологічного режиму.

Контроль і регулювання температури пари відбувається наступним чином: сигнал з термодетектора з уніфікованим вихідним сигналом ТХАУ-0289 (поз. 1а), що встановлений в трубопроводі пари, поступає на мікропроцесорний

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічний індикатор ІТМ-111 (поз. 1б) де відображається і ретранслюється до ПЛК-200. ПЛК-200 формує керуючий вплив згідно завдання. Керуючий вплив подається до виконавчого механізму МЕО - 100 (поз. 1в), що змінює положення регулюючої заслінки, встановленої на трубопроводі води в пароперегрівач. Управління виконавчим механізмом відбувається за допомогою магнітного пускача ПБР-21 (КМ1). В контурі передбачена сигналізація відхилення температури пари.

Контроль температури в топці котла. Сигнал з термоперетворювача ТХАУ-0289 (поз. 2а), що встановлений в топці котла, поступає на мікропроцесорний технологічний індикатор ІТМ-111 (поз. 2б) де відображається і ретранслюється до ПЛК-200.

Контур контролю і регулювання тиску в трубопроводі пари регулювання реалізовано наступним чином. Тиск в трубопроводі пари вимірюється перетворювачем тиску "Сафір-М 7140" (поз. 3а). З перетворювача уніфікований струмовий сигнал поступає на мікропроцесорний індикатор ІТМ-111 (поз. 3б) та на мікропроцесорний контролер ПЛК-20, що формує регулюючий сигнал на виконавчий механізм МЕО - 100 (поз. 3в), що змінює положення регулюючої заслінки, встановленої на трубопроводі подачі газу в топку. Управління виконавчим механізмом відбувається за допомогою магнітного пускача ПБР-21 (КМ2).

Розрідження в топці вимірюється перетворювачем вакууметричного тиску Сафір-М 7230 (поз. 4а). З перетворювача уніфікований струмовий сигнал поступає на мікропроцесорний індикатор ІТМ-111 (поз. 4б) та на мікропроцесорний контролер ПЛК-200, що формує керуючий сигнал 4...20 мА на частотний перетворювач Lenze 8200 Vector (поз. 4в), який керує двигуном димососу. В контурі передбачена сигналізація роботи димососу та відхилення розрідження.

Регулювання співвідношення паливо – повітря. Тиск в трубопроводах газу та повітря вимірюється перетворювачами надлишкового тиску "Сафір-М 7140"

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

(поз. 5а, 5б), сигнали з яких поступають на аналогові входи індикаторів ІТМ-111 (поз. 5в, 5г) та модуля вводу аналогових сигналів МУ210-101. ПЛК-200, відповідно до програми користувача, формує керуючий сигнал 4...20 мА на частотний перетворювач Lenze 8200 Vector (поз. 5д), що керує приводом дуттєвого вентилятора. Також сигнал з контролера передається на ЕОМ для контролю та архівування. Передбачена сигналізація роботи вентилятора та відхилення тиску повітря та газу.

Витрата газу, пари та живильної води вимірюється комплектами витратомірів змінного перепаду тиску, які складаються із звужуючих пристроїв – діафрагми ДКС – 0.6 (поз. 6а, 7а, 8а) та перетворювачів різниці тисків “Сафір-М 7410” (поз. 6б, 7б, 8б) сигнали з яких поступають на входи індикаторів ІТМ-111 (поз. 6в, 7в, 8в) та вхід модуля вводу аналогових сигналів МУ210-101, що працює з ПЛК-200. Кількість води, що надходить в котел, регулюється насосом подачі води. Програмою користувача в ПЛК-200 передбачено зміну кількості води з урахуванням зміни витрати пари. Керування продуктивністю насосу здійснюється частотним перетворювачем Lenze 8200 Vector (поз. 8г) на який поступає сигнал з ПЛК-200.

Контроль наявності полум'я здійснюється за допомогою реле контролю полум'я РКП-1 (поз. 9б, 10б), які працюють в комплекті з електродами контрольними КЕ-М (поз. 9а, 10а). Сигнали з контролю полум'я РКП-1 поступають на дискретні входи ПЛК-200. Передбачена сигналізація погасання факелу.

Проектом автоматизації передбачено сигналізацію підвищення концентрації окису вуглецю та метану за допомогою сигналізатора газу "ВАРТА 1-03.24" (поз. 11в), що працює сумісно з датчиком окису вуглецю ДУГ-4 (поз. 11а) та датчиком метану ДМ-4 (поз. 11б).

Захист котла реалізовано програмно. При критичному значенні будь-якого з відповідних параметрів контролер формує керуючий сигнал на

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електромагнітний клапан СВМ (поз. 12а), що припиняє подачу газу в пальниковий пристрій, що відповідно приведе до зупинки котла.

Схема сигналізації передбачає звукову та світлову сигналізацію перелічених вище відхилень від нормального технологічного режиму.

Також передбачено робоче місце оператора котельної установки, що реалізовано на ЕОМ (відбувається обмін інформацією з ПЛК), де відбувається візуальний контроль за ходом технологічного процесу та архівування значень параметрів.

2.3 Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1 – Специфікація обладнання

№ п/п	№ поз. за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
<u>1. Прилади та засоби автоматизації</u>						
1	1а, 2а	Термоперетворювач з уніфікованим вихідним сигналом (діапазон вимірювання 0...+800 °С, вих. сигнал 4...20 мА)	ТХАУ-0289	шт	2	НВО „Термо-прилад”, м. Львів
2	3а, 5а, 5б	Перетворювач тиску (діапазон вимірювання 0...10 МПа, вих. сигнал 4...20 мА)	Сафір-М 7140	шт	3	ПрАТ «Манометр -Харків»
3	4а	Перетворювач тиску (діапазон вимірювання – 100...20 кПа, вих. сигнал 4...20 мА)	Сафір-М 7230	шт	1	ПрАТ «Манометр -Харків»
4	6а, 7а, 8а	Діафрагма камерна	ДКС - 0.6	шт	1	ПрАТ «Манометр -Харків»

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Продовження таблиці 2.1

№ п/п	№ поз. за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця	Потреба за проектом	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
5	6б, 7б, 8б	Перетворювач різниці тисків (діапазон вимірювання 0...16 МПа, вих. сигнал 4...20 мА)	Сафір-М 7410	шт	3	ПрАТ «Манометр-Харків»
6	9а,10а	Електрод контрольний	КЕ-М	шт	2	"ПРОМЕЛ", м. Боярка
7	11а	Датчик окису вуглецю	ДУГ- 4	шт	1	"ТЕМІО", м. Київ
8	14б	Датчик метану	ДМ - 4	шт	1	"ТЕМІО", м. Київ
9	4в, 5д, 8г	Перетворювач частоти	Lenze 8200 Vector	шт	3	Lenze
10	КМ1, КМ2	Пускач безконтактний реверсивний (живлення – 220В)	ПБР-21	шт	2	«МІКРОЛ», м Івано-Франківськ
11	1в, 3в	Виконавчий механізм (момент на валу – 250 Н·м, час оберту – 10 сек, хід валу – 0.25 об., живл. – 220В)	МЕО - 100/10 -0,25	шт	2	ТОВ "НВП "ЕЛКОМ", смт. Гостомель
12	15а	Електромагнітний клапан	СВМ	шт	1	ТОВ "ПРОМПРИЛАД"
13	1б - 4б, 5в, 5г, 6в - 8в	Індикатор мікропроцесорний (вх. сигн. 4...20 мА, живлення – 220В)	ІТМ-111	шт	12	«МІКРОЛ», м Івано-Франківськ
14	9б, 10б	Реле контролю полум'я	РКП-1	шт	2	«МІКРОЛ»,
15	11в	Сигналізатор газу	«ВАРТА 1-03»	шт	1	"ТЕМІО", м. Київ
16		Програмуємий логічний контролер	ПЛК-200-05.CS	шт	1	"АКУТЕК", м. Харків
17		Модуль вводу аналогових сигналів	МУ210-101	шт	1	"АКУТЕК", м. Харків
18		Модуль виводу аналогових сигналів	МУ210-501	шт	1	"АКУТЕК", м. Харків
19		Модуль виводу дискретних сигналів	МУ210-410	шт	1	"АКУТЕК", м. Харків

Арк.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

27

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

3 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Для реалізації функцій регулювання і контролю в представленій схемі автоматизації необхідно 9 аналогових входів, 5 дискретні входи, 3 аналогових виходи та 24 дискретних виходи, інтерфейсний ввід RS-485.

На основі вище сказаного складається замовна специфікація для контролера ПЛК-200-05.CS (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 - Замовна специфікація

Марка	Найменування	К-ть
ПЛК-200-05.CS	Мікропроцесорний контролер	1
МВ210-101	Модуль вводу аналогових сигналів	1
МУ210-501	Модуль виводу аналогових сигналів	1
МУ210-410	Модуль виводу дискретних сигналів	1

ОВЕН ПЛК200 (рисунок 3.1) – лінійка моноблокових контролерів для малих і середніх систем автоматизації з вбудованими аналоговими і дискретними входами/виходами (DI/DO/AI/AO). Контролери універсальні завдяки широкому спектру комунікаційних протоколів [13].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Обчаренко			Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Сідлецький					28	14
Зав. каф.		Смітюх				НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська						



Рисунок 3.1 - Програмуємий логічний контролер ОВЕН ПЛК200-05.CS

Основні технічні характеристики ОВЕН ПЛК200-05.CS:

- напруга живлення - від 10 до 48 В (номінальна 24 В);
- споживана потужність, не більше - 10 Вт;
- дискретні входи - 8 (визначення логічного рівня, лічильник високочастотних імпульсів, вимірювання частоти, обробка сигналів енкодера);
- дискретні виходи - 4 (перемикання логічного сигналу, генерація низькочастотного ШІМ сигналу, генерація високочастотного ШІМ сигналу, генерація заданої кількості імпульсів);
- аналогові входи - 4 (уніфіковані сигнали: 0...5 мА, 0 (4) ... 20 мА, ± 50 мВ, ± 1 В; термоопір: 50м, Cu50, 50П, Pt50, Ni100, 100м, Cu100, 100П, Pt100, Ni500, 500М, Cu500, 500П, Pt500, Ni1000, 1000м, Cu1000, 1000п, Pt1000, ТСМ гр. 23; термопари: L, J, N, K, S, R, B, T, A-1, A-2, A-3; опір: 0...2 кОм, 0 ... 5 кОм);
- аналогові виходи - 2 (уніфіковані сигнали: 0...5 мА, 0 (4) ... 20 мА, 0...10 В);
- виробник - ВО "АКУТЕК".

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Виходячі з того, що інформаційна ємність ПЛК не відповідає інформаційній ємності задачі (недостатньо аналогових входів та дискретних виходів), необхідно або замінити ПЛК, або збільшити кількість, або обрати додаткові модулі вводу/виводу.

Обираємо модулі аналогових входів і дискретних виходів.

Модуль вводу аналогових сигналів з Ethernet MB210-101 (рисунок 3.2) призначений для перетворення сигналів з датчиків температури, тиску, рівня в значення фізичних величин і подальшої передачі їх в мережу Ethernet [14].

Основні технічні характеристики MB210-101:

- напруга живлення - від 10 до 48 В (номінальна 24 В);
- споживана потужність, не більше - 4 Вт;
- аналогові входи - 8 (уніфіковані сигнали: 0...5 мА, 0 (4) ... 20 мА, ± 50 мВ, ± 1 В; термоопір: 50м, Cu50, 50П, Pt50, Ni100, 100м, Cu100, 100П, Pt100, Ni500, 500М, Cu500, 500П, Pt500, Ni1000, 1000м, Cu1000, 1000п, Pt1000, ТСМ гр. 23; термопари: L, J, N, K, S, R, B, T, А-1, А-2, А-3; опір: 0...2 кОм, 0 ... 5 кОм);
- виробник - ВО "АКУТЕК".



Рисунок 3.2 - Модуль вводу аналогових сигналів MB210-101

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

Модуль виводу аналогових сигналів з Ethernet МУ210-501 (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 - Модуль виводу аналогових сигналів МУ210-501

Модулі призначені для перетворення цифрових сигналів, що передаються через мережу Ethernet, в аналогові для керування виконавчими механізмами, такими як частотні перетворювачі, приводи запірно-регулювальної апаратури тощо. Також ці модулі застосовуються для передачі аналогових сигналів пристроям реєстрації та самописцям [15].

Основні технічні характеристики МУ210-401:

- напруга живлення - від 10 до 48 В (номінальна 24 В);
- споживана потужність, не більше - 5 Вт;
- аналогові виходи - 8 (0...20 мА, 4...20 мА, 0...1 В, 0...10 В);
- виробник - ВО "АКУТЕК".

Модуль виводу дискретних сигналів з Ethernet МУ210 (рисунок 3.4) використовуються для керування виконавчими механізмами за інтерфейсом Ethernet через вбудовані електромагнітні транзисторні ключі [16].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні технічні характеристики МУ210-401:

- напруга живлення - від 10 до 48 В (номінальна 24 В);
- споживана потужність, не більше - 6 Вт;
- дискретні виходи - 8 (електромагнітне реле);
- виробник - ВО "АКУТЕК".



Рисунок 3.4 - Модуль виводу дискретних сигналів з Ethernet МУ210-401

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

В кваліфікаційній роботі розроблена принципова електрична конфігураційна схема автоматичного регулювання на базі мікропроцесорного контролера ПЛК-200.

Інформація від датчиків надходить до вхідних модулів ПЛК-200 де всі вхідні сигнали перетворюючись в цифрову форму, обробляються процесором за програмою. Сигнали управляючої дії, що надходять з МПК через перетворювачі, поступають на виконавчі механізми.

Контролер розрахований на прийом і видачу двох видів сигналів:

- аналогових;
- дискретних.

Формування імпульсних сигналів на виході імпульсного регулятора виконуються програмно і ці сигнали надходять на виконавчі механізми через дискретні виходи контролера. Апаратура введення (вхідні ПЗО) перетворює аналогові і дискретні сигнали, що надходять на вхід контролера, у цифрову форму. Апаратура виводу (вихідні ПЗО) здійснює зворотне перетворення.

Зовнішні ланцюги підключаються до контролера через зовнішній рознім і зовнішній клемно-блочний з'єднувач.

Всі аналогові і дискретні входи і виходи контролера цілком універсальні, тобто у вихідному стані вони не "прив'язані" до будь-яких функцій контролера. Така прив'язка здійснюється користувачем і реалізується в процесі програмування.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

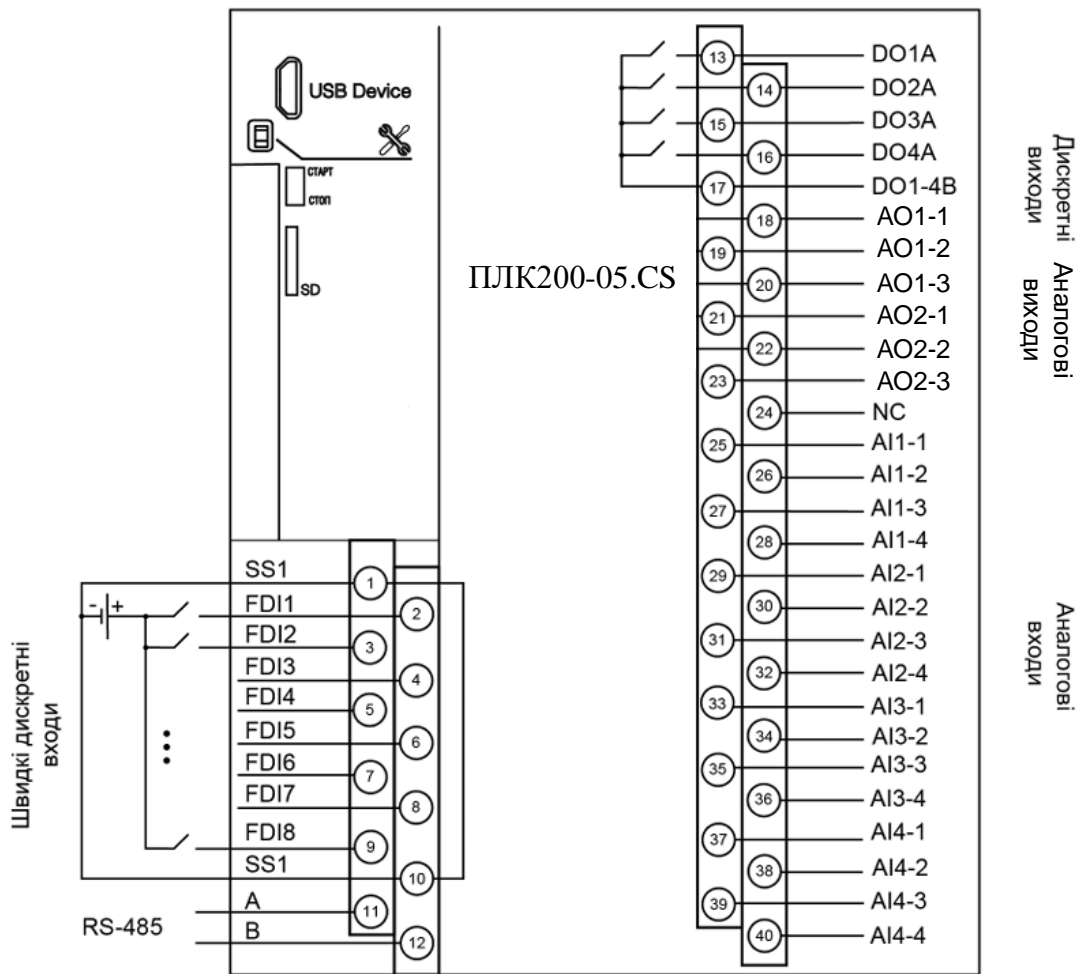


Рисунок 3.5 – Схема підключення ПЛК200-05

Нижче наведено фрагменти схеми підключень датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК.

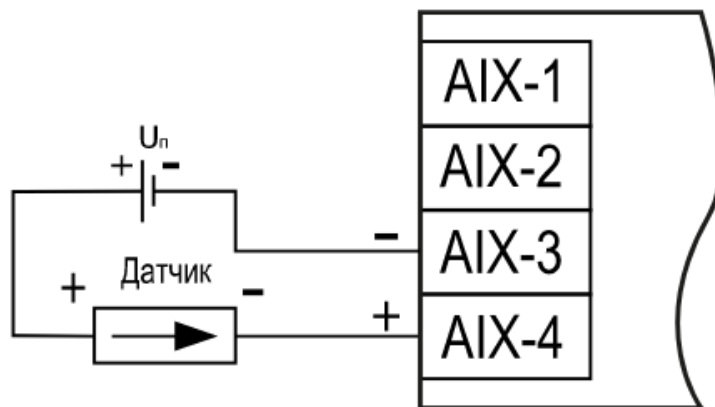


Рисунок 3.6 – Схема підключення аналогових датчиків до ПЛК

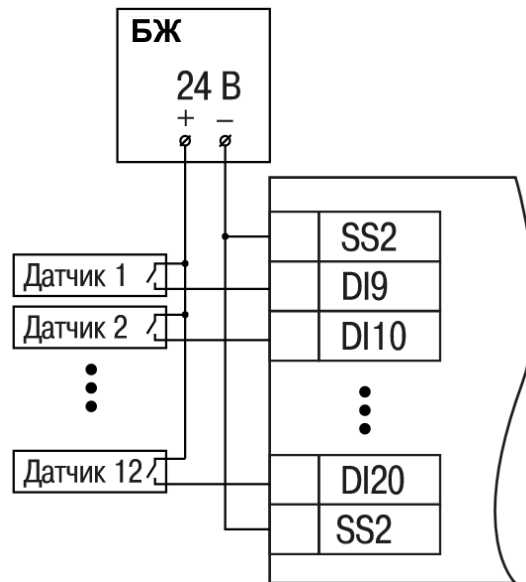


Рисунок 3.7 - Схема підключення дискретних входів

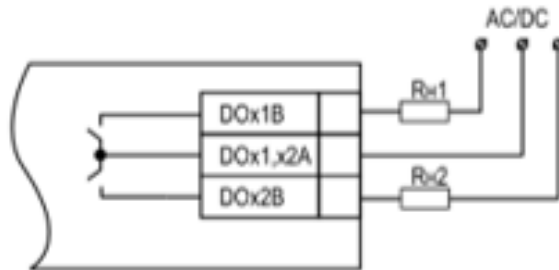


Рисунок 3.8 – Схема підключення виконавчих пристроїв (дискретні виходи)

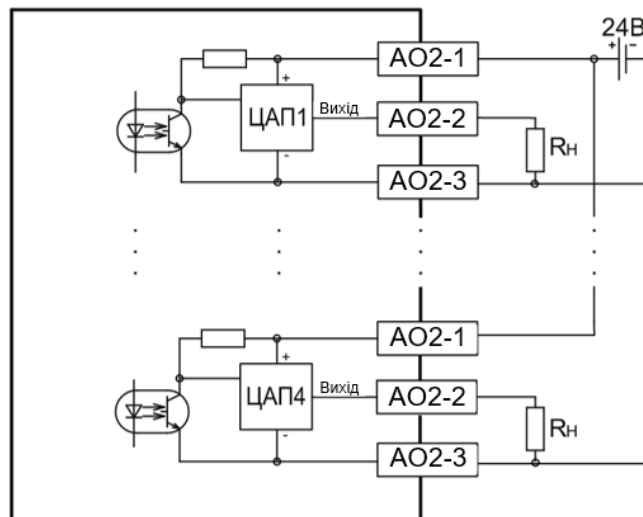


Рисунок 3.9 – Схема підключення виконавчих пристроїв (аналогові виходи)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

В системі автоматизації передбачено управління двигунами за допомогою частотних перетворювачів Lenze 8200 Vector.

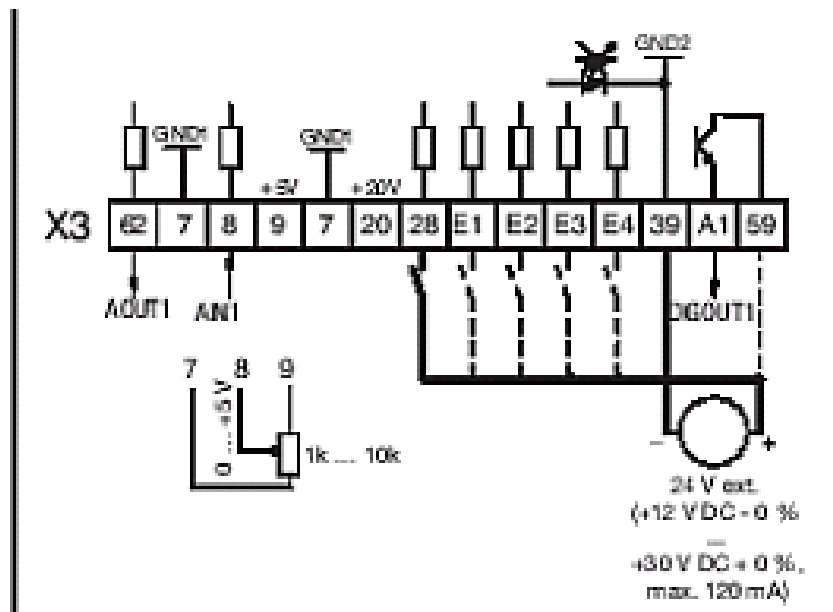


Рисунок 3.10 – Схема підключення Lenze 8200 Vector

В розробленій системі автоматизації передбачена наявність технолоічної та виробничої сигналізації.

Відповідно до поставлених умов, алгоритм роботи схеми сигналізації наступний:

1) ПЛК повинен увімкнути дискретні виходи, до яких підімкнені відповідні сигнальні лампи та дзвінок гучного бою, при:

- відхилення температури пари від значення $200\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ (HL1, HL12, HA);
- високий тиск пари $> 86\text{ кгс/см}^2$ (HL2, , HL12, HA);
- відхилення розрідження в топці $> -2.5\text{ кгс/см}^2$ (HL3, , HL12, HA);
- робота димососу (HL4), зупинка димососу (HL12, HA);
- зменшення тиску газу в трубопроводі $< 25\text{ кгс/см}^2$ (HL5, HL12, HA);
- зменшення тиску повітря в трубопроводі $< 0.5\text{ кгс/см}^2$ (HL6, HL12, HA);
- робота дуттєвого вентилятора (HL7), зупинка - (HL12, HA);
- відсутнє полум'я в топці 1 (HL8, HL12, HA) та в топці (HL9, HL12, HA);

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перевищення допустимої концентрації в приміщенні CO (HL10, HL12, HA) та/або CH₄ (HL11, HL12, HA);

- запуск алгоритму зупинки котла та спрацювання клапану СВМ (поз. 12а) (HL12)

2) при натисканні кнопки керування з прихованим штовхачем МТВ2-BAZ113 (SB1) повинна виконуватись перевірка працездатності схеми, а саме ввімкнуться сигнальні лампи (HL1 - HL12) та дзвінок гучного бою (EBL-2004 HA);

3) при натисканні кнопки МТВ2-BAZ116 (SB3) квитирування повинна вимкнутись звукова сигналізація;

4) натискання кнопки керування з грибоподібним штовхачем МТВ2-BCZ124 (SB2) призведе до аварійної зупинки котла (закриється електромагнітний клапан СВМ, встановлений на трубопроводі газу і далі почнеться виконуватись алгоритм зупинки котла, передбачений програмою користувача).

Схема сигналізації реалізована на модулі виводу дискретних сигналів МУ210-410 (рис. 3.11).

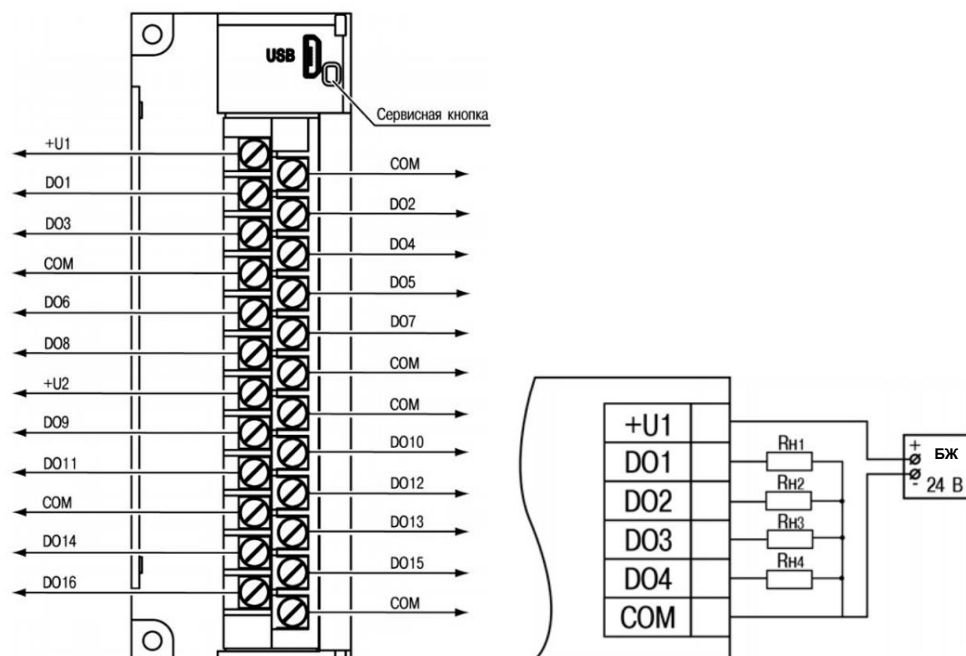


Рисунок 3.11 – Схема підключення дискретних виходів модуля МУ210-410

В схемі сигналізації використовується світлосигнальна арматура МТ22, з лінзою зеленого, червоного та жовтого кольору. Для звукового оповіщення використано дзвінок гучного бою ЕВЛ-2004 червоний АскоУкрем (рисунок 3.12).

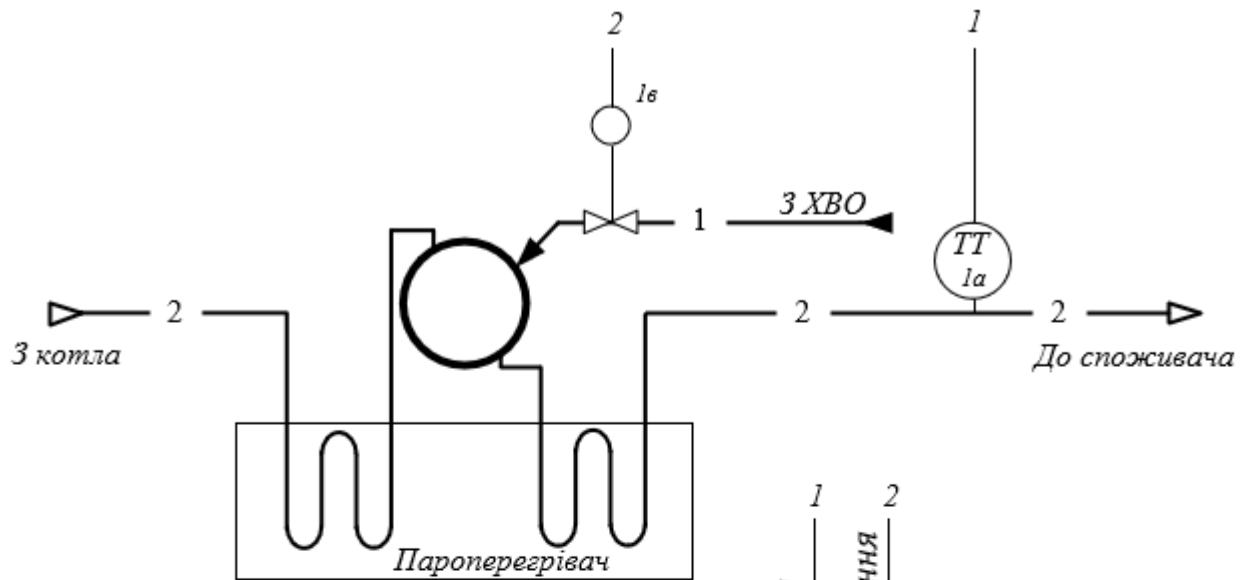


Рисунок 3.12 - Світлосигнальна арматура МТ22, дзвінок гучного бою ЕВЛ-2004

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур контролю та регулювання температури в пароперегрівачі.



Прилади за місцем		NS KM1		
Прилади на щиті		ТТ 16 HL1		
ПЛК200- 05.CS	Y	Л11	В01,2	В03
	C			
	S			
	A			
	B			
ЕОМ	B			
	I			
	R			
	K			
	A			

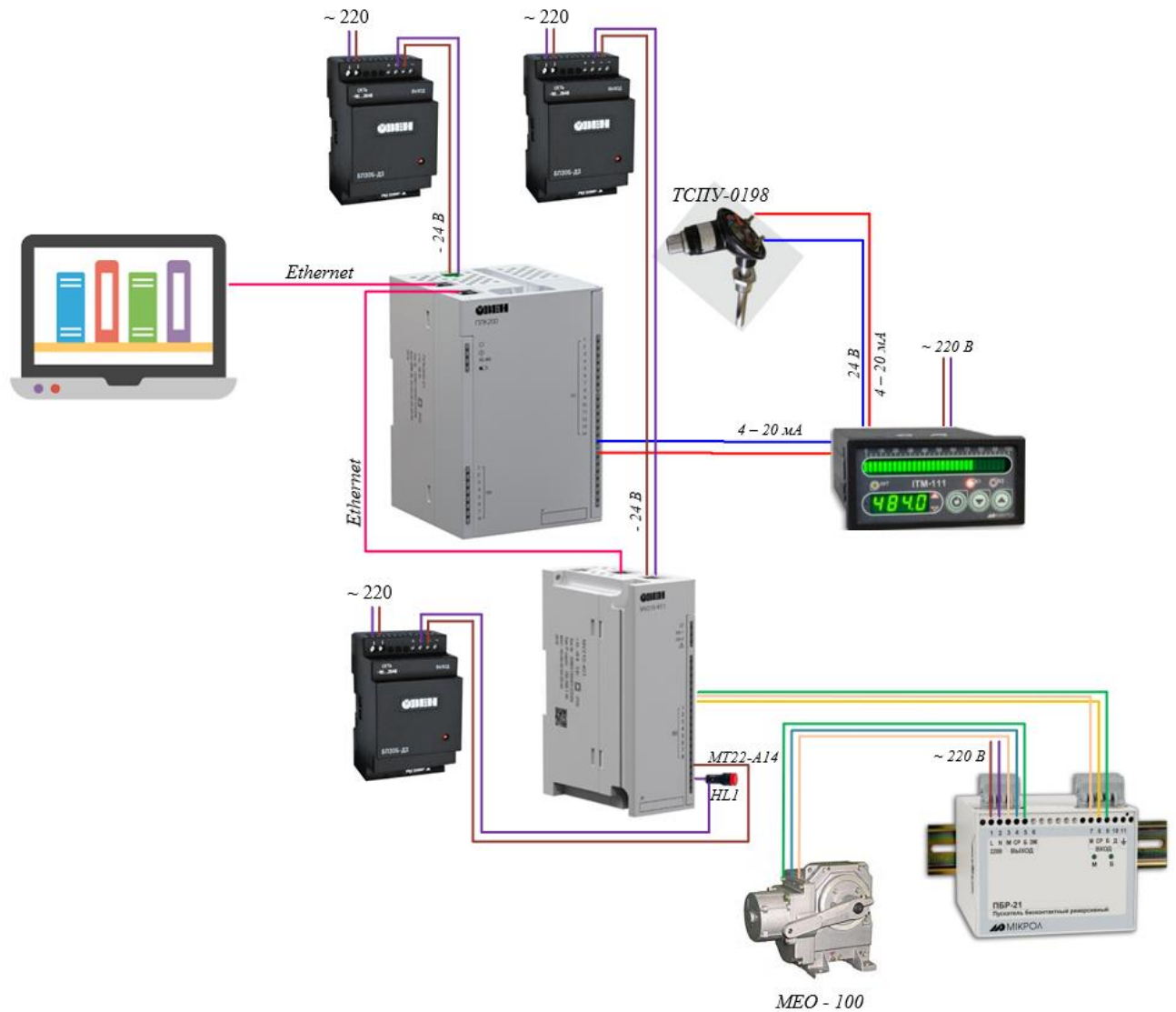
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

39

Графічне зображення технічних засобів автоматизації



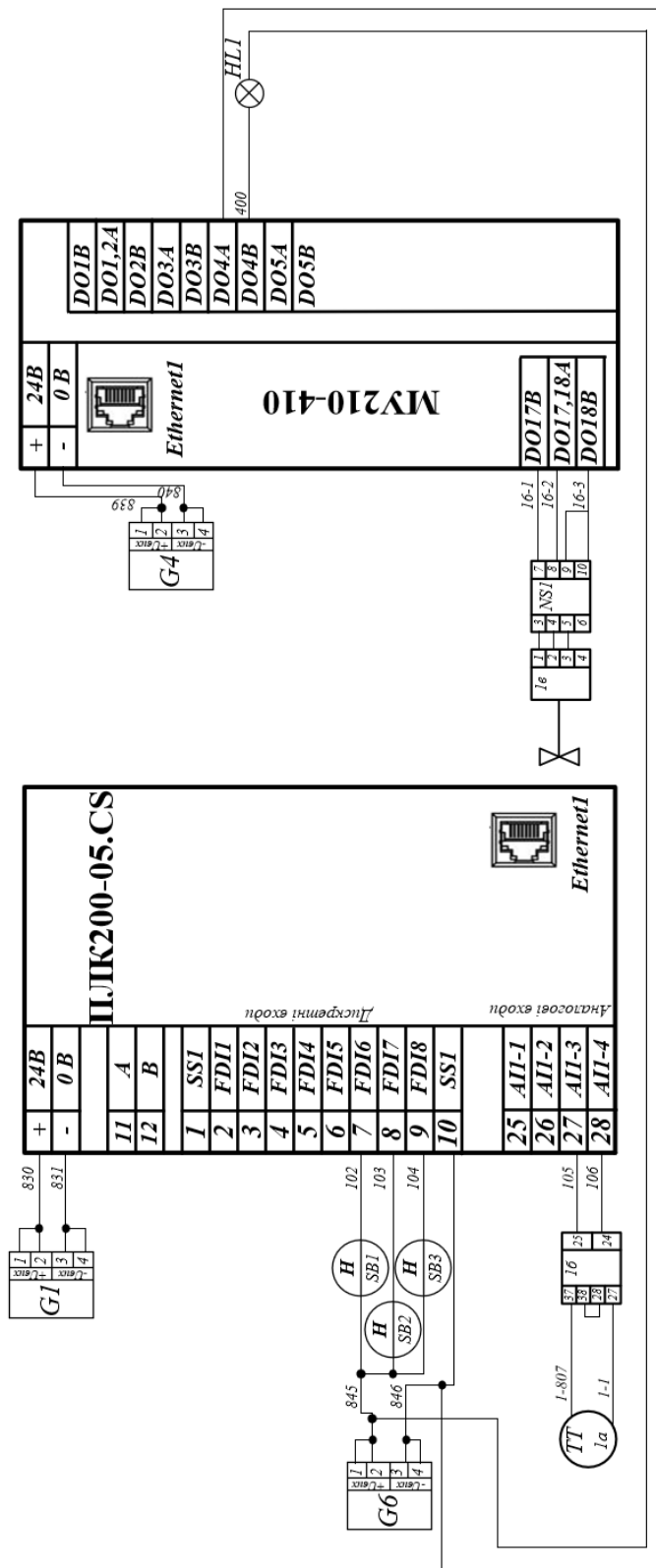
Опис схеми підключення.

Контроль і регулювання температури пари відбувається наступним чином: сигнал з термодетектора з уніфікованим вихідним сигналом ТХАУ-0289 (поз. 1а), що встановлений в трубопроводі пари, поступає на мікропроцесорний технологічний індикатор ІТМ-111 (поз. 1б) де відображається і ретранслюється до ПЛК-200. ПЛК-200 формує керуючий вплив згідно завдання. Керуючий вплив подається до виконавчого механізму МЕО - 100 (поз. 1в), що змінює положення регулюючої заслінки, встановленої на трубопроводі води в пароперегрівач. Управління виконавчим механізмом відбувається за допомогою магнітного

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

пускача ПБР-21 (КМ1). В контурі передбачена сигналізація відхилення температури пари.

Принципова схема підключення технічних засобів автоматизації



4 Креслення встановлення технічного засобу

Перетворювачі типу "Сафір" не можна встановлювати у вибухонебезпечних приміщеннях. З'єднувальні трубки від міста відбору тиску до перетворювача повинні бути прокладені за найкоротшу відстань, але їх довжина повинна забезпечувати рівність температури середовища, яка поступає в перетворювач, і навколишнє повітря. З'єднувальні лінії повинні мати нахил не менше 1:10 від місця відбору тиску вгору до перетворювача, якщо вимірювальне середовище-газ, і вниз, якщо рідина [3].

На рисунку 4.1 наведено установче креслення та конструкцію перетворювачів типу "Сафір".

В якості сигналізуючих ланцюгів і ланцюгів живлення перетворювачів можуть бути використані ізольовані жили одного кабелю, при цьому опір ізоляції повинен бути не менше 50 МОм. Екранування ланцюгів вихідного сигналу від ланцюгів живлення перетворювача не потрібне.

В якості захисних труб використовують водогазопровідні труби ОСТ 3262-75. Довжину труб вибирають за місцем в залежності від висоти і типу резервуара.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Обваренко			Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Сідлецький					42	2
Зав. каф.		Смітюх				НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська						

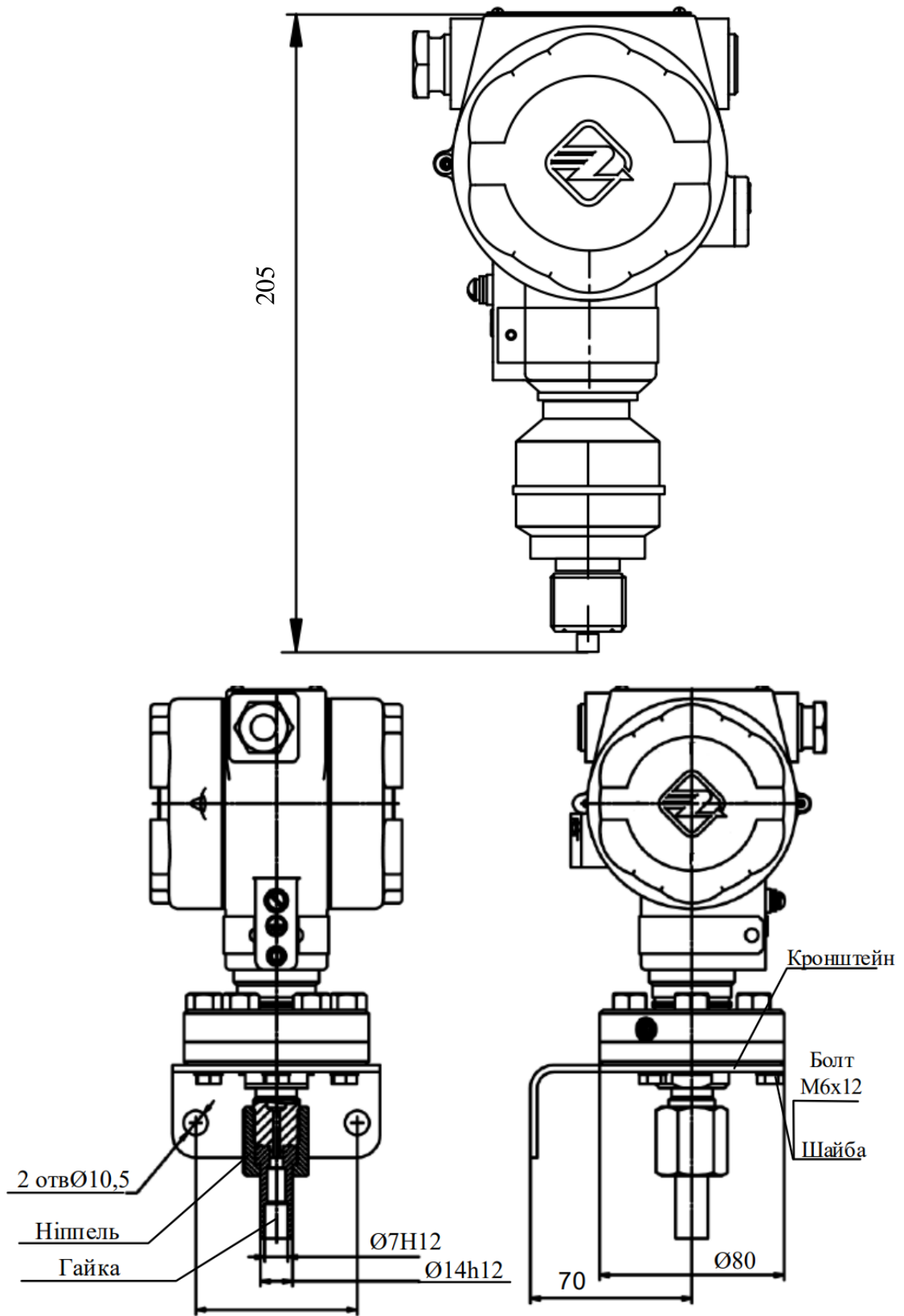


Рисунок 4.2 - Установче креслення та конструкція перетворювачів типу
“Сафір-22ДИ”

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

43

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

Більша частина нових контролерів АКУТЕК (СПК1xx, ПЛК210, ПЛК200) програмується в середовищі розробки CODESYS V3.5.

Інтегрований комплекс CoDeSys включає сучасні засоби візуального програмування в стандарті МЕК 61131-3, систему виконань для різних апаратних платформ, що оптимізують компілятори, інтерактивний графічний відладчик, вбудовану візуалізацію HMI/SCADA, конфігурують fieldbus і устаткування, OPC- і DDE-сервери і багато що інше.

CoDeSys як засіб програмування промислових комп'ютерів і контролерів є узгоджений і взаємно доповнюючий набір елементів і ділиться на 2 частини: середовище програмування і систему виконання.

Обмеження на тиражування, число установок або прив'язка до апаратури відсутні. Середовище програмування CoDeSys поставляється безкоштовно. Предметом ліцензування 3S є тільки системи виконання .

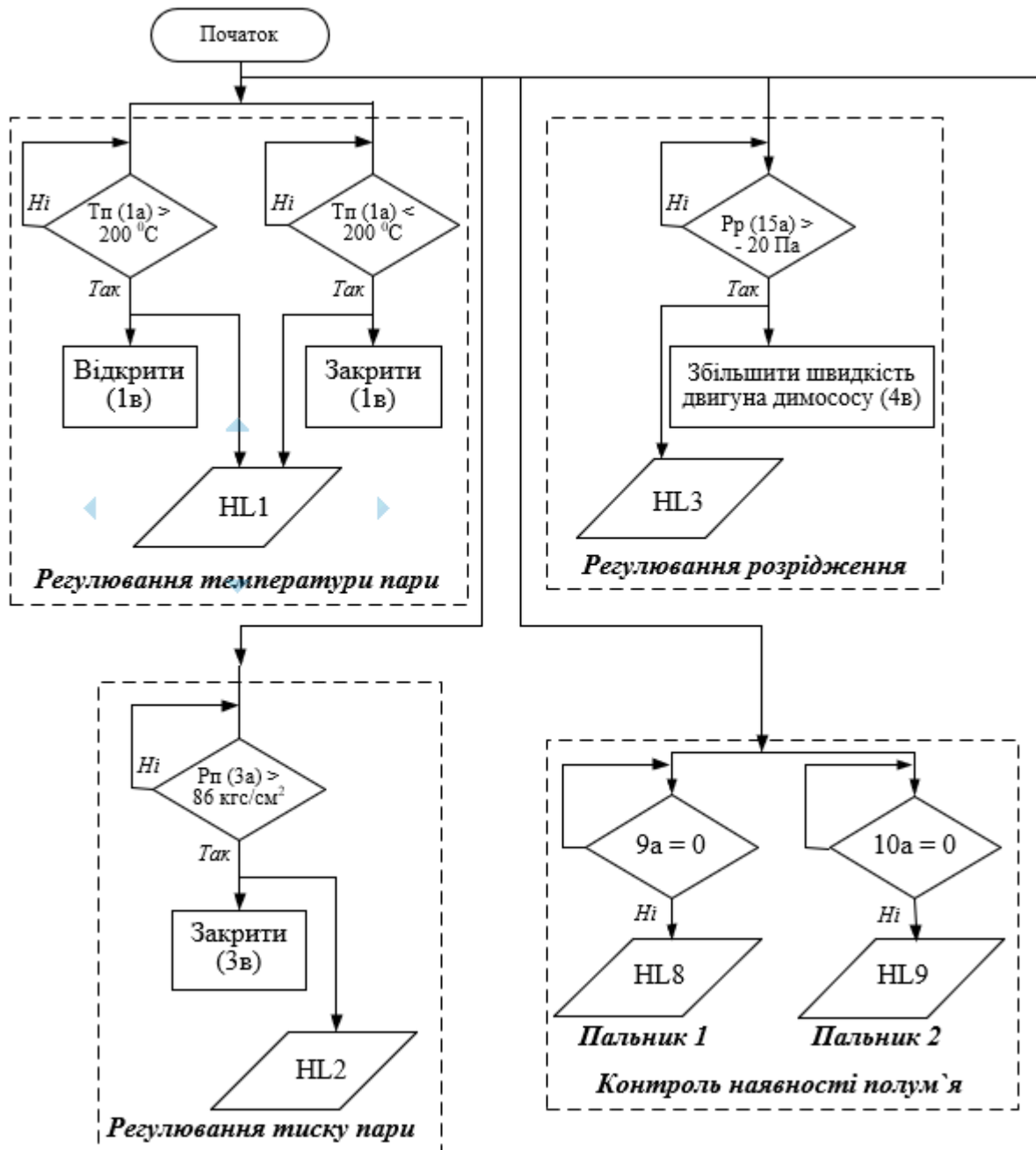
Якщо користувач придбав готове устаткування, що має "на борту" підтримку CoDeSys, то його виготівник вже про все поклопотався і ціна ліцензії включена у вартість устаткування.

Запустивши CoDeSys, користувач може почати роботу над своїм завданням – проектом. Проект CoDeSys – один-єдиний файл, що включає всі програми, конфігурацію контролера, мережі і ін. Це досить зручно. Проект можна зберігати не тільки на диску інструментального РС, але і в контролері, якщо він має достатній об'єм пам'яті, що дозволяє уникнути втрати початкових текстів або плутанини в проектах [17].

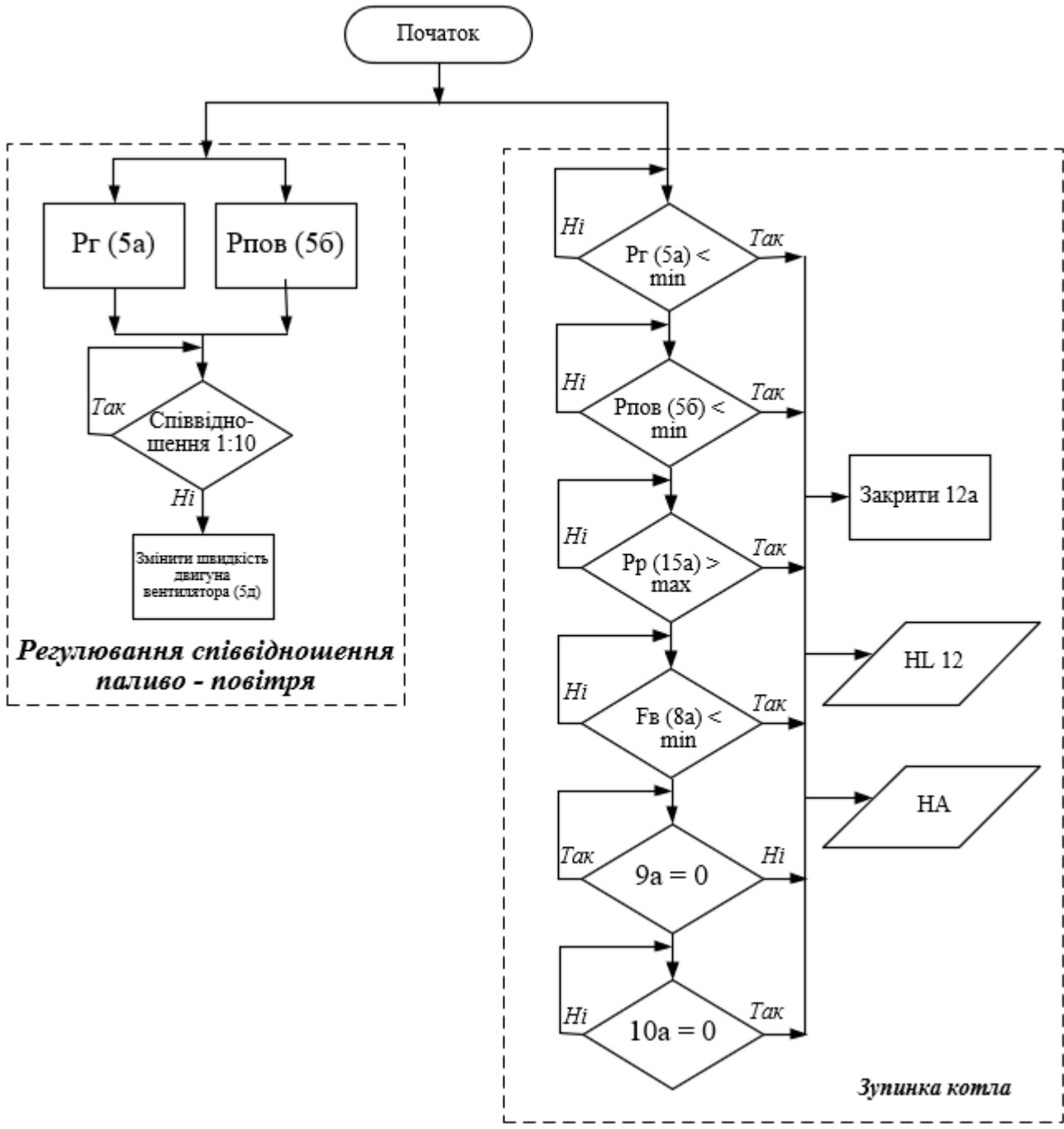
					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Овчаренко			Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Сідлецький					44	5
Зав. каф.		Смітюх				НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська						

Як і будь-яке середовище, що задовольняє вимогам МЕК 61131-3, CoDeSys включає 5 спеціалізованих редакторів для кожної із стандартних мов програмування: Список Інструкцій (IL), Функціональні блокові діаграми (FBD), релейно-контактні схеми (LD), Структурований текст (ST), Послідовні функціональні схеми (SFC).

Алгоритм роботи програми користувача.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Нижче наведено фрагменти програми користувача для ПЛК200.

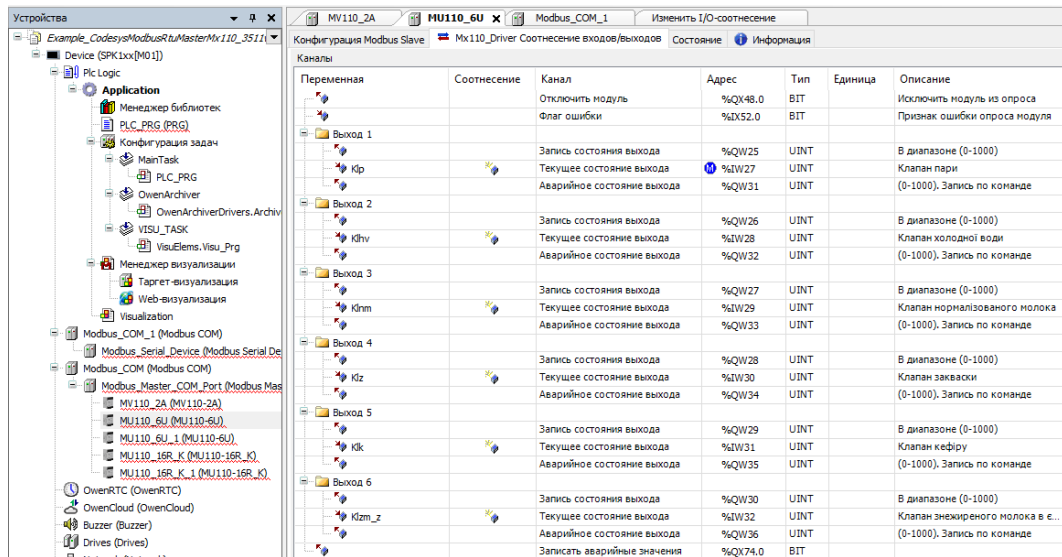
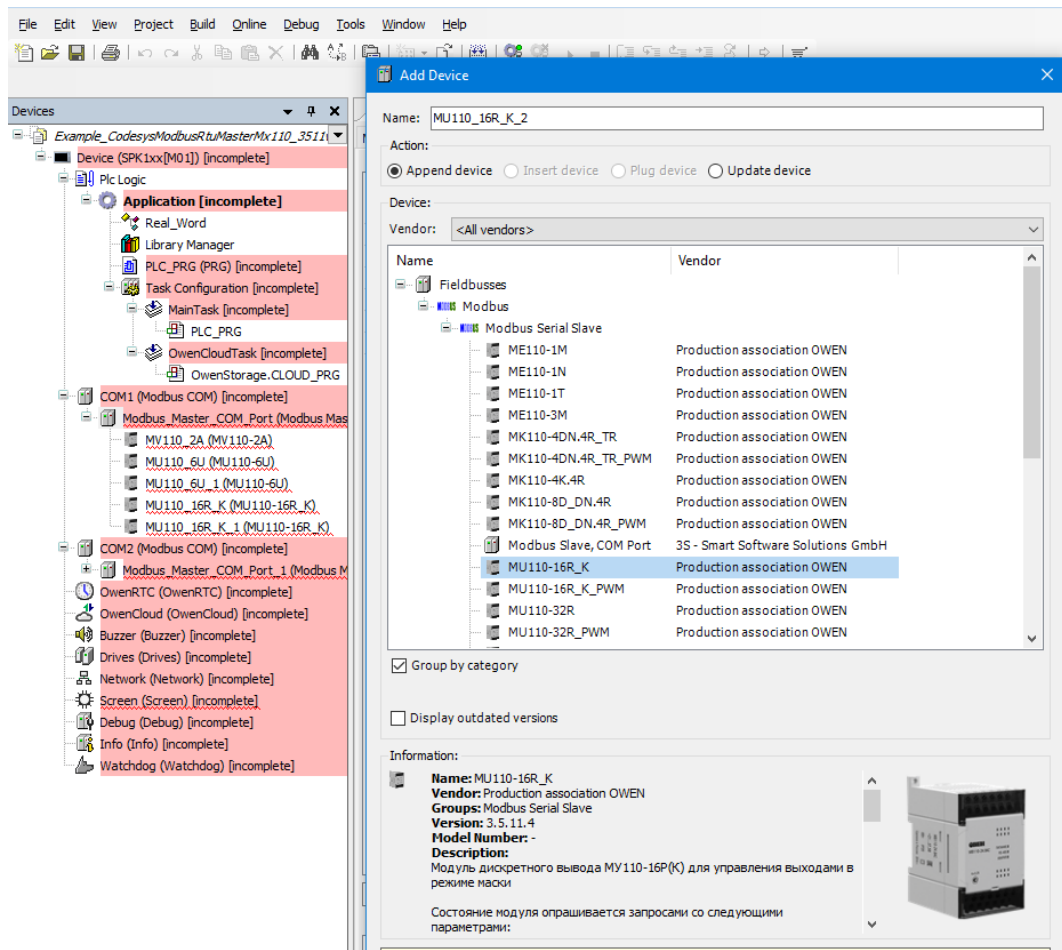


Рисунок 5.1 – Конфігурування структури ПЛК

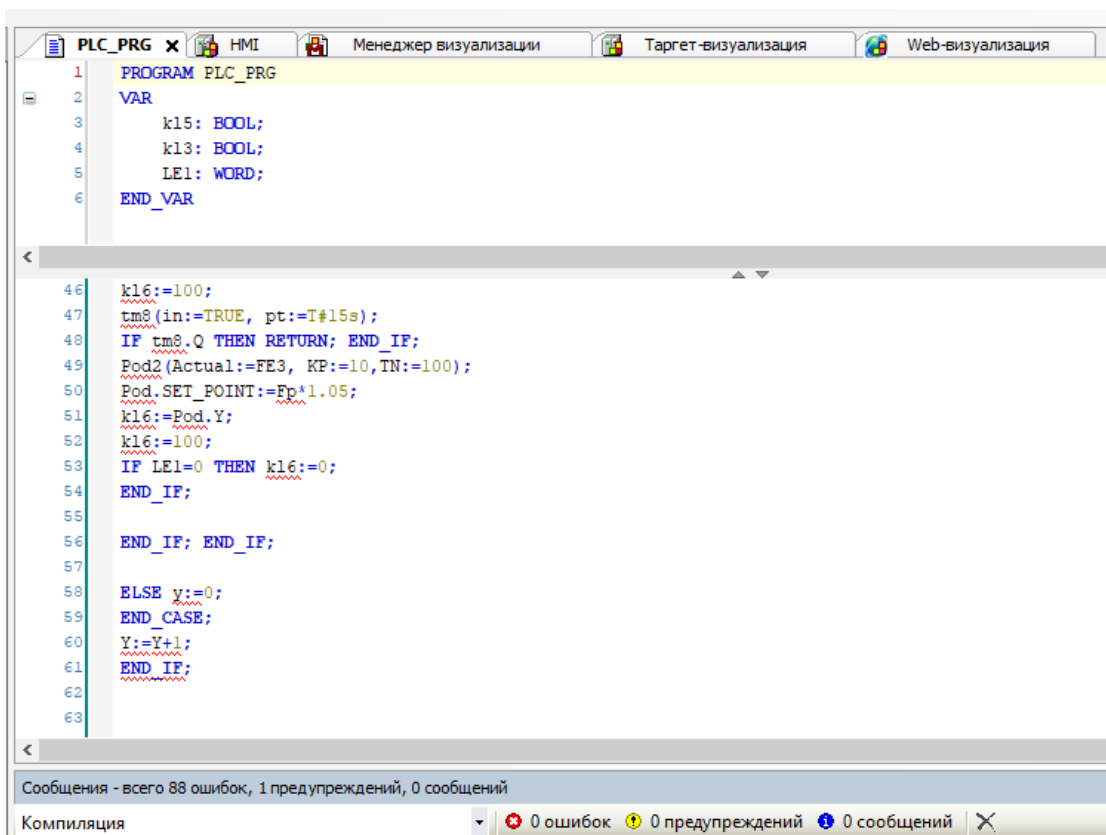
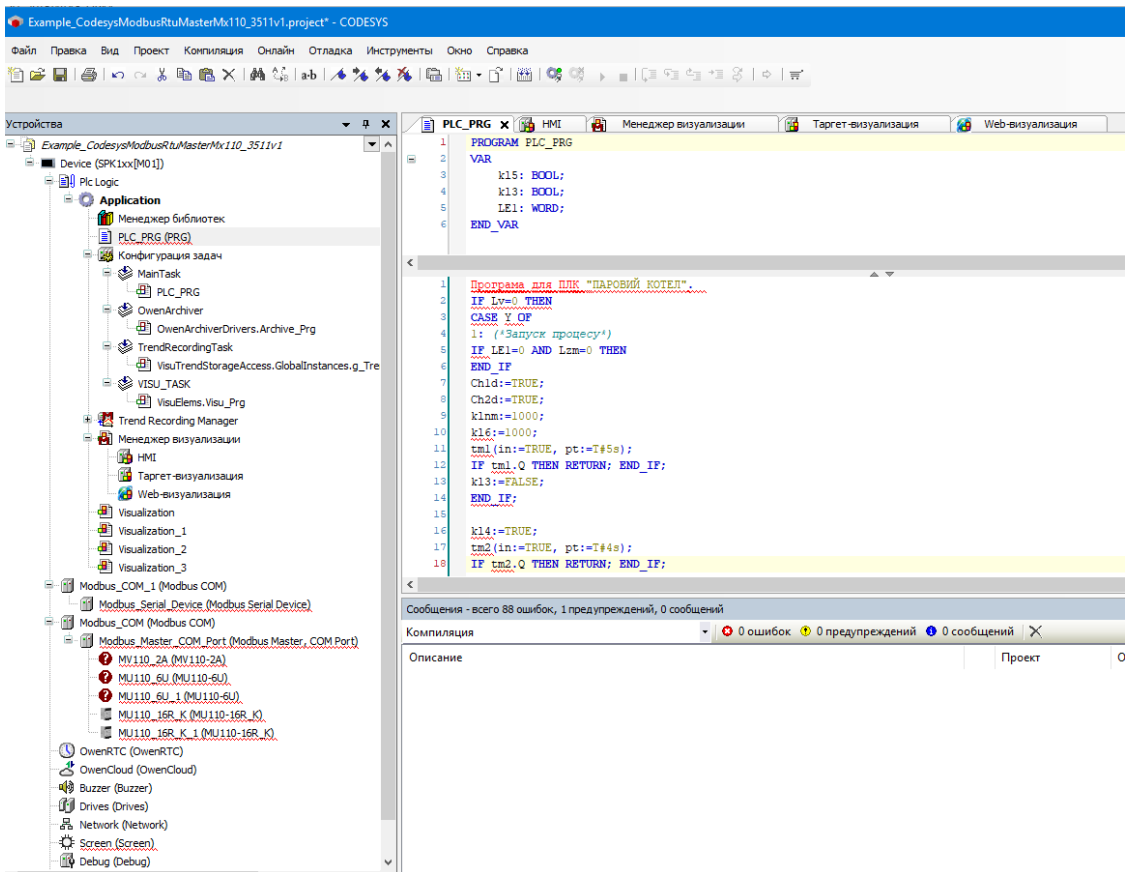


Рисунок 5.2 – Програма користувача в CODESYS V3.5

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

6 Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

6.1 Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

Однією з особливостей проектування пунктів управління є необхідність розробки технічного та інформаційного забезпечення, вибір спеціалізованого програмного пакету для візуалізації технологічної інформації та оперативного управління об'єктом, а також його налаштування для конкретного застосування.

Основними компонентами інформаційного забезпечення управлінських пунктів є мнемосхеми, тренди та інші графічні елементи, які замінюють традиційні фасадні панелі та пульти з приладами та командно-апаратурою. Мнемосхеми використовуються для спрощення роботи оператора, особливо при наявності великої кількості управляючих пристроїв та сигналізацій, а також у разі складних технологічних схем об'єкта управління.

Під час роботи оператор взаємодіє не з самим технологічним процесом, а з його моделлю, яка відображається в пам'яті. Для прийняття рішень оператор повинен швидко орієнтуватися в процесі, розпізнавати послідовність операцій та визначати пріоритетність подій. Наявність мнемосхеми суттєво полегшує ці завдання, надаючи операторові просте та зрозуміле зображення технологічного процесу з використанням спеціальних символів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Обваренко			Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Сідлецький					49	6
Зав. каф.		Смітюх				НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська						

Таблиця 6.1 – Таблиця аналогових змінних (вхідних)

Ім'я змінної	Клас	Адреса	Настроювання						
			Період опитування	Перетворення		Аварійні межі			
				Один. контролера	Фіз. один.	Аварійний min	Передаварійний min	Передаварійний max	Аварійний max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура, трубопровід пари	зовнішня	Тп %ID148	1с	0-1000	0-300 °С	180	190	205	210
Температура, димохід	зовнішня	Тдг %ID150	1с	0-1000	0-700 °С	-	-	-	-
Тиск, топка	зовнішня	Рр %ID152	1с	0-1000	-3 – 10 кгс/см ²	-	-	- 2	-1.5
Тиск, трубопровід газу	зовнішня	Рг %ID41	1с	0-1000	0 – 30 кгс/см ²	15	20	-	-
Тиск, трубопровід повітря	зовнішня	Рпов %ID43	1с	0-1000	0 – 5 кгс/см ²	0.3	0.4	-	-
Тиск, трубопровід пари	зовнішня	Рп %ID152	1с	0-1000	0 – 100 кгс/см ²	-	-	88	91
Витрата, трубопровід газу	зовнішня	Fг %ID45	1с	0-1000	0-6000 м ³ /Год	-	-	-	-
Витрата, трубопровід пари	зовнішня	Fп %ID47	1с	0-1000	0-100 т/Год	-	-	-	-
Витрата, трубопровід води	зовнішня	Fв %ID41	1с	0-1000	0-100 т/Год	0	-	-	-

Таблиця 6.2 – Таблиця аналогових змінних (вихідних)

Опис	Адреса	Коментар
Частотний перетворювач (димосос)	SIC1 %QW320	
Частотний перетворювач (насос живильної води)	SIC2 %QW322	
Частотний перетворювач (дугтєвий вентилятор)	SIC2 %QW128	

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.3 – Таблиця внутрішніх змінних

Опис	Адреса	Значення
Завдання - розрідження	Prz.g_iVar	
Завдання – співвідношення газ/повітря	1:10	
Завдання - температура пари	Tpz.g_iVar	
Завдання - тиск пари	Prz.g_iVar	

Таблиця 6.4 – Таблиця дискретних змінних (вхідних)

Опис	Адреса	Коментар
Сигналізація	SB1 %IX352.5	Перевірка сигналізації
	SB2 %IX352.6	Зняття звукової сигналізації
Стоп	SB3 %IX352.7	Аварійна зупинка котла
Наявність полум'я (1)	BSA1 %IX352.0	Нормально розімкнений контакт
Наявність полум'я (2)	BSA2 %IX352.1	Нормально розімкнений контакт

Таблиця 6.5 – Таблиця дискретних змінних (вихідних)

Опис	Адреса	Коментар
МЕО (поз. 1в) – регулювання температури пари	KM11 %IW133	Більше
	KM12 %IW134	Менше
МЕО (поз. 3в) – регулювання тиску пари	KM21 %IW135	Більше
	KM22 %IW136	Менше
НА	НА AT %IW132	Зупинка котла
HL1	HL1 %IW120	Відхилення температури пари
HL2	HL2 %IW121	Тиск пари високий
HL3	HL3 %IW122	Розрідження низьке
HL4	HL4 %IW123	Димосос
HL5	HL5 %IW124	Тиск газу низький
HL6	HL6 %IW125	Тиск повітря низький
HL7	HL7 %IW126	Дуттєвий вентилятор
HL8	HL8 %IW127	Відеутне полум'я 1
HL9	HL9 %IW128	Відеутне полум'я 2
HL10	HL10 %IW129	СО
HL11	HL11 %IW130	СН ₄
HL12	HL11 %IW131	Зупинка котла
ПЧВ 3 (поз. 4в)	SIC1_pusk IX352.0	Пуск ПЧВ3
ПЧВ 3 (поз. 5д)	SIC2_pusk IX352.1	Пуск ПЧВ3
ПЧВ 3 (поз. 8г)	SIC2_pusk %IW117	Пуск ПЧВ3
СВМ (поз. 12а)	KEG5_%IW119	Відсікання газу

Таблиця 6.6 - Тренди реального часу

Змінна	Період оновлення	Інтервал відображення
Тиск пари	1 с	24 год
Тиск повітря	1 с	24 год
Тиск газу	1 с	24 год
Розрідження в топці	1 с	24 год
Витрата газу	1 с	24 год
Витрата пари	1 с	24 год
Витрата живильної води	1 с	24 год
Температура пари	1 с	24 год
Температура димових газів	1 с	24 год

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Вибір SCADA-системи є завданням, що вимагає уважного розгляду, аналогічно прийняттю рішень у багатокритеріальних умовах, ускладненим неможливістю кількісної оцінки через обмежену інформацію. Підготовка фахівців у розробці та експлуатації SCADA-систем проводиться на спеціалізованих курсах різних фірм та програмах підвищення кваліфікації.

SCADA-система TRACE MODE відрізняється в тому, що підтримує практично будь-які формати даних, надаючи себе як універсальне середовище візуального програмування. В TRACE MODE значно розширено підтримку зовнішніх графічних форматів, анімація та растрові малюнки можуть піддаватися різноманітним трансформаціям (поворот, розтягання), як в редакторі, так і динамічно. Також система підтримує прозорість гла.

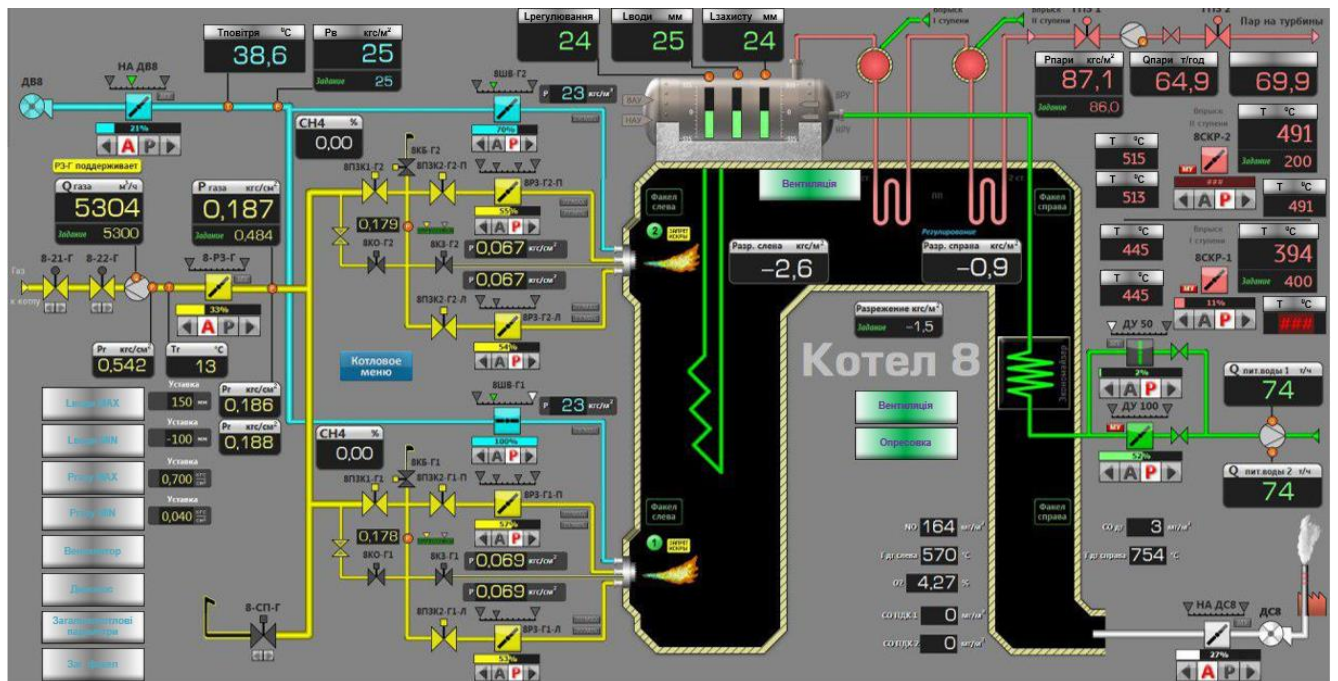
TRACE MODE впроваджує новий підхід до створення мнемосхем за допомогою спливаючих (Pop-Up) вікон. Спливаючі вікна розташовуються поверх основної мнемосхеми і служать допоміжними елементами, дозволяючи одночасно працювати з кількома вікнами, як із звичайними вікнами Windows.

Особлива увага в SCADA TRACE MODE приділяється інтеграції з базами даних та іншими додатками. У системі вбудована підтримка найпоширеніших програмних інтерфейсів, таких як ODBC, OPC, DDE. Для спрощення налаштування взаємодії із зовнішніми базами даних в TRACE MODE інтегрований редактор SQL-запитів. Також надається можливість підключення компонентів Active, що свідчить про високий рівень відкритості SCADA-системи TRACE MODE [18].

Trace Mode - це програмний комплекс, розроблений для створення, налаштування та реального запуску систем управління технологічними процесами.

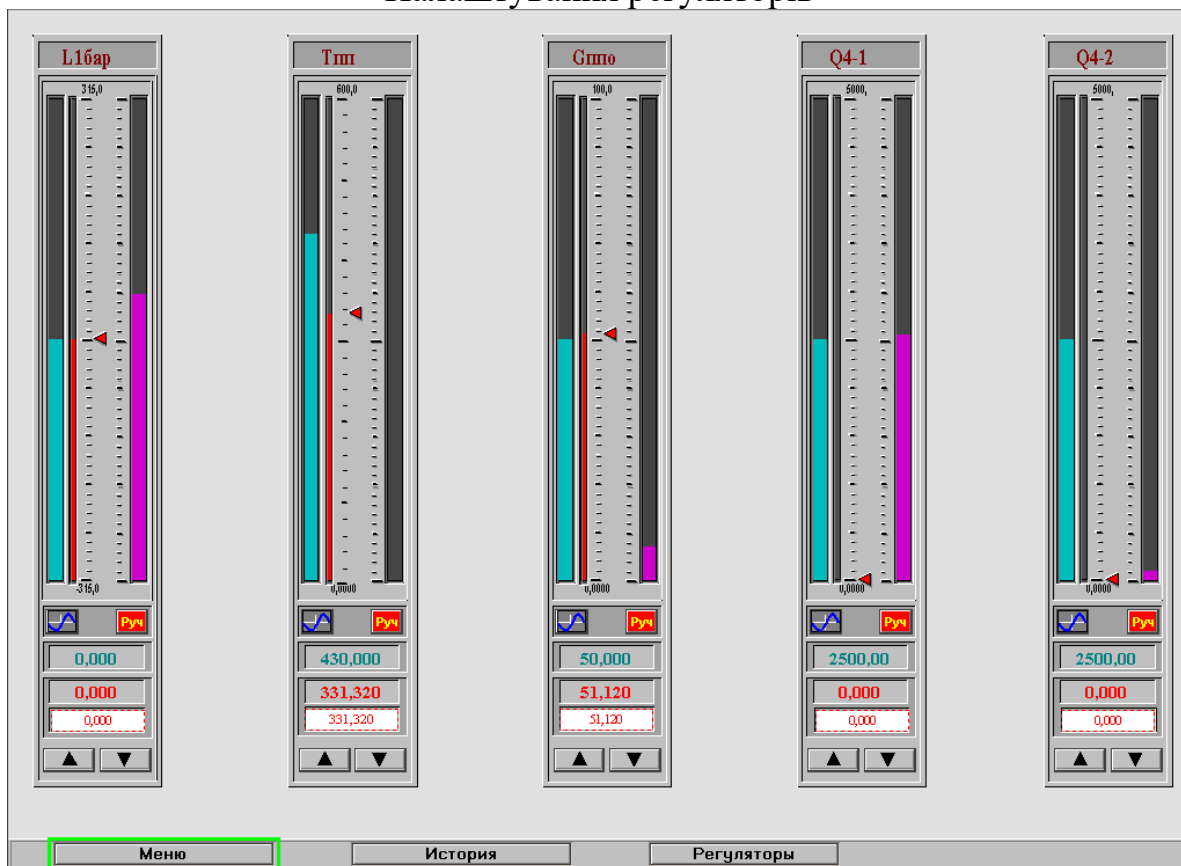
Підключення ПЛК-200 до SCADA TRACE MODE здійснюється через прямий драйвер по мережі Ethernet (протокол Modbus TCP).

Головна мнемосхема проекту

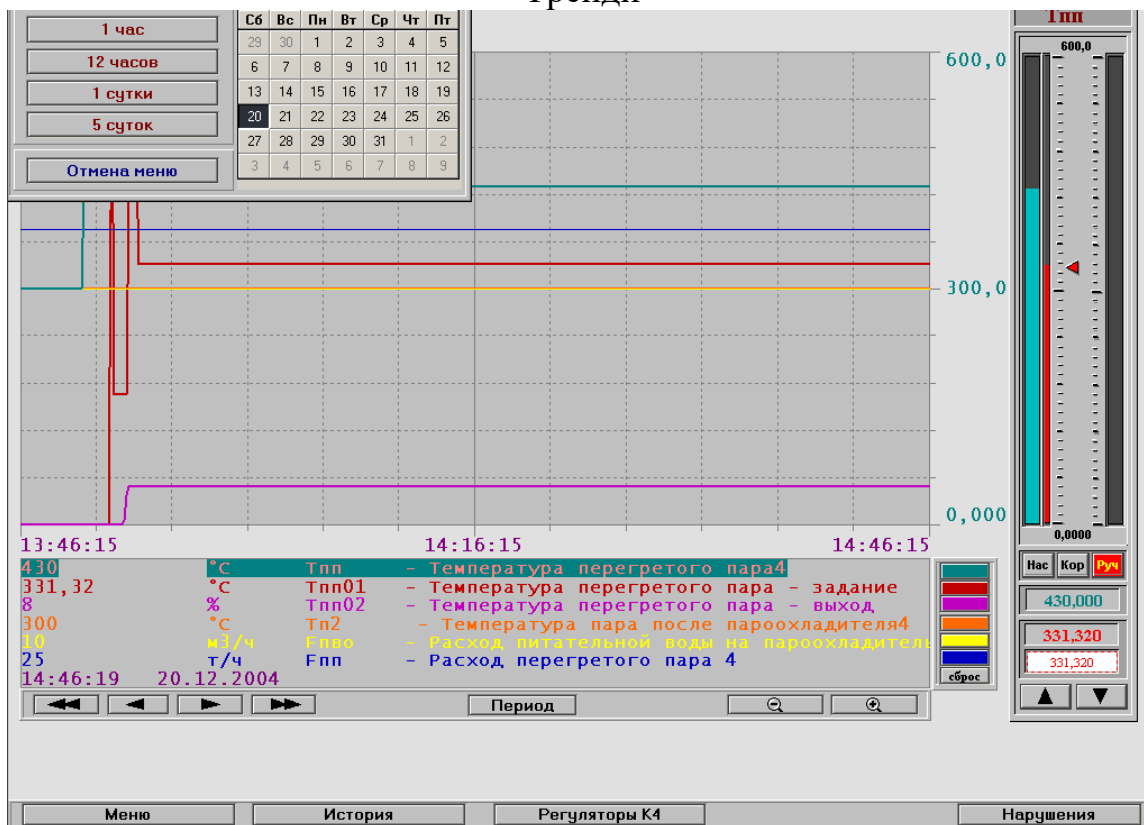


					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		53

Налаштування регуляторів



Тренди



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

7 Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання

7.1 Постановка задачі дослідження

При автоматизації повинні бути сформульовані технологічні вимоги на одержання визначеної якості. Повинні бути обґрунтовані обмеження на статичну і динамічну похибки системи регулювання, на час регулювання, зазначені діапазони можливих збурень параметрів у виробничих умовах, для яких АСР повинна забезпечувати стійкість і якість процесу регулювання.

Повна математична модель дозволяє проводити дослідження процесу, збільшити продуктивність, визначати оптимальні режими керування при використанні критеріїв оптимальності і цільової функції процесу, дозволяє розраховувати обґрунтовану САР процесу.

7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі

Система диференційних рівнянь, що описують котел, як об'єкт регулювання тиску і рівня

$$\begin{cases} T_{n2} \frac{d\varphi_b}{dt} + \varphi_b = -K_1' \lambda + K_2' \mu_T \\ T_9 \frac{dF_y}{dt} + F_y = -K_3 \lambda + K_4 \mu_T + K_5 \varphi_b + K_6 \mu_b \\ \frac{d\varphi_y}{dt} = F_y \end{cases} \quad (7.1)$$

де T_{n2} , T_9 – постійні часу котлоагрегату, відповідно по тиску перегрітої пари і рівню в барабані котла.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Обчаренко			Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Сідлецький					55	9
Зав. каф.		Смітюх				НУХТ ЗАВ-3-1		
Секретар ЕК		Крупська						

Можливі діапазони зміни вхідних параметрів:

Назва змінної	Одиниця вимірювання	Номінальні значення	Номінальні значення	
			Форма	Амплітуда
$\Delta\lambda$	% х.р.о.	0,5	Г	0,1
$\Delta\mu_T$	% х.р.о.	0,5	Г	0,1
$\Delta\mu_e$	% х.р.о.	0,5	Г	0,1

Обчислимо коефіцієнт в рівняннях і обчислимо постійну часу водяної ємності T_n :

$$T_1 = \frac{F_{nmax} g_0'}{G_{bmax}}; \quad T_1 = \frac{8 * 0,015 * 1000}{3,4} = 26 \text{ с};$$

де F – площа дзеркала випаровування, m^2

$$F = d_5 * \ell_b = 1,3 * 6 = 8 \text{ м}^2$$

H_{max} – висота стовпа води між рівнями в конденсаційному посуді і барабані котла, м;

γ_0' - питома вага киплячої води, $кг/м^3$;

$$\gamma_0' = 1000 \text{ кг} / \text{м}^3$$

$$G_{bmax} = 3,4 \text{ кг} / \text{с}$$

Постійна часу парової ємності під дзеркалом випаровування:

$$T_2 = \frac{V_{nmax} \gamma_0'}{G_{bmax}} = \frac{35 * 1000}{1,4} = 25000 \text{ с};$$

Постійна часу T_3 :

$$T_3 = \left(T_1 - T_2 \frac{V_{n0}}{V_{nmax}} \right) \frac{\partial \gamma' / \partial P_b P_{bmax}}{\gamma_0'} = (86 - 25000 * 0,23) (-44,4) \frac{13 * 10^6}{1000} = 3,3 * 10^8 \text{ н}$$

Де $\partial \gamma' / \partial P_b$ - частинна похідна питомої ваги киплячої рідини по тиску:

$$\frac{\partial \gamma'}{\partial P_b} = \frac{\gamma_p' + \Delta p - \gamma_p - \Delta p}{2 \Delta p} = \frac{777,8 - 822,2}{1} = 44,4 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Постійна часу парової ємності над дзеркалом випаровування:

$$T_4 = \left[\left(V - V_{n0} + \frac{1}{2} V_{mn} \right) \frac{\partial \gamma''}{\partial P_b} + \frac{1}{2} V_{mn} \frac{\gamma_n}{nP_b} \right] \frac{P_{b \max}}{G_{n \max}} \quad (7.2)$$

Де V – геометричний об'єм внутрішнього простору котла, м^3 .

$$V_{mn} = \ell \frac{\pi d^2}{4} = \frac{F}{\pi d} \frac{\pi d^2}{4} = \frac{Fd}{4} = 1,25 \text{ м}^3,$$

$$V_{mn} = \frac{180 * 0,026}{4} = 1,25 \text{ м}^3,$$

$$V_{exp} = \frac{Fd}{4} = \frac{128 * 0,054}{4} = 1,75 \text{ м}^3,$$

$$V_{бар} = \ell \frac{\pi d^2}{4} = 6 \frac{3,14 * 1,5^2}{4} = 10,6 \text{ м}^3,$$

$$V_{nb} = \frac{V_{бар}}{2} + V_{exp} = \frac{10,6}{2} + 1,75 = 7,05 \text{ м}^3$$

Отже: $T_4 = \left[\left(11 - 7,05 + \frac{1}{2} 1,25 \right) 10,36 + \frac{1}{2} 1,25 \frac{127,06}{5 * 1,3 * 10^6} \right] \frac{1,3 * 10^6}{1000} = 1,6 * 10^7 \text{ с}$

Постійна часу теплового розгону парової ємності:

$$T_5 = \frac{P_{b \max}}{G_{b \max} i} \left[(V_{nb} - V_n) \left(i \frac{\partial \gamma'}{\partial P_b} + \gamma' \frac{\partial i'}{\partial P_b} \right) + V_n \left(i'' \frac{\partial \gamma''}{\partial P_b} + \gamma'' \frac{\partial i''}{\partial P_b} \right) + A_M C_M \frac{\partial \Theta_M}{\partial P_b} \right]_0 \quad (7.3)$$

де $\frac{\partial \gamma''}{\partial P_b} = \frac{\gamma''_{p+\Delta p} - \gamma''_{p-\Delta p}}{2\Delta p} = \frac{25,36 - 15}{1} = 10,36 \text{ кг/м}^3$;

$$\frac{\partial i'}{\partial P_b} = \frac{i'_{p+\Delta p} - i'_{p-\Delta p}}{2\Delta p} = 1164,4 - 1008,3 = 156,1 \text{ кДж/кг};$$

$$\frac{\partial i''}{\partial P_b} = \frac{i''_{p+\Delta p} - i''_{p-\Delta p}}{2\Delta p} = 2794 - 2804 = -10 \text{ кДж/кг}$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Де $\gamma'' = 1/V''$; $\gamma' = 1/V'$; i' ; i'' ; γ_n - беремо з таблиць термодинамічних властивостей води і пари;

C_m – теплоємність металу, 500 Дж/кг*к, тоді:

$$T_5 = 1.3 \cdot 10^6 / 1.4 \cdot 1087.5 \cdot 10^3 ((11 - 7.05)(1087500(-44.4) + 798.66 \cdot 156100) + 1.45(2799.4 \cdot 10^3 \cdot 10.36 + 20.1 \cdot 156100) + 500 \cdot 500 \cdot 50) = 1.09 \cdot 10^8 \text{C}$$

Коефіцієнт самовирівнювання парової ємності:

$$Z = 1 - \frac{ab' - ab}{\frac{i''}{i'} - 1} = 0,164 \cdot 10^6$$

$$T_8 = \left(-\frac{T_2 T_4 Z}{T_n} + T_3 + T_4 - \left(\frac{\gamma''}{\gamma'} \frac{V_{n0}}{V_{n\max}} \right) T_2 \right); \quad (7.4)$$

$$T_8 = (-25000 \cdot 1.6 \cdot 10^7 / 1.3 \cdot 10^7 + 3.3 \cdot 10^8 - (20.1 / 798.66 \cdot 0.23) \cdot 25000) = 5.25 \cdot 10^6 \text{C}$$

Обчислимо коефіцієнт в системі рівнянь (7.1):

$$K_1' = \frac{1}{Z} = K_2' = \frac{1}{0,164 \cdot 10^6} = 6,1 \cdot 10^6$$

$$T_n = \frac{T_5 - T_3}{\frac{i''}{i'} - 1} + T_4 + \frac{V_{n0}}{V_{n\max}} \left(\frac{\gamma''}{\gamma'} \right) T_2 = \frac{1,09 \cdot 10^8 - 3,3 \cdot 10^8}{\frac{2799,4}{1087,5} - 1} + 1,6 \cdot 10^7 + 0,23 \cdot \frac{20,1}{798,66} \cdot 25000$$

$$T_n = 1,3 \cdot 10^7; K_3 = \frac{T_8 + 1}{T_1} = \frac{5,25 \cdot 10^6 + 1}{1,3 \cdot 10^7} = 0,096; K_4 = \frac{T_8}{T_n T_1} = \frac{5,25 \cdot 10^6}{1,3 \cdot 10^7 \cdot 86} = 0,016;$$

$$K_5 = \frac{-\frac{T_8}{T_n} Z + (ab - 1)}{T_1} = \frac{-\frac{5,25 \cdot 10^6}{1,3 \cdot 10^7} \cdot 0,164 + (1 - 1)}{86} = -0,00262;$$

$$K_6 = \frac{1}{86} = \frac{1}{T_1} = 0,08$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдемо сталі об'єкта:

$$T_9 = \frac{\gamma''}{\gamma'} \quad C_4 T_2 = \frac{20,1}{798,6} 0,1 * 25000 = 12,2 \text{ с};$$

$$T_{n2} = \frac{T_n}{Z} = \frac{1,3 * 10^7}{0,164} = 107 \text{ с}.$$

Запишемо систему (2.4.1) в операторно му вигляді:

$$\begin{cases} T_{n2} p \Delta \varphi_b + \Delta \varphi_b = -K_1' \Delta \lambda + K_2' \Delta \mu_T \\ T_9 p \Delta F_y + \Delta F_y = -K_3 \Delta \lambda + K_4 \Delta \mu_T + K_5 \Delta \varphi_b + K_6 \Delta \mu_b \\ p \Delta \varphi = F_y \end{cases} \quad (7.5)$$

де $p = d/dt$

Підставимо числові значення:

$$\begin{cases} (12,2p + 1) \Delta \varphi_b = -6,1 * 10^6 \Delta \lambda + 6,1 * 10^6 \mu_T \\ (107p + 1) \Delta F_y = -0,096 \Delta \lambda + 0,016 \Delta \mu_T - 0,0026 \Delta \varphi_b + 0,08 \Delta \mu_b \\ \Delta \varphi_y = \frac{F_y}{p} \end{cases} \quad (7.6)$$

7.3. Моделювання САР

На основі системи (7.6) складемо структурну схему моделі об'єкта (рисунок 7.1) для моделювання її на ЕОМ.

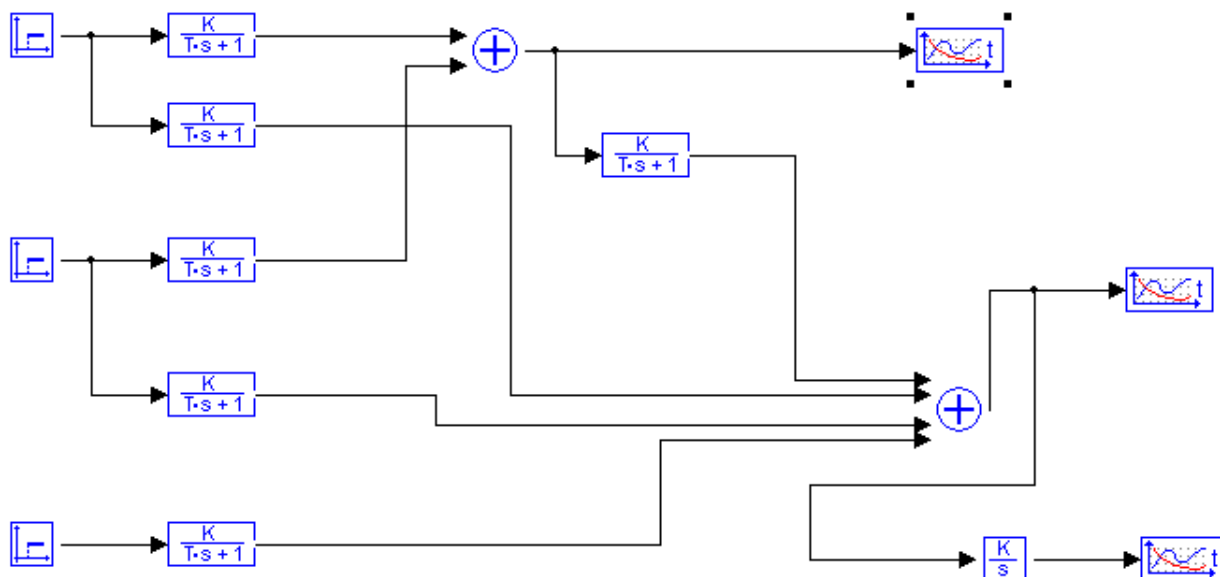


Рисунок 7.1 - Структурна схема об'єкта

Результати рішення моделі динаміки на ЕОМ представлені у вигляді кривих розгону у відповідності із змінами входних діянь на об'єкт.

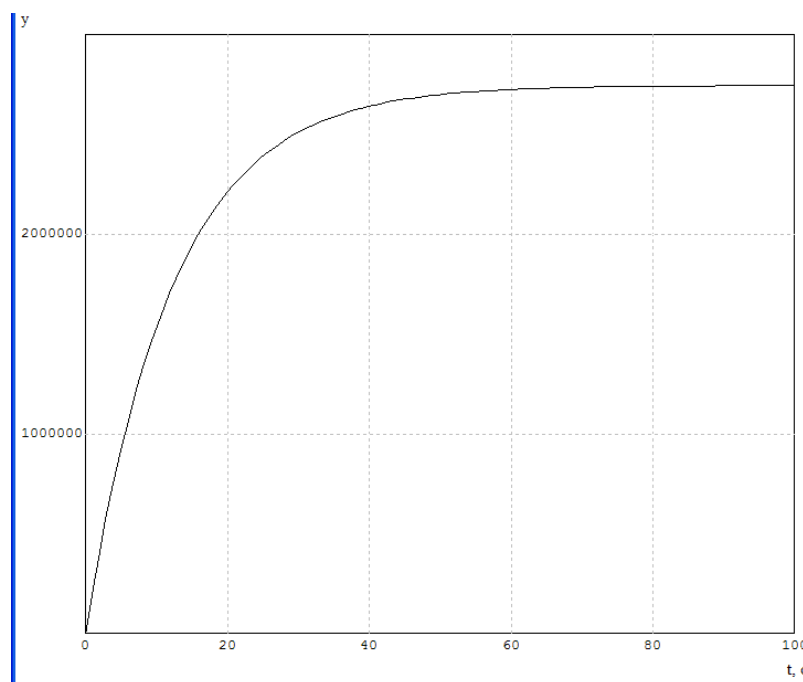


Рисунок 7.2 - Динамічна характеристика об'єкта по каналу збурення $\Delta\lambda \rightarrow \Delta\varphi_b$

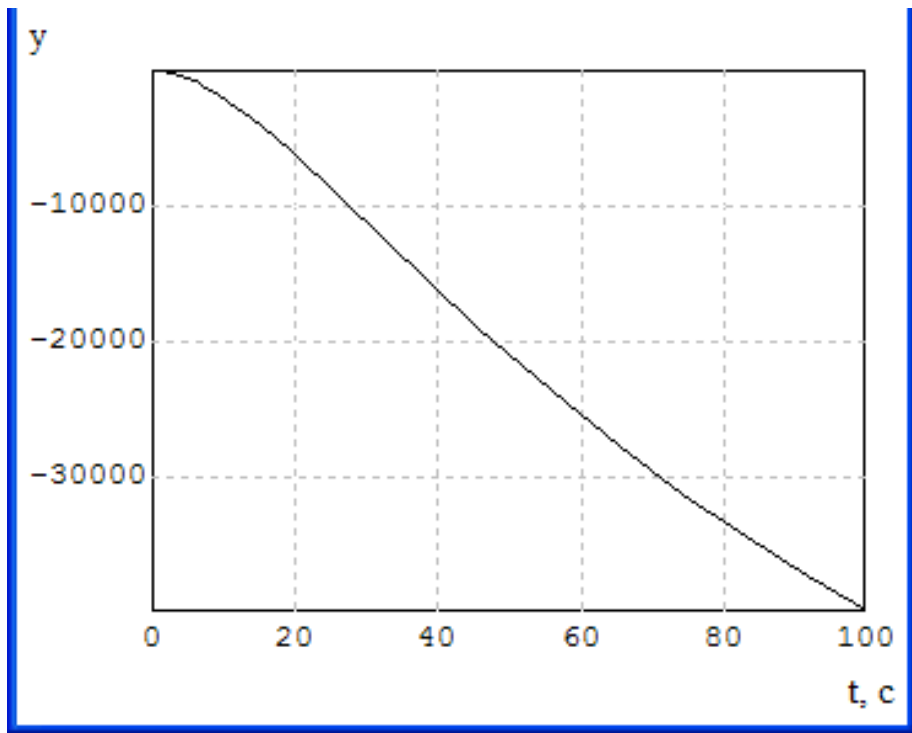


Рисунок 7.3 - Динамічна характеристика об'єкта по каналу управління;
 $\Delta\mu_T \rightarrow \Delta\varphi_b$

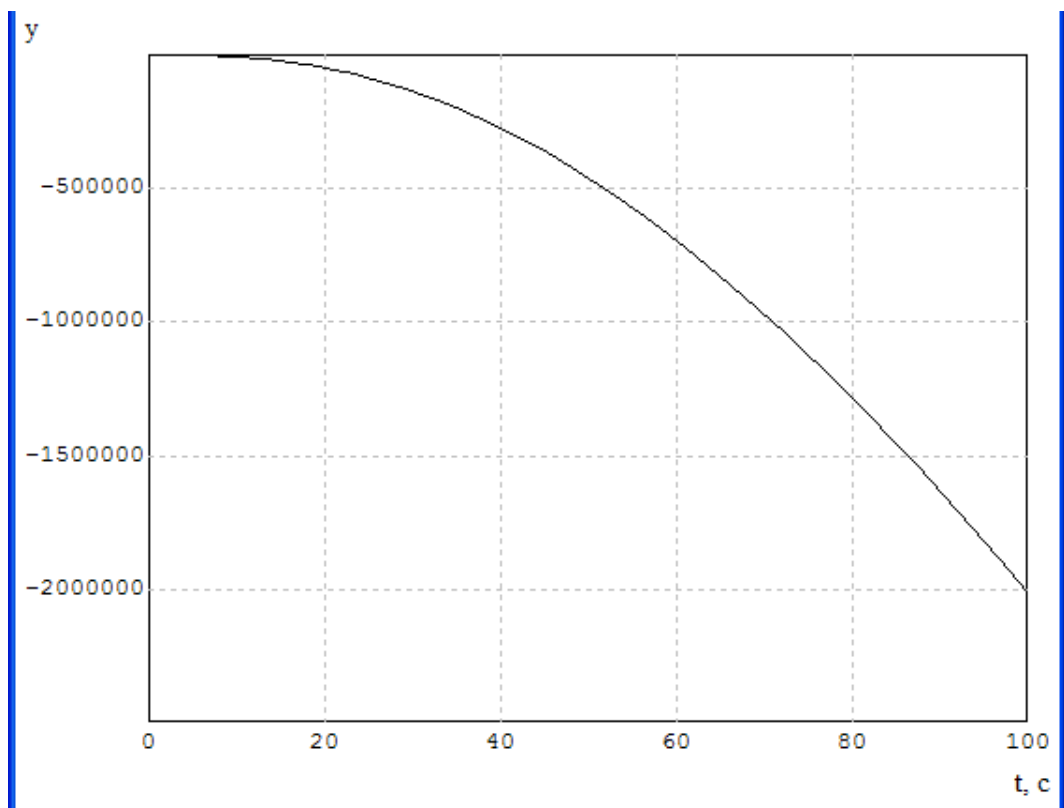


Рисунок 7.4 - Динамічна характеристика об'єкта по каналам збурення і управління одночасно; $\Delta\lambda \rightarrow \Delta\varphi_y$

В даному проекті пропонується використати адаптивний ПІД-регулятор. Схема АСР наведена на рисунку 7.5.

Адаптивний ПІ-регулятор

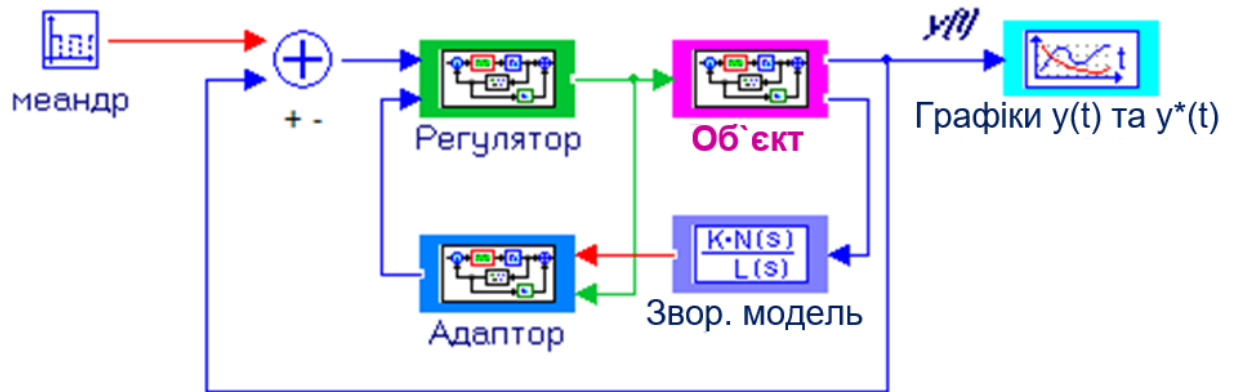


Рисунок 7.5 - Структурна схема АСР

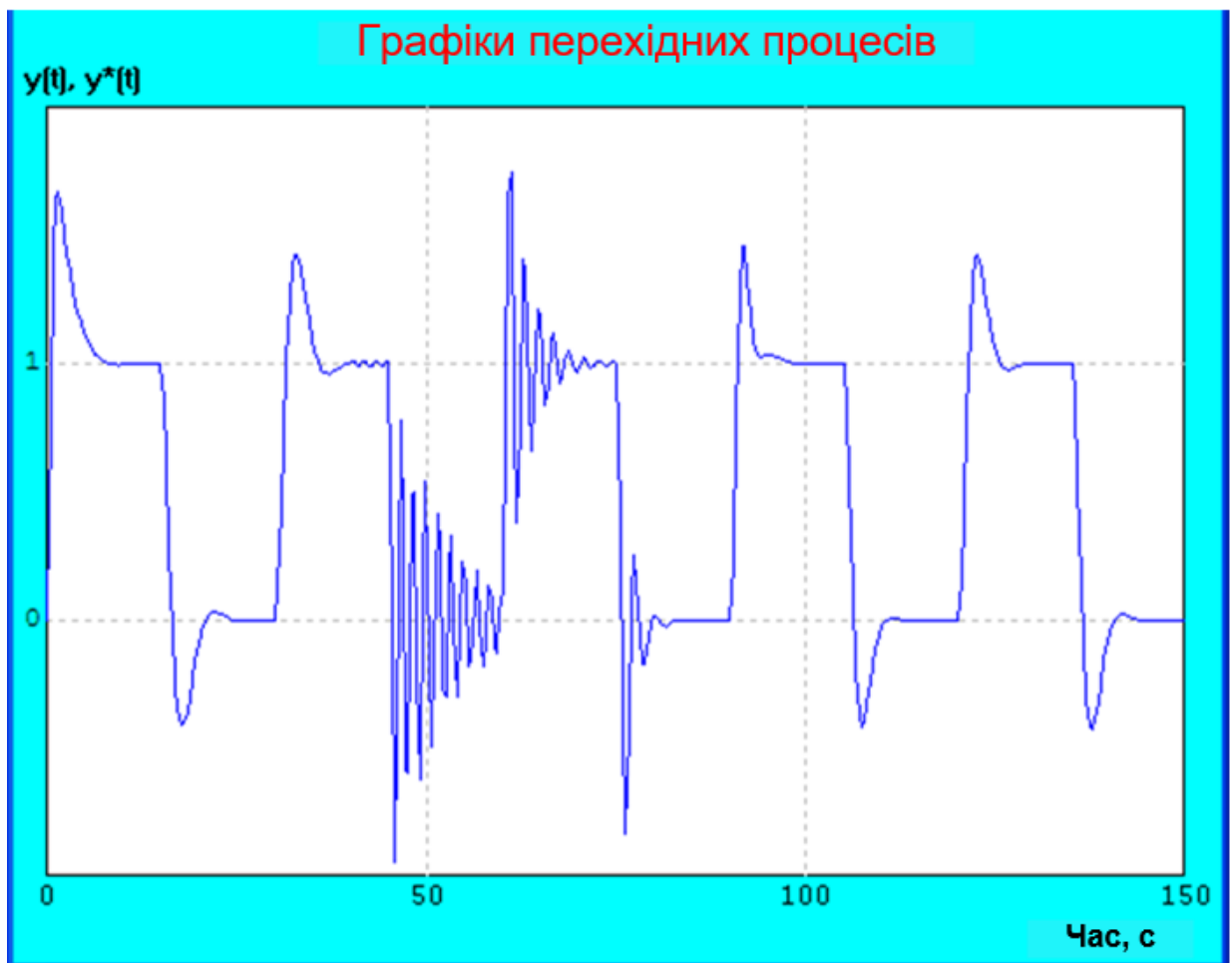


Рисунок 7.6 - Перехідні процеси

7.4 Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків

Дослідження АСР в рамках даного розділу дає можливість зробити висновок про поведінку системи автоматизації під час стабілізації технологічних параметрів. Використання адаптивного ПД-регулятора виявилось ефективним засобом підтримання необхідного тиску та рівня в паровому котлі.

Отримані результати моделювання підтверджують, що адаптивний ПД-регулятор дозволяє ефективно компенсувати зміни параметрів системи та забезпечувати стабільність процесів регулювання навіть в умовах змінюючихся умов експлуатації парового котла. Такий підхід може бути корисним в реальних умовах експлуатації, де параметри системи можуть зазнавати значних коливань.

Додатково, отримані дані можуть служити основою для подальших досліджень та розвитку алгоритмів автоматичного регулювання в енергетичних системах. Впровадження адаптивних підходів до регулювання може сприяти підвищенню надійності та ефективності парових котлів, а отже, покращенню загальної продуктивності енергетичних установок.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було розроблено систему автоматизації парового котла ПК-39-Р.

Робота спрямована на вирішення ряду функціональних завдань, включаючи поліпшення якості підтримки технологічних параметрів, впровадження сучасних засобів автоматизації та сучасних алгоритмів управління, полегшення роботи обслуговуючого персоналу.

Впроваджена система дозволяє швидко конфігурувати входи-виходи, задавати параметри електричного сигналу, визначати діапазон зміни технологічних параметрів та ступінь демпферування за певним законом регулювання. Система побудована на вітчизняних засобах автоматизації, зокрема, виробництва підприємств: ВО "Манометр", НП "Промел", "Термоприлад", "АКУТЕК".

Загальна інформація про стан обладнання та відхилення технологічних параметрів від норм відображається на мнемосхемах, розроблених в SCADA TraceMode.

При моделюванні система за допомогою ЕОМ доведено доцільність застосування адаптивного ПД-регулятора.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік джерел інформації

1. Науково-пізнавальне видання «Енергетика: історія, сучасність і майбутнє» / С.Г. Плачкова, І.В. Плачков, Н.І. Дунаєвська та ін. виводом - URL: <http://energetika.in.ua/ua/books/book-1/part-2/section-7/51-entsiklopediya/rozvitok-teploenergetiki-ta-gidroenergetiki/chasina-1-teploenergetika/rozdil-2-parovi-ta-vodogrijni-kotli/130-2-5-parovi-kotli-energoblokiv-tes>

2. Термоперетворювачі з уніфікованим вихідним сигналом типу ТСМУ-0198, ТСПУ-0198, ТХАУ-0198 - URL: <https://thermo.lviv.ua/product/termoperetvoryuvachi-z-unifikovanim-vyhidnym-sygnalom-typu-tsmu-0198-tspu-0198-thau-0198/>

3. Датчики тиску Сафір-М - URL: <https://manometr-kharkiv.com/product-category/vymiriuvannia-tysku/?lang=uk>

4. Реле контролю полум'я - URL: http://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=252&category_id=102&option=com_virtuemart&Itemid=71

5. Електрод контрольний КЕ-М - URL: <https://promel-energoavtomatika.uaprom.net/ua/p661508388-elektrod-kontrolnyj.html>

6. Індикатор мікропроцесорний ІТМ-11 - URL: http://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=166&category_id=39&option=com_virtuemart&Itemid=71

7. Сигналізатор газу «ВАРТА 1-03» - <https://temio.com.ua/product-category/varta-1-promyslovi/varta-1-03/>

8. Давач метану ДМ-4 - URL: <https://temio.com.ua/product/datchik-metana-dm-4/>

9. Давач чадного газу ДУГ-4 - URL: <https://temio.com.ua/product/datchik-okisi-ugleroda-dug-4/>

10. 8200 vector frequency inverters - URL: <https://www.lenze.com/ru-ru/produkcija/inventory/predshestvujushchie-produkty-inventory/8200-vector>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пускач безконтактний реверсивний ПБР-21 URL: http://www.microl.ua/index.php?page=shop.product_details&flypage=garden_flypage.tpl&product_id=125&category_id=84&option=com_virtuemart&Itemid=71&lang=ru

12. Механізми МЕО - URL: https://elkom.com.ua/production/meo/meo_418.html.

13. ПЛК200 Програмований логічний контролер - URL: <https://aqteck.com.ua/ua/programovani-logichni-kontrolery/plk200-programovanyj-logichnyj-kontroler>

14. MB210-101. Модуль вводу аналогових сигналів з Ethernet - URL: <https://aqteck.com.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mv210-101-modul-vvodu-analogovyh-sygnaliv-z-ethernet>

15. МУ210-501. Модуль виводу аналогових сигналів з Ethernet - URL: <https://aqteck.com.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mu210-501-modul-vyvodu-analogovyh-sygnaliv-z-ethernet>

16. МУ210. Модулі виводу дискретних сигналів з Ethernet <https://aqteck.com.ua/ua/moduli-vvodu-vyvodu/mu210-moduli-vyvodu-dyskretnyh-sygnaliv-z-ethernet>

17. Середовище програмування CODESYS V3 - URL: <https://aqteck.com.ua/ua/programne-zabezpechennja/seredovyshche-programuvannja-codesys-3>

18. SCADA Trace Mode - URL: <http://tracemode.com.ua/>

19. Б.М. Гончаренко Автоматизація виробничих процесів харчових технологій : підручник / Б. М. Гончаренко, А. П. Ладанюк ; Нац. ун-т харч. технол. - К. : НУХТ, 2014. - 530 с.

20. В.Г. Трегуб Проектування систем автоматизації / Трегуб В.Г., Видавництво "Ліра-К", 2014. – 344 с.

21. Електронна версія посібника: Пупена О.М., Розроблення людино-машинних інтерфейсів та систем збирання даних з використанням програмних засобів SCADA/HMI. : Навч. посіб. Київ - URL: <https://pupenasan.github.io/hmibook/>

22. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм

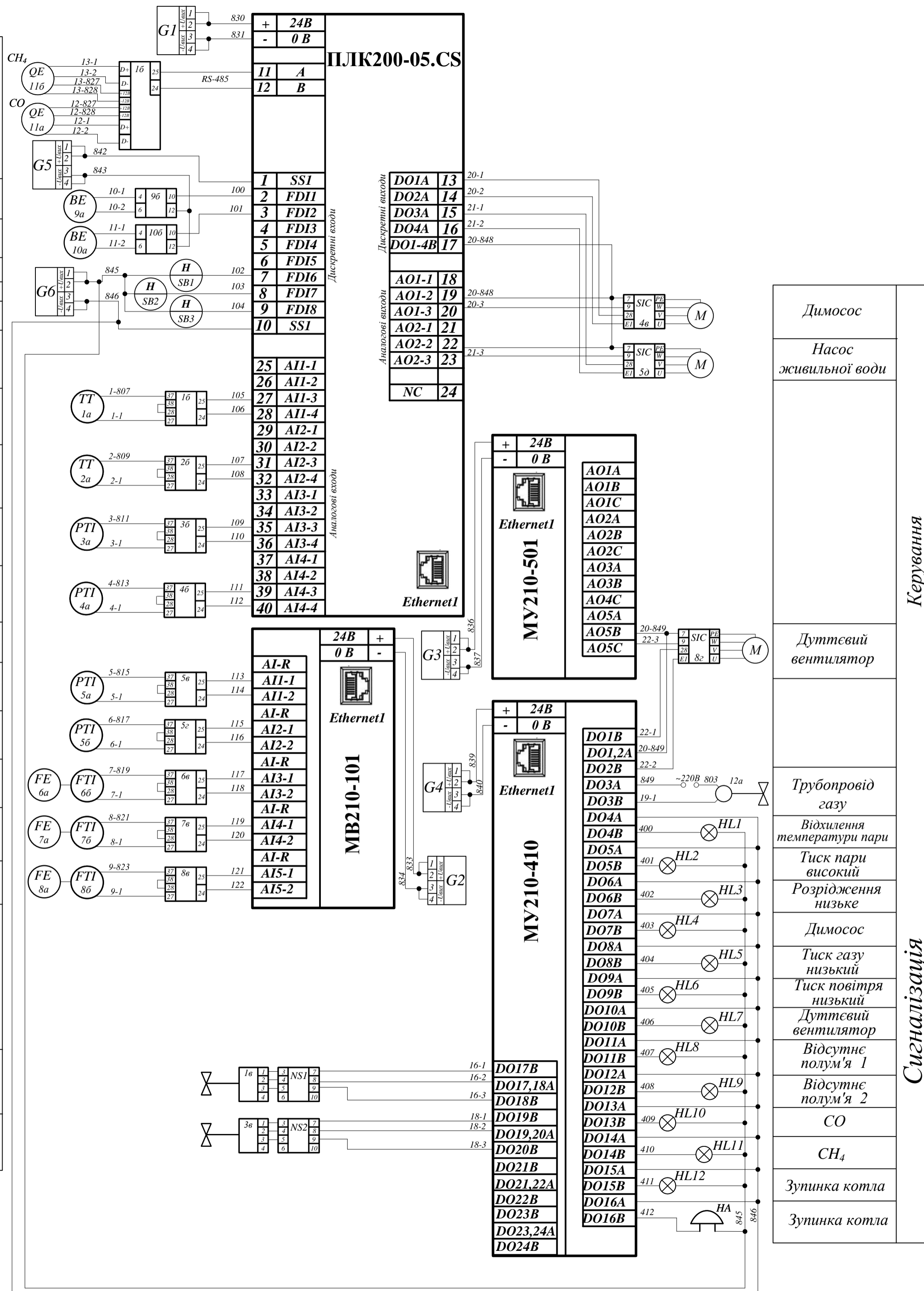
					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

навчання / Уклад.: І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка.
[Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с.

23. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник / Пупена О.М., Ельперін І.В., Луцька Н.М., Ладанюк А.П. – Електронна версія посібника: - URL: <https://pupenasan.github.io/fieldbusbook/2010/>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

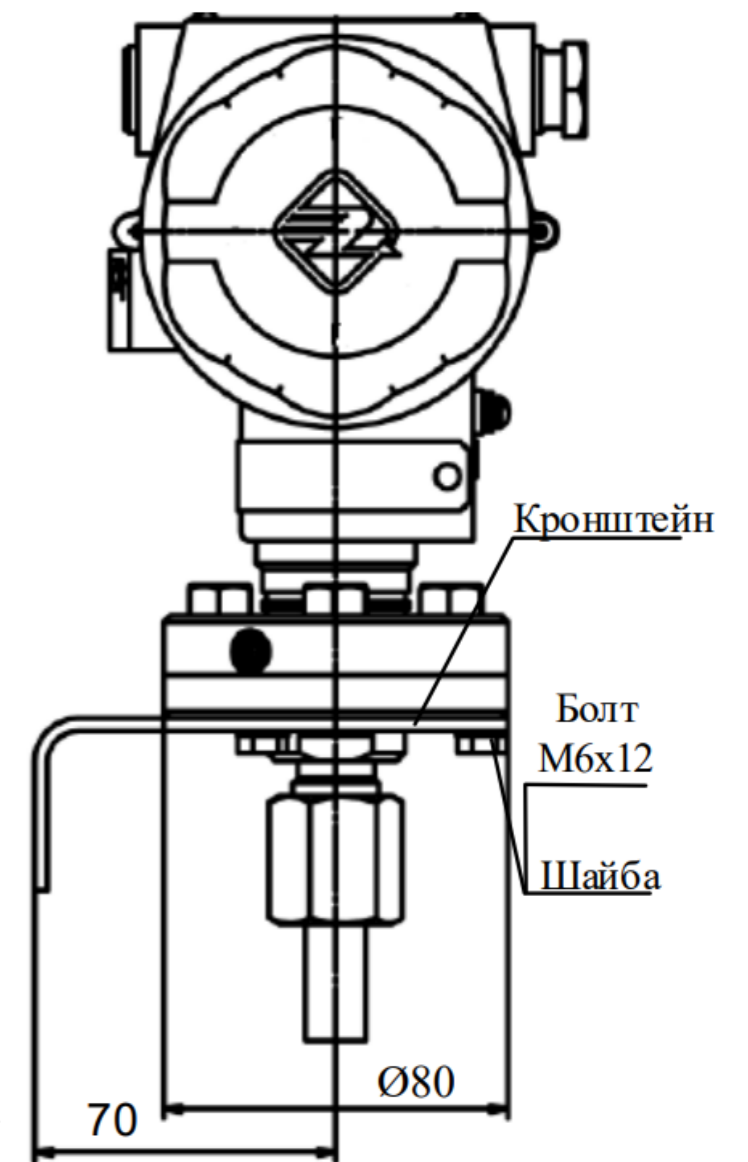
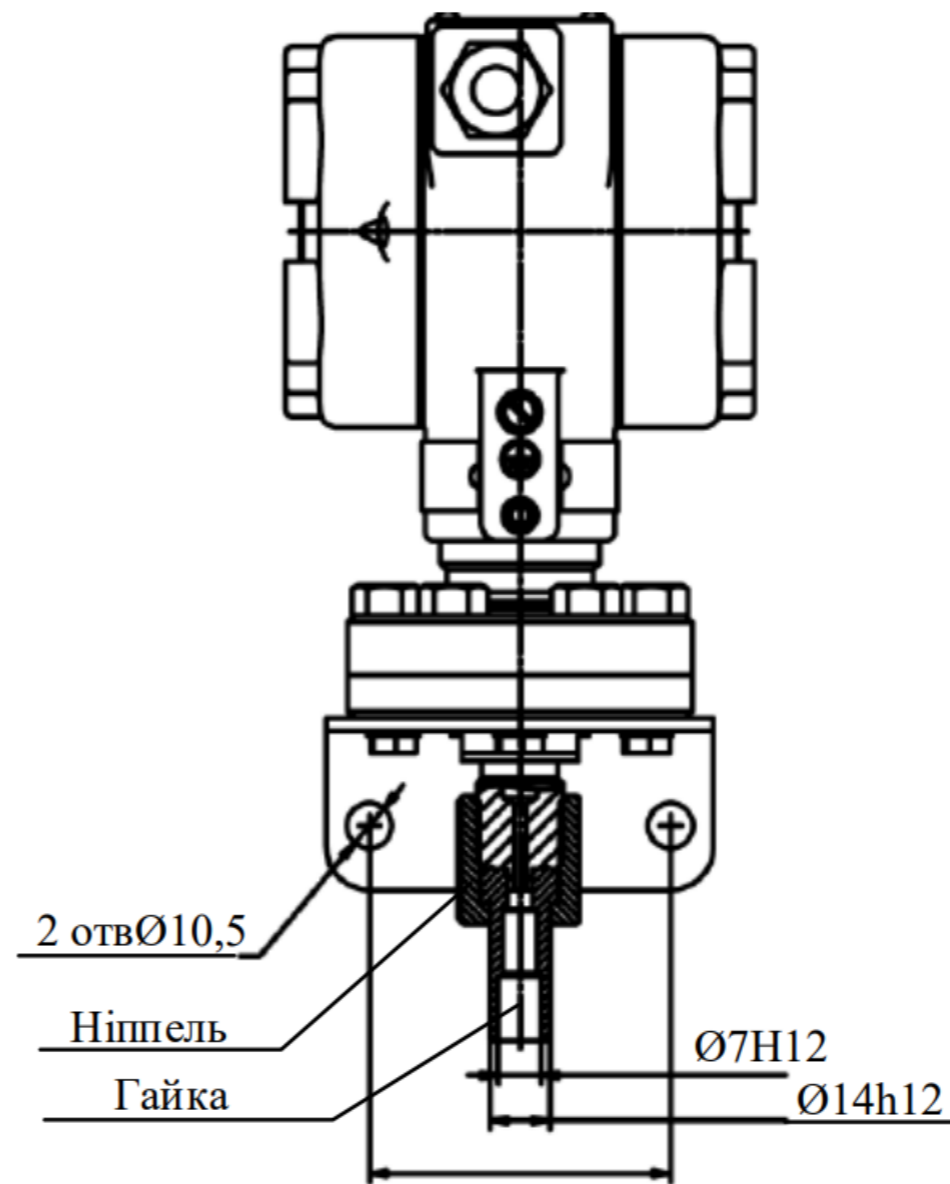
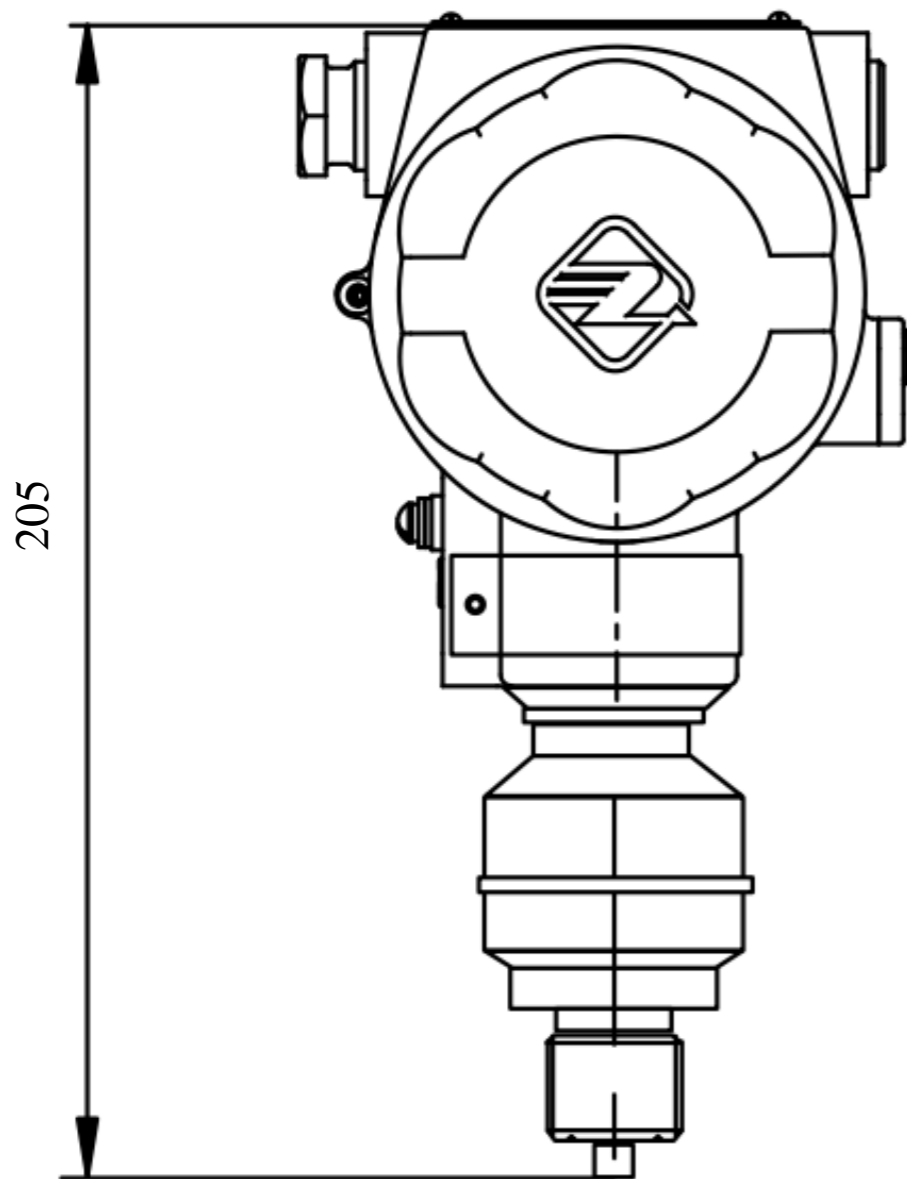
Контроль	Заспокоєність	Приміщення котельні
	Нааяність фракту	Пальник 1 Пальник 2
Керування	Перевірка сигналізації	
	Квитування	
	Аварійна зупинка	
Контроль	Температура	Трубопровід пари
		Трубопровід топочних газів
	Тиск	Трубопровід пари
		Топка
		Трубопровід газу
		Трубопровід повітря
	Витрата	Трубопровід газу
		Трубопровід пари
		Трубопровід води
	Регулювання	Трубопровід води
Трубопровід газу		



Димосос
Насос живильної води
Дуттєвий вентилятор
Трубопровід газу
Відхилення температури пари
Тиск пари високий
Розрідження низьке
Димосос
Тиск газу низький
Тиск повітря низький
Дуттєвий вентилятор
Відсутнє полум'я 1
Відсутнє полум'я 2
CO
CH ₄
Зупинка котла
Зупинка котла

	Найменування	К-ТЬ	Примітка
Прилади за місцем			
1a, 2a	Термоперетворювач з уніфікованим вихідним сигналом ТХАУ-0289	2	
3a, 5a, 5б	Перетворювач надлишкового тиску Сафір-М 7140	3	
4a	Перетворювач вакууметричного тиску Сафір-М 7230	1	
6a, 7a, 8a	Діафрагма ДКС - 0.6	3	
6б, 7б, 8б	Перетворювач різниці тисків Сафір-М 7410	3	
9a, 10a	Електрод контрольний КЕ-М	2	
11a	Датчик окису вуглецю ДУГ- 4	1	
11б	Датчик метану ДМ - 4	1	
4в, 5д, 8г	Перетворювач частоти Lenze 8200 Vector	3	
КМ1, КМ2	Пускач безконтактний реверсивний ПБР-21	2	
1в, 3в	Виконавчий механізм МЕО - 100/10 -0.25	2	
12a	Електромагнітний клапан СВМ	1	
Прилади на щиті			
1б - 4б, 5в, 5г, 6в - 8в	Індикатор мікропроцесорний ІТМ-111	12	
9б, 10б	Реле контролю полум'я РКП-1	2	
11в	Сигналізатор газу «ВАРТА І-03.24»	1	
	Програмуваний логічний контролер ПЛК-200-05.CS	1	
	Модуль вводу аналогових сигналів MB210-101	1	
	Модуль виводу аналогових сигналів MY210-501	1	
	Модуль виводу дискретних сигналів MY210-410	1	
SB 1	Кнопка керування з прихованим штовхачем МТВ2-BAZ113	1	
SB 2	Кнопка керування з прихованим штовхачем МТВ2-BAZ116	1	
SB 3	Кнопка керування з грибоподібним штовхачем МТВ2-BCZ124	1	
HL1, HL2, HL8-HL11	Арматура сигнальна МТ22-А14 з лінзою червоного кольору	6	
HL3, HL5, HL6	Арматура сигнальна МТ22-А13 з лінзою зеленого кольору	3	
HL4, HL7	Арматура сигнальна МТ22-А15 з лінзою жовтого кольору	2	
НА	Дзвінок гучного бою EBL-2004 червоний		

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р			
Зм. Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив	ОВЧАРЕНКО		
Керівник	СІДЛЕЦЬКИЙ		
			Літ.
			Маса
			Маштаб
			Арк. 2
			Аркушів 3
Схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК			НУХТ зр. ЗАВ-3-1
Зав. каф.	СМІТЮХ		
Секр. ЕК	КРУПСЬКА		



				КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
				Розробка системи автоматизації парового котла ПК-39-Р	Літ.	Маса	Маштаб
Зм. Арк	№ докум.	Підп.	Дата				
Розробив	ОВЧАРЕНКО						
Керівник	СІДЛЕЦЬКИЙ						
					Арк. 3	Аркушів 3	
Зав. каф.	СМІТЮХ			Установче креслення перетворювача «Сафір-22ДИ»	НУХТ		
Секр. ЕК	КРУПСЬКА				гр. ЗАВ-3-1		