

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем
управління

«До захисту в ЕК»
Декан факультету
Андрій Форсюк
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» лютого 2024 р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
Ярослав Смітюх
(підпис) (ім'я та прізвище)

«8» лютого 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

зі спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані

(код та назва спеціальності)

технології»

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

на тему: Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла
«КОЛВІ»

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗАВ-3-1

Ляцев Юрій Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Барилюк Олена Вікторівна
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент Валентина ОТЕНКО
(ім'я та прізвище) (підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 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:

В.о. зав. кафедри АКТСУ
Ярослав СМІТЮХ

«25» грудня 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лящеву Юрію Юрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла «КОЛВІ»

керівник роботи Барилюк Олена Вікторівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «19» грудня 2023 року № 1001-кв

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

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації

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 25 грудня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Юрій ЛЯЦЕВ

(підпис)

Керівник роботи Олена БАРИЛЮК

(підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена розробці системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла «КОЛВІ». Запропонований варіант системи автоматизації реалізовано на базі сучасних засобів та систем автоматизації, мікропроцесорного контролера SCHNEIDER M580.

Схема автоматизації побудована на основі сучасних приладів автоматизації. Для спостереження за ходом технологічного процесу та управління ним використовуються дисплейні мнемосхеми SCADA системи. SCADA систему створено за допомогою програмного пакету Trace Mode. Для створення програмного забезпечення контролера використовується комплекс UNITY PRO.

Автоматизація централізованих пунктів тепlopостачання є важливим інструментом, що допомагає оптимізувати роботу системи, забезпечує енергоефективність, зручне керування та моніторинг, підвищення рівня безпеки та ефективного використання енергоресурсів. Впровадження автоматизованої системи дозволяє зробити роботу водогрійного котла «КОЛВІ» більш ефективною, економічною та безпечною.

У пояснювальній записці наведено технічні характеристики і монтаж датчика температури YTA310.

Ключові слова: централізований пункт тепlopостачання (ЦПТ), «КОЛВІ», автоматизація, SCHNEIDER M580, YTA310.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

The qualification work is devoted to the development of the «КОЛБИ» water-heating tube boiler automation system. The proposed version of the automation system is implemented on the basis of modern automation tools and systems, the SCHNEIDER M580 microprocessor controller.

The automation scheme is built on the basis of modern automation devices. Display mnemonics of the SCADA system are used to monitor the progress of the technological process and control it. The SCADA system was created using the Trace Mode software package. The UNITY PRO complex is used to create the controller software.

Automation of centralized heat supply points is an important tool that helps to optimize the operation of the system, ensures energy efficiency, convenient management and monitoring, increases the level of safety and efficient use of energy resources. The introduction of an automated system makes it possible to make the operation of the «КОЛБИ» water heating boiler more efficient, economical and safe.

The explanatory note provides the technical characteristics and installation of the YTA310 temperature sensor.

Keywords: centralized heat supply point (CPT), "KOLVI", automation, SCHNEIDER M580, YTA310.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ.....	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.....	9
1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	9
1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.....	16
Розділ 2. Система автоматизації	17
2.1 Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	17
2.2 Схема автоматизації.....	35
2.3 Специфікація засобів автоматизації.....	39
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	42
3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).....	42
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	48
3.3 Розширені схеми підключення до окремого контуру.....	50
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів	53
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	57
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	62
6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	62
6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	64
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання....	69
7.1 Постановка задачі дослідження.....	69
7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.....	70
7.3 Моделювання САР.....	71
7.4 Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.....	76
Висновки.....	77
Список використаної літератури.....	78

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Автоматизація централізованих пунктів теплопостачання (ЦПТ) є важливим кроком у вдосконаленні та оптимізації процесу теплопостачання у містах та населених пунктах.

Застосування автоматизації в ЦПТ дозволяє забезпечити автоматичний контроль і керування роботою усіх елементів системи, включаючи котли, насоси, трубопроводи, регулювальні клапани та інші компоненти.

Головною задачею теплових пунктів є забезпечення жилих будинків опаленням та постачання в них гарячої водою. Ядром теплових пунктів є водогрійні котли. Первічним енергоносієм як правило є природний газ. Для надійного тепло і водо постачання котли є як правило газо-мазутні, щоб була можливість в критичних ситуаціях використовувати мазут, який зберігається в спеціальних мазутосховищах. Тепловий пункт в цілому є енергоємним об'єктом, ця обставина диктує необхідність автоматизації технологічних процесів з метою економії первинних енергоносіїв і надійності функціонування теплових пунктів.

Одним з основних переваг автоматизації є можливість оптимізувати роботу системи теплопостачання, шляхом регулювання та керування тепловим навантаженням в режимі реального часу. Це дозволяє підтримувати комфортну температуру в приміщеннях, зменшувати витрати на енергію та збільшувати енергоефективність системи.

Також, автоматизація дозволяє здійснювати дистанційне контролювання і моніторинг стану системи, що спрощує процес обслуговування та планування ремонтних робіт.

Застосування автоматизації в ЦПТ також сприяє підвищенню рівня безпеки теплопостачання, оскільки вона дозволяє виявляти аварійні ситуації, швидко реагувати на них та уникати небезпеки для споживачів тепла.

Автоматизація теплових пунктів забезпечує надійне функціонування системи теплопостачання та економічне споживання теплоти.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Автоматизація систем теплопостачання забезпечує високу якість управління роботою окремих об'єктів та всієї системи теплопостачання в цілому, підвищує надійність і рівень експлуатації систем теплопостачання, сприяє економії енергетичної галузі, матеріальних і трудових ресурсів.

Автоматизація централізованих пунктів теплопостачання є важливим інструментом, що допомагає оптимізувати роботу системи, забезпечує енергоефективність, зручне керування та моніторинг, підвищення рівня безпеки та ефективного використання енергоресурсів. Впровадження такої автоматизованої системи може призвести до зменшення витрат на теплопостачання і поліпшення якості життя мешканців.

Метою автоматизації є зменшення витрат на теплопостачання і поліпшення якості води, що йде до споживачів. Автоматизована система дозволить зробити роботу котла більш ефективною, економічною та безпечною.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Котел «КОЛВІ» – це стаціонарний котел жаротрубний, в якому продукти згоряння палива проходять усередині труб поверхні нагріву, а вода зовні. Котел «КОЛВІ» призначений для нагрівання води у системах водяного теплопостачання будівель та споруд із примусовою циркуляцією [6].

Вони є надійними та ефективними пристроями, що дозволяють забезпечувати тепло для різних типів споживачів, таких як житлові будинки, комерційні приміщення або промислові об'єкти. Котли «КОЛВІ» працюють на різних типах палива, таких як газ, дизель, паливні гранули або біомаса. Вони мають широку потужність, що дозволяє їх застосовувати в різних розмірах теплових систем.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд жаротрубного котла «КОЛВІ» 192

«КОЛВІ» можуть бути використані як в автономних теплових системах, так і як додаткові джерела тепла в централізованих пунктах теплопостачання.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Лящев Ю.Ю.					
Перевірив		Барилюк О.В.				9	8
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.					
Секр. ЕК		Крупська					
					РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ВОДОГРІЙНОГО ЖАРОТРУБНОГО КОТЛА "КОЛВІ"		
					НУХТ ЗАВ-3-1-2024		

Розглянемо роботу котлів «КОЛВІ»-192 в централізованому теплопостачанні полягає в забезпеченні потрібної температури гарячої води або повітря для опалення приміщень. Котел працює на основі принципу згоряння палива, для чого використовується паливна камера або резервуар. Енергія від згоряння палива передається до системи, яка транспортує тепло до споживачів через розподільчу систему, таку як радіатори або тепловий насос.

Газові котли «КОЛВІ» мають коробчату конструкцію практично безшумні і призначені для роботи тільки на природному газі при тиску в газопроводі 13 мбар.

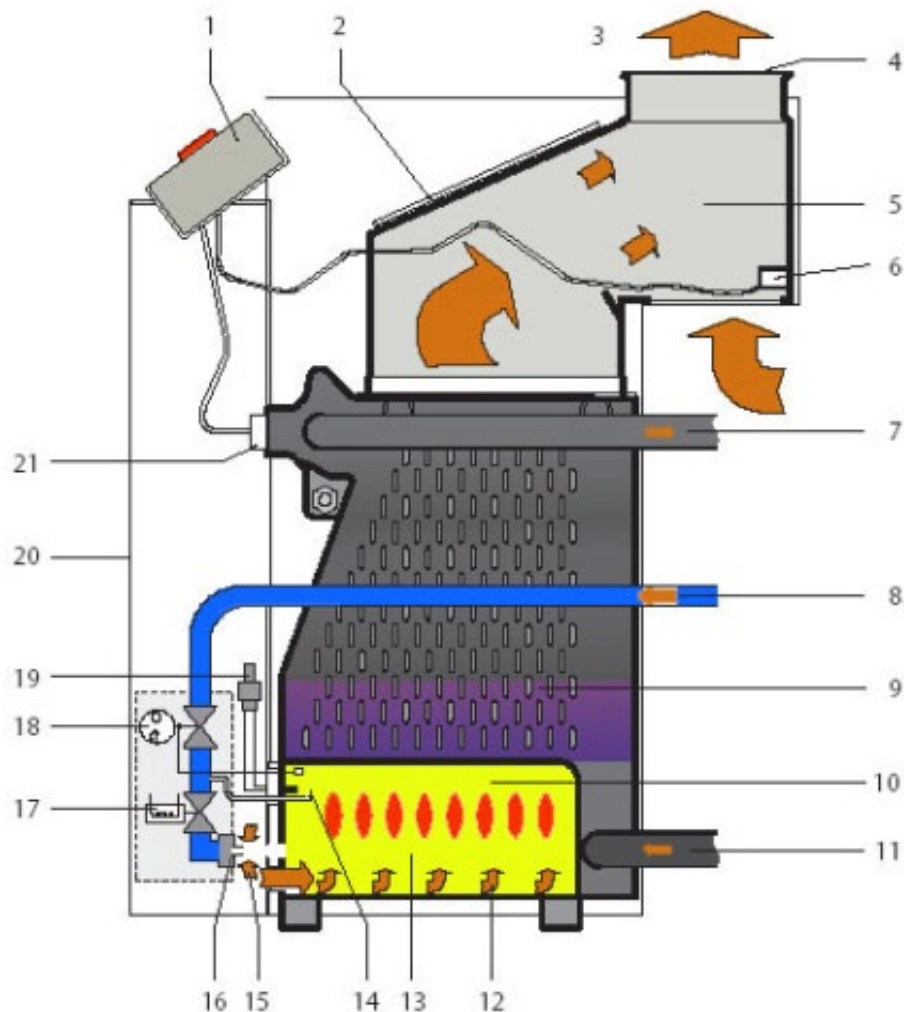


Рисунок 1.2 – Вид зсередини жаротрубного котла «КОЛВІ»

Всі основні елементи котла закріплені на теплообміннику, який конструктивно поєднує сталевий теплообмінник, камеру згоряння, газовий пальник та газову автоматику безпеки, закріплену на передній панелі теплообмінника. Одноконтурні газові котли призначені для експлуатації у водяних опалювальних системах лише як джерело теплопостачання. Сталевий теплообмінник виготовлений з товстостінних цельнокатаних котлових труб із вбудованими жароміцними турбулізаторами, що збільшують термін служби

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

котла. Двоконтурені апарати обладнані додатковим теплообмінником у вигляді мідного змієвика та крім основної функції опалення, можуть забезпечувати потреби гарячого водопостачання (ГВП) для господарських потреб.



1-панель керування, 2-кришка отвору для чищення; 3-колектор продуктів згорання; 4- штуцер димохода; 5-стабілізатор тяги; 6- термостат продуктів згорання; 7-подаюча лінія системи опалення; 8- під'єднання газу; 9- теплообмінник; 10-камера згорання; 11-зворотня лінія системи опалення; 12- подавання вторинного повітря; 13-атмосферний пальник; 14- запальний пальник; 15- подавання первинного повітря; 16-форсунки пальника; 17-котушка газової арматури; 18- регулятор газової арматури; 19-кнопка п'єзорозпалу; 20- облицювання котла; 21-гільза для аварійного і робочого термостата

Рисунок 1.3 –Комплектація жаротрубного котла «КОЛВІ» 192

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зовнішній кожух газового котла виготовлений із сталі та пофарбований емаллю методом порошкового напилення. Вузли керування газовою арматурою знаходяться усередині обшивки. Для підключення котла до системи опалення від відповідних вузлів апарата виведено патрубки з кількох рядів жароміцних труб. На фронтальній панелі котла встановлено термометр для візуального контролю за температурою нагрівання теплоносія в апараті та кнопка п'єзорозпалу для запалювання запальника. Контроль роботи запальника та газового пальника здійснюється через оглядове вікно, яке знаходиться на фронтальному аркуші газопальникового пристрою.

Газова автоматика котла «КОЛВІ» забезпечує автоматичну підтримку встановленої температури теплоносія та блокує подачу газу при тимчасовому припиненні надходження газу або загасанні газового пальника.

Для безпеки котел має:

- Датчик тяги - при поганій тязі, внаслідок поганого димовидалення природним шляхом, або забитості димоходу, димогарні гази надходять у так звані димоуловлювачі, де і розміщений цей датчик, він починає грітися і спрацьовує, перекриваючи подачу газу.

- Датчик перегріву або граничний термостат – захищає котел від закипання, при температурі понад 100 °С спрацьовує та відключає котел.

- Датчик іонізації – електрод, за допомогою якого котел виявляє полум'я (полум'я є гарним провідником струму, коли полум'я горить, котел отримує сигнал через цей електрод, коли полум'я немає – розривається ланцюг і котел його не бачить). У газових котлах «КОЛВІ»-192 запрограмовано середній час безпечного розпалювання 1 -2 хв., якщо протягом цього часу котел не виявить полум'я, відбувається блокування.

Принцип роботи газового котла «КОЛВІ»-192 нічим не відрізняється від іншого опалювального котла. За допомогою датчиків контролер управління аналізує встановлену температуру теплоносія, і в залежності від її поточного значення за допомогою запірної арматури відкриває або перекриває подачу газу

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

в пальник, над яким горить запальник. Теплоносій, що протікає через теплообмінник, нагрівається до заданої температури і прямує по замкнутому контуру системи опалення до опалювальних приладів (наприклад, радіаторів).

Газові котли «КОЛВІ» обладнані камерами згоряння газу відкритого типу, а видалення продуктів горіння відбувається за рахунок природної тяги – повітря з приміщення підсмоктується в камеру згоряння та відводить продукти горіння через димар атмосферу. Теплопродуктивність газових котлів «КОЛВІ» регулюється на виході з котла за допомогою регулятора температури шляхом плавного регулювання інтенсивності горіння полум'я на газовому пальнику.

Мінімальна теплопродуктивність та мінімальна витрата палива котла визначаються такими умовами:

- двоступеневий (або модуляційний, або двоступінчастий прогресивний) пальник, що комплектує котел Колві має свій мінімум налаштування потужності, що забезпечує нормальний режим горіння. Мінімальна потужність пальника визначається за технічними даними (робочими полями), наведеними в експлуатаційній документації пальників;

- мінімальна потужність котла повинна задовольняти умови, що запобігають виникненню конденсації на хвостових поверхнях котла – в загальному випадку температура димових газів не повинна перевищувати значення 150...160 °С.

Водяний тракт водонагрівача.

Тракт складається з колектора «зворотної води», колектора «прямої води», запірної арматури (чотири шарових крана), двох зворотних клапанів, двох насосів EURO THERM, двох запобіжних клапанів, шести автоматичних повітрівідвідників, шести теплообмінників (у кожній із секцій по три теплообмінника з'єднані послідовно), комплекту датчиків, двох підйомних трубопроводів, двох опускних трубопроводів, комплекту сполучних фітингів.

Сталевий колектор зворотної води розташований горизонтально в нижній частині водонагрівача і служить для з'єднання каскаду водонагрівачів в

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

загальний водяний тракт і підключення його до системи опалення. Діаметр колектора розрахований для проходу кількості води, достатнього для нормальної роботи на повній потужності восьми водонагрівачів, з'єднаних в каскад послідовно. На колекторі встановлений манометр зі своєю запірною арматурою.

Сталевий колектор прямої води розташований горизонтально в нижній частині водонагрівача і служить для з'єднання каскаду водонагрівачів в загальний водяний тракт і підключення його до системи опалення. Діаметр колектора розрахований для проходу кількості води, достатньої для нормальної роботи на повну потужність восьми водонагрівачів, з'єднаних в каскад послідовно. На колекторі встановлений манометр зі своєю запірною арматурою.

Робота ВПМ «Колві» повністю автоматизована, що дозволяє експлуатувати опалювальну установку, що складається з каскаду ВПМ «Колві», без постійного перебування в приміщенні котельні обслуговуючого персоналу.

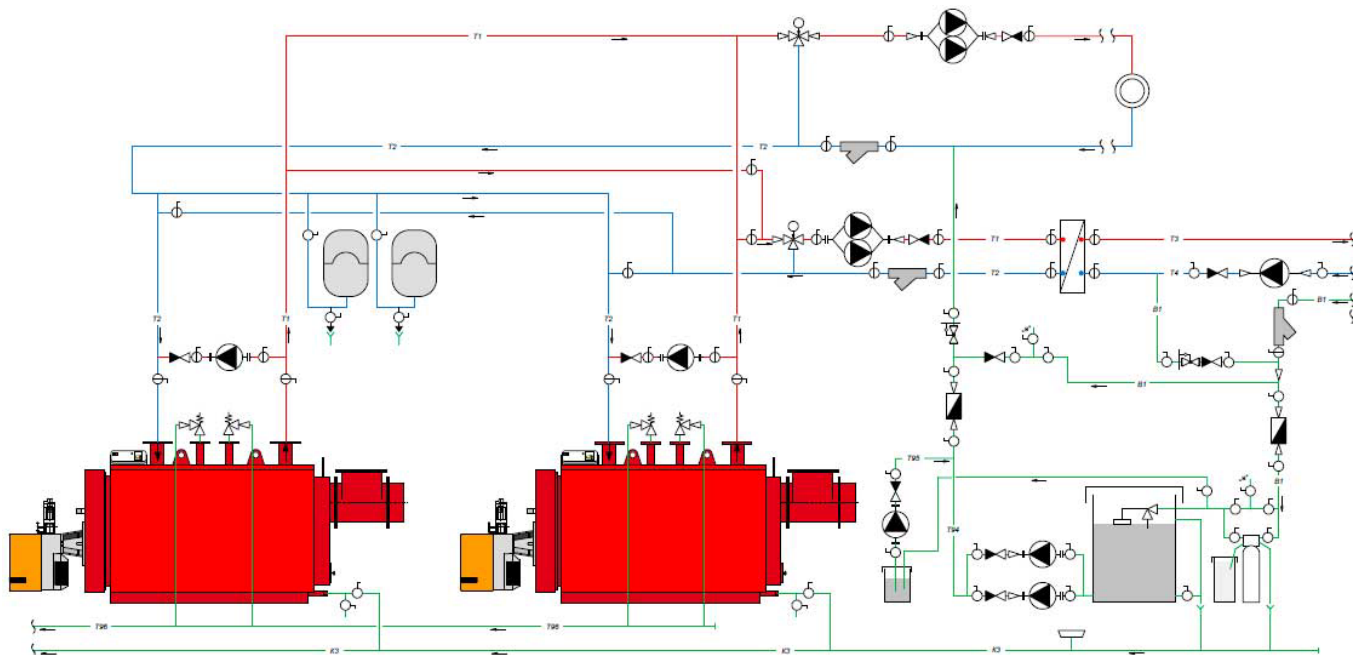


Рисунок 1.4 – Приклад установки з двома котлами «КОЛВІ» -192, залежним контуром теплопостачання та контуром ГВП

Технічні характеристики «КОЛВІ» приведені в таблиці 2.1

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

Таблиця 1.1 Технічні характеристики «КОЛВІ»-192

ПАРАМЕТРИ		Одиниці вимірювання	Числове значення
1.	Номінальна теплова потужність	кВт	192
2.	Номінальний тиск газу	Па	1960
3.	Максимальна витрата газу	м ³ /год	21,95
4.	Мінімальна витрата газу	м ³ /год	5,0
5.	Коефіцієнт корисної дії	%	92
6.	Максимальний тиск теплоносія	МПа	0,3
7.	Мінімальний тиск теплоносія	МПа	0,03
8.	Максимальна температура теплоносія	°С	85
9.	Робочий діапазон температур теплоносія	°С	30...80
10.	Діапазон регулювання теплової потужності	кВт	45...192
11.	Споживана електрична потужність	Вт	500
12.	Напруга споживаного току	В	220
13.	Частота	Гц	50
14.	Температура димових газів	°С	110

Об'єкт автоматизації являє собою котельню, яка складається із основного обладнання:

- а) опалювальних водогрійних котлів ВПМ « КОЛВІ» -- 3 шт.;
- б) пластинчатого теплообмінника;
- в) автоматичної системи зм'якшення води;
- г) розширювального мембранного бака;
- д) теплообмінника ємкісного;
- е) резервуара запасу води;
- ж) циркуляційних насосів системи опалення (2шт.), системи ГВП (1 шт.), системи підігріву гарячої води (1 шт.) та підпиточного насосу з мембранним баком (1шт.).

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Оптимальні значення параметрів контролю, сигналізації, блокування, регулювання необхідні для автоматизації даного технологічного процесу приведені в таблиці 1.2

.....Таблиця 1.2

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметру	Вид автоматизації	Характер контролю чи управлін.	Засоби управління та контролю, реалізації управл. дії	Додаткові умови
1	Трубопровід гар.води	Температура	60°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
2	Теплообмінник	Температура	60°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
3	Гідравдичний колектор	Температура	90°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
4	Вода після насосів	Температура	90°C	Регулювання	Стабілізація	Змішування води до котла	
5	Колектор води	Температура	85°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
6	Пряма вода до теплообм.	Температура	90°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
7	Вода до котла	Температура	95°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
8	Вода після котла.	Температура	80°C	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
9	Вода до фільтра.	Тиск	0,25 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
10	Вода після фільтра	Тиск	0,25 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
11	Пластиков ємність	Рівень	1000 л	Регулювання	Стабілізація	Витрата води до ємності	
12	Зворотня вода	Тиск	0,3 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
13	Вода до теплообмінника	Тиск	0,3 МПа	Контроль	Відображення	АРМ оператор	
14	Вода із водопровіда	Витрата	300 л/год	Регулювання	Стабілізація	Витрата води до котла	

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

Розділ 2. Система автоматизації.

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

При автоматизації технологічного процесу в працюючої теплогенеруючою установці повинні підтримуватися на заданому рівні ті параметри, які визначають нормальний перебіг технологічних процесів. Управління цими процесами вимагає установки апаратури для контролю, регулювання та управління параметрами і режимами роботи. Такий апаратурою є контрольно-вимірювальні прилади, за допомогою яких здійснюється оперативне управління технологічними процесами, що забезпечує надійну, безпечну і економічну роботу устаткування.

Мінімально необхідне число приладів на котлах встановлюють відповідно до нормативних вимог, під дію яких підпадає робота теплогенеруючої установки.

Інформація про стан об'єкта керування за допомогою датчиків і перетворювачів в вигляді уніфікованих струмових сигналів 4-20 мА та дискретних сигналів напруги 0-24В надходить на вхідні модулі контролера. Датчики, перетворювачі, виконавчі механізми, індикатори, виносна мнемосхема з індикацією параметрів - дозволяє одержувати інформацію про роботу процесу нагріву гарячої води водогрійним котлом «КОЛВІ» і управляти ним в ручному (дистанційному) і автоматичному режимі.

При розробці системи автоматизації в кваліфікаційній роботі використані інтелектуальні датчики. Ці датчики в системі автоматизації використовуються для отримання та аналізу даних з оточуючого середовища. Вони здатні не лише вимірювати певні параметри, але і обробляти ці дані для виявлення певних патернів або тенденцій.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лящев Ю.Ю.			Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла "КОЛВІ"	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					17	25
						НУХТ		
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.				ЗАВ-3-1-2024		
Секр. ЕК		Крупська						

Використання інтелектуальних датчиків у системі автоматизації дозволяє отримувати більш деталізовану інформацію для подальшого прийняття рішень або регулювання процесів. Вони можуть покращити продуктивність, ефективність та безпеку системи автоматизації.

Вимірювання температури води.

-

Щоб здійснити коректний вибір відповідного термометра, необхідно визначити кілька умов, які повинні відповідати для комфортної роботи приладом. Встановити умови роботи датчика. Навколишнє середовище може бути стандартною, з високою вологістю, окисною, пожежонебезпечною і так далі.

Величина сигналу виходу.

Сигнал виходу повинен відповідати можливостям приладів для подальшої обробки одержуваних даних. Це залежить від отриманих температурних показників, перетворених в енергію.

Для вимірювання температури води в системі теплопостачання використано датчик температури YTA310 (рисунок 2.1) [1].



Рисунок 2.1 – Датчик температури YTA310

Датчики та перетворювачі температури Yokogawa серії YTA є високоточними вимірювальними приладами. Перетворювачі температури приймають вхідні сигнали від термопар, термометрів опору, омичних або мілівольтних пристроїв постійного струму і перетворюють їх передачі у вигляді

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

сигналу 4-20 мА постійного струму або сигналу Fieldbus.

Приклад замовної специфікації датчика температури.

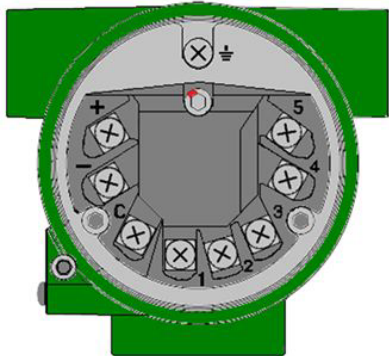
MODEL AND SUFFIX CODES

Model	Suffix Codes	Descriptions
YTA310	.....	Temperature Transmitter with Single Sensor Input
YTA320	.....	Temperature Transmitter with Dual Sensor Input
Output Signal	-D..... -E..... -F.....	4 to 20 mA DC with digital communication (BRAiN protocol) 4 to 20 mA DC with digital communication (HART protocol, refer to GS 01C50T01-00EN) Digital communication (FOUNDATION Fieldbus protocol) ¹
—	A.....	Always A
Electrical Connection	0..... 2..... 3..... 4.....	G1/2 female 1/2 NPT female Pg 13.5 female M20 female
Integral Indicator	D..... N.....	with digital indicator None
Mounting Bracket	B..... D..... J..... K..... N.....	SUS304 Stainless steel 2-inch horizontal pipe mounting ² SUS304 Stainless steel 2-inch vertical pipe mounting ² SUS316 Stainless steel 2-inch horizontal pipe mounting ² SUS316 Stainless steel 2-inch vertical pipe mounting ² None
Option codes	/□ Optional specifications	

OPTIONAL SPECIFICATION

Item	Description	Code		
Lightning protector	Power supply voltage: 10.5 to 32 V DC (9 to 32 V DC for Fieldbus communication type.) Allowable current: Max. 6000 A(1×40µs), repeating 1000 A(1×40µs) 100 times	A		
Painting	Coating change	Epoxy resin coating	X1	
	Color change	Amplifier cover only	Munsell code: N1.5 Black	P1
			Munsell code: 7.5BG4/1.5, Jade green	P2
			Metallic silver	P7
Amplifier and terminal Covers	Munsell code: 7.5 R4/14 Red	PR		
SUS316 exterior parts	Exterior parts on the amplifier housing (name plates, tag plate, screws) will become SUS316 stainless steel ⁴	HC		
Calibration Unit	Degree F/Degree R unit	D2		
Output signal low-side in Transmitter failure ¹	Output signal low-side: -5%, 3.2 mA DC or less. Sensor burnout is also set to 'LOW': -2.5%, 3.6 mA DC.	C1		
NAMUR NE43 Compliant ¹	Output signal limits: 3.8 mA to 20.5 mA	Failure alarm down-scale: output status at CPU failure and hardware error is -5%, 3.2 mA or less. Sensor burnout is also set to LOW: -2.5%, 3.6 mA DC.	C2	
		Failure alarm up-scale: output status at CPU failure and hardware error is 110%, 21.6 mA or more. In this case Sensor burnout is High: 110%, 21.6 mA DC.	C3	
Data Configuration	Description into "Descriptor" parameter of HART protocol (max. 16 characters)	CA		
Sensor matching function ²	RTD Sensor matching function	CM1		
Stainless steel housing ³	Housing Material: SCS14A stainless steel (equivalent to SUS316 cast stainless steel and ASTM CF-8M)	E1		
Wired tag plate	SUS304 stainless steel tag plate wired onto transmitter ⁵	N4		

Рисунок 2.2 – Приклад замовної специфікації датчика температури YTA310

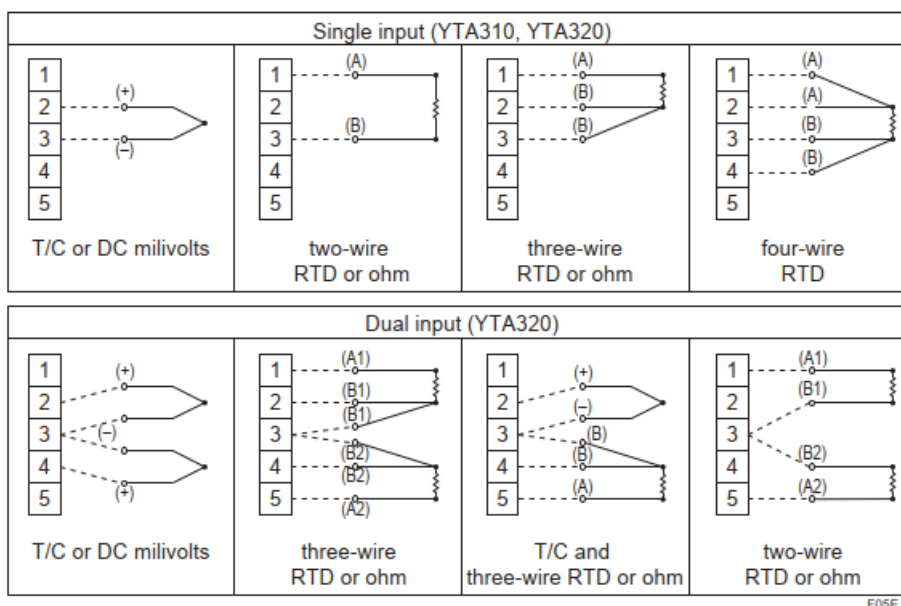


YTA Series

+	-	Power Supply and Output Terminal
-	C	External Indicator Terminal
⏏		Ground Terminal

Terminals

Рисунок 2.3 – Клеми датчика температури YTA310



F05E.ai

Рисунок 2.4 – Вхідні дроти.

Вимірювання тиску води.

Промислові датчики тиску призначені для вимірювання тиску і подальшого перетворення тиску контрольованого середовища (рідини або газу) в уніфікований вихідний сигнал. Прилади набули широкого поширення в технологічних процесах і застосовуються в різних галузях промисловості.

Датчик надлишкового тиску EJX430A (рис.2.5) – це високоефективні багатопараметричні перетворювачі тиску з чутливим елементом з монокристалічного кремнію, що використовуються для вимірювання тиску,

витрати рідини, газу та пара [2]..



Рисунок 2.5 – Датчик надлишкового тиску EJX430A

Цифровий сенсор DPharр компанії Yokogawa забезпечує покращену вдвічі продуктивність та стабільність у порівнянні з аналоговими сенсорами конкурентів. У сенсорах DPharр реалізовані новітні технології проектування та виробництва інтегральних схем у вигляді мікročіпів. Аналогові рецептори засновані на більш старій технології проектування. Незважаючи на те, що аналогові датчики показують задовільні результати, сучасні датчики серії DPharр перевершують їх за продуктивністю.

Перетворювачі Yokogawa з цифровими сенсорами DPharр забезпечують високу стабільність, надійність і точність вимірювань.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

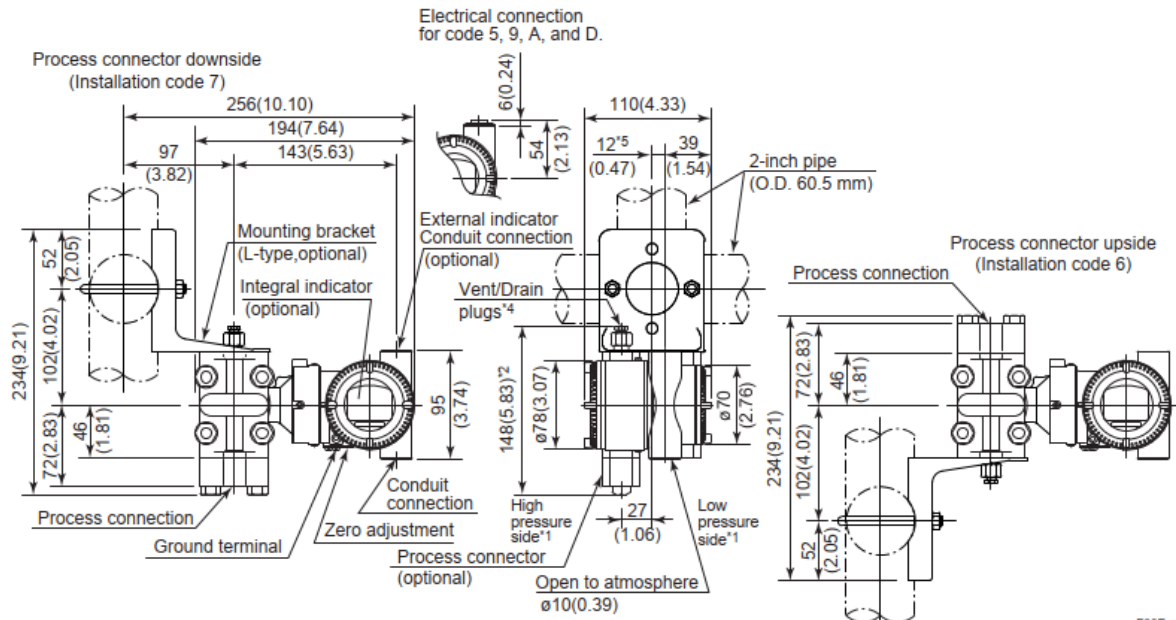


Рисунок 2.6 – Вертикальний монтаж датчика надлишкового тиску EJX430A

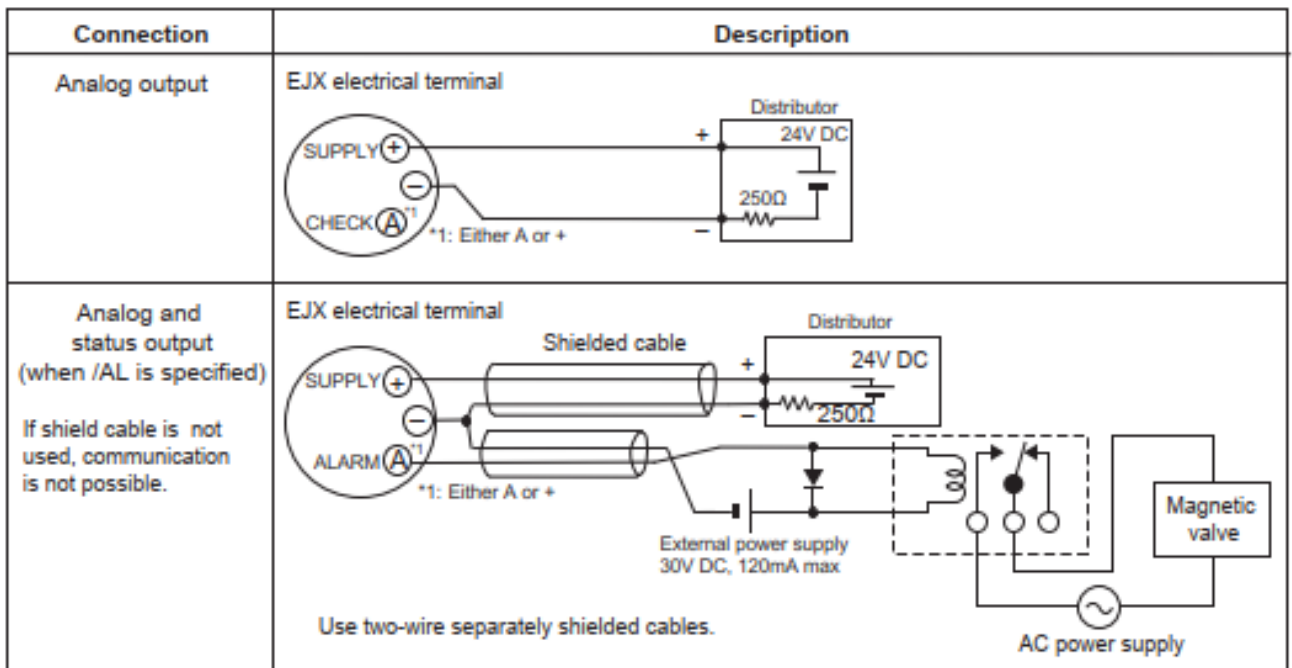


Рисунок 2.7 – Приклад підключення аналогового виходу і виходу стану.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Model	Suffix Codes	Description
EJX430A	.....	Gauge pressure transmitter
Output signal	-D -E -J -F -G	4 to 20 mA DC with digital communication (BRAIN protocol) 4 to 20 mA DC with digital communication (HART 5 protocol) 4 to 20 mA DC with digital communication (HART 5 / HART 7 protocol) (Refer to GS 01C25T01-01EN) Digital communication (FOUNDATION Fieldbus protocol, refer to GS 01C25T02-01EN) Digital communication (PROFIBUS PA protocol, refer to GS 01C25T04-01EN)
Measurement span (capsule)	H A B	2.5 to 500 kPa (10 to 2000 inH ₂ O) 0.0175 to 3.5 MPa (2.5 to 500 psi) 0.08 to 16 MPa (12 to 2300 psi)
Wetted parts material ¹	<input type="checkbox"/>	Refer to "Wetted Parts Material" Table.
Process connections See the table in the next page for the codes for a diaphragm seal system.	0 1 2 3 4 5	without process connector (Rc1/4 female on the cover flanges) with Rc1/4 female process connector with Rc1/2 female process connector with 1/4 NPT female process connector with 1/2 NPT female process connector without process connector (1/4 NPT female on the cover flanges)
Bolts and nuts material	J G C	B7 carbon steel 316L SST 680 SST
Installation	-3 -7 -8 -9 -B -U	Vertical piping, right side high pressure, and process connection down side Vertical piping, left side high pressure, and process connection down side Horizontal piping and right side high pressure Horizontal piping and left side high pressure Bottom Process Connection, left side high pressure ² Universal flange ²
Amplifier housing	1 3 2	Cast aluminum alloy Cast aluminum alloy with corrosion resistance properties ³ ASTM CF-8M stainless steel ⁴
Electrical connection	0 2 4 5 7 9 A C D	G1/2 female, one electrical connection without blind plugs 1/2 NPT female, two electrical connections without blind plugs M20 female, two electrical connections without blind plugs G1/2 female, two electrical connections and a blind plug ⁵ 1/2 NPT female, two electrical connections and a blind plug ⁵ M20 female, two electrical connections and a blind plug ⁵ G1/2 female, two electrical connections and a 316 SST blind plug 1/2 NPT female, two electrical connections and a 316 SST blind plug M20 female, two electrical connections and a 316 SST blind plug
Integral indicator	D E N	Digital indicator ⁶ Digital indicator with the range setting switch (push button) ⁷ (None)
Mounting bracket	B D J K M N	304 SST 2-inch pipe mounting, flat type (for horizontal piping) 304 SST or SCS13A 2-inch pipe mounting, L type (for vertical piping) 316 SST 2-inch pipe mounting, flat type (for horizontal piping) 316 SST or SCS14A 2-inch pipe mounting, L type (for vertical piping) 316 SST or SCS14A 2-inch pipe mounting (for bottom process connection type) (None)
Optional Codes	<input type="checkbox"/>	Optional specification

Рисунок 2.8 – Специфікація прилада

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

Вимірювання рівня води в ємності.

При виборі датчика рівня потрібно враховувати декілька важливих факторів. Ось кілька критеріїв, які можуть допомогти вам визначитися з вибором:

1. Тип вимірювання.
2. Діапазон вимірювання.
3. Точність.
4. Властивості рідини або матеріалу.
5. Умови роботи.

Враховуючи всі ці критерії вибираємо ультразвуковий рівнемір Rosemount 3102 (рис.2.9) [3].

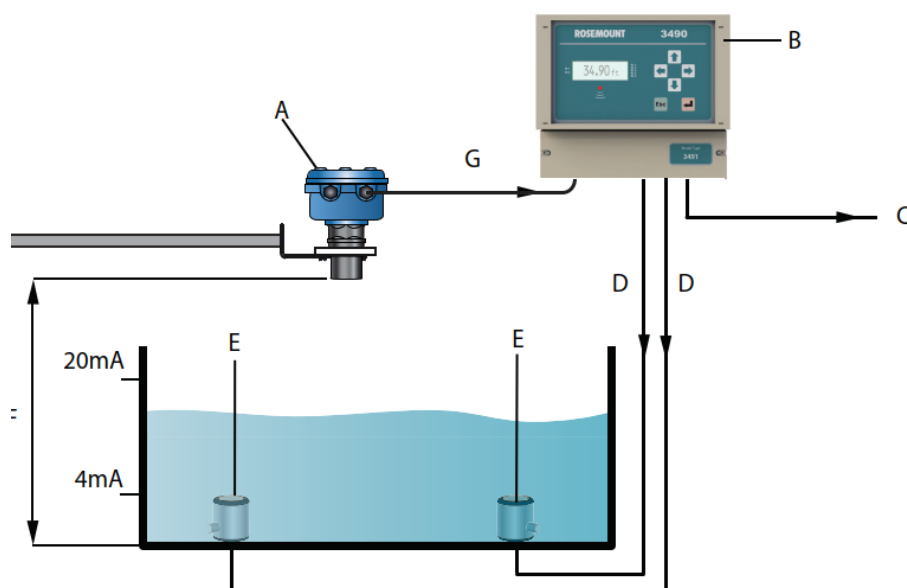


Рисунок 2.9 – Ультразвуковий рівнемір Rosemount 3102

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

Model	Product description	
3102	Ultrasonic Level Transmitter with 2 integral relays, 1 to 36 ft. (0,3 to 11 m) range	
Signal output		
H	4 20 mA with HART communication	★
Housing material		
A	Polyurethane covered Aluminum	★
P	Glass Filled Nylon	★
Conduit/cable thread		
1	½ 14 NPT	★
2	M20 x 1.5 adaptor	★
3	M20 x 1.5 supplied with nylon glands (Plastic Housing only)	★
Wetted material		
F	PVDF	★
Process connection		
RC ⁽¹⁾	2 in. NPT thread	★
SC ⁽²⁾	2 in. BSPT thread	★
Product certificates		
NA	No certification	★
G5	FM Ordinary Location	★
G6	CSA Ordinary Location	★
Options (include with selected model number)		
Special alarm options ⁽³⁾		
C4	Namur NE43 alarm and saturation levels, high alarm	★
C5	Namur NE43 alarm and saturation levels, low alarm	★
C8	Standard Rosemount alarm and saturation levels, low alarm	★
Special certification option		
Q4	Certificate of functional test	★
Typical model number: 3102 H A 1 F RC G5 C4		

Рисунок 2.10 – Замовна специфікація прилада



А- Рівномір ультразвуковий 3100; В-Контролер; С-Сигнал 4-20 мА;

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

D-Реле; E-Насос; F-Опорна точка; G- Сигнал 4–20 мА и HART

Рисунок 2.11 – Типове використання рівнеміра

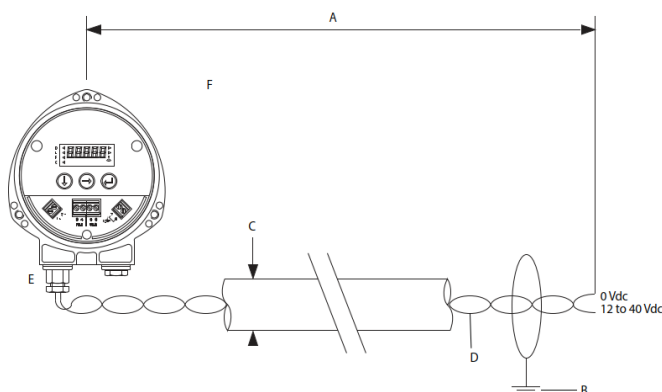


Рисунок 2.12 – Схема підключення рівнеміра Rosemount 3102

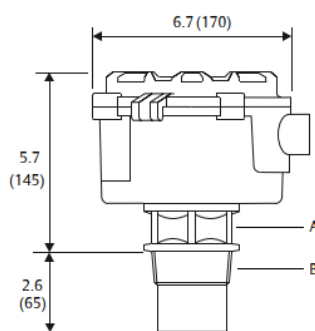


Рисунок 2.13 – Габаритні розміри Rosemount 3102

Вимірювання витрати мережевої води.

Для виміру витрати мережевої води, яка підходить до котла використано інтелектуальний вихровий витратомір DY040 (рис.2.14) [4].



Рисунок 2.14 – Вихровий витратомір DY040

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

Вихровий витратомір digitalYEWFLO відрізняється точністю та стабільністю навіть у жорстких умовах технологічних процесів та має високонадійну та міцну конструкцію, що забезпечує підвищення ефективності підприємства та зниження експлуатаційних витрат.

Вихрові витратоміри зазвичай впливають на точність вимірювання витрати, якщо розподіл швидкості потоку в трубі зміщений.

Необхідна довжина прямої труби показана на рис.2.15.

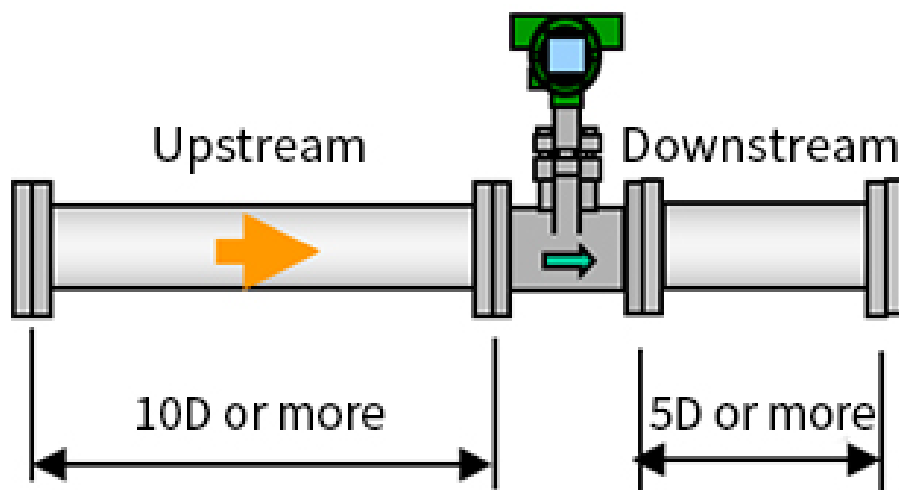


Рисунок 2.15 – Прямі ділянки для роботи вихрового витратоміра DY040

Вихровий витратомір digitalYEWFLO може видавати імпульсний сигнал, одночасно з аналоговим струмовим. У разі багатопараметричного виконання можна виводити як витрата, а й виміряну температуру. Як приклад показаний спосіб підключення з використанням екранованого кабелю.

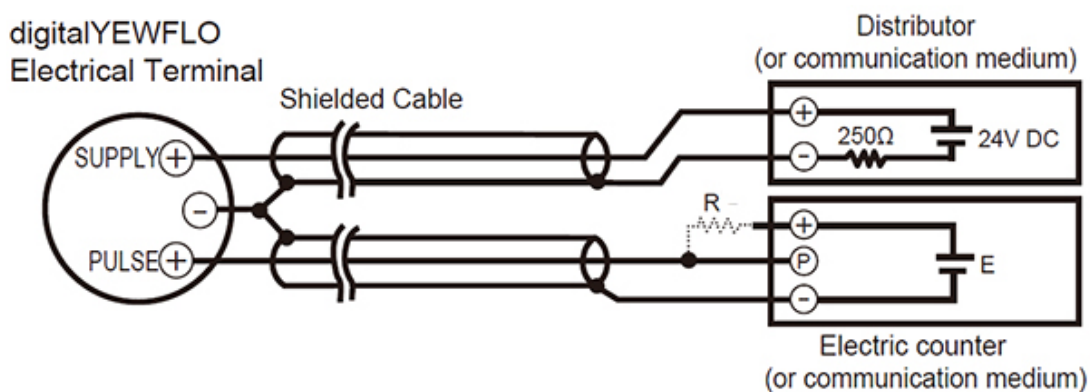


Рисунок 2.16 – Підключення вихрового витратоміра DY040

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Вибір виконавчих механізмів.

Для регулювання витрати гарячої води вибрані клапани з електроприводом тип 3241/3374 (рис.2.17). Регулюючі клапани Тип 3241/3374 складаються з прохідного клапана Тип 3241 та електропривода Тип 3374 із положенням безпеки.

Регулюючі клапани - це запірно-регулюючі пристрої, призначені для роботи в рідкому та пароподібному середовищі у стандартному виконанні до 220 °С і з ізолюючою вставкою до 350 °С за максимальної температури навколишнього середовища 60 °С [5].



Рисунок 2.17- Регулюючий клапан тип 3241/3374

Корпус клапана на вибір доступний з чавуну, чавуну з кулястим графітом, сталевому лиття, нержавіючого сталевому лиття, кованої сталі 1.0460 (C22.8) або 1.4571.

Електричний привід Тип 3374 складається з реверсивного двигуна та необслуговуваної планетарної шестерні з кульковинтовою передачею. Двигун відключається за допомогою перемикачів, що залежать від крутного моменту, в кінцевих положеннях або у разі навантаження. Шестерня всередині приводу відключається у разі відмови або переривання напруги живлення запобіжним

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

обмежувачем через перевищення встановленої межі температури або тиску. Пружини всередині приводу переміщують шток приводу в кінцеве положення, внаслідок чого клапан закривається

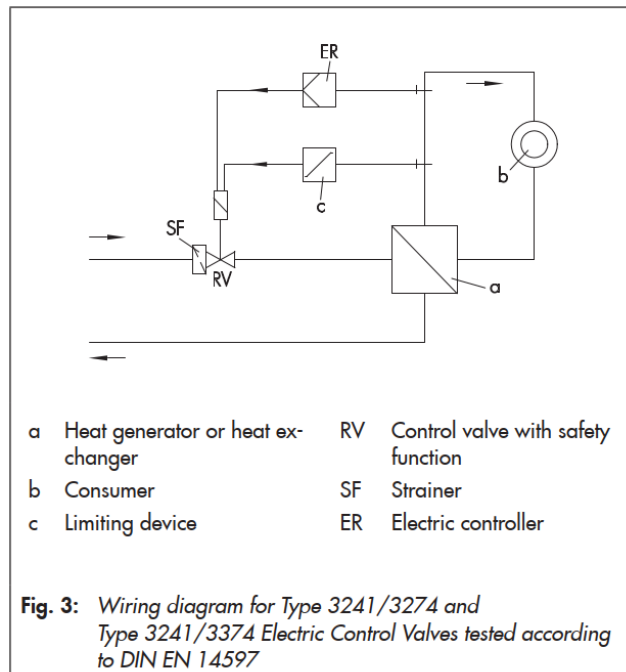


Рисунок 2.18- : Схема підключення для електричних регулюючих клапанів Тип 3241/3374 із сертифікатами випробувань за DIN EN 14597

Table 1: Type 3241 Valve

Valve size	DN	15 · 20 · 25 · 32 · 40 · 50 · 65 · 80 · 100 · 125 · 150
Pressure rating		PN 16 to 40
Permissible temperatures		
Without insulating section	°C	Max. 220
With insulating section	°C	Max. 350
Valves with balanced plugs	°C	Max. 220
Permissible operating pressures		According to the pressure-temperature diagram (see Information Sheet ► T 8000-2)
Seat-plug seal		Metal seal
Type of connection		All flange types acc. to DIN
Characteristic		Equal percentage · Linear · On/off
Leakage class according to IEC 60534-4		≤Class IV (≤0.01 % of K_{VS} coefficient)
Conformity		CE EAC

Рисунок 2.19- Технічні характеристики клапана Тип 3241

Table 2: Materials for Type 3241

Pressure rating	PN 10/16	PN 16/25	PN 16, 25 and 40			
Body material	Cast iron EN-GJL-250 (EN-JL1040, GG-25)	Spheroidal graphite iron EN-GJS-400-18-LT (EN-JS1049, GGG-40)	Cast steel 1.0619 (GS-C25)	Cast stainless steel 1.4408	Forged steel 1.0460	Forged stainless steel 1.4571
Valve bonnet	1.0460/EN- GJL-250	1.0460/1.0619		1.4408/ 1.4401-1.4404	1.0460	1.4401-1.4404
Seat	1.4006			1.4404/1.4409	1.4006	1.4404/ 1.4409
Plug	1.4006/1.4008			1.4404/1.4409	1.4006/1.4008	1.4404/ 1.4409
Plug seal	Seal ring for soft-seated plug: PTFE with glass fiber					
	Seal ring for balanced plug: PTFE with carbon or graphite ring					
Guide bushing	1.4104		1.4404		1.4104	1.4404
Packing	V-ring packing: PTFE with carbon · Spring: 1.4310					
Body gasket	Graphite on metal core					
Insulating section	1.0460		1.4401-1.4404		1.0460	1.4401-1.4404
Bellows seal	Intermediate piece	1.0460		1.4401-1.4404		1.0460
	Bellows seal	1.4571				
Heating jacket	-		1.4404			

Рисунок 2.20- Матеріали для клапана Тип 3241

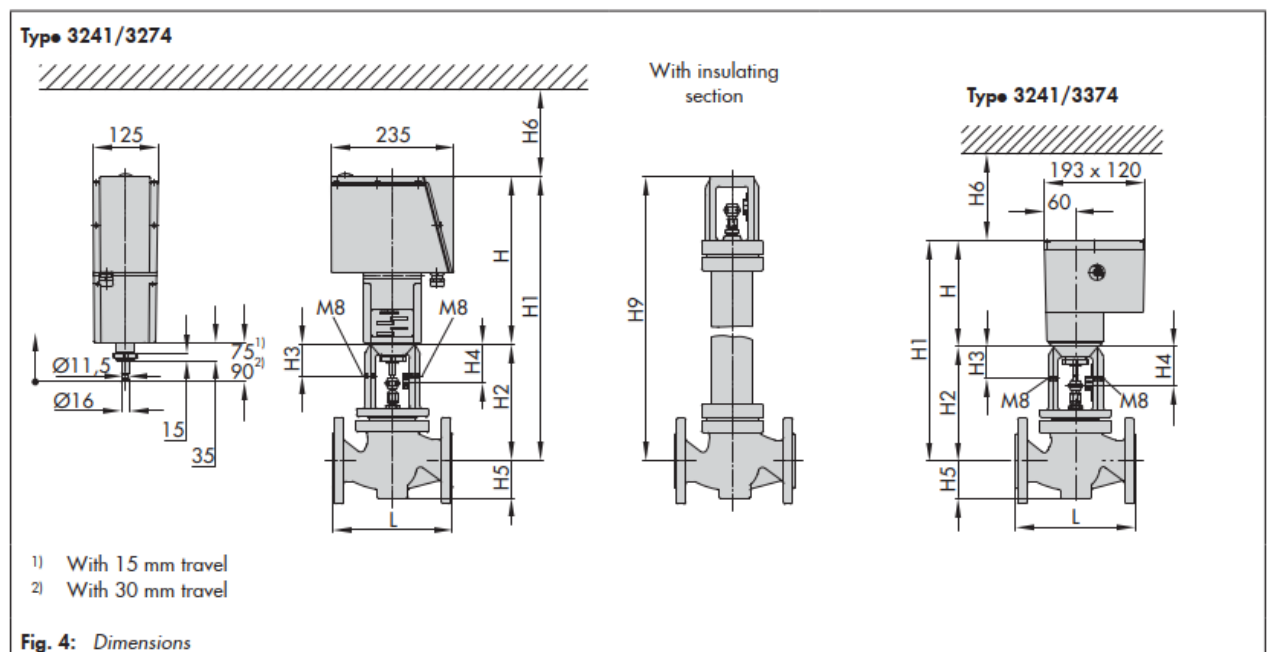


Рисунок 2.21- Габаритні розміри клапанів Тип 3241/3374

Вибір перетворювачів частоти.

Перетворювач частоти FR-F800 – нове покоління економічних та інтелектуальних приводів Mitsubishi Freqrol-F800. Серія частотних перетворювачів F800 – це сучасний та універсальний привід змінного струму, який призначений головним чином для використання з насосами,

вентиляторами та компресорами, а також для опалення, вентиляції та кондиціонування повітря. Перетворювач F800 містить багато інноваційних функцій, що дозволяють забезпечити найкращий компроміс між ефективністю і точним управлінням.



Рисунок 2.22- Перетворювач частоти FR-F800

Частотний перетворювач mitsubishi FR-F800 простий у використанні, при цьому маючи величезний перелік функцій. З'єднання керуючих сигналів виконані у вигляді пружинних клем, що дозволяє легко і швидко вводити перетворювач в експлуатацію. Частотний перетворювач mitsubishi FR-F740 має вбудовану функцію безпечного зупину.

FR-PU07

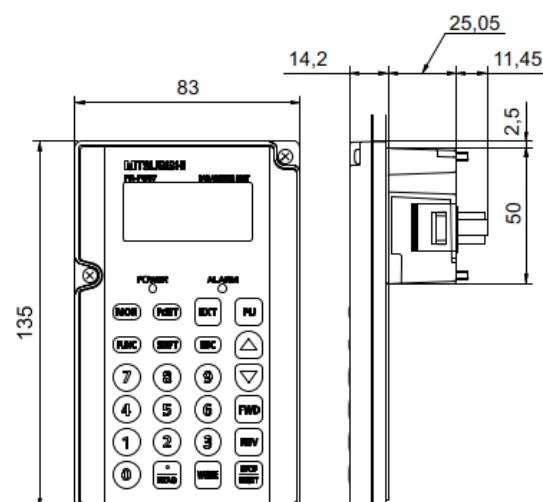


Рисунок 2.23- Габаритні розміри FR-F800

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

Блок-схема FR-D700 SC

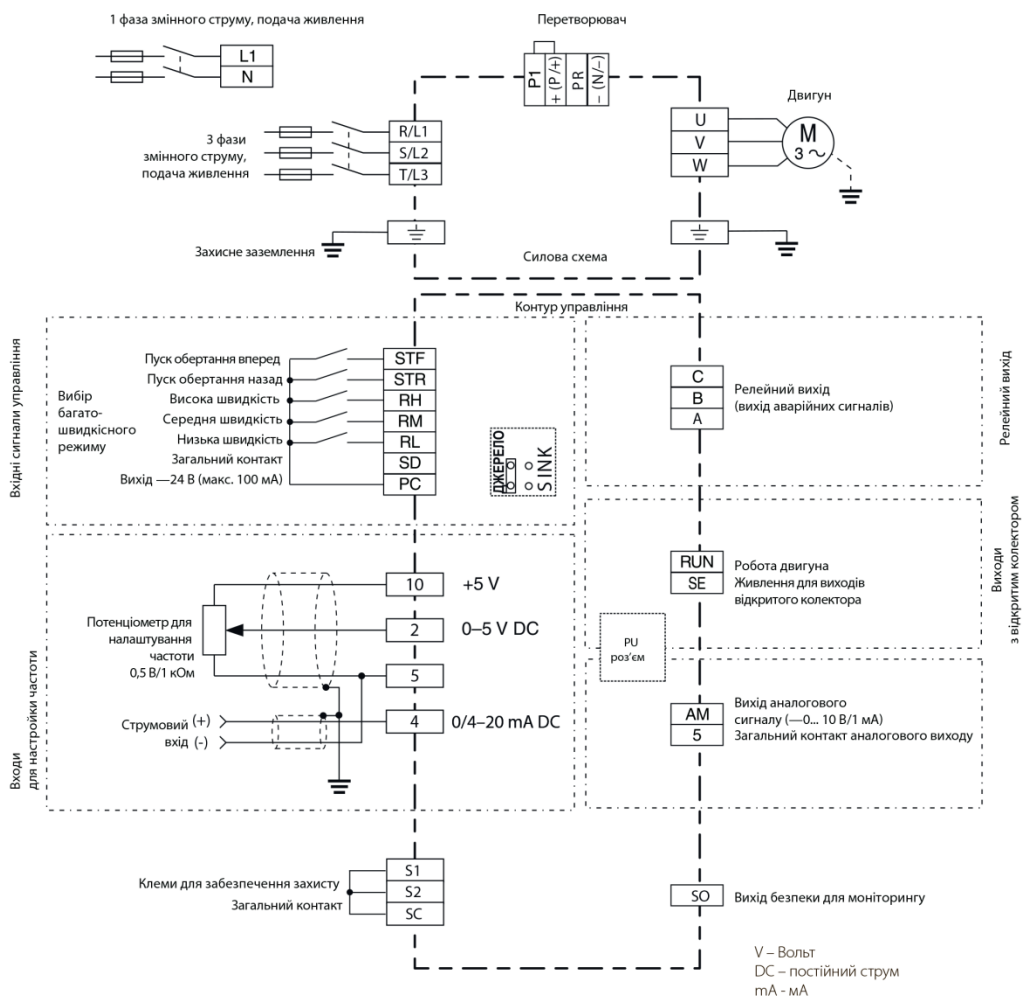


Рисунок 2.24- Схема підключення перетворювача частоти FR-F800

3-х ходовий поворотний змішувальний клапан

3-х ходовий поворотний змішувальний клапан Honeywell DR100GFLA з електроприводом M6061L1027 (рис.2.25) розроблений спеціально для високоточного регулювання температури рідини, що подається в системах опалення працює спільно з будь-якими датчиками, що мають уніфікований вихідний сигнал струму або напруги.

Регулювання температури змішаної води відбувається шляхом повороту робочого елемента усередині клапана. Клапан має три порти для підключення: два – для входу та один – для виходу. Необхідна температура потоку теплоносія

в змішувальному контурі досягається шляхом підмішування зворотної води до води, що надходить із котла.



Рисунок 2.25 - Клапан Honeywell DR100GFLA з електроприводом M6061L1027

МОНТАЖ

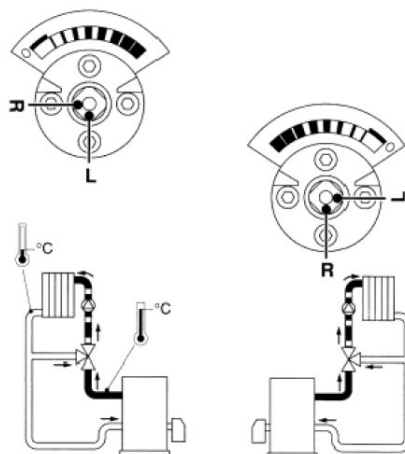


Рисунок 2.26 –Монтаж клапана Honeywell DR100GFLA

DN	kVS [м ³ /ч]	Δр max [кПа]	Номинальное усилие [Нм]	Заказной номер Внутр. резьба	Заказной номер Фланц. соедин.	Усилие [Нм] для уменьш. Δр (40 кПа)
15	4,0	100	10	DR15GMLA	–	10
20	6,3	100	10	DR20GMLA	DR20GFLA	10
25	10	100	10	DR25GMLA	DR25GFLA	10
32	16	100	10	DR32GMLA	DR32GFLA	10
40	25	100	20	DR40GMLA	DR40GFLA	10
50	40	100	20	–	DR50GFLA	20
65	63	100	20	–	DR65GFLA	20
80	100	100	30	–	DR80GFLA	20
100	160	100	40	–	DR100GFLA	30
125	250	70	40	–	DR125GFLA	30
150	630	50	40	–	DR150GFLA	40
200	1600	50	40	–	DR200GFLA	40

Рисунок 2.27 –Специфікація і заказний номер

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Момент: 10-40 Нм

Кут повороту: 90 °

Керуючий. сигнал: ~230В/~24В, 3-поз.

Напруга: ~ 230, ~24В; 50 Гц

Потреби. потужність: 3.5 ВА

Стандарт захисту: IP54 для EN60529

Відсічний клапан.

В разі виникнення аварійної ситуації, для припинення подачі газу встановлено електромагнітний клапан КЭМ-10 (рисунок 2.28). Спрацювання клапана відбувається при припиненні надходження електричного сигналу. Межі спрацювання не залежать від зміни вхідного тиску. Клапани можуть працювати на різних газах.

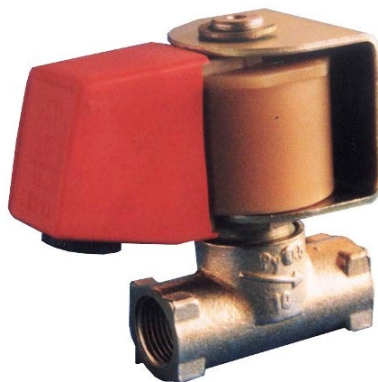


Рисунок 2.28 – Електромагнітний клапан КЭМ-10

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Схема автоматизації.

Основні вимоги до системи автоматизації:

- контроль та регулювання температури гарячої води в ємнісному теплообміннику;
- контроль температури води до системи ГВП;
- контроль температури теплоносія в гідровирівнювачі води;
- контроль та регулювання температури теплоносія в систему опалення;
- контроль температури прямої і зворотної води після котла;
- контроль та регулювання тиску в колекторі котла;
- контроль та регулювання рівня в накопичувальній ємності;
- контроль витрати води в систему ГВП.

Підігріта водогрійними котлами до 90° С вода надходить до системи тепlopостачання за допомогою насосів опалення. Зворотна сітьова вода із системи тепlopостачання повертається з температурою 85°С. При зниженні тиску прямої сітьової води до 0,2 МПа вмикається підпиточний насос.

Підігрів води до ГВП здійснюється подачею прямої сітьової води циркуляційним насосом. Зворотна сітьова вода після підігрівачів направляєється до колектору зворотної сітьової води.

Насос рециркуляції ГВП використовується для підтримки постійної температури води ГВП при відсутності споживання води.

Котельна працює в автоматичному режимі. Опалювальні водогрійні котли «КОЛВІ» з'єднані послідовно в каскад. У каскаді має місце ведуча секція.

Усі секції мають свої пульти управління, які являють собою мікропроцесорні багатofункціональні системи автоматичного управління та безпеки. На лицьовій панелі пульту встановлені: дисплей, органи управління та настройки.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У кваліфікаційній роботі застосована технологічна схема з еквітермним регулюванням опалення та нагрівом води, для чого використаний контролер Modicon M580. Еквітермне регулювання опалення здійснюється пультом управління ведучої секції разом з контролером Modicon M580 та складається у підтримці першим максимальної температури на виході опалювальної установки та підтримка другим заданої температури прямої води на вході контура опалення.

Контроль та регулювання температури гарячої води в ємнісному теплообміннику здійснюється за допомогою перетворювач температури YTA310 (поз.7а) з уніфікованим (стандартний сигнал) вихідним сигналом 4-20мА. Цей сигнал надходять до індикатора мікропроцесорного МТМ-402 (поз.7б), далі на аналоговий вхідний модуль ВМХ АРТ 0414 і по системній шині зв'язку надходить у центральний процесор Modicon M580. Процесор обробляє інформацію і за заданою програмно задачею формує і подає керуючий сигнал на вихідний аналоговий модуль ВМХ АМО 0802. З вихідного модулю сигнал 4-20мА надходить на частотний перетворювач FR-F800 (поз.7в), який керує насосом М1.

Контроль температури води до системи ГВП та теплоносія в гідровирівнювачі, теплоносія в колекторі здійснюється за допомогою контролера Modicon M580 та перетворювач температури YTA310 (поз.6а, 8а,10а), сигнали з яких надходять до індикаторів мікропроцесорних МТМ-402 (поз.6б,8б,10б), які встановлені на щиті перетворювачів. З них уніфікований сигнал 4...20 мА поступає до вхідного модуля ВМХ АРТ 0414 контролера, який пов'язаний з ЕОМ для програмної обробки.

Контроль температури гарячої води в систему теплопостачання та температури теплоносія із системи теплопостачання відбувається по контуру: перетворювачів температури YTA310 (поз.10а,11а), далі на індикатор мікропроцесорний МТМ-402 (поз.10б,11б) і до вхідного модуля ВМХ АРТ 0414 контролера, який пов'язаний з ЕОМ для програмної

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

обробки.

Контроль та регулювання температури теплоносія в систему опалення здійснюється за допомогою перетворювачів температури YTA310 (поз.9а) з уніфікованим (стандартний сигнал) вихідним сигналом 4-20мА. Цей сигнал поступає на індикатор мікропроцесорний МТМ-402 (поз.9б), далі на аналоговий вхідний модуль ВМХ АРТ 0414 і по системній шині зв'язку надходить у центральний процесор Modicon М580. Процесор обробляє інформацію і за заданою програмно задачею формує і подає керуючий сигнал на вихідний аналоговий модуль ВМХ АМО 0802. З вихідного модулю сигнал 4-20 мА надходить на привод електричний із позиціонером М6061(поз.9в), який управляє 3-х ходовим поворотним клапаном Honeywell DR100GFLA (поз.9г).

Контроль та регулювання тиску в системі опалення здійснюється за допомогою датчика тиску EJX430А (поз.13а) з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА. Цей сигнал поступає на аналоговий вхідний модуль ВМХ ВМХ АРТ 0414 і по системній шині зв'язку надходить у центральний процесор Modicon М580. Процесор обробляє інформацію і за заданою програмно задачею формує і подає керуючий сигнал на вихідний аналоговий модуль ВМХ АМО 0802. З вихідного модулю сигнал 4-20мА надходить на частотний перетворювач FR-F800 (поз.13б), який керує насосом НЗ.

Контроль та регулювання тиску в колекторі котла здійснюється за допомогою датчика тиску Метран 150TG (поз.16а) з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА. Цей сигнал поступає на аналоговий вхідний модуль ВМХ АРТ 0414 і по системній шині зв'язку надходить у центральний процесор Modicon М580. Процесор обробляє інформацію і за заданою програмно задачею формує і подає керуючий сигнал на вихідний аналоговий модуль ВМХ АМО 0802. З вихідного модулю сигнал 4-20мА надходить на частотний перетворювач FR-F800 (поз.16б), який керує насосом Н4.

Контроль та регулювання рівня в накопичувальній ємності

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

здійснюється за допомогою ультразвукового рівнеміра Rosemount 3102 (поз.17а,) з уніфікованим (стандартний сигнал) вихідним сигналом 4-20мА. Цей сигнал поступає на аналоговий вхідний модуль ВМХ АРТ 0414 і по системній шині зв'язку надходить у центральний процесор Modicon М580. Процесор обробляє інформацію і за заданою програмно задачею формує і подає керуючий сигнал на вихідний аналоговий модуль ВМХ АМО 0802. З вихідного модулю сигнал 4-20мА надходить на регулюючий клапан тип 3241/3374 з електроприводом (поз.17б,в), який керує витратою питної води.

Контроль витрати води в систему ГВП здійснюється за допомогою вихрового витратоміра PROWIRL 72F (поз.21а,) з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА. Цей сигнал поступає на аналоговий вхідний модуль ВМХ АМІ 0800 і по системній шині зв'язку надходить у центральний процесор Modicon М580. Процесор обробляє інформацію і за заданою програмно задачею формує і подає керуючий сигнал на вихідний аналоговий модуль ВМХ АМО 0802. З вихідного модулю сигнал 4-20мА надходить на регулюючий клапан тип 3241/3374 з електроприводом (поз.21б,в), який керує витратою питної води.

Для безпеки котел має:

- Датчик тяги LGW 3 A4 Dungs (поз.24а)- при поганій тязі, внаслідок поганого димовидалення природним шляхом, або забитості димоходу, димогарні гази надходять у так звані димоуловлювачі, де і розміщений цей датчик, він починає грітися і спрацьовує, перекриваючи подачу газу.

Двома запобіжними реле тиску KRI 35 Danfoss (поз.22а,23а) теплоносія, що розмикають живлення пальника при аварійному перевищенні або зниженні тиску теплоносія в котлі;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Специфікація засобів автоматизації.

Таблиця 2.1 Специфікація засобів автоматизації

№ пор	Номер позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
1	6а	Інтелектуальний перетворювач температури НСХ JPt100. Діапазон вимірювань - 200...500°C. Вихідний сигнал 4...20мА.	УТА310	шт.	1	ООО «ИОКОГВАВ А ЕЛЕКТРИК СНГ»
2	6б	Перетворювач вимірювальний багатомезний МТМ-402. Вх. сигнал 100П. Вих. сигнал 4...20 мА	МТМ-402	шт.	1	м.Сєверо-донецьк НВП«Мікротерм»
3	7а	Інтелектуальний перетворювач температури НСХ JPt100. Діапазон вимірювань - 200...500°C. Вихідний сигнал 4...20мА.	УТА310	шт.	1	ООО «ИОКОГВАВ А ЕЛЕКТРИК СНГ»
4	7б	Перетворювач вимірювальний багатомезний МТМ-402. Вх. сигнал 100П. Вих. сигнал 4...20 мА	МТМ-402	шт.	1	м.Сєверо-донецьк НВП«Мікротерм»
5	8а	Інтелектуальний перетворювач температури НСХ JPt100. Діапазон вимірювань - 200...500°C. Вихідний сигнал 4...20мА.	УТА310	шт.	1	ООО «ИОКОГВАВ А ЕЛЕКТРИК СНГ»
6	8б	Перетворювач вимірювальний багатомезний МТМ-402. Вх. сигнал 100П. Вих. сигнал 4...20 мА	МТМ-402	шт.	1	м.Сєверо-донецьк НВП«Мікротерм»
7	9а	Інтелектуальний перетворювач температури НСХ JPt100. Діапазон вимірювань - 200 ...500°C.Вих.сигн.4 ...20мА.	УТА310	шт.	1	ООО «ИОКОГВАВ А ЕЛЕКТРИК СНГ»
8	9б,10б	Перетворювач вимірювальний багатомезний МТМ-402. Вх. сигнал 100П. Вих. сигнал 4...20 мА	МТМ-402	шт.	2	м.Сєверо-донецьк НВП«Мікротерм»

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
9	9в	Привод електричний із позиціонером	M6061	шт	1	Мікрол
10	9г	3-х ходовий поворотний клапан	DR100G FLA	шт.	1	Honeywell
11	17а	Ультразвуковий рівнемір	Rosemo unt 3102	шт.	1	м. Челябінськ ПГ «Метран»
12	17б,в	Регулюючий клапан з опозиціонером і електропроводом	тип 3241/33 74	шт.	1	SAMSON
13	11а,12а	Інтелектуальний перетворювач температури НСХ JPt100. Діапазон вимірювань - 200...500°C. Вихідний сигнал 4...20мА.	УТА310	шт.	2	ООО «ИОКОГВА А ЕЛЕКТРИК СНГ»
14	11б,12б	Перетворювач вимірювальний багатомезний МТМ-402. Вх. сигнал 100П. Вих. сигнал 4...20 мА	МТМ- 402	шт.	2	м.Сєверо- донецьк НВП«Мікр отерм»
15	18а,19а	Інтелектуальний перетворювач температури НСХ JPt100. Діапазон вимірювань - 200...500°C. Вихідний сигнал 4...20мА.	УТА310	шт.	2	ООО «ИОКОГВА А ЕЛЕКТРИК СНГ»
16	18б,19б	Перетворювач вимірювальний багатомезний МТМ-402. Вх. сигнал 100П. Вих. сигнал 4...20 мА	МТМ- 402	шт.	2	м.Сєверо- донецьк НВП«Мікр отерм»
17	1а...5а	Датчик тиску. Основна приведена похибка $\pm 0,075\%$. Вихідний сигнал 4...20/HART.	EJX 430A	шт.	5	ООО «ИОКОГВА А ЕЛЕКТРИК СНГ»
18	13а... 16а	Датчик тиску. Основна приведена похибка $\pm 0,075\%$. Вихідний сигнал 4...20/HART.	EJX 430A	шт.	4	

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7
19	21a	Інтелектуальний вихровий витратомір DY040. Вихідний сигнал 4...20/HART	DY040	шт	1	ООО «ИОКОГАЗ А ЕЛЕКТРИК СНГ»
20	21б,в	Регулюючий клапан з опозиціонером електропроводом	тип 3241/3374	шт.	1	SAMSON
21	22а,23а	Реле тиску 0,2-8 бар G1/4	KRI 35	шт.	2	Danfoss
22	24	Реле тяги Діапазон налаштування 0,4 - 3 мбар	Dungs LGW 3 A4	шт.	1	Теплоенерго пром
23	7в,13б,16б	Перетворювач частоти	FR-F740	шт.	3	mitsubishi

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК).

Для створення системи автоматичного управління необхідний багатоканальний контролер, а також враховуючи можливість розширення розроблюваної системи автоматизації і її інтеграції в автоматизовану систему управління виробництвом доцільним буде використання мікропроцесорного контролера Modicon M580 [11].

Контролер Modicon M580 є промисловим контролером, розробленим компанією Schneider Electric. Він відноситься до серії Modicon, яка включає в себе різні моделі контролерів для автоматизації промислових процесів.



Рисунок 3.1- Schneider Electric M580

Контролер Modicon M580 - є першим у своєму класі інноваційним контролером для автоматизації безперервних технологічних процесів. Застосування Ethernet - технологій в основі контролера надає можливість різним фахівцям інжинірингових компаній і промислових підприємств

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Лящев Ю			Літ.	Арк.	Аркушів
		Варилко О.В.			42	11	
					НУХТ ЗАВ-3-1-2024		
		Зав. кафедр Ельперін І.В.			НУХТ ЗАВ-3-1-2024		
		Секр. ЕК Крупська					

впроваджувати, проектувати і займатися управлінням технологічного процесу, при цьому в умовах реального життя застосовуючи всі переваги відкритих управлінських мереж, таких як: доступ до технологічної інформації, інтеграція різноманітних пристроїв, збільшена швидкість обміну інформацією.

Modicon M580 є прискореним контролером, здатним працювати в режимі реального часу. Він має високу продуктивність, забезпечуючи швидку обробку та передачу даних.

У контролера Modicon ядром вважається невеликий процесор SPEAr, який має детермінований вмонтований стандарт зв'язку Ethernet, що використовується в багатьох засобах комунікації, в тому числі в обміні інформацією по внутрішній шині шасі, - говорить директор по дослідно-конструкторських робіт, а також наукових досліджень фірми Schneider Electric



Рисунок 3.2- Мікропроцесорний контролер Modicon M580

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого – шасі має загальну шину BusX, по якій відбувається як живлення модулів, установлених в шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера. Шасі може кріпитися як на стандартну DIN-рейку так і з допомогою гвинтів.

					Кваліфікаційна робота <i>Кваліфікаційна робо</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Всі модулі шасі, включно процесорний, живляться по внутрішній шині від модуля живлення VMX CPS... Модуль живлення підбирається по типу живлення (постійний або змінний струм) та споживаної потужності і вставляється у кожне шасі в роз'єми з маркуванням CPS.

Модулі аналогових входів/виходів M580 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Як і дискретні модулі, аналогові відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за характеристикою і діапазоном сигналів (напруга, струм, термометри опору, тощо), наявністю гальванічного розподілення і за способом підключення. Ці модулі можна встановлювати у будь-яке посадочне місце шасі, окрім місця для живлення (PS) та процесорного модуля. Дозволяється гаряча заміна модулів (при включеному живленні). В кваліфікаційній роботі датчики підкобчені до аналогового вхідного модуля VMX ART 0414 (рис. 3.3).

VMX ART 0414

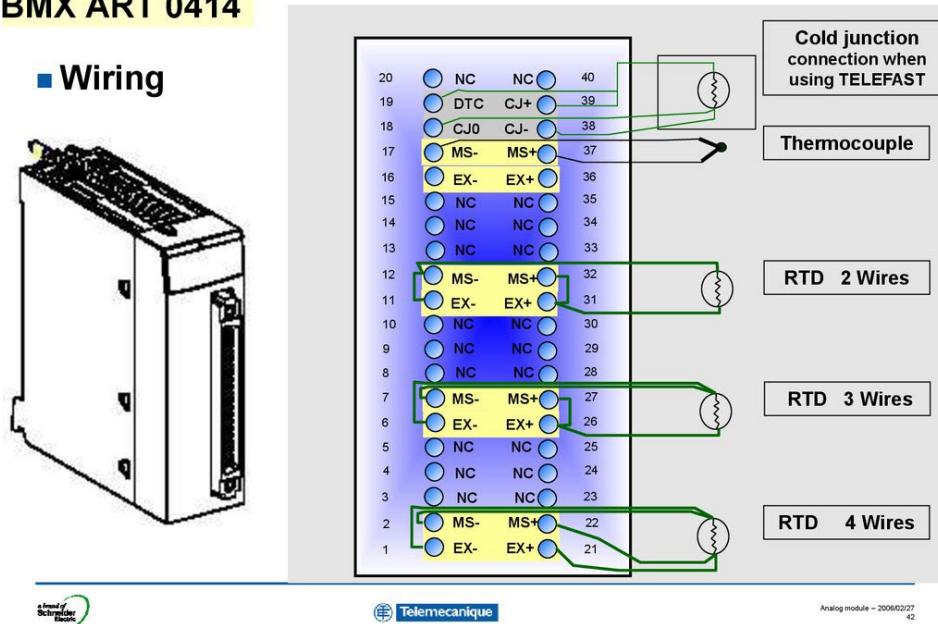


Рисунок 3.3- Аналоговий вхідний модуль VMX ART 0414

Для управління регулюючими клапанами і частотними перетворювачами вибраний модуль VMX AMO 0802 (рис. 3.4).

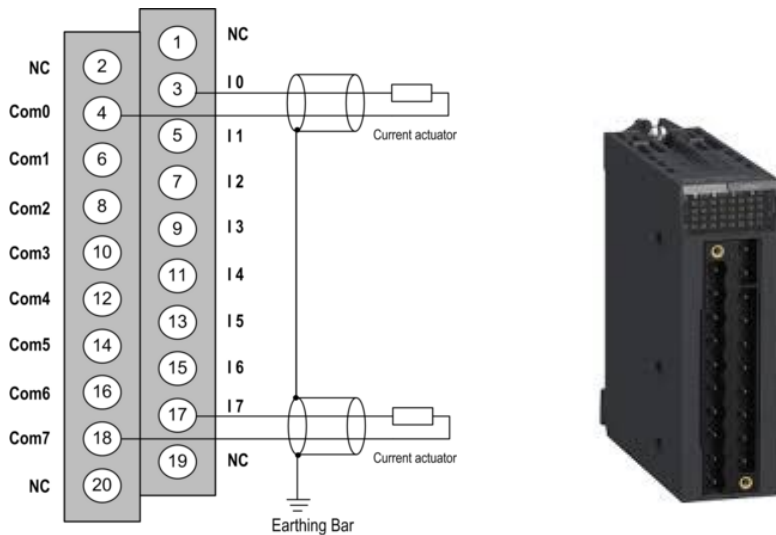


Рисунок 3.4- Аналоговий вихідний модуль BMX АМО 0802

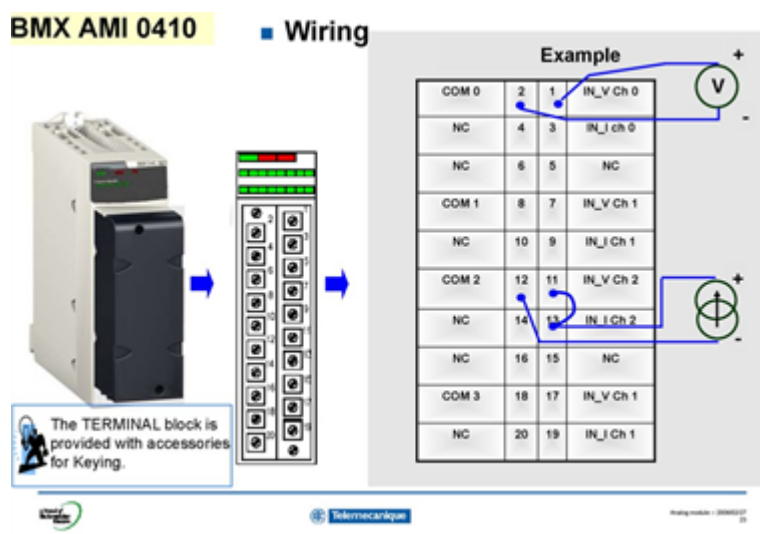


Рисунок 3.5- Аналоговий вхідний модуль BMX АМІ 0410

Модулі дискретних входів/виходів M580 являють собою стандартні модулі, які займають один слот. Ці модулі відрізняються за типом каналів (вхідні, вихідні, змішані), за кількістю каналів, за типом вхідних та вихідних каналів і за способом підключення. Підключення реле тиску і тяги до контролера виконується за допомогою модуля дискретних входів BMX DDI 16022 (рис. 3.6).

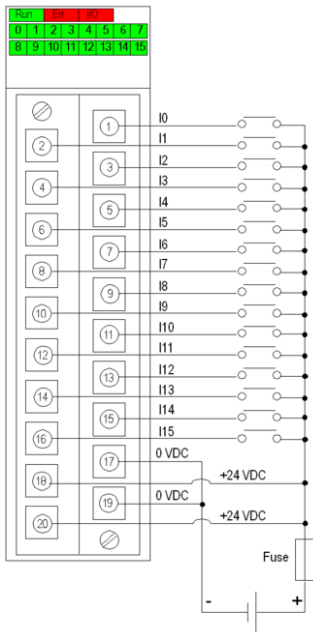


Рисунок 3.6- Модуль дискретних входів BMX DDI 16022

Підключення відсічного клапана на газі і 3-х ходового клапана на воді відбувається за допомогою модуля дискретних виходів BMX DDO 1602 (рис.3.7)

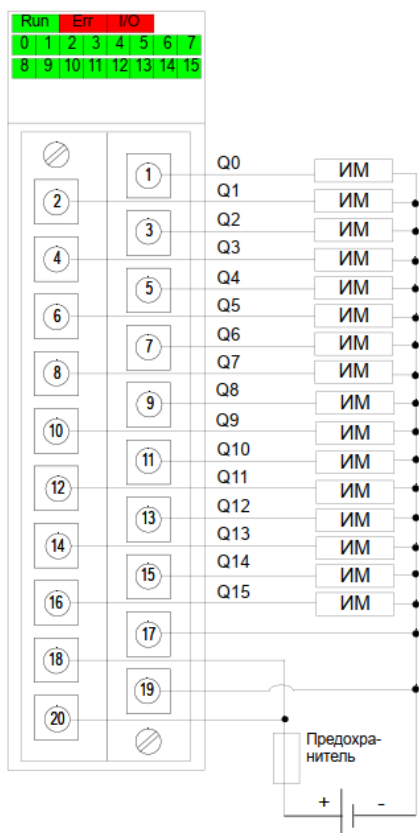


Рисунок 3.7- Модуль дискретних виходів BMX DDO 1602

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

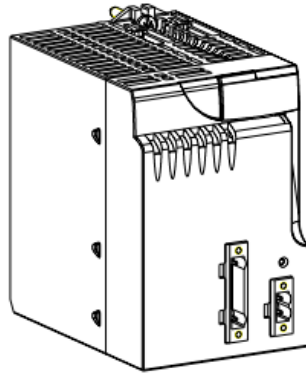


Рисунок 3.8-Модуль живлення BMX CPS

Модулі живлення BMX CPS призначені для забезпечення живленням монтажних шасі BMX XBP та встановлених на них модулів.

Замовна специфікація має наступний вигляд:

Таблиця 3.2 Замовна специфікація

Позначення	Найменування	Кільк.	Примітка
Modicon M580	Промисловий контролер нового покоління фірми Schneider Electric, модульного типу	1	
BMX ART 0414	Модуль аналогових входів, 16 каналів,	1	
BMX AMI 0410	Модуль аналогових входів, 4 каналів	1	
BMX AMO 0802	Модуль аналогових виходів, 8 каналів	1	
BMX DDI 16022	Модуль дискретних входів – кількість каналів 16, 24 VDC, позитивна логіка, підключення: 20-конт. з'ємна кол	1	
BMX DDO 1602	Модуль дискретних виходів – кількість каналів 16, 24 VDC, позитивна логіка, підключення: 20-конт. з'ємна кол	1	
BMX CPS 2000	Блок живлення	1	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

У сучасних системах автоматизації, в результаті постійної модернізації виробництва, все частіше зустрічаються завдання побудови розподілених промислових мереж з використанням гнучких протоколів передачі даних.

Дискретні модулі пропонуються з щільністю від 8 до 64 каналів на модуль. При цьому доступні напруги 24, 48 В пост. струму, 24, 48, 110 і 220 В змін. струму. Вихідні канали можуть бути транзисторні, тиристорні або релейні. Підключення здійснюється або через звичайні клемні блоки, або, для модулів високої щільності, через спеціальні роз'єми HE10.

Аналогові входи. В системі автоматизації «КОЛВІ» використовуються датчики температури та тиску з вихідними уніфікованими струмовими сигналами 4-20 мА. Аналогові сигнали 4-20 мА підключалися до 8-ми канального аналогового модуля входів VMX AMI 0810 ПЛК Schneider Electric 580.

Аналогові виходи. В системі автоматизації котельної використовуються частотний перетворювач та електропневматичний перетворювач з вхідними уніфікованими струмовими сигналами 4-20 мА.

Аналогові сигнали 4-20 мА подаються на частотний перетворювач та електропневматичний перетворювач від 8-х канального модуля аналогових виходів VMX AMO 802 ПЛК Schneider Electric M580.

Дискретні входи. В системі автоматизації БРУ показана сигналізація роботи двигунів насосів, що підключаються до 8-ми канального модуля дискретних входів TSX DDI 1602 ПЛК Schneider Electric M580.

Підключення давачів температури до аналогового модуля контролера показано на рис.3.9

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

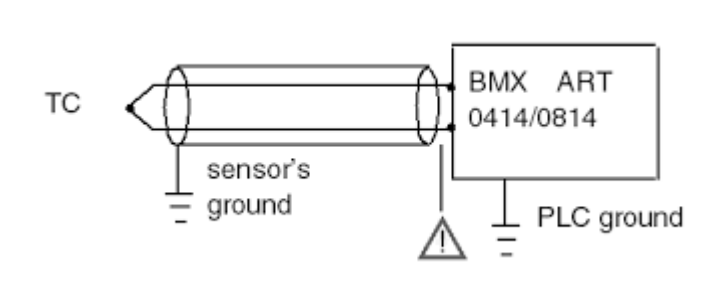


Рисунок 3.9 – Схема електричних підключень датчиків температури

Датчики підключаються до модуля аналогового вводу екранованим кабелем. Екранування потрібне для запобігання перешкод, які можуть впливати на коректність вимірювальних значень. Підключення датчиків з мінімальною кількістю додаткових пристроїв до ПЛК допомагає збільшити точність переданого сигналу.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Регулювання температури гарячої води в ємнісному теплообміннику здійснюється за допомогою перетворювач температури УТА310 (поз.7а) з уніфікованим (стандартний сигнал) вихідним сигналом 4-20мА. Цей сигнал надходять до індикатора мікропроцесорного МТМ-402 (поз.7б), далі на аналоговий вхідний модуль ВМХ АРТ 0414. Процесор обробляє інформацію і за заданою програмно задачею формує і подає керуючий сигнал на вихідний аналоговий модуль ВМХ АМО 0802. З вихідного модулю сигнал 4-20мА надходить на частотний перетворювач FR-F800 (поз.7в), який керує насосом М1.

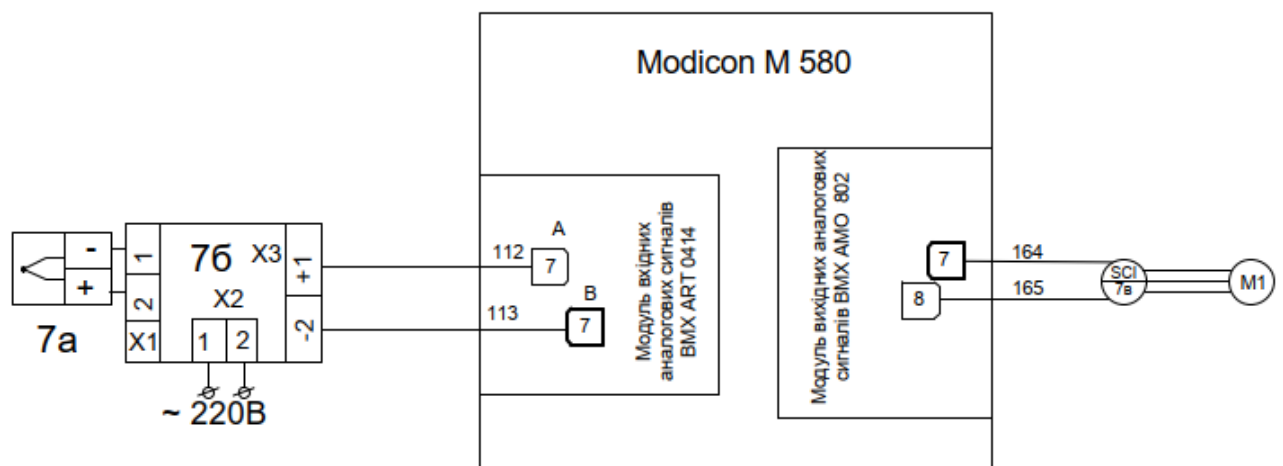


Рисунок 3.11 –Розширена схема підключення датчика температури та частотного перетворювача до модулів ПЛК Modicon 580

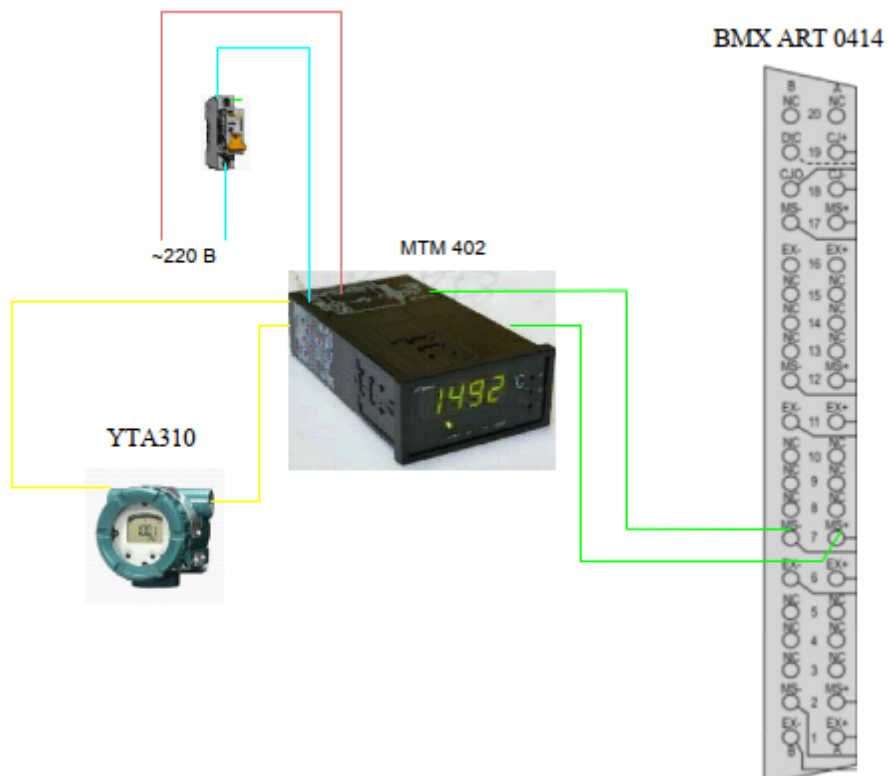


Рисунок 3.12 –Графічна схема підключення YTA310 до BMX ART 0414

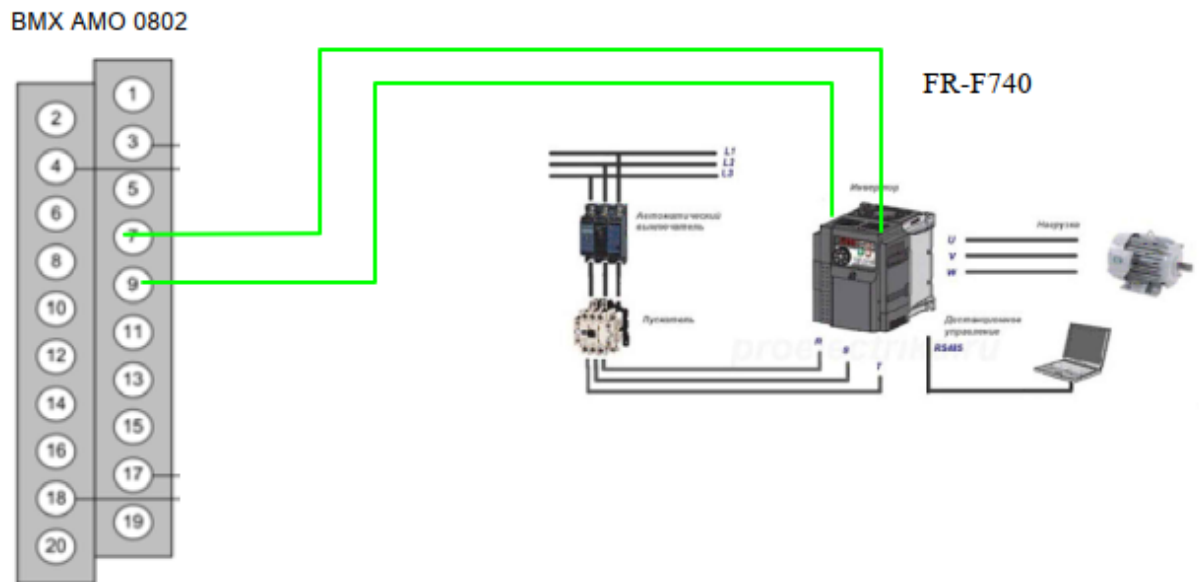


Рисунок 3.10 –Графічна схема підключення частотний перетворювач FR-F800 до BMX AMO 802

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

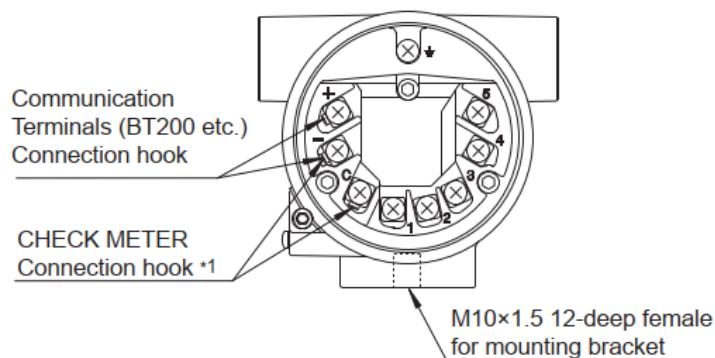
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів.

Для регулювання і контролю температури обрані Перетворювач температури УТА310 (рис.4.1).



Рисунок 4.1 – Інтелектуальний датчик температури УТА310

Прилади УТА310 представляють собою високоточні вимірювальні перетворювачі температури, що приймають вхідні сигнали від термопар, термометрів опору, омичних або міллівольтних пристроїв постійного струму і перетворюють їх для передачі у вигляді сигналу 4 ... 20 мА постійного струму. Прилад УТА310 є моделлю з одним вхідним сигналом датчика. Дана модель підтримує протокол зв'язку BRAIN або HART.



Terminal Configuration

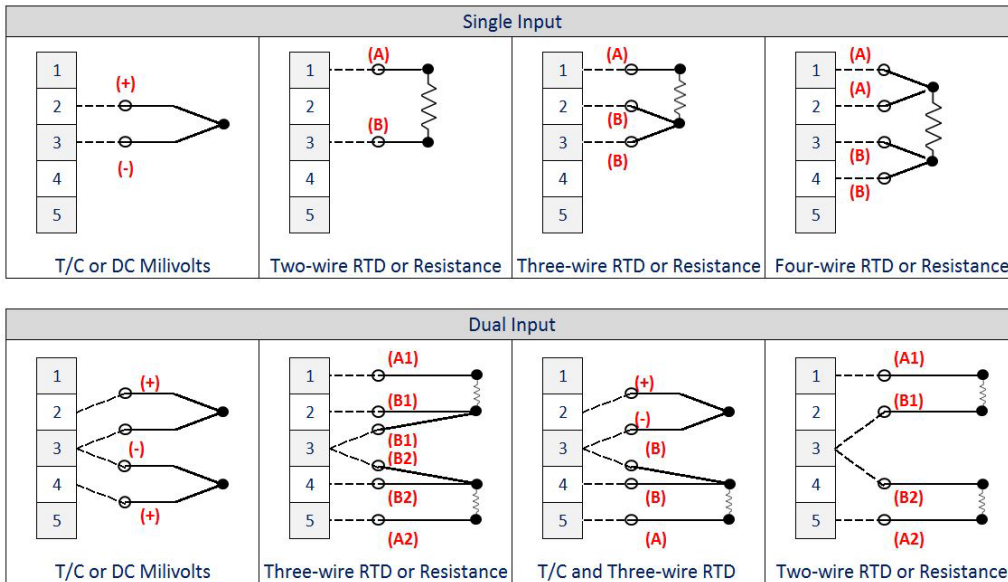
+	Power Supply and output terminal
-	External Indicator (ammeter) terminal *1
C	External Indicator (ammeter) terminal *1
⊥	Ground terminal

*1: When using an external indicator or check meter, the internal resistance must be 10Ω or less. This hook is not available for Fieldbus communication type(output signal code F).

F04E.ai

Рисунок 4.2 – Клеми давача температури УТА310

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла "КОЛВІ"	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Ляцев Ю.Ю.					53	6
Перевірив		Барилюк О.В.						
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Крупська						
						НУХТ ЗАВ-3-1-2024		



YTT1004.a

Рисунок 4.3 – Електричне підключення датчиків температури УТА310

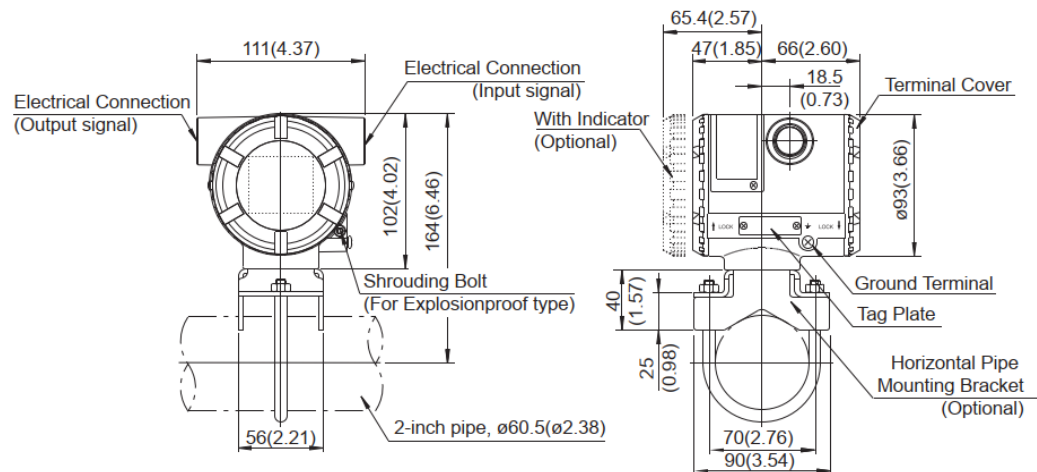
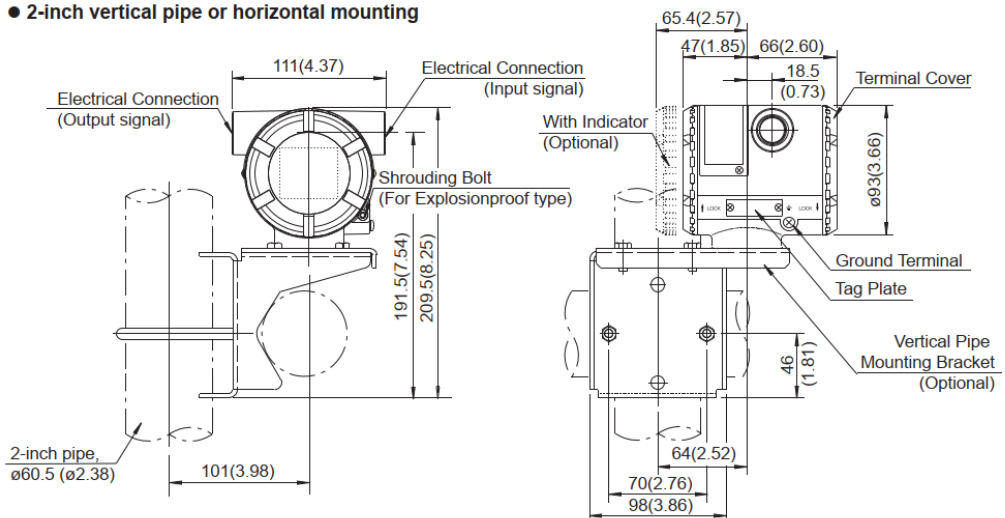


Рисунок 4.4 – Монтаж на горизонтальній трубі

● 2-inch vertical pipe or horizontal mounting



F03E.ai

Рисунок 4.5 – Монтаж на вертикальній трубі

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Sensor Type	Reference Standard	Measurement Range		Minimum Span (Recommended)	Accuracy				D/A Accuracy
		°C	°F		Input range		A/D Accuracy		
					°C	°F	°C	°F	
Y/C	IEC584	B	100 to 1820	212 to 3308	25°C (45°F)	100 to 300	212 to 572	±3.0	±5.4
						300 to 400	572 to 752	±1.0	±1.8
						400 to 1820	752 to 3308	±0.75	±1.35
		E	-200 to 1000	-328 to 1832		-200 to -50	-328 to -58	±0.35	±0.63
						-50 to 1000	-58 to 1832	±0.16	±0.29
		J	-200 to 1200	-328 to 2192		-200 to -50	-328 to -58	±0.40	±0.72
						-50 to 1200	-58 to 2192	±0.20	±0.36
		K	-200 to 1372	-328 to 2502		-200 to -50	-328 to -58	±0.50	±0.90
	-50 to 1372					-58 to 2502	±0.25	±0.45	
	N	-200 to 1300	-328 to 2372	-200 to -50		-328 to -58	±0.80	±1.44	
				-50 to 1300		-58 to 2372	±0.35	±0.63	
	R	-50 to 1768	-58 to 3214	-50 to 0		-58 to 32	±1.0	±1.8	
0 to 100				32 to 212	±0.80	±1.44			
100 to 600				212 to 1112	±0.60	±1.08			
600 to 1768				1112 to 3214	±0.40	±0.72			
S	-50 to 1768	-58 to 3214	-50 to 0	-58 to 32	±1.0	±1.8			
			0 to 100	32 to 212	±0.80	±1.44			
			100 to 600	212 to 1112	±0.60	±1.08			
			600 to 1768	1112 to 3214	±0.40	±0.72			
T	-200 to 400	-328 to 752	-200 to -50	-328 to -58	±0.25	±0.45			
			-50 to 400	-58 to 752	±0.14	±0.25			
W3	ASTM E988	0 to 2300	32 to 4172	0 to 400	32 to 752	±0.80	±1.44		
				400 to 1400	752 to 2552	±0.50	±0.90		
W5	ASTM E988	0 to 2300	32 to 4172	1400 to 2000	2552 to 3632	±0.60	±1.08		
				2000 to 2300	3632 to 4172	±0.90	±1.62		
L	DIN43710	-200 to 900	-328 to 1652	-200 to -50	-328 to -58	±0.30	±0.54		
				-50 to 900	-58 to 1652	±0.20	±0.36		
U	DIN43710	-200 to 600	-328 to 1112	-200 to -50	-328 to -58	±0.50	±0.90		
				-50 to 600	-58 to 1112	±0.25	±0.45		
RTD	IEC751	-200 to 850	-328 to 1562	10°C (18°F)	-200 to 850	-328 to 1562	±0.14 (±0.10)*	±0.25 (±0.18)*	
					-200 to 850	-328 to 1562	±0.30 (±0.22)*	±0.54 (±0.40)*	
					-200 to 850	-328 to 1562	±0.20 (±0.14)*	±0.36 (±0.25)*	
	JIS C1604	-200 to 500	-328 to 932		-200 to 500	-328 to 932	±0.16 (±0.10)*	±0.29 (±0.18)*	
					-70 to -40	-94 to -40	±1.35	±2.43	
SAMA RC21-4	-70 to 150	-94 to 302	-40 to 150	-40 to 302	±1.0	±1.8			
			mV	—	-10 to 100 [mV]	3 [mV]	—	±12 [µV]	
ohm	—	0 to 2000 [Ω]	20 [Ω]	—	—	—	±0.35 [Ω]		

Рисунок 4.6 –Тип датчика, діапазон вимірювання і похибка

Sensor Type		Input Range		A/D Coefficient	D/A Coefficient
		°C	°F		
T/C	B	100 to 300	212 to 572	$\pm(0.530\text{ }^{\circ}\text{C} - 0.080\text{ \% of reading})$	$\pm(0.0088\text{ \% of span} + 0.007\text{ \% of (reading - LRV)})$
		300 to 1000	572 to 1832	$\pm(0.350\text{ }^{\circ}\text{C} - 0.021\text{ \% of reading})$	
		1000 to 1820	1832 to 3308	$\pm(0.140\text{ }^{\circ}\text{C})$	
	E	-200 to 1000	-328 to 1832	$\pm(0.035\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.0042\text{ \% of abs.reading})$	
	J	-200 to 0	-328 to 32	$\pm(0.039\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.020\text{ \% of abs.reading})$	
		0 to 1200	32 to 2192	$\pm(0.039\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.0029\text{ \% of reading})$	
	K	-200 to 0	-328 to 32	$\pm(0.046\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.020\text{ \% of abs.reading})$	
		0 to 1372	32 to 2502	$\pm(0.046\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.0054\text{ \% of reading})$	
	N	-200 to 0	-328 to 32	$\pm(0.054\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.010\text{ \% of abs.reading})$	
		0 to 1300	32 to 2372	$\pm(0.054\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.0036\text{ \% of reading})$	
	R	-50 to 200	-58 to 392	$\pm(0.210\text{ }^{\circ}\text{C} - 0.032\text{ \% of abs.reading})$	
		200 to 1768	392 to 3214	$\pm(0.150\text{ }^{\circ}\text{C})$	
	S	-50 to 200	-58 to 392	$\pm(0.210\text{ }^{\circ}\text{C} - 0.032\text{ \% of abs.reading})$	
200 to 1768		392 to 3214	$\pm(0.150\text{ }^{\circ}\text{C})$		
T	-200 to 0	-328 to 32	$\pm(0.046\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.036\text{ \% of abs.reading})$		
	0 to 400	32 to 752	$\pm(0.046\text{ }^{\circ}\text{C})$		
W3	0 to 1400	32 to 2552	$\pm(0.100\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.0040\text{ \% of reading})$		
	1400 to 2300	2552 to 4172	$\pm(-0.130\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.020\text{ \% of reading})$		
W5	0 to 1400	32 to 2552	$\pm(0.100\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.0040\text{ \% of reading})$		
	1400 to 2300	2552 to 4172	$\pm(-0.120\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.020\text{ \% of reading})$		
L	-200 to 0	-328 to 32	$\pm(0.039\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.020\text{ \% of abs.reading})$		
	0 to 900	32 to 1652	$\pm(0.039\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.0029\text{ \% of reading})$		
U	-200 to 0	-328 to 32	$\pm(0.046\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.036\text{ \% of abs.reading})$		
	0 to 600	32 to 1112	$\pm(0.046\text{ }^{\circ}\text{C})$		
RTD	Pt100	-200 to 850	-328 to 1562	$\pm(0.047\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.009\text{ \% of reading})$ $[\pm(0.015\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.005\text{ \% of reading})]^*$	
		-200 to 850	-328 to 1562	$\pm(0.065\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.012\text{ \% of reading})$ $[\pm(0.023\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.005\text{ \% of reading})]^*$	
	Pt500	-200 to 850	-328 to 1562	$\pm(0.047\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.009\text{ \% of reading})$ $[\pm(0.015\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.005\text{ \% of reading})]^*$	
	JPt100	-200 to 500	-328 to 932	$\pm(0.047\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.009\text{ \% of reading})$ $[\pm(0.015\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.005\text{ \% of reading})]^*$	
	Cu	-70 to 150	-94 to 302	$\pm(0.320\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.120\text{ \% of reading})$	
mV	—		$\pm(0.001\text{ mV} + 0.0043\text{ \% of abs.reading})$		
ohm	—		$\pm(0.040\Omega + 0.0088\text{ \% of reading})$		

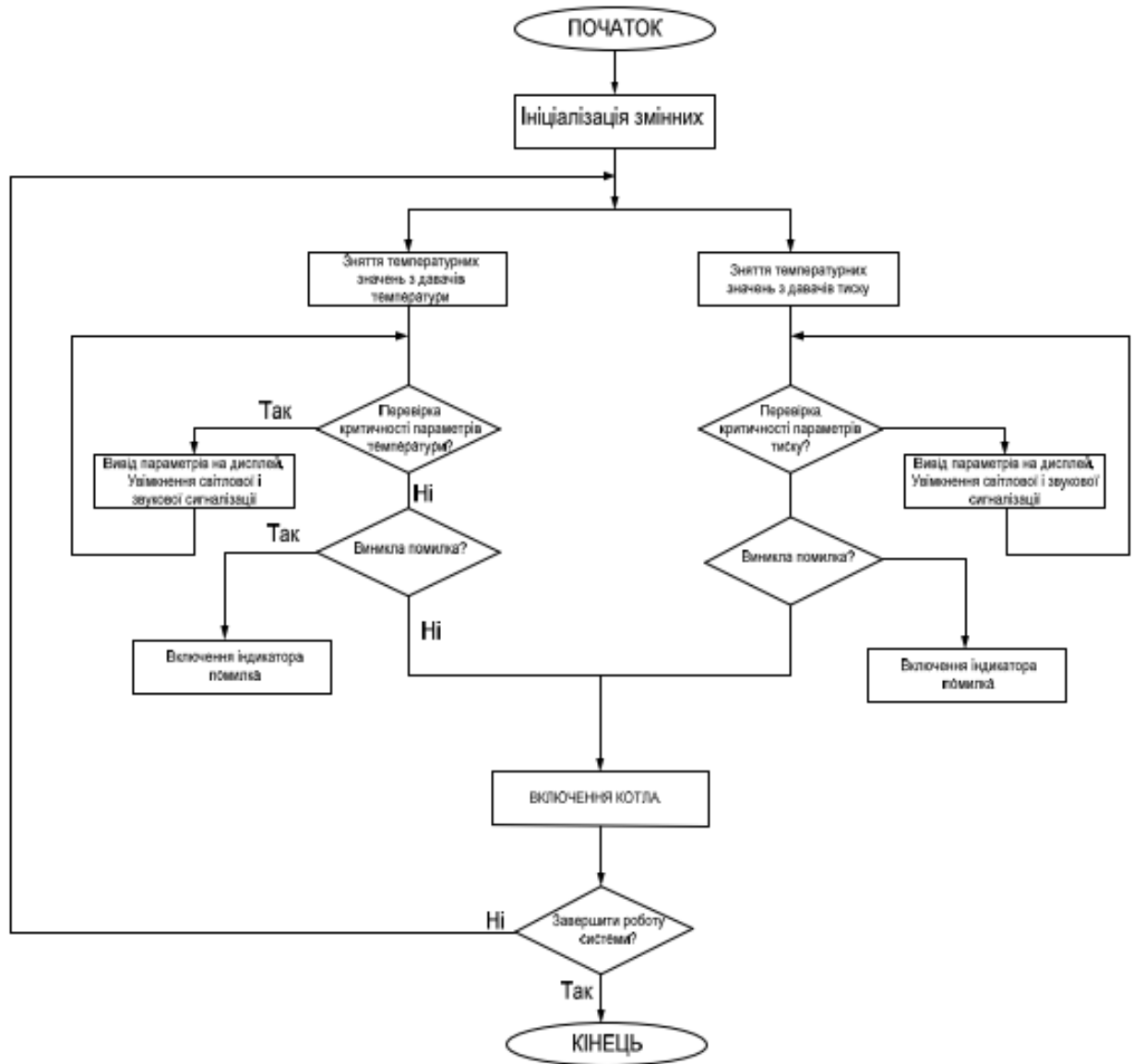
Рисунок 4.7 – Температурний коефіцієнт

Model	Suffix Codes	Descriptions
YTA310	.....	Temperature Transmitter with Single Sensor Input
YTA320	.....	Temperature Transmitter with Dual Sensor Input
Output Signal	-D..... -E..... -F.....	4 to 20 mA DC with digital communication (BRAIN protocol) 4 to 20 mA DC with digital communication (HART protocol, refer to GS 01C50T01-00EN) Digital communication (FOUNDATION Fieldbus protocol) ¹
—	A.....	Always A
Electrical Connection	0..... 2..... 3..... 4.....	G1/2 female 1/2 NPT female Pg 13.5 female M20 female
Integral Indicator	D..... N.....	with digital indicator None
Mounting Bracket	B..... D..... J..... K..... N.....	SUS304 Stainless steel 2-inch horizontal pipe mounting ² SUS304 Stainless steel 2-inch vertical pipe mounting ² SUS316 Stainless steel 2-inch horizontal pipe mounting ² SUS316 Stainless steel 2-inch vertical pipe mounting ² None
Option codes	/□ Optional specifications	

Рисунок 4.8 – Модель і суфікс-коди

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

Блок-схема алгоритму основної програми.



Блок-схема алгоритму основної програми працює наступним чином: спочатку відбувається ініціалізація змінних, далі знімаються цифрові покази значень температури і тиску з блоків датчиків температури і блоків датчиків

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Анохін Д.Р..			Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла "КОЛВІ"	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В					57	5
Зав. кафедр		Ельперін І.В.				НУХТ ЗАВ-3-1-2024		
Секр. ЕК		Крупська						

тиску. На наступному кроці отримані значення параметрів температури води на подачі, на вході і виході котла та значення параметрів тиску води, диму та газу порівнюються із критичним параметрами, якщо вони їх не перевищують виконується наступний крок а якщо є перевищення то ці дані виводяться на дисплей і систему індикації та вмикається світлова і звукова сигналізація, процес повторно повертається на етап перевірки.

Коли виникає помилка при передачі даних температури і тиску то на індикаторах висвічується сигнал помилки. Якщо все гаразд відбувається включення котла.

На сьогоднішній день для програмування контролерів M580 використовується програмне забезпечення UNITY PRO [17].

Unity Pro – це програмне забезпечення, розроблене компанією Schneider Electric для програмування, конфігурування та управління промисловими системами автоматизації. Воно призначене для роботи з програмованими логічними контролерами (ПЛК) та панелями оператора.

Unity Pro надає інструменти та мови для розробки програмного забезпечення для ПЛК. Воно підтримує стандартні мови програмування, такі як: графічна мова функціональних блоків (FBD), мова перетворення знакових чисел (ST), мова контактної логіки (LD) і т. д., що дозволяє розробникам вибрати найбільш зручну мову для їхнього проекту.

FBD (Function Block Diagram) – це графічна мова програмування високого рівня, що забезпечує керування потоком даних усіх типів. Дозволяє використовувати потужні алгоритми простим викликом функцій та функціональних блоків. Задовольняє безперервним динамічним процесам. Чудово підходить для невеликих додатків і зручний для реалізації складних речей подібно до ПД регуляторів, масивів і т. д. Ця мова може використовувати велику бібліотеку блоків, опис яких наведено в додатку 2. виходи, які можуть бути з'єднані між собою, FBD є більш ефективним для подання структурної інформації, ніж мова релейно-контактних схем.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно з ІЕС 611313, основними елементами мови FBD є: змінні, функції, функціональні блоки та з'єднання.

Змінні бувають вхідні, вихідні та вхідні/вихідні. На рис.5. 1 показані: вхідна змінна - "in_var", вихідна змінна - "out_var" і вхідна/вихідна змінна - "in_out_var".

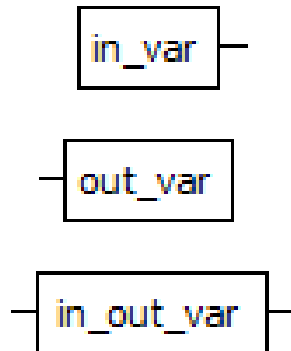


Рисунок 5.1- Зображення змінної у мові FBD

Графічне зображення функції наведено на рис. 5.2. З лівого боку розташовуються входи (IN1 і IN2), праворуч виходи (OUT).

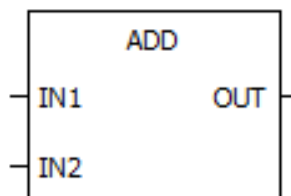


Рисунок 5.2- Зображення функції у мові FBD

Аналогічно зображення функціонального блоку, наведене на рис. 5.3 має з лівого боку входи (S1 і R), з правого боку вихід (Q1).

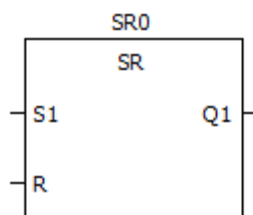


Рисунок 5.3- Зображення функціонального блоку у мові FBD

Відповідно, змінні з'єднуються з вхідними та вихідними параметрами функцій та функціональних блоків. Вхідні змінні можуть бути з'єднані лише з вхідними параметрами функції або функціонального блоку, вихідні змінні – тільки з вихідними параметрами функції або функціонального блоку, вхідні/вихідні змінні – як з входами, так і з виходами функції або функціонального блоку. Також вихідний параметр однієї функції або функціонального блоку може бути з'єднаний безпосередньо з вхідним параметром іншого.

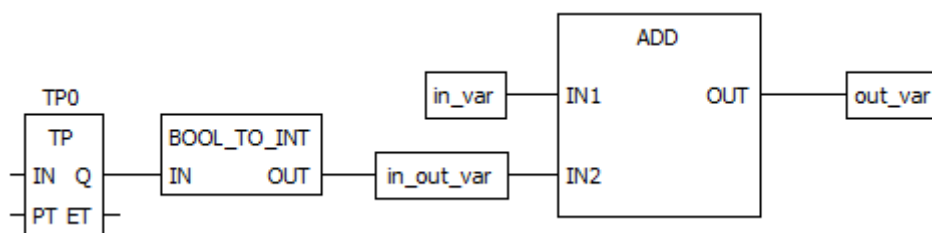


Рисунок 5.4-Приклад з'єднання змінних, функцій та функціональних блоків

Якщо функціональний блок викликається з параметрами EN/ENO і при цьому значення EN дорівнює нулю, алгоритми, що визначаються у функціональному блоці, не виконуватимуться. У цьому випадку значення ENO автоматично встановлюється рівним 0. Якщо значення EN дорівнює 1, то алгоритми, що визначаються функціональним блоком, будуть виконані. Після виконання цих алгоритмів без помилок значення ENO автоматично встановлюється рівним 1. Якщо виникає помилка під час виконання цих алгоритмів, то значення ENO буде встановлено рівним 0. Поведінка функціонального блоку однаково як у разі виклику функціонального блоку з $EN = 1$, так і при виклику без параметрів EN/ENO.

Для більш компактного з'єднання входів та виходів різних функцій та функціональних блоків використовуються елементи "З'єднання", показані на рис. 5.5:

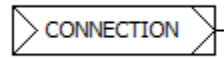
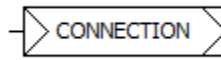


Рисунок 5.5- Зображення з'єднань у мові FBD

Приклад програми регулювання температури води на виході водогрійного котла:

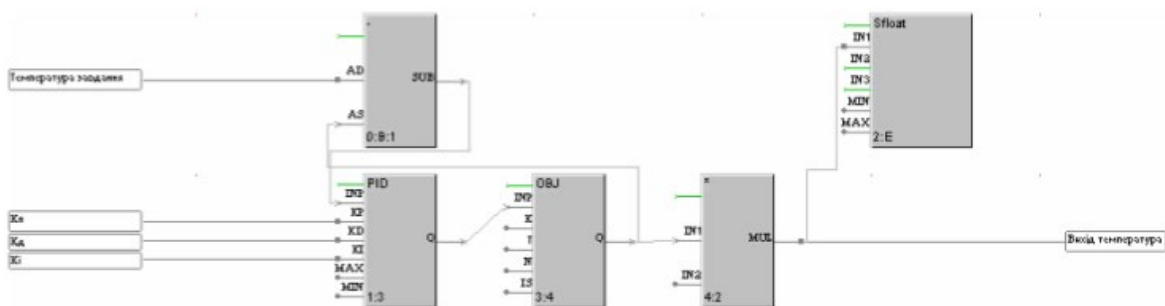


Рисунок 5.6- FBD програма регулювання температури води "Reg.temp"

де:

SUB- віднімає від сигналу завдання сигнал зворотного з'язку;

PID - реалізує регулювання за ПІД-законом

OBJ - імітує

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.

6.1 Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) система - це система управління та збору даних, яка використовується для контролю та спостереження за різними процесами у промислових об'єктах, таких як енергетичні мережі, нафтові та газові свердловини, виробничі лінії тощо. SCADA системи забезпечують операторам можливість моніторингу, управління та аналізу даних у реальному часі.

Візуалізація дозволяє операторові спостерігати та контролювати процеси в реальному часі: Візуальні елементи, такі як графіки, діаграми та анімації, дозволяють оператору наочно уявити поточний стан процесів. Це дозволяє швидко виявити будь-які відхилення чи проблеми та вжити відповідних заходів. Крім того візуалізація даних у SCADA-системі допомагає оператору приймати поінформовані рішення щодо регулювання параметрів процесу. Оператор може аналізувати поточні дані, а також прогнозувати майбутні значення, що дозволяє робити дії заздалегідь для запобігання проблемам.

Візуальний інтерфейс SCADA-системи дозволяє оператору взаємодіяти з системою, змінювати параметри процесів, управляти виконавчими механізмами та відображати інформацію у зручному для себе форматі.

Якщо глянути на SCADA системи з погляду розробника, то всі SCADA системи поставляються з розвинутою графічною базою, змінним набором оформлювачів інтерфейсу з користувачем (усякі кнопки, панелі, написи, малюнки). Також подібні системи мають простий для розуміння інтерфейс програмування, оснащені всією необхідною документацією.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Лящев Ю.Ю.			Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла "КОЛВІ"	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					62	7
						НУХТ		
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.				ЗАВ-3-1-2024		
Секр. ЕК		Крупська						

Таблиця 6.1 Перелік аналогових вхідних сигналів системи автоматизації котла «КОЛВІ» і системи теплопостачання

№	Сигнал	Необхідний діапазон	Тип сигналу	Кількість точок вимірювання
1	Температура води в систему водопостачання	5-100°C	4-20 мА	1
2	Температура в теплообміннику	5-100°C	4-20 мА	1
3	Температура в гідравлічному колекторі	5-130°C	4-20 мА	1
4	Температура прямої води після насоса НЗ	5-130°C	4-20 мА	1
5	Температура прямої води в загальному колекторі	5-120°C	4-20 мА	1
6	Температура зворотної води в загальному колекторі	5-100°C	4-20 мА	1
7	Температура до теплообмінника	5-85°C	4-20 мА	4
8	Температура води до котла	5-100°C	4-20 мА	1
9	Температура зворотної води після котла	5-100°C	4-20 мА	1
10	Тиск питної води до фільтра	0,25 МПа	4-20 мА	1
11	Тиск питної води після фільтра	0,25 МПа	4-20 мА	1
12	Тиск гарячої води до фільтра	0,25 МПа	4-20 мА	1
13	Тиск гарячої води після фільтра	0,25 МПа	4-20 мА	4
14	Тиск гарячої води в систему теплопостачання	0,25 МПа	4-20 мА	1
15	Тиск прямої води до насоса НЗ	0,3 МПа	4-20 мА	3
16	Тиск прямої води в колекторі	0,3 МПа	4-20 мА	1
17	Тиск зворотної води в колекторі	0,3 МПа	4-20 мА	1
18	Рівень в ємності	80%	4-20 мА	1
19	Тиск прямої води до котла	0,5 МПа	4-20 мА	1
20	Витрата води із водопровода	0-300 л/год	4-20 мА	1

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

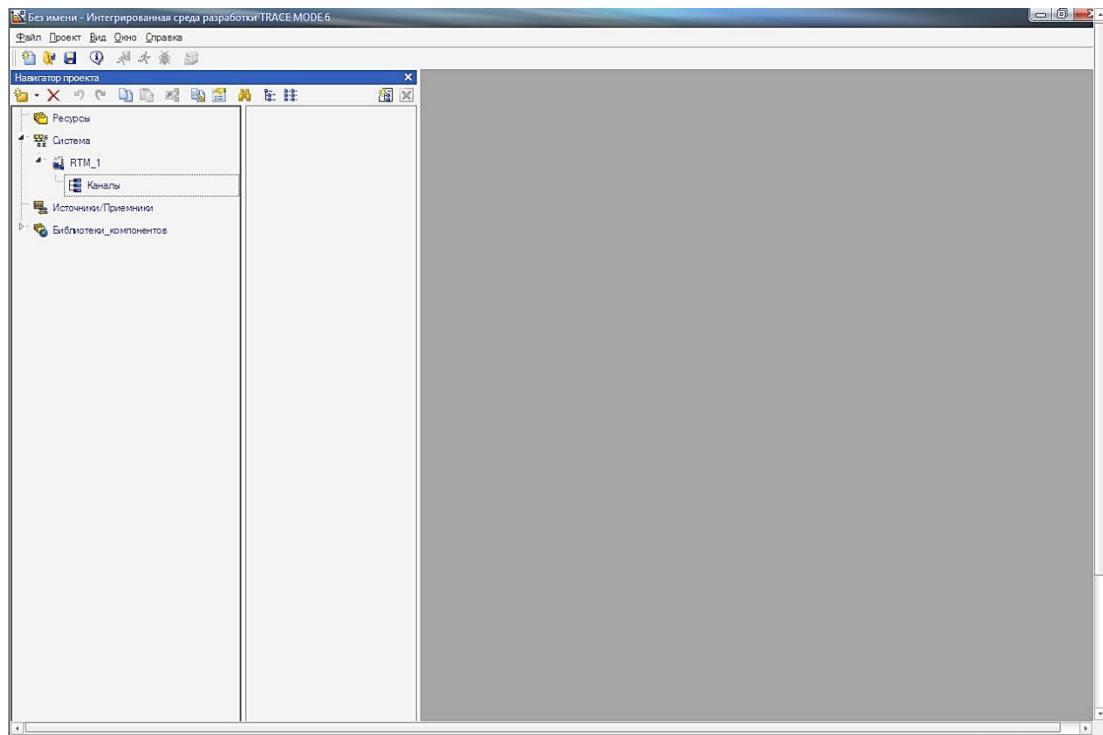
Кваліфікаційна робота

Арк.

63

6.2 Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

В кваліфікаційній роботі для представлення інформації у зручному вигляді, для спостереження за технологічним процесом оператором, а також для запису історії параметрів на жорсткому диску було використано пакет програм TRACE MODE 6.09 (рисунок 6.1).



- Рисунок 6.1 – Робоче вікно програми TRACE MODE

Супервізор "TRACE MODE" дозволяє операторам спостерігати та контролювати процеси в реальному часі. Він відображає різні параметри та значення процесів у вигляді графіків, таблиць, діаграм тощо. Це допомагає оператору отримати повне уявлення про поточний стан та динаміку процесу.

Він здійснює управління та контроль: Супервізор "TRACE MODE" дозволяє оператору приймати рішення та керувати процесом. Він надає можливість змінювати параметри, керувати виконавчими механізмами, налаштовувати алгоритми керування та багато іншого.

Крім того, "TRACE MODE" має інші додаткові можливості, такі як

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інтеграція з іншими системами, віддалений доступ, аналіз даних та багато іншого, які роблять його потужним інструментом для управління та контролю процесів.

У базі тегів TRACE MODE визначаються дані, які ми хочемо контролювати за допомогою TRACE MODE. Кожний елемент цієї бази даних називається тегом. Тег являє собою логічне ім'я змінної в пристрої або локальній пам'яті (RAM). Для того щоб присвоїти певне значення об'єкту потрібно викликати вікно «Свойства объекта» яке включає в себе багато вкладок (рисунок 6.2).

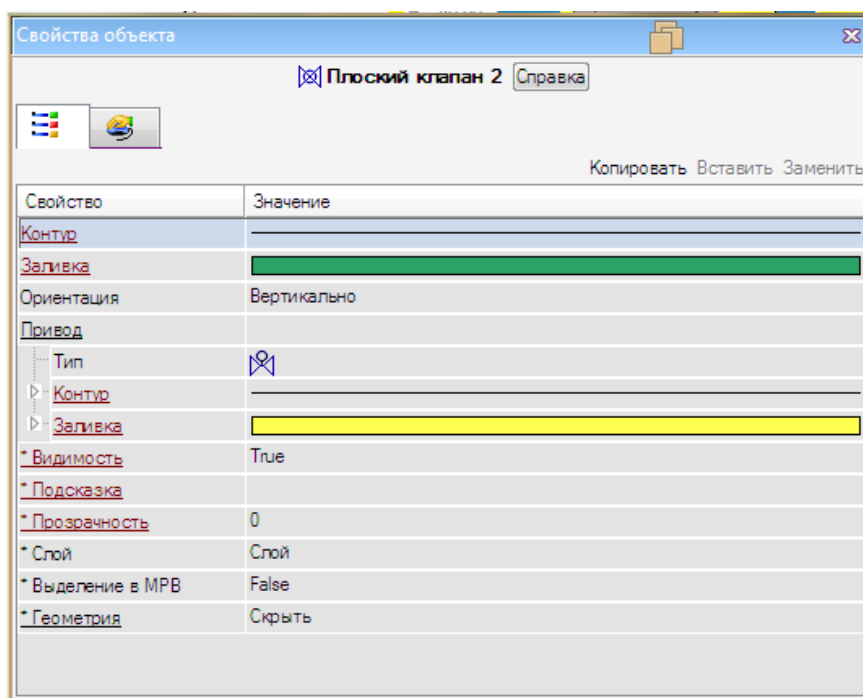


Рисунок 6.2 – Вікно присвоєння даних об'єкту

Розроблена система призначена:

- для автоматичної підтримки заданої температури гарячої води в системі;
- для автоматичної підтримки заданого тиску гарячої води в системі;
- для автоматичної підтримки заданої температури води в акумуляторному баці;

- для автоматичної підтримки заданого рівня води в акумуляторному баці.

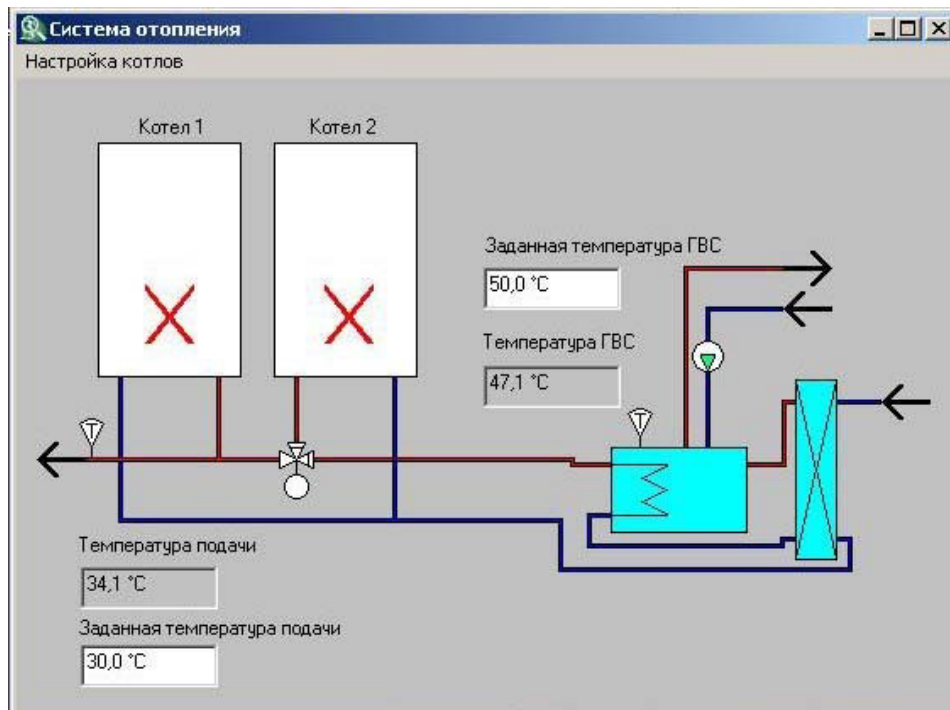


Рисунок 6.3 -Мнемосхема системи опалення

Для перемикання котлів в автоматичному режимі в літній або зимовий режими, необхідно навести курсор на відповідний котел і клікнути на ньому. При цьому з'явиться дочірнє вікно з можливістю перемикання режимів «Літо» - «Зима», а так само «Авто» - «Викл». У режимі «Літо» перший котел не працює, а другий працює на підтримку заданого значення системи ГВП.

При установці режиму «Зима», перший котел працює на опалення, а другий як на опалення так і на ГВС. При цьому режим нагріву ГВП для другого котла є пріоритетним. Це означає, що в першу чергу буде прогріватися вода для потреб гарячого водопостачання, а потім при наявності запиту на тепло від системи опалення, і сама система опалення. Вибір режимів роботи котлів зображений на рис. 6.4.

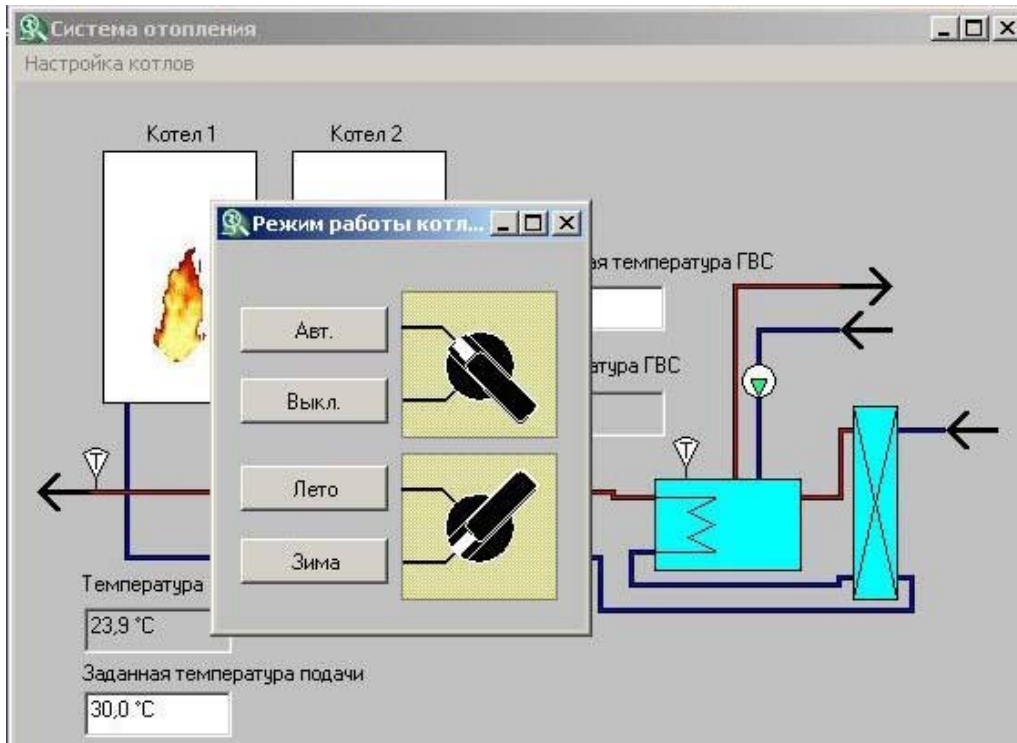


Рисунок 6.4- Вибір режиму роботи котлів КОЛВІ

В системі так само є можливість настройки максимальної та мінімальної температури котлів. Обмеження по максимальній температурі служить для уникнення перегріву системи. Обмеження по мінімальній температурі служить для уникнення утворення конденсату. Гістерезис системи опалення та ГВП служить для запобігання частих включень, виключень котлів.

Температура як ГВС так і опалення буде збільшуватися до заданого значення плюс половина встановленого гістерезиса. При досягненні цього значення котел відключається. Температура опускається до встановленого значення мінус половина гістерезиса, після чого відбувається повторне включення котлів. Для настройки цих параметрів необхідно натиснути на «Налаштування котлів» в верхньому лівому кутку мнемосхеми (рис.6.5).

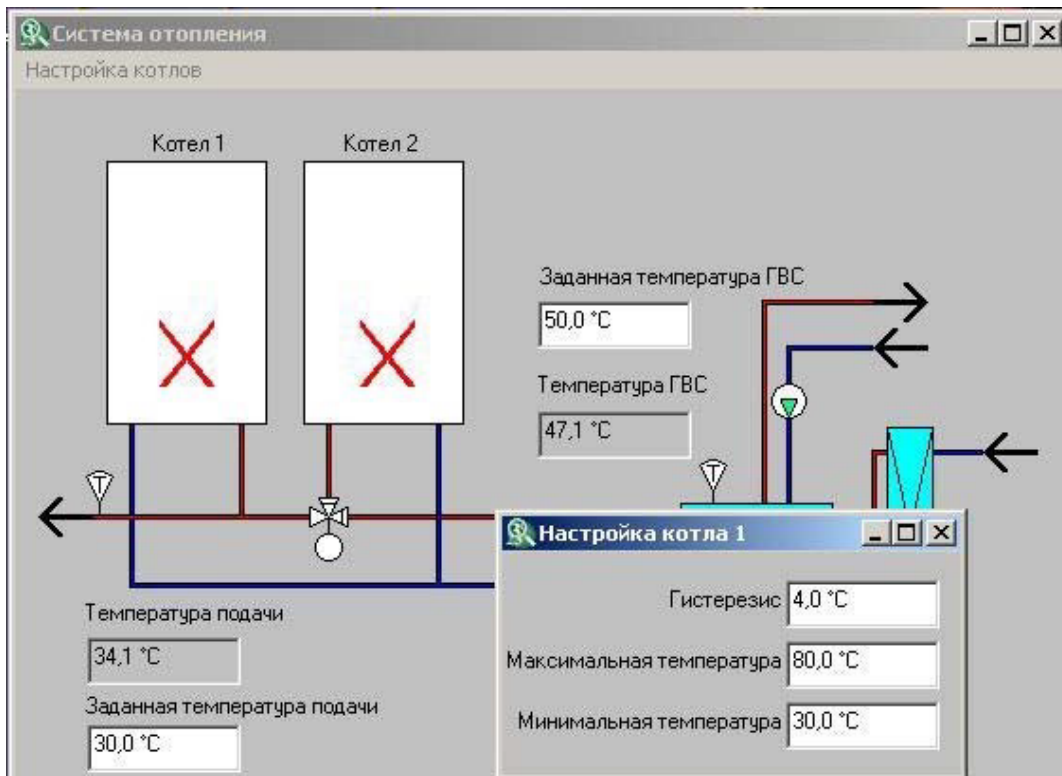


Рисунок 6.5 -Меню настройки котлів КОЛВІ

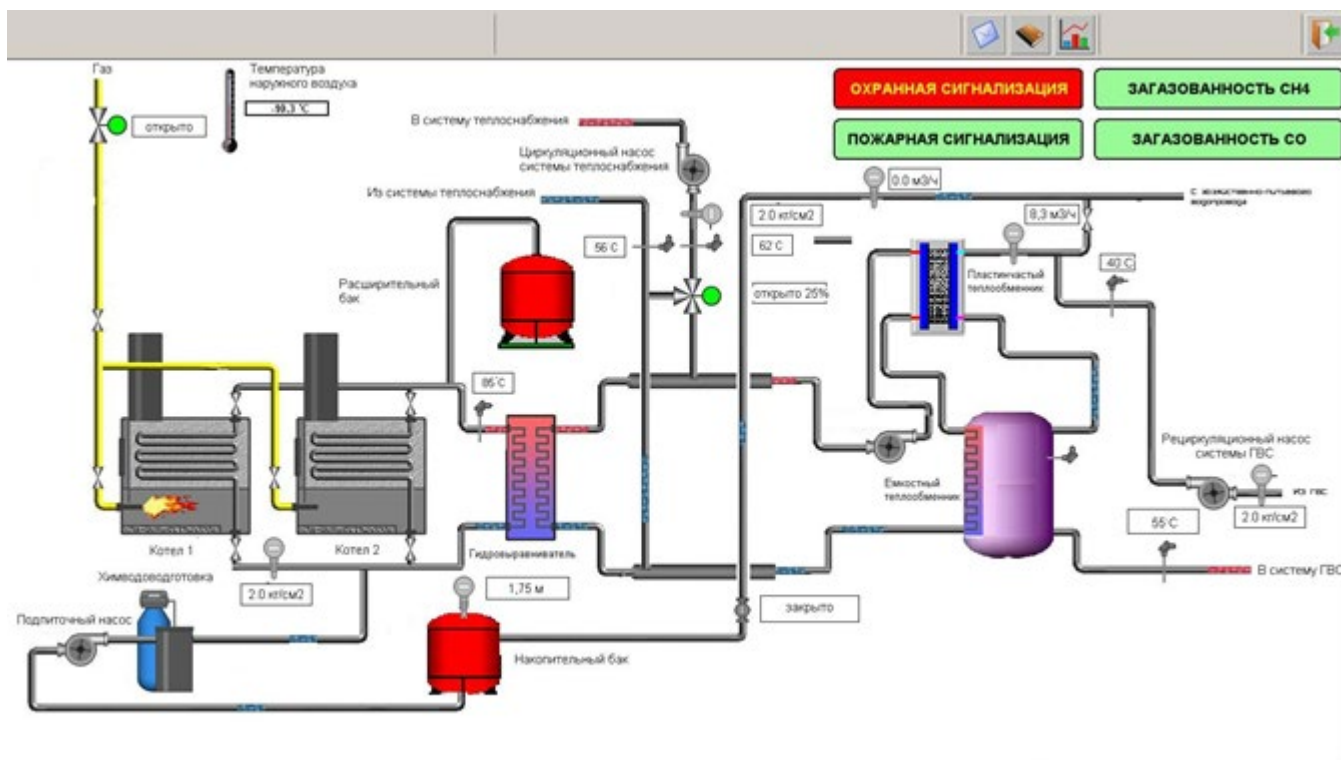


Рисунок 6.6– Дисплейна мнемосхема модульної котельні ВРМ «КОЛВІ» - 192

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання та формулювання висновків.

7.1 Постановка задачі дослідження.

У централізованих теплових пунктах у загальному випадку здійснюється:

- перетворення параметрів теплоносія;
- розподіл витрати теплоносія по системах споживання теплоти; регулювання відпустки теплоти системам опалення;
- регулювання параметрів води на гаряче і холодне водопостачання; заповнення, підживлення теплоспоживаючих систем;
- акумулювання гарячої води; водопідготовка для систем гарячого водопостачання; захист систем споживання теплоти від спорожнювання і аварійного підвищення параметрів теплоносія;
- контроль параметрів теплоносіїв (місцевий, дистанційний з диспетчерського пункту);
- облік витрати теплоти, теплоносія.

Регульованим параметром у системах теплопостачання є витрата теплоти, обумовлена температурами і витратою теплоносія. Зміна параметрів теплоносія відповідно до фактичної теплової потреби абонентів підвищує якість теплопостачання, скорочує витрати теплової енергії і палива.

Автоматична система регулювання призначена для підтримки температури зворотного теплоносія мережі опалення на заданому рівні. Для цього необхідно регулювати подачу прямого теплоносія, що подається до системи опалення.

Метою роботи є розробка варіанта вдосконалення такої автоматичної системи, яка дозволяє забезпечити необхідну температуру води, яка подається в систему опалення, тобто на виході котла.

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Анохін Д.Р.			Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла "КОЛВІ"	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Барилюк О.В.					69	8
						НУХТ ЗАВ-3-1-2024		
Зав. кафедр		Смітюх Я.В.						
Секр. ЕК		Крупська						

7.2 Вибір об'єкта керування та його математичної моделі.

Вибір об'єкта керування - це регулювання температури води на виході котла.

Контур регулювання температури води на виході є одним із найважливіших параметрів котла.

Система автоматичного регулювання (САР) повинна забезпечити підтримку температури гарячої води на виході із котла, в заданих межах. Температура гарячої води змінюється шляхом зміни витрати газу, що подається клапаном в котел.

На основі функціональної схеми автоматизації котла, розробимо схему контуру регулювання температурою води на виході із котла.

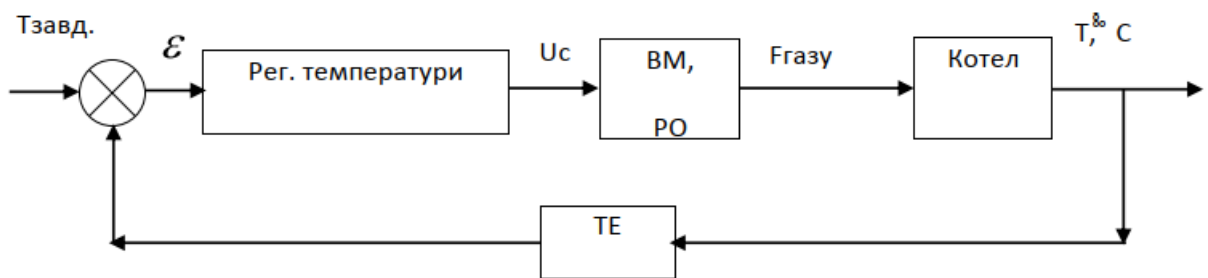


Рисунок 7.1-Структурна схема регулювання температури води на виході котла

Необхідно розрахувати передаточні функції кожного із елементів, які зображені на рис. 7.1.

Давач температури води

У якості датчика температури води на виході із котла, використовується давач УТА310 з діапазоном вимірювання 200-850°C і вихідним сигналом (4-20) мА. Отже передаточна функція датчика температури буде розраховуватися за формулою:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.3 Моделювання САР.

Необхідно розрахувати передаточні функції кожного із елементів, які зображені на рис. 7.1.

Давач температури води

У якості датчика температури води на виході із котла, використовується давач УТА310 з діапазоном вимірювання 0-150°C і вихідним сигналом (4-20) мА. Отже передаточна функція датчика температури буде розраховуватися за формулою:

$$W_1(p) = K_1 = \frac{400+50}{20-4} = 28\left(\frac{^{\circ}\text{C}}{\text{мА}}\right)\dots\dots\dots 7.1$$

Регулятор температури води

Передаточна функція для ПІД-регулятора має вигляд:

$$W_2(t) = k_t + k_i \cdot \frac{1}{t} + k_d t \dots\dots\dots 7.2$$

Виконавчий механізм (ВМ) і регулюючий орган (РО)

Для регулювання витрати газу використовується виконавчий механізм з регулюючим органом. Передаточну функцію виконавчого механізму і регулюючого органу представимо у вигляді:

$$W_3(t) = \frac{k_3}{T_3 t + 1} \dots\dots\dots 7.3$$

На клапан подається електричний керуючий сигнал (0-10) В.

Максимальна витрата газу на котел складає 1100 м³/год Час повного відкриття клапану 10с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звідси отримуємо:

$$k_4 = \frac{F_{газу}}{U_c} = \frac{1100}{10 \cdot 3600} = 0.031 \left(\frac{M^3}{B \cdot c} \right); T = 10c.$$

$$W_3(t) = \frac{k_3}{T_3 t + 1} = \frac{0.031}{10t + 1} \dots\dots\dots 7.5$$

Побудуємо розгінну характеристику водогрійного котла

1. Об'єкт керування (котел)

Для визначення динамічних властивостей котла скористаємося методом експериментального визначення динамічних характеристик об'єктів.

Температура гарячої води на виході з котла змінюється шляхом зміни витрати газу, що подається в топку, впливаючи на регулюючий клапан. Нижче наведено графік перехідного процесу зміни температури гарячої води на виході з котла при зміні витрати газу на $\Delta F = 22m^3 / год.$

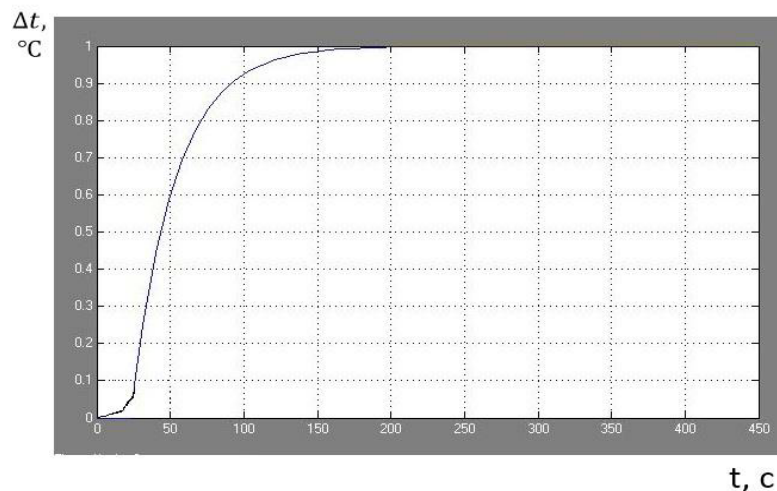


Рисунок- 7.2. Розгінна характеристика водяного котла

Дані розгінних характеристик вносимо в таблицю 7.1

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Таблиця 7.1 Дані розгінних характеристик

t, c	0	20	40	50	60	70	80	90	100	150	200	210
ΔP, МПа	0,0000	0,0059	0,0496	0,0600	0,0635	0,0799	0,0860	0,0905	0,0930	0,0980	0,0991	0,0998
t, c	225	230	250	270	290	330	350	370	400	415	430	450
ΔP, МПа	0,0999	0,1000	0,1001	0,1001	0,1001	0,1001	0,1001	0,1001	0,1001	0,1001	0,1001	0,1001

Дана розгінна характеристика має характер перехідної характеристики аперіодичної ланки із запізненням. Тому реальна крива перехідного процесу $y(t)$ замінюється ділянкою запізнення m і експонентою $y(t)=kx(1-e^{-t/T})$.

Провівши ряд добудов, а саме: пряму a , яка проходить через усталене значення даної характеристики, проводимо дотичну пряму b .

$$k_4 = \frac{0.125 \cdot 10^6 \cdot 3600}{22} = 20.46 \cdot 10^6 \text{ (Па} \cdot \text{с/м}^3\text{)} \dots\dots\dots 7.6$$

Результуюча передавальна функція котла за каналом витрата газу температура води матиме вигляд:

$$W_4(t) = \frac{k_4}{T_4t+1} \cdot e^{-t\tau} = \frac{20.46 \cdot 10^6}{61t+1} \cdot e^{-20t} \dots\dots\dots 7.7$$

Для розрахунку оптимальних коефіцієнтів регулятора виконаємо моделювання системи автоматичного регулювання температури води на виході з котла за допомогою програми Matlab.

. Для цього у редакторі Simulink зберемо наступну схему:

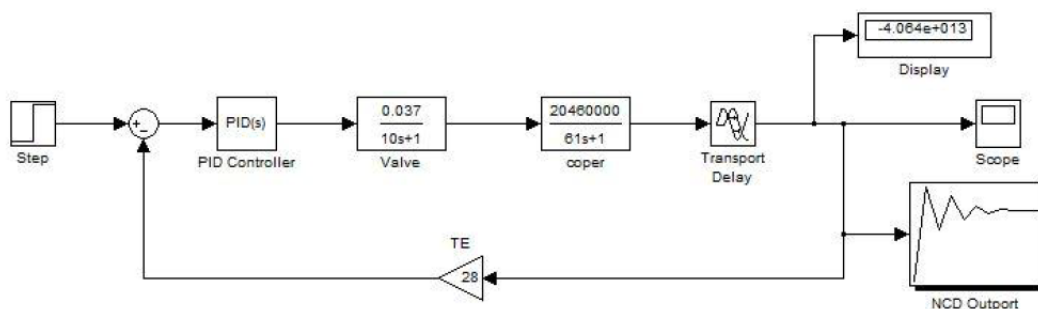


Рисунок 7.3-Структурна схема САР температури води на виході котла

У якості задаючого сигналу використаємо блок Step, який реалізує стрибкоподібний сигнал. За допомогою блока NCD оптимізуємо значення коефіцієнтів ПІД регулятора.

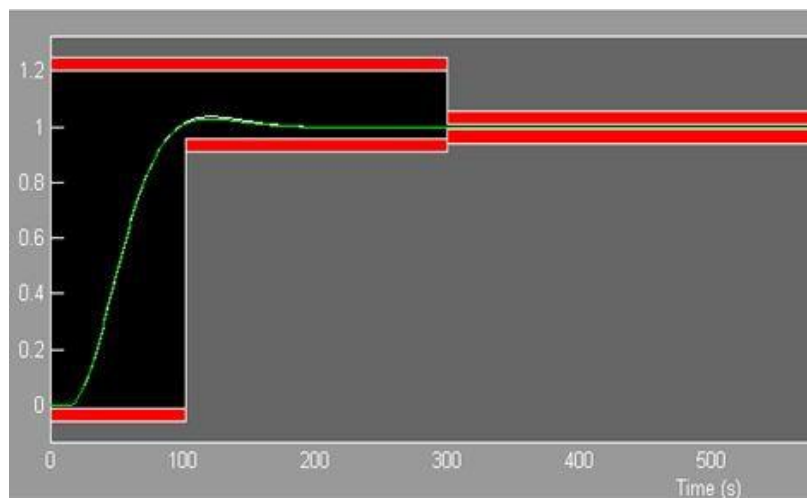


Рисунок 7.4 -. Вікно блока NCD

```
kd =  
  
1.8192e+011  
  
ki =  
  
-1.5011e+013  
  
kp =  
  
2.0866e+011
```

Рисунок 7.5 -. Оптимізовані значення коефіцієнтів ПІД регулятора

Введемо отримані значення коефіцієнтів у блок PID і проведемо моделювання системи керування.

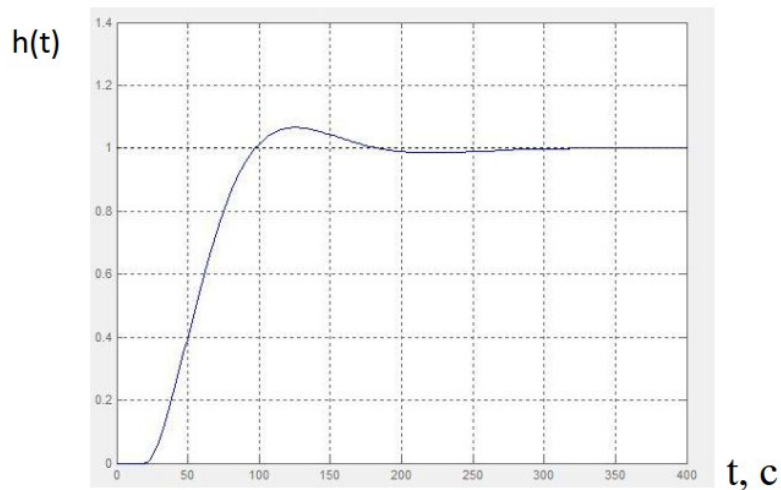


Рисунок 7.6-. Перехідна характеристика САР температури (температура – у відносних одиницях

Система керування виходить на усталене значення, отже, система стійка.

Параметри якості перехідного процесу:

- час регулювання $t=319$ с,
- запізнення $\tau = 20$ с,
- перерегулювання $\sigma \approx 14\%$,
- коливальність $n=1$,
- усталена похибка $\delta_{уст.} = 0\%$.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7.4 Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

Аналіз перехідного процесу, що отримано в результаті моделювання, показують, що запропонована модель відповідає вимогам, які пред'являються до підтримання температурного режиму на виході котла. Температура гарячої води на виході з котла змінюється шляхом зміни витрати газу, що подається в топку.

Моделювання показало, наскільки швидко система реагує на зміни температури. Якщо затримка реакції досить велика, можуть бути запропоновані покращення для скорочення цього часу. Модель може надати інформацію про оптимальні значення параметрів регулятора. Налаштування цих параметрів може допомогти досягти кращої контролюємості температури.

Аналіз моделі може допомогти виявити можливості для оптимізації системи регулювання. Наприклад, виявити шляхи підвищення енергоефективності або зниження витрат.

Ці висновки можуть бути використані для вдосконалення системи регулювання температури після котла і підвищення її продуктивності та ефективності.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки.

В кваліфікаційній роботі розроблена система автоматизації водогрійного котла «КОЛВІ» і централізованого пункту теплопостачання на базі сучасних засобів та систем автоматизації, мікропроцесорного контролера SCHNEIDER M580.

Ця система передбачає більш точне та якісне регулювання технологічним процесом на базі надійних швидкодіючих приладів та засобів автоматизації. У проекті автоматизації пропонується контроль та регулювання усіх основних параметрів, які характеризують технологічний процес.

Комп'ютери АРМов оператора виконують збір інформації з контролерів, відображають дані на екранах моніторів і видають команди, що управляють процесом нагріву води для споживача. Програмне забезпечення АРМов реалізоване на базі SCADA- програми TRACE MODE.

Система забезпечує роботу котлоагрегатів та допоміжного обладнання котельні в автоматичному режимі, а також забезпечує безпечну роботу обладнання відповідно до вимог діючих норм та правил.

Також проведено комп'ютерне моделювання регулювання температури води на виході з водогрійного котла.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1 Датчик температури YTA310 URL:

https://runtime.by/sites/default/files/pdf/GS_01C50B0200EN_YTA310_YTA320_v.28.pdf

2. Датчик тиску EJX430A URL:

<https://www.yokogawa.com/cis/solutions/products-and-services/measurement/field-instruments-products/pressure-transmitters/gauge-pressure/ejx430a/>

3. – Ультразвуковий рівнемір Rosemount 3102 URL:

<https://www.emerson.com/documents/automation/quick-start-guide-rosemount-3101-3102-3105-ultrasonic-liquid-level-transmitters-en-75616.pdf>

4. Вихровий витратомір DY040 URL:

https://web-material3.yokogawa.com/23/34001/files/IM%2001C25B01-01R_23_%20Датчики%20перепада%20и%20избыточного%20давления%20EJ_.p

5. Регулюючий клапан тип 3241/3374 URL:

<https://www.samsongroup.com/document/t58710en.pdf>

6. Котельные установки малой и средней мощности [Текст]/ В.И.Панин. — М.: Стройиздат, 1968.- 224 с

7. Автоматизація технологічних процесів та виробництв (Модуль1) [Електронний ресурс]: лабораторний практикум для студентів освітнього ступеня “Бакалавр” спеціальності 151 “Автоматизація та комп’ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання // уклад.: Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка, Л.О. Власенко, Н.А. Заєць. – К.: НУХТ, 2016. – 29 с

8 Трегуб В.Т. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб. – К.: Ліра-К, 2014.

9 Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2006. – 844 с.

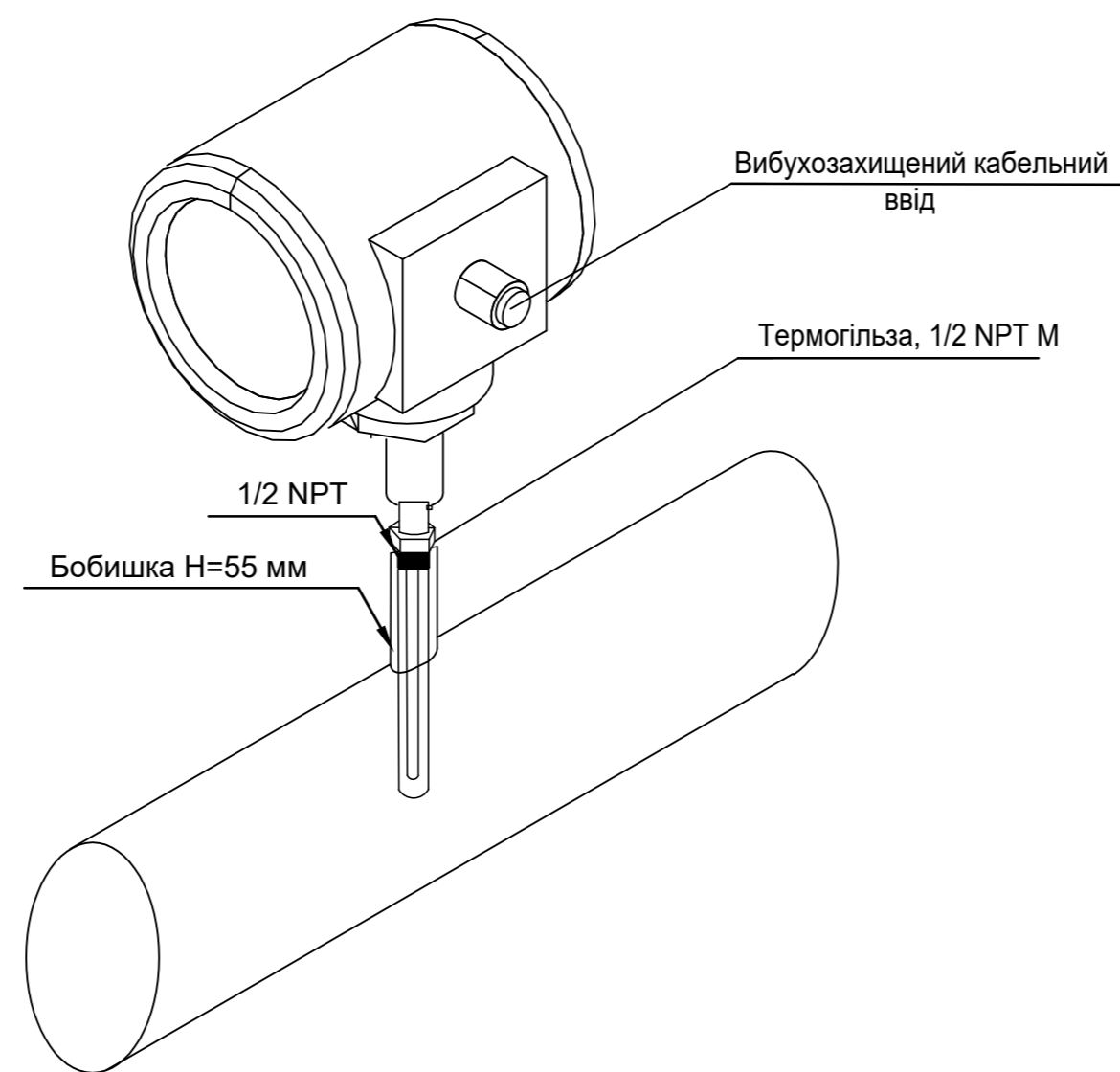
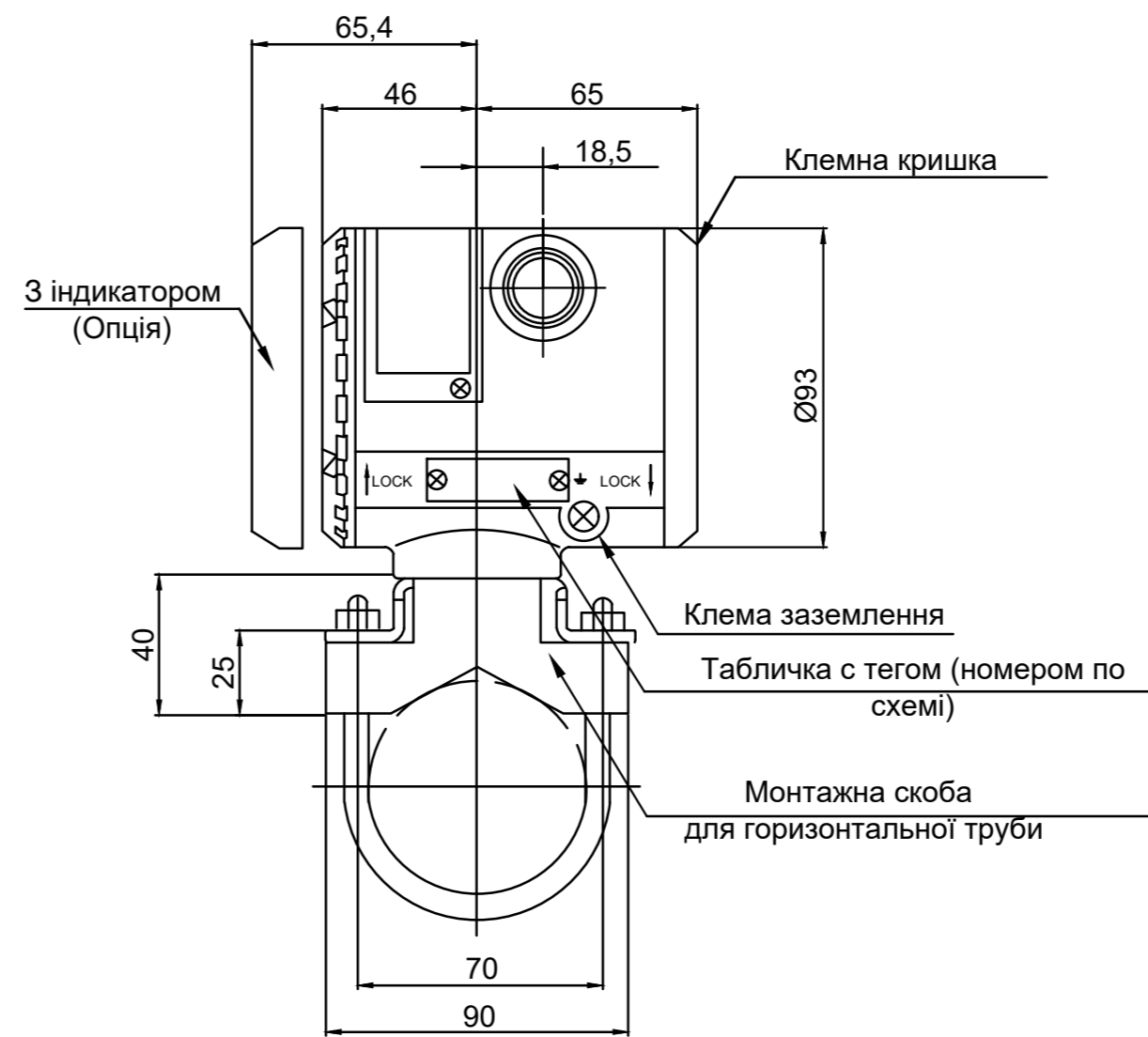
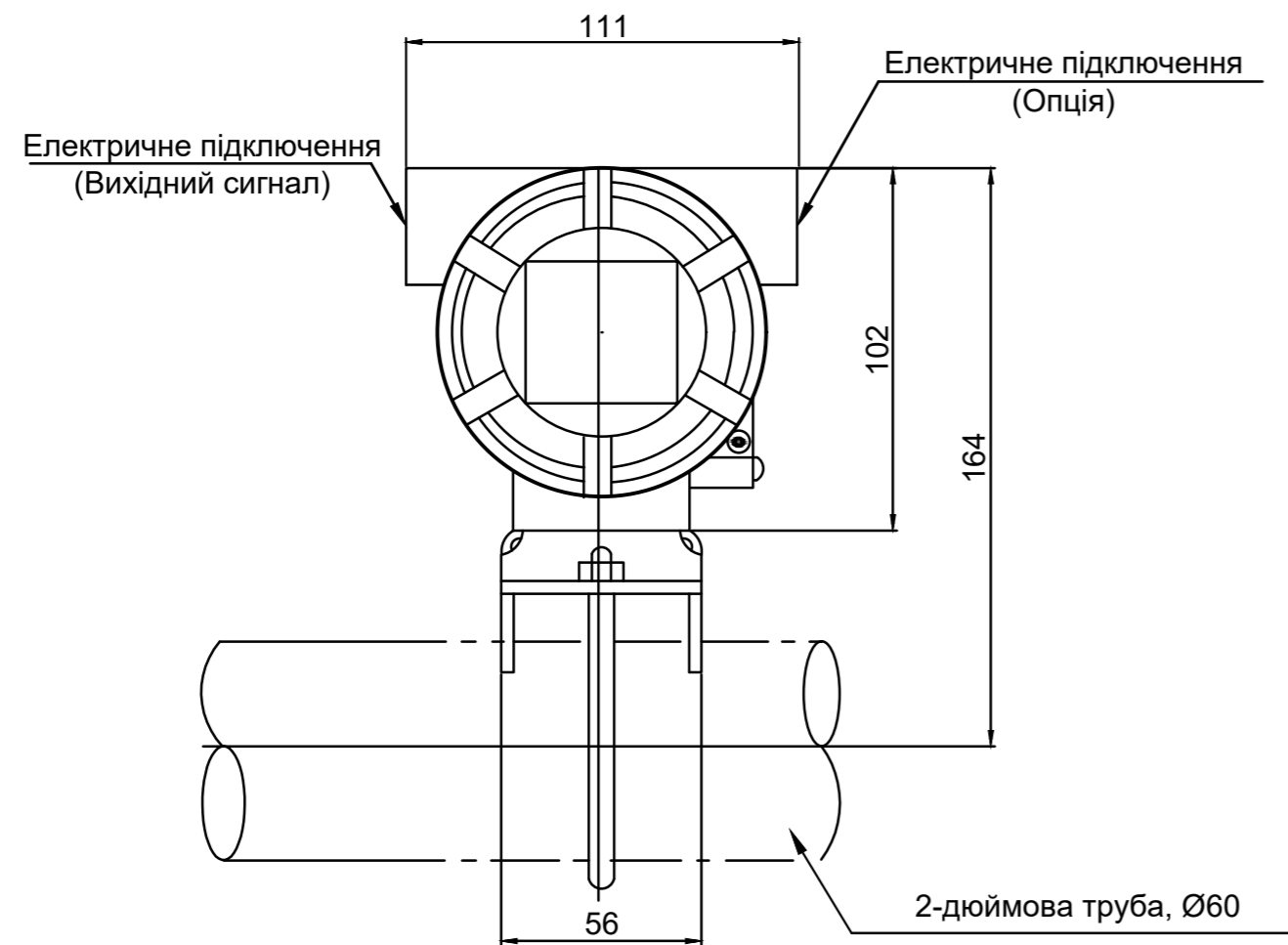
10. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Издательство ДЕАН. – 2009. – 944 с.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін // К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
- 12 Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник / Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта. – 2001. – 224 с.
- 13 Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К. : Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
14. Ладанюк А.П. Теорія автоматичного керування технологічними об'єктами: навчальний посібник / А.П. Ладанюк, Архангельська К.С., Власенко Л.О.— К.: НУХТ, 2014. —274 с.
15. Трегуб В.Г. Основи комп'ютерно-інтегрованого управління: навчальний посібник / В. Г. Трегуб.– К.: НУХТ, 2006 – 139 с.
16. Гончаренко Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. — К. : НУХТ, 2014. – 600 с.
17. Пупена О.М. Програмування промислових контролерів у середовищі UNITY PRO: Навч. посібник / О.М. Пупена, І.В. Ельперін. – К.: Видавництво Ліра – К, 2013. – 376 с.
18. Методичні рекомендації до виконання випускної кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 151 “Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології” денної та заочної форм навчання : уклад. І.В. Ельперін, В.М. Сідлецький, Н.М. Луцька, Є.С. Проскурка. – НУХТ, 2020. – 73 с.
19. Ладанюк А.П. Сучасні технології конструювання систем автоматизації складних об'єктів (мережеві структури, адаптація, діагностика та прогнозування): монографія / А.П. Ладанюк, Н.А Заєць, Л.О. Власенко. - К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 312с

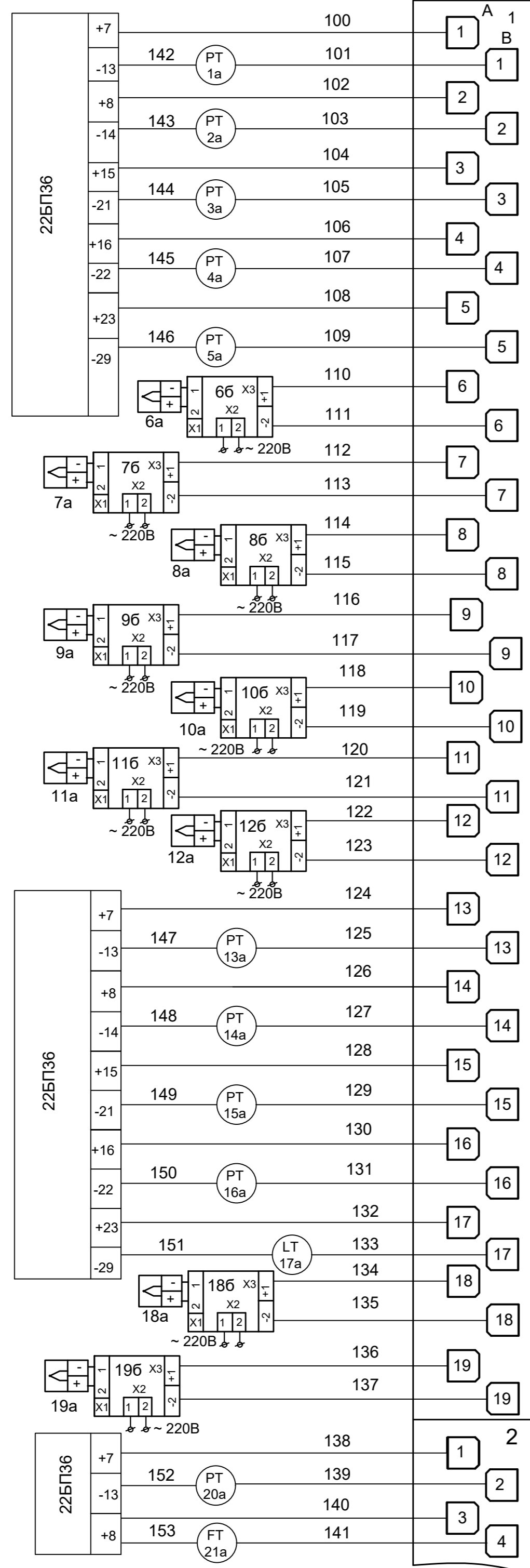
					Кваліфікаційна робота	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Монтаж на 2-х дюймовій горизонтальній трубі



					Кваліфікаційна робота		
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Літера	Маса	Масштаб
Студент		Ляцев Ю.Ю.					
Керівник		Барилук О.В.			Лист 3		Листів 3
Зав.Каф.		Смітюх Я.В.			НУХТ		
Секретар		Крупська			ЗАВ 3-1-2024		
					Креслення встановлення датчика температури УТА 310		

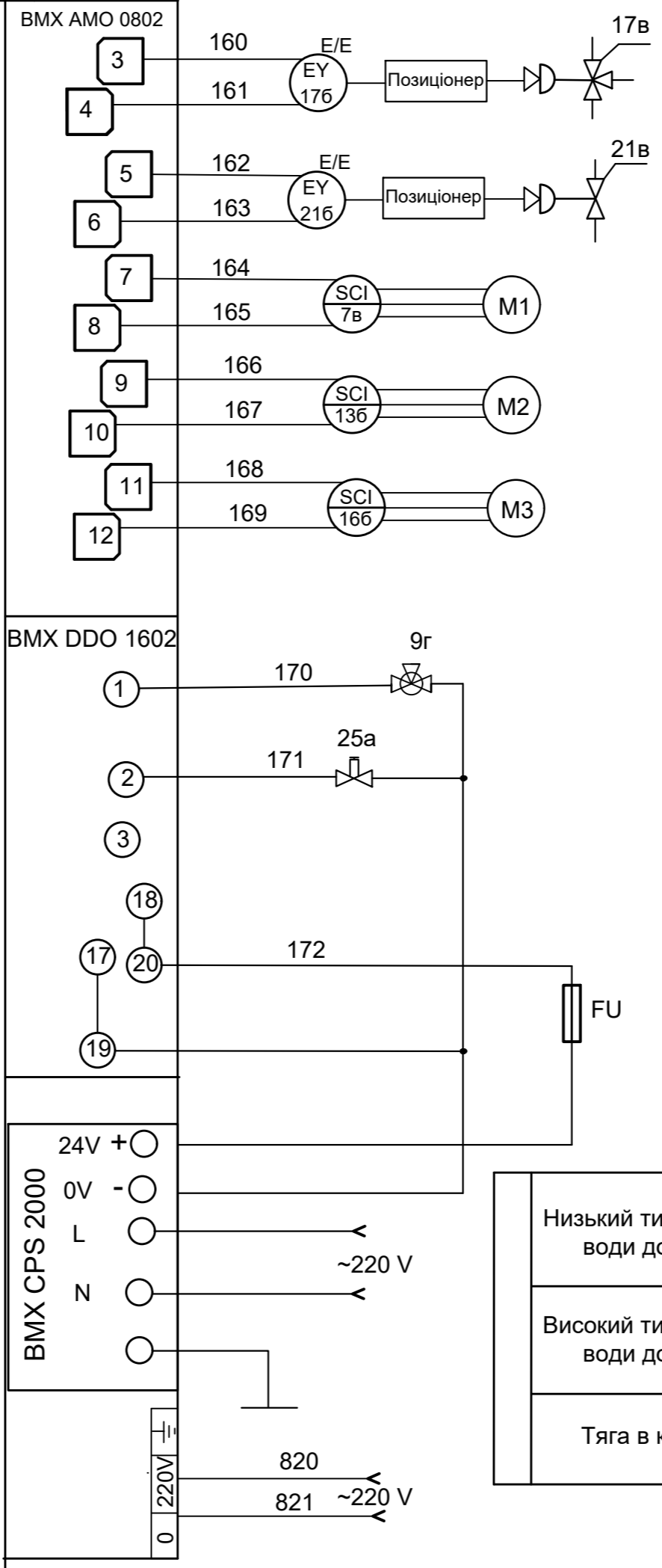
Тиск питної води до фільтра
Тиск питної води після фільтра
Тиск води гарячого водопостачання до фільтра
Тиск води гарячого водопостачання після фільтра
Тиск гарячої води в систему гарячого водопостачання
Температура гарячої води в систему гарячого водопостачання
Температура води в теплообміннику
Температура води в гідравлічному колекторі
Температура прямої води в систему теплопостачання після насоса Н3
Температура прямої води в загальному колекторі в систему теплопостачання
Температура зворотної води в загальному колекторі із системи теплопостачання
Температура прямої води до емкісного теплообмінника
Тиск прямої води в систему теплопостачання до насоса Н3
Тиск прямої води в загальному колекторі в систему теплопостачання
Тиск зворотної води в загальному колекторі із системи теплопостачання
Тиск теплоносія в колекторі котла
Рівень в емкості пластиковій
Температура прямої води до котла
Температура зворотної води після котла
Тиск прямої води до котла
Витрата води із водопровода



Modicon M580

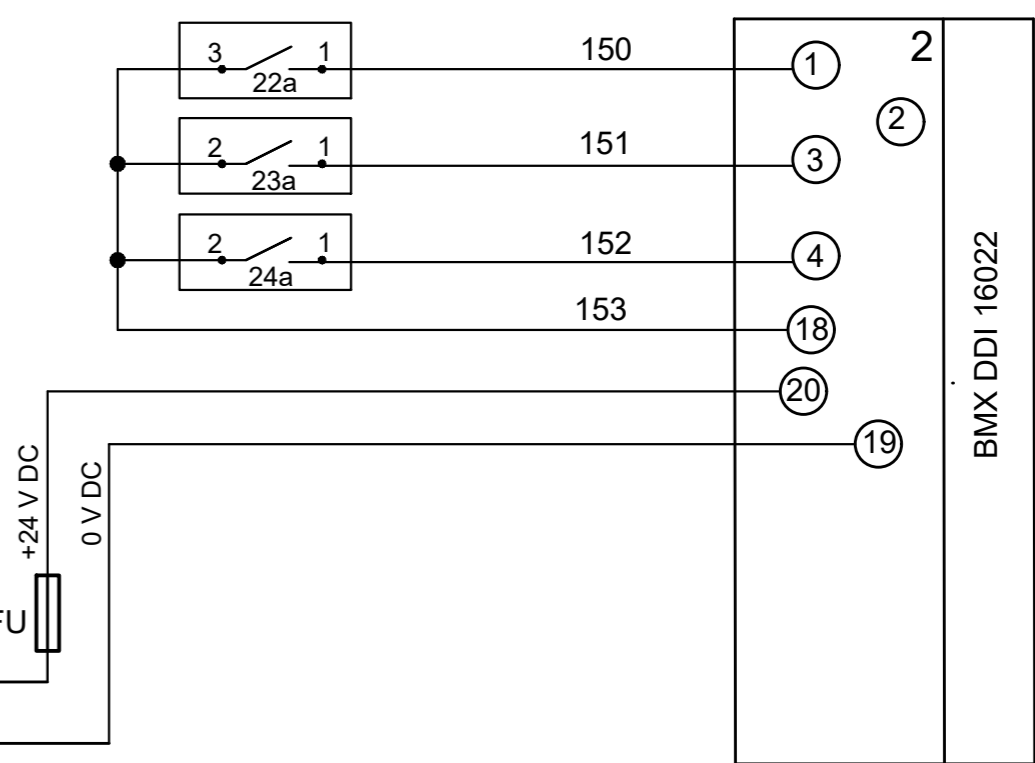
BMX ART 0414

BMX AMI 0410



Витрата питної води
Витрата води
Двигун насосу Н1
Двигун насосу Н3
Двигун насосу Н4
Змішування теплоносія в системі опалення
Відсіч газу

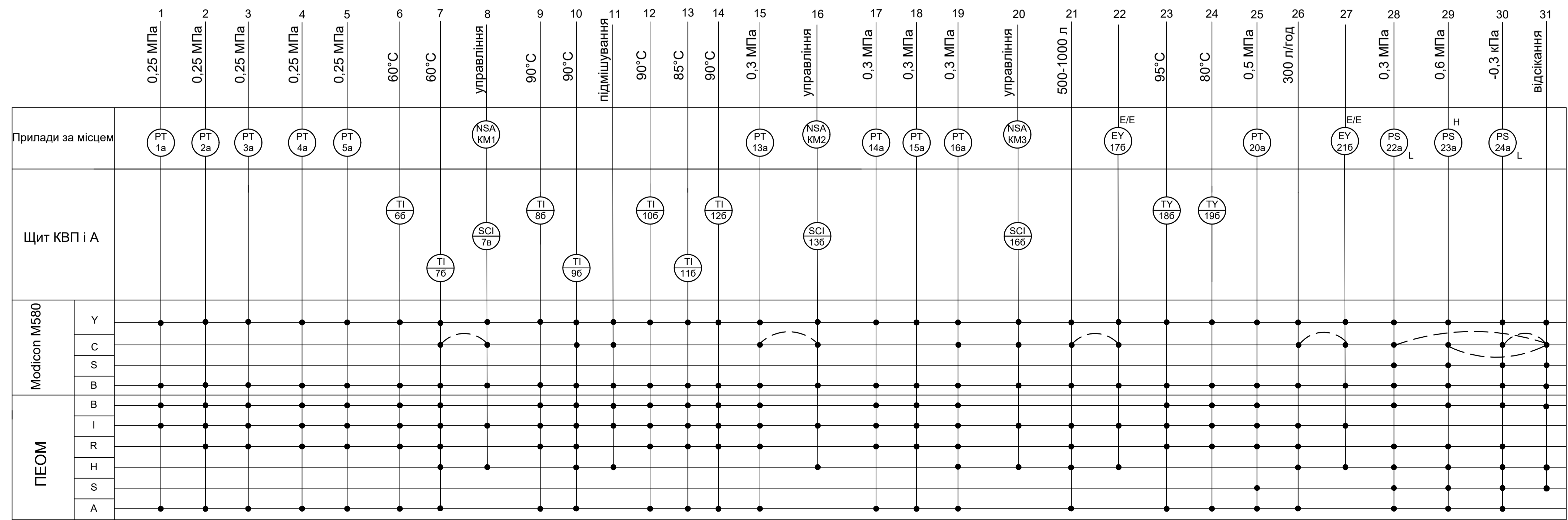
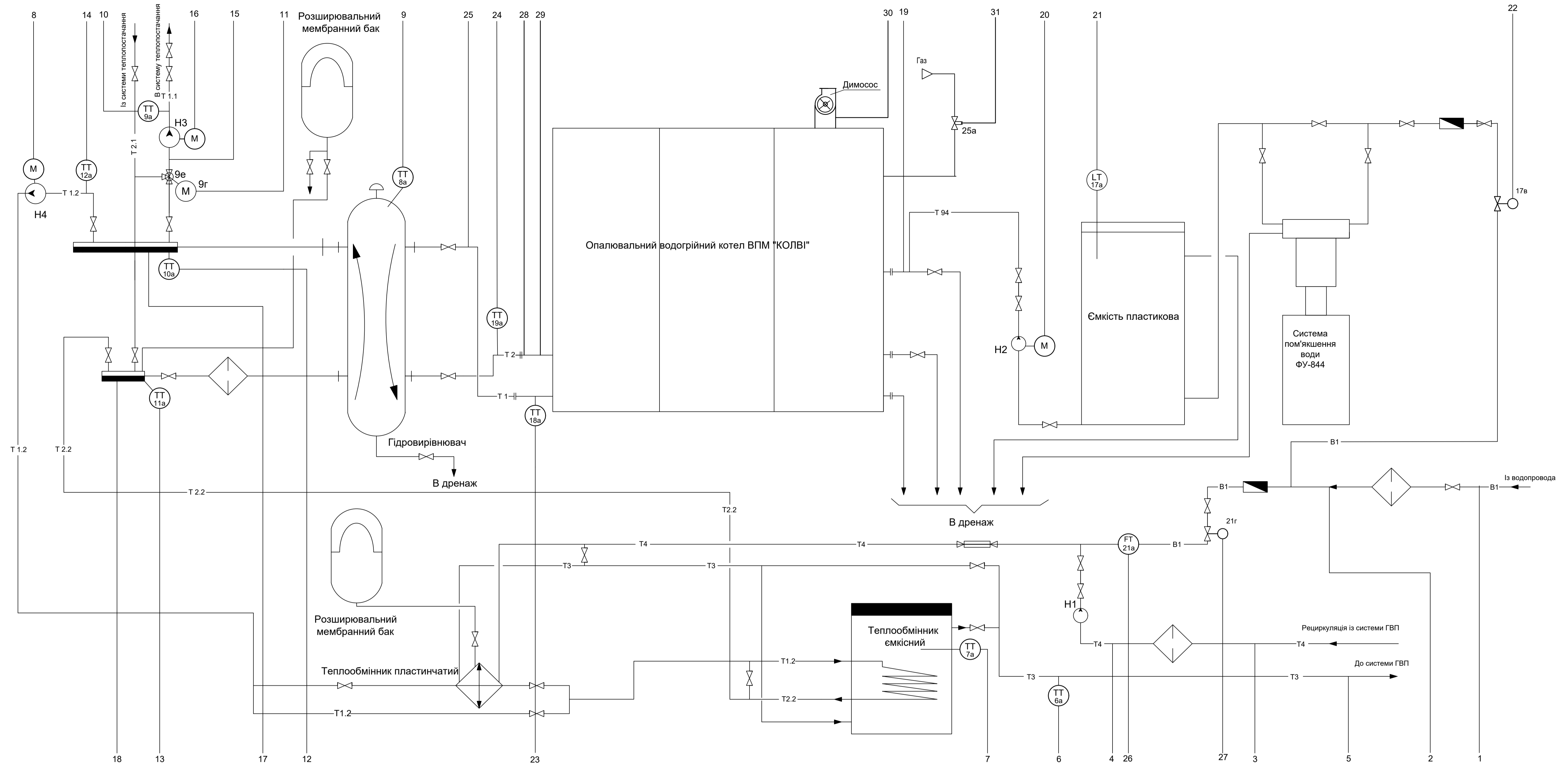
УПРАВЛІННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ



Кваліфікаційна робота				
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Студент	Лящев Ю.Ю.			
Керівник	Барилюк О.В.			
Зав.Каф.	Смітюх Я.В.			
Секретар	Крупська			

Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла "КОЛВИ"	Літера	Маса	Масштаб
Принципова схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК	Лист 2	Листів 3	

НУХТ
ЗАВ 3-1-2024
формат А2



Умовні позначення	Найменування
— T 1.1 —	Пряма сітєва вода в систему теплостачання
— T 1.2 —	Пряма сітєва вода в систему ГВП
— T 2.1 —	Зворотна сітєва вода в систему теплостачання
— T 2.2 —	Зворотна сітєва вода в систему ГВП
— T 3 —	Гаряча вода в систему ГВП
— T 4 —	Гаряча вода із системи ГВП
— T 94 —	Підпиточна вода
— V 1 —	Питна вода
— 19 —	Газ

				Кваліфікаційна робота				
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розробка системи автоматизації водогрійного жаротрубного котла "КОЛВІ"	Літера	Маса	Масштаб
Студент		Лящев Ю.Ю.						
Керівник		Барилко О.В.				Лист 1	Листів 3	
Зав.Каф.		Смітюх Я.В.			Схема автоматизації функціональна	НУХТ		
Секретар		Крупська				ЗАВ 3-1-2024		
								формат А1