

**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)

«04» червня 2024 р.

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

«04» червня 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

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

на тему: Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату
КВГМ-100

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

Гуйва Олександр Віталійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник Полупан Володимир Володимирович
(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 Сергій Грибков
(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:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав СМІТЮХ

«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гуйві Олександр Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100

керівник роботи доц. Полупан Володимир Володимирович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «15» квітня 2024 р. № 279-кс

2. Строк подання здобувачем роботи «04» червня 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. Матеріали переддипломної практики.

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу. 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних

сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 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	4 тиждень	
7	Підготовка матеріалів до захисту	5 тиждень	
8	Захист кваліфікаційної роботи	6 тиждень	

Здобувач Олександр ГУЙВА

_____ (підпис)

Керівник роботи Володимир ПОЛУПАН

_____ (підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота присвячена розробці та впровадженню системи автоматизації для котлів водогрійних газо-мазутних моделей КВГМ-100. Основна мета роботи полягає у підвищенні ефективності, безпеки та економічності роботи котлів через використання програмованих логічних контролерів (ПЛК). У роботі описані методи автоматичного регулювання температури, тиску та витрати теплоносія за допомогою сучасних сенсорів і датчиків. Розглядаються алгоритми управління пальниками та системами подачі палива і повітря для оптимізації процесу горіння.

Проект включає розробку інтерфейсу користувача для зручного моніторингу і віддаленого контролю системи через SCADA-платформу. Особлива увага приділяється механізмам захисту від аварійних ситуацій, таким як перегрів і перевищення тиску, завдяки вбудованим алгоритмам самодіагностики. Результати роботи демонструють значне зниження експлуатаційних витрат та підвищення надійності і екологічної безпеки котельного обладнання.

Ключові слова: КВГМ-100, система автоматизації, економічність, надійність.

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

Annotation

The qualification work is dedicated to the development and implementation of an automation system for gas-oil hot water boilers of the KVGM-100 models. The main objective of the work is to improve the efficiency, safety, and economy of boiler operation through the use of programmable logic controllers (PLCs). The work describes methods of automatic regulation of temperature, pressure, and coolant flow using modern sensors and detectors. It discusses the algorithms for managing burners and fuel and air supply systems to optimize the combustion process.

The project includes the development of a user interface for convenient monitoring and remote control of the system via a SCADA platform. Special attention is given to the protection mechanisms against emergency situations, such as overheating and overpressure, thanks to built-in self-diagnosis algorithms. The results of the work demonstrate a significant reduction in operating costs and an increase in the reliability and environmental safety of the boiler equipment.

Keywords: KVGM-100, automation system, economy, reliability.

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

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.....	15
Розділ 2. Система автоматизації.....	16
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	16
2.2. Схема автоматизації.....	34
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	37
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	39
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)...	39
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	41
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	42
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів.....	44
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	47
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора Технолога.....	51
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	51
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	53
Висновки.....	54
Список використаної літератури.....	55

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

ВСТУП

Автоматизація виробництва - найвищий рівень розвитку машинобудування, коли регулювання та управління виробничими процесами здійснюється без втручання людини, або лише під контролем оператора.

В даний час для керування все частіше застосовують автоматизовані системи керування, які забезпечують автоматичний збір та обробку інформації, необхідної для оптимізації керування. При цьому під процесом оптимізації розуміють вибір такого варіанту керування, при якому досягається мінімальне або максимальне значення критерію керування. Не можна було б стабільно підтримувати температуру в котлі без сучасних автоматичних систем управління, які фіксують напрямки зміни таких параметрів, як температура і відповідно до керування роботою пальника.

Сучасний розвиток стану автоматизації підприємства призвів до чітко нової модернізованої системи технологічних машин з новими засобами управління, заснованими на використанні електронних комп'ютерів, логічних програмованих контролерів, інтелектуальних засобів для контролю вимірювання та управління, інтегрованих промислово-інформаційних мереж.

Метою мого дипломного проєкта є розробка автоматизованої системи керування котлом КВГМ-100. При розробці даної системи використали програмований логічний контролер серії SIEMENS S7.

Автоматизація водогрійного котла передбачає регулювання температури, тиску, витрати газорідких енергоносіїв. Управління реалізується за допомогою передових систем вимірювання параметрів, обробки даних, контролю та оптимізації режимів процесу.

Основна мета проєкту полягає в тому, щоб замінити важку фізичну працю людини технічними засобами автоматизації.

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

При запровадженні автоматизованих систем, функції робітника зводяться до контролю над роботою машин. Персонал може знаходитись на безпечній відстані від агрегатів. Впровадження автоматизації створює умови для поліпшення умов праці та безпеки робіт, дає можливість збільшити продуктивність праці.

Метою впровадження системи автоматизації котлоагрегату КВГМ-100 є підвищення надійності роботи обладнання та економічності спалювання газу та мазути. За рахунок оперативного контролю та автоматичного управління досягається найвищий рівень безпеки при експлуатації агрегатів.

Завданням цього проєкту є вирішення кола питань, пов'язаних з вдосконаленням існуючої системи керування. Модернізація процесу здійснюватиметься з урахуванням специфічних властивостей водогрійного котла КВГМ-100, необхідність спрощення управління, збільшення стійкості процесів до впливу зовнішніх обурень.

При вдалому вирішенні поставлених перед автоматизацією завдань відкриються нові горизонти у розвитку та вдосконаленні роботи підприємства.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

Водогрійний котел КВГМ-100 призначений для отримання гарячої води з температурою 150°C, що використовується в системах опалення та гарячого водопостачання промислового та побутового призначення, а також для технологічних цілей.

Одне з головних завдань, що виникає під час роботи котла, забезпечення рівності між виробленою та спожитою енергією. У свою чергу, процеси випаровування та передачі енергії в котлі чітко пов'язані з кількістю речовини в потоках робочої рідини та теплоносія.

Водогрійний котел КВГМ-100 належить до котлів прямооточного типу з П-подібною компоновкою. Топкова камера повністю екранована трубами, змонтованими з кроком 64 мм. У камері котла встановлюється 3 форсунки. Вода в котел надходить послідовно по поверхнях нагріву. Вона входить до нижньої збірки заднього топкового екрану, виходить при цьому з нижнього колектора фронтального екрану. Котел КВГМ-100 обладнаний пальниками типу РГМГ, зі застарілою конструкцією засобу спалювання газу, розташованими з фронтального боку котла. Котел КВГМ-100 обладнується пальниковими пристроями СНТ-56 та автоматикою безпеки роботи пристрою.

При роботі котлів на газі температура води на вході в котли на повинна бути нижче 60°C, при роботі на малосірчастому мазуті - не нижче 70°C, а при роботі на високосірчастому мазуті - не нижче 110°C.

Горіння – це процес хімічної реакції сполук горючих елементів газу з киснем, що сприяло підвищенню температури і подальшим виділенням тепла.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>				
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Лім.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Гуйва О.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100</i>				
<i>Керівник</i>		<i>Полупан В.В.</i>						<i>9</i>	<i>7</i>
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>						<i>НУХТ АК-4-2СК</i>	
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>							

Процес горіння газоподібного палива складається з утворення горючої суміші, нагріванні її до температури займання та горіння.

До пальника котла підводяться газ та повітря. Горюча суміш, що утворюється в пальнику, спалахує і віддає тепло в топкову камеру. В результаті процесу горіння утворюються газоподібні продукти – димові гази. Їх відсмоктує димосос, а потім викидає у атмосферу.

Спалювання здійснюється факельним способом. При спалюванні газового палива необхідно забезпечити: хороше попереднє перемішування газу з повітрям, введення процесу з малими надлишками повітря, поділ потоку суміші на окремі струмені.

Підігрів газоповітряної суміші та хімічна реакція горіння протікають дуже швидко. Основним фактором тривалості горіння є час, витрачений на перемішування газу з повітрям у пальнику. Від швидкості та якості перемішування газу з необхідною кількістю повітря, залежить швидкість та повнота згорання газу, довжина факела топки та температура полум'я.

Для процесу горіння димососом створюється необхідне розрідження та забезпечується повне видалення продуктів згорання. Якщо досягти співвідношення витрати повітря відповідно до подачі палива, процес спалювання здійснюватиметься з максимальною економічністю.

Безперервна циркуляція води в контурі від котельні через теплові мережі, системи споживання тепла і назад в котельню забезпечується мережевими насосами.

Вода використовується хімічно очищена, оскільки розчинні гази, що містяться в природній воді (кисень і вуглекислота) руйнують метал котельного агрегату та трубопроводу. Також використання природної води призводить до відкладення накипу, що викликає перегрів металу внаслідок погіршення відведення тепла. Для заповнення неминучих втрат води, потрібна вода для підживлення зворотної води.

Для підтримки необхідної температури води на вході в водогрійні котли

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюється рециркуляція нагрітої в водогрійних котлах води насосами. Для заповнення втрат в котельні при закритій системі гарячого водопостачання використовується технічна вода, яка вступаючи в котельню, підігрівається в водяному підігрівачі і направляється на хімоводоочистку.

Котельне обладнання як об'єкт керування є складною динамічною системою з великою кількістю взаємопов'язаних процесів. Якість керування ними на виробничій котельні прямим чином впливає на якість продукції, так як водяна пара тут є важливим енергоносієм та ресурсом виробництва. Автоматизація котельні передбачає керування як основного технологічного фонду – котлів, так і допоміжного обладнання – деаератора, насосних груп, хімоводоочищення тощо.

Сучасна автоматизація роботи котельні має комплексний підхід-підсистеми контролю та регулювання окремих технологічних процесів котрі об'єднуються в єдину мережу з функціонально-груповим керуванням.

Комплекс автоматизації котельні складається з окремих вузлів, які працюють автономно, але об'єднані диспетчерською системою і можуть взаємодіяти між собою без участі оператора.

Технічні характеристики котла КВГМ-100:

- витрата води в основному режимі становить 1236 тонн/годину, в піковому режимі – 2461 тонн/годину;
- витрата палива: газ – 12510 куб.м/год, мазут – 11540 кг/год;
- температура вихідних газів від 138 до 180⁰С (залежно від палива);
- конвективна поверхня нагрівання становить 2386 кв.м., радіаційна – 326 кв.м.;
- об'єм камери згоряння палива – 388 м³;
- гідравлічний опір в основному режимі –2,4 - 2,8 кгс/кв.см, у піковому режимі – 1,2-1,4 кгс/кв.см.

КВГМ поставляється у таких габаритних розмірах: довжина – 18 м, ширина 18 м, висота – 15 м, його вага становить 127 тонн.

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

Коефіцієнт корисної дії під час роботи на газі становить близько 93%, під час роботи на мазуті – близько 91%.

У процесі роботи котла слід уникати наступних явищ:

- нестабільне пульсуюче горіння в топці, що призводить до порушення балансу нагрівання екранної системи котла;
- відсутність резонансу тиску повітря по пальникам;
- ежекція повітря низького тиску в високошвидкісні потоки пальника.

До переваг КВГМ-100 відносять безшумну роботу, максимум в 80 дБ. Також перевагою цієї моделі вважається безпека в експлуатації. Зовнішня стінка цього котла ніколи не розігрівається більш ніж на 55°C, тобто обслуговуючий персонал не піддається ризику отримання опіків.



Рис. 1. Загальний вигляд водогрійного котла КВГМ-100

Особливістю роботи водогрійного котла КВГМ - 100 є те, що в хвостові поверхні, виконані зі сталевих труб, надходить вода з низькою температурою, яка може виявитися нижче температури точки роси продуктів згоряння. Ця обставина призведе до інтенсивної низькотемпературної корозії хвостових поверхонь нагріву.

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

Системи автоматики сучасних котлів виконують такі функції:

1) автоматичне регулювання параметрів роботи:

- тиску пари в барабані парових котлів або температури гарячої води для водогрійних;
- витрати повітря на горіння (співвідношення витрат газ повітря);
- розрідження в топці;
- температури перегріву пари;

2) автоматичний захист котла (автоматика безпеки) відключенням подачі газу за наступних перед аварійних показників:

- підвищення тиску пари для парових котлів та температури гарячої води для водогрійних;
- підвищення або зниження тиску газу перед пальниками;
- зниження тиску повітря перед пальниками;
- зниження розрідження в топці;
- погасання факела;
- відключення циркуляційних насосів для водогрійних котлів;
- відключення електроенергії;

3) світлова та звукова сигналізація при спрацьовуванні автоматики;

4) дистанційний контроль низки параметрів, що виносяться на щити управління та контролю. Набір параметрів визначається проектною організацією, як правило, це розрідження в топці, тиск повітря за вентилятором, температура продуктів горіння димовим трактом, сили струму електродвигунів димососа і вентилятора і т.д.;

5) дистанційне управління направляючими апаратами димососа та вентилятора, живильним клапаном, регулюючим органом на газопроводі;

б) напівавтоматичний або автоматичний запуск котла.

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

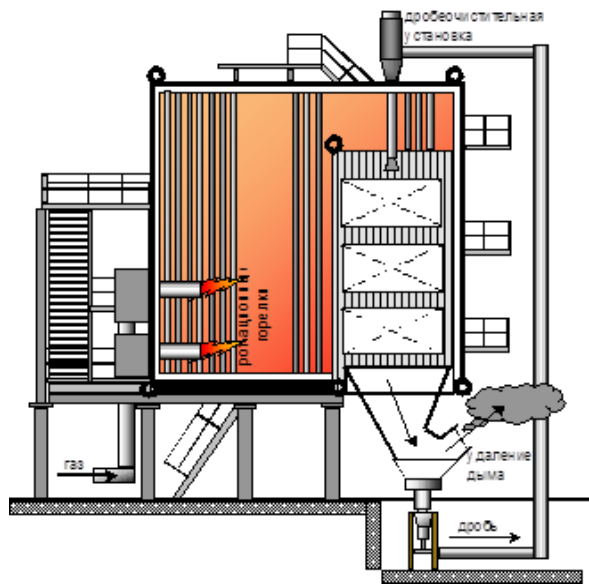


Рис. 2. Схема водогрйного котла KBGM-100

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

14

1.2 Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.1 – Завдання на розробку системи автоматизації

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Допустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління
1	Трубопровід подачі газу	Тиск газу	0,5 мПа ± 4%	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація
2	Трубопровід подачі газу до запальника	Тиск газу	0,5 мПа ± 4%	Регулювання	Стабілізація
				Контроль	Відображення, сигналізація
3	Трубопровід води з водогрійного котла	Витрата води	20 м ³ /год ± 5%	Регулювання	Стабілізація
				Контроль	Відображення
4	Водогрійний котел	Температура у котлі	70 °С ± 4%	Контроль	Відображення, реєстрація,
5	Трубопровід мережевої води з котла	Температура мережевої води	50 °С ± 5%	Регулювання	Стабілізація
				Контроль	Відображення, сигналізація
6	Трубопровід подачі мазути	Витрата мазути	15 м ³ /год ± 5%	Регулювання	Стабілізація
				Контроль	Відображення, сигналізація
7	Трубопровід подачі газу	Витрата газу	10 м ³ /год ± 5%	Контроль	Відображення, сигналізація
8	Трубопровід води до водогрійного котла	Витрата води	10 м ³ /год ± 5%	Регулювання	Стабілізація
				Контроль	Відображення

Розділ 2. Система автоматизації

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

Датчики тиску призначені для вимірювання тиску газів або рідин в трубопроводі. Вони перетворюють фізичний тиск в електричний сигнал, який може бути оброблений іншими пристроями або системами, загалом дані датчики вимірюють тиск в діапазоні 0.1-2,5МПа. Даний датчик складається із двох частин, робоча, яка за допомогою штуцера та отвору в датчику вкручується в трубопровід, через яку йде тиск, та зовнішня частина – клемна головка для оброблення інформацію та передачі її через кабель.

Виготовляються датчики тиску ПД (100, 111, 171, 181), для виміру вакууму, надлишкового тиску, перепаду. Також різні моделі штуцерів (M20x1,5, G1/2 G1/4). Стійкість до перешкод вібрації мають клас А, та виготовлені по ДСТУ EN 61326-1:2016. Ступінь захисту корпусу має IP65.



Рис. 3. Датчик тиску

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гуйва О.В.			Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Полупан В.В.					16	23
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2СК		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

- Вихідний сигнал постійного струму: 4...20 мА, 2-х провідна схема.
- Основна наведена похибка: 0,5; 1,0% ВПІ.
- Діапазон робочих температур вимірюваного середовища: -40 ... +85 ° С.
- Напруга живлення: 8...30 У постійного струму.
- Опір навантаження: 0...1,1 кОм (залежно від напруги живлення).
- споживана потужність: не більше 1 Вт.
- Ступінь захисту корпусу: IP65.
- Стійкість до кліматичних впливів: УХЛЗ.1.
- Діапазон робочих температур навколишнього повітря: -40 ... +80 ° С.
- Атмосферний тиск робочий: 0,1...2,5 мПа.
- Середній час напрацювання на відмову: не менше 500 000 год.
- Середній термін служби: 10 років.
- Штуцер для підключення тиску: різьблення М20х1,5, штуцер згідно ДСТУ EN 837-1; різьблення G1/2, штуцер згідно ДСТУ EN 837-1; різьблення G1/4, штуцер згідно з ДСТУ ISO 1179-2.
- Тип електричного з'єднувача: EN175301-803 форма А.
- Габаритний розмір (за висотою): не більше 119 мм.
- Перевантажувальна здатність: не менше 200% від ВПІ.

Ультразвукові витратоміри (рис. 3) використовуються для вимірювання рідин та газів на промислових об'єктах. Вони перетворюють ультразвукові хвилі речовини у електричний сигнал. Даний метод дозволяє вимірювати витрату речовини без контакту з нею, отже мінімізує ризик зносу та забруднення. Ультразвукові витратоміри складаються із двох частин, робоча частина – діафрагма або корпус котрий встановлюють в трубопровід, в котрому вмонтовані ультразвукові датчики для виміру витрати, та зовнішня частина-електронний модуль, котрий обробляє сигнали з датчиків та порти для передачі сигналу інформації через кабель.

Ультразвукові витратоміри виготовляються загалом із нержавіючої сталі, мають захист від вологи та пилу по технології IP67. Також зазвичай в них

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

вбудовують самодіагностичні датчики для моніторингу стану пристрою, що також дає змогу відкалібрувати датчик віддалено. Витримують тиск до 5мПа.



Рис. 4. Ультразвуковий витратомір

- Принцип вимірювання: ультразвуковий.
- Діапазон вимірювань: залежить від типу середовища та умов експлуатації, зазвичай покриває широкий діапазон витрат.
- Точність: рідини: $\pm 0.5\%$ від виміряного значення; газу: $\pm 1.0\%$ від виміряного значення.
- Живлення: 24 V DC (опціонально 220 V AC).
- Споживана потужність: Залежить від конфігурації, зазвичай близько 10 Вт.
- Матеріали корпусу: нержавіюча сталь (стандартно), доступні інші матеріали за запитом.
- Розміри: залежать від моделі та конфігурації, наприклад, DN15 - DN300.
- Вага: Залежить від розміру та матеріалів, зазвичай від кількох кілограмів.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Температурний діапазон: середовище вимірювання -40°C до $+150^{\circ}\text{C}$; навколишнє середовище: -20°C до $+60^{\circ}\text{C}$; захист від вологи та пилу^{**}: IP67
- Інтерфейси: HART, Modbus, Profibus DP, Foundation Fieldbus (опціонально).
- Вихідні сигнали: 4-20 mA, імпульсний вихід, релейні виходи.
- Відповідність стандартам: CE, ATEX, IECEx (для вибухонебезпечних зон).
- Вбудовані діагностичні функції: самодіагностика та моніторинг стану пристрою.

SITRANS FX330 у фланцевій конструкції доступний із вбудованим зменшенням номінального діаметра для економії місця та збільшення діапазонів вимірювання. Близько 90% всіх вихрових витратомірів замовляються на один розмір менший за діаметр трубопроводу, щоб збільшити швидкість потоку та отримати ширший діапазон вимірювань.

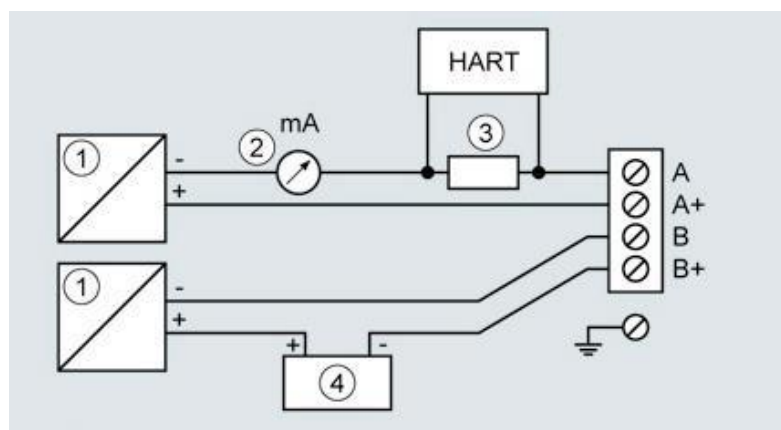


Рис. 5. Схема підключення вихрового витратоміра SITRANS FX 330

Забороняється встановлювати пристрій на нижньому коліні трубопроводу, оскільки існує ризик утворення конденсату. Конденсат може призвести до кавітації, неточних результатів вимірювання та можливі руйнування пристрою та витік вимірюваного середовища.

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

Для забезпечення безперервних та правильних вимірів не рекомендується встановлювати вимірювальний пристрій лінії нижче регулюючого клапана. Це може створює ризик утворення вихорів, що призведе до невірних результатів вимірювання.

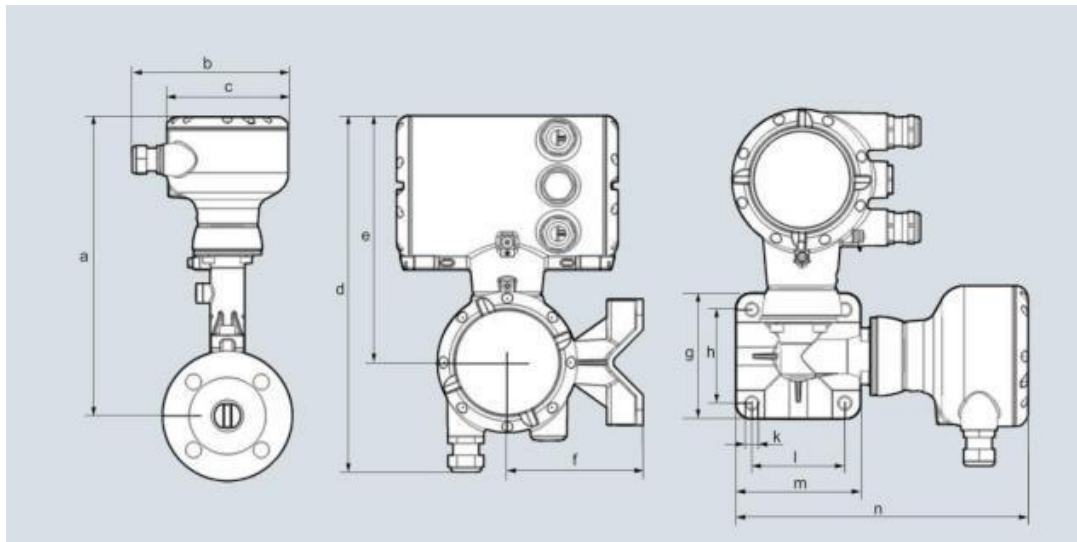


Рис. 6. Габаритні та установні розміри SITRANS FX 330

Якщо тип установки не дозволяє забезпечити потрібну відстань вхідної секції, рекомендується використовувати випрямлячі потоку. Випрямлячі потоку встановлюються між двома фланцями вище за пристрій і зменшують необхідну відстань вхідної секції.

При монтажі на стійку перетворювачі сигналів із рамою для настінного монтажу встановлюються за допомогою гвинтів ($\text{Ø}8$ мм) або U-подібних кронштейнів ($\text{Ø}8$ мм). В у разі безпосереднього монтажу на стіну необхідно використовувати відповідну опорну систему кріплення з мінімальним зусиллям навантаження 0,1 кН.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

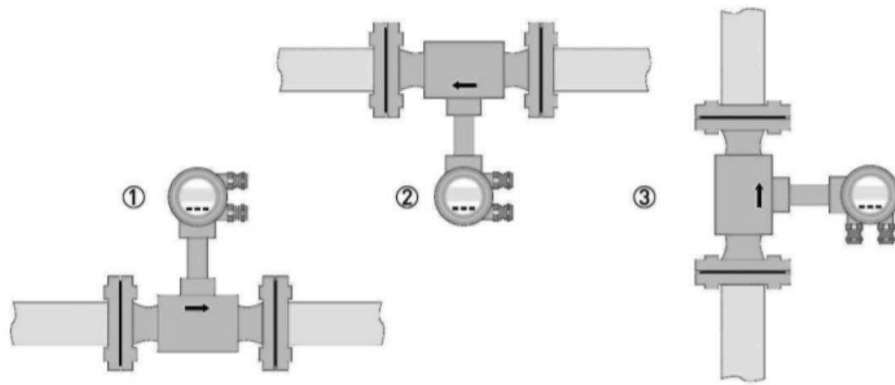


Рис.7. Переважні способи встановлення вихрового витратоміра SITRANS FX 330

Термоперетворювачі призначені для вимірювання температури різних середовищах від -196 до 800 °С. Термоперетворювачі складаються з наступних основних частин: чутливий елемент (термопара, терморезистор), який безпосередньо реагує на зміну температури; захисний корпус, що забезпечує механічну та хімічну стійкість; сполучні дроти, які передають сигнал від чутливого елемента; і роз'єм або клемна коробка для підключення до вимірювальної або контролюючої системи.

Виготовляються термоперетворювач опору ДТП (50М, 100М, 50П, 100П, Pt100, Pt100), термопари хромель-алюмель (ТХА), хромель-копель (ТХК), термістори 10k NTC. Матеріал захисної арматури ТП - сталь 12Х18НХ10Т (321S). Головки ТП можуть бути двох типів: пластмасова або металева.

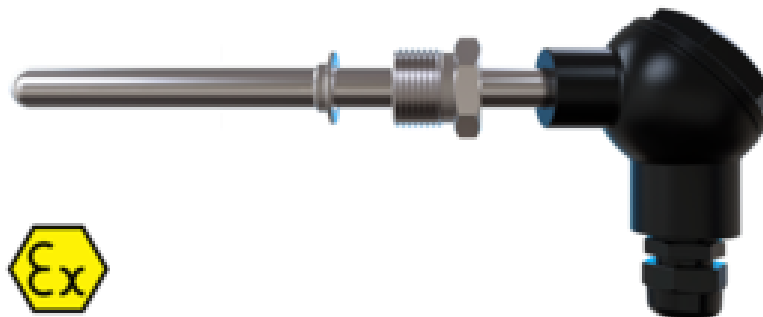


Рис. 8. Термоперетворювач опору

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

- для температурних класів T5...T1: -60...+85 °С.
- для температурних класів T6: -60...+80 °С..
- Умовний тиск: 0,1...6,3 МПа (залежно від конструктивного виконання).
- Показник теплової інерції: не більше 10...30 с.
- Опір ізоляції: не менше 100 МОм.
- Кількість чутливих елементів: 1 чи 2.
- Схема внутрішніх з'єднань провідників: 2 – двопровідна; 3 – трипровідна; 4 – чотирипровідна.
- Виконання сенсора щодо корпусу: ізольований.
- Матеріал комутаційної головки: пластмасова, металева.
- Тип різьбового штуцера: метричне різьблення, трубне різьблення.
- Матеріал захисної арматури: сталь 12Х18Н10Т.
- Ступінь захисту: IP54 (IP65 – для датчиків із металевою головкою).
- Середній термін служби: не менше 10 років.
- Маркування вибухозахисту: 0Ex іа ІІС T1...T6 Ga.
- Параметри іскробезпечних електричних кіл: $U_i = 10,2$; $I_i = 200$ мА; $L_i = 0,75$ мкГн; $C_i = 2,75$ мкФ.

Для установки датчиків ДТСхх5 з кабельним виводом на об'єкти вимірювання температури рекомендується використовувати гільзи ГЗ.16 і ГЗ.25, бобишки Б. П. 1 і Б. У. 1.

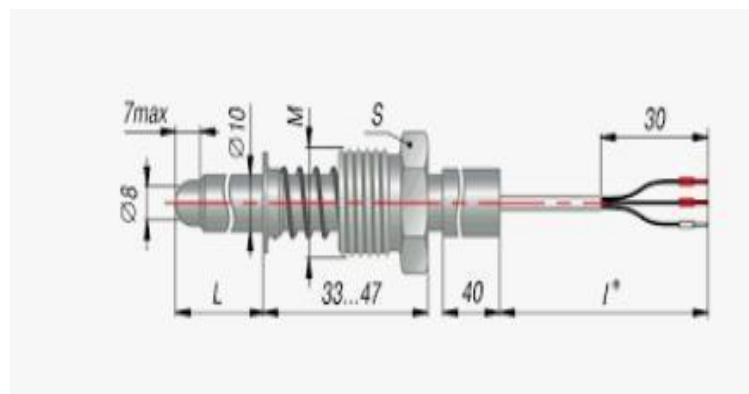


Рис. 9. Габаритні розміри датчика ОВЕН ДТСхх5

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

Перетворювач ОВЕН НПТ-2 (рис. 5), спільно із вимірювальними датчиками, призначений для перетворення значення температури в уніфікований сигнал постійного струму 4...20 мА. Перетворювач призначений для роботи з термопарами за ГОСТ Р 8.585-2001 та термометрами опору за ГОСТ Р 8.625-2006. Призначений для встановлення в головку датчика – перетворення:

- термоопір-струм 4-20 мА;
- термопара-струм 4-20 мА;
- будь-який діапазон температури;
- налаштування перетворювача з урахуванням опору проводів від чутливого елемента до головки ТП;



Рис. 10. Перетворювач температури

- Номінальне значення напруги живлення (постійного струму): 24 В.
- Діапазон допустимих напруг живлення (постійного струму): 12 - 36 В.
- Діапазон вихідного струму перетворювача: 4 – 20 мА.
- Функція перетворення вхідних сигналів: лінійна.
- Нелінійність перетворювача, не менше: $\pm 0,2\%$.
- Розрядність цифро-аналогового перетворювача, не менше: 12 біт.

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

- Опір шкірного проводу, який з'єднує перетворювач з термометром опору, Ом, не більше: 30.
- Опір лінії зв'язку з термоелектричним перетворювачем, Ом, не більше: 100.
- Номінальне значення опору навантаження (при напрузі живлення 24 В): 250 Ом $\pm 5\%$.
- Максимальний допустимий опір навантаження (при напрузі 36 В): 1200 Ом.
- Пульсації вихідного сигналу: 0,6%.
- Час встановлення робочого режиму для перетворювача (попереднє прогрівання) після увімкнення напруги живлення, не більше: 30 хв.
- Час встановлення вихідного сигналу після стрибкоподібного зміни вхідного, не більше: 1 с.
- Час безперервної роботи: цілодобово.
- Габаритні розміри: $\text{Ø}45 \times 13 \pm 1$ мм.
- Середній термін служби, не менше: 12 років.

Конструкція перетворювача забезпечує захист без пошкоджень в робочих умовах експлуатації:

- від зміни полярності напруги живлення;
- під час роботи в режимі холостого ходу та короткого замикання навантаження;
- від впливу електромагнітних перешкод за ГОСТ 51522 клас А.

Монтаж та підключення приладу здійснюються в наступній послідовності:

- підключити з'єднувальні кабелі ІІ та датчиків до чотирьох клемних гвинтів, запресованим у корпус комутаційної головки первинного датчика;
- закріпити сполучні кабелі на гвинтах чотирма гайками М4 з використанням нормальних шайб;
- надіти прилад на клемні гвинти корпусу комутаційної головки первинного датчика.

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

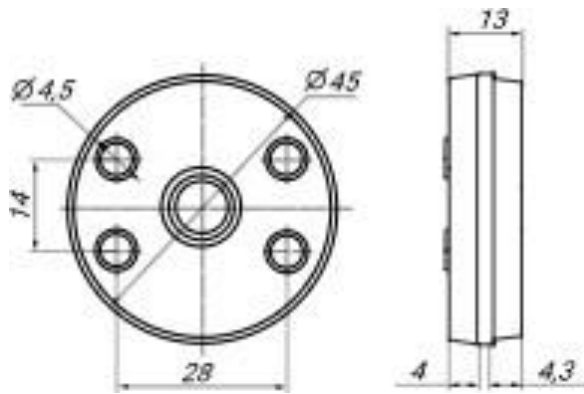


Рис. 11. Габаритні та установні розміри НТП-2

Частотні перетворювачі - це електронні пристрої, що змінюють частоту та амплітуду змінного струму, забезпечуючи плавне регулювання швидкості обертання електродвигунів. Вони застосовуються в різних галузях промисловості для підвищення енергоефективності та точності керування електроприводами.

Частотний перетворювач Siemens-312 - це надійний і ефективний пристрій для керування швидкістю обертання електродвигунів у промислових застосуваннях. Він забезпечує високу точність регулювання, має компактний дизайн і інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що спрощує його встановлення та налаштування. Siemens-312 підвищує енергоефективність і продуктивність обладнання, підтримуючи широкий спектр застосувань. Даний перетворювач має вбудовані захисні функції, що підвищують надійність роботи системи. Він також забезпечує зниження зносу механічних частин завдяки плавному пуску ізупинці. Siemens-312 сумісний з різними типами електродвигунів, що робить його універсальним рішенням для багатьох галузей промисловості.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Рис. 12. Частотний перетворювач

- Вхідна напруга: 200-240 В або 380-480 В (залежно від моделі).
- Вхідна частота: 47-63 Гц.
- Вихідна частота: 0-650 Гц.
- Потужність: Від 0.12 кВт до 250 кВт.
- Тип керування: V/f (напруга/частота) керування, керування з векторним контролем.
- Інтерфейси: RS-485, PROFIBUS, PROFINET (залежно від моделі).
- Режим роботи: Постійний і тимчасовий режим роботи.
- Охолодження: Вбудований вентилятор або пасивне охолодження (залежно від моделі).
- Захисні функції: Захист від перевантаження, перегріву, короткого замикання, зниженого напруги.
- Температурний діапазон роботи: від -10°C до +50°C.
- Ступінь захисту: IP20, IP21, IP55 (залежно від моделі).
- Вага і габарити: Залежать від потужності і моделі.

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

Технологічний індикатор – це показники, що оцінюють рівень розвитку та ефективності технологій у різних сферах. Вони охоплюють інноваційну активність (кількість патентів і нових продуктів), витрати на наукові дослідження і розробки, рівень технологічного оснащення (наявність сучасного обладнання та програмного забезпечення) та кількість наукових публікацій, що відображають науково-дослідницьку діяльність.

В якості вторинного показуючого приладу обираємо ТРМ-200 «AQteck». Структура індикатора ТРМ-200 за допомогою певних конфігурацій може бути змінена, для виконання завдань автоматизації:

- Вимірювання одного або двох параметрів.
- Система цифрової індикації технологічних параметрів.
- Дистанційний пристрій зв'язку з об'єктом і індикацією.
- Індикатор параметра передається по інтерфейсу.
- порівняння результату перетворення з уставками мінімум і максимум, і сигналізацію відхилень
- програмне калібрування каналу по зовнішньому зразковому джерелу аналогового сигналу;
- перетворювача вхідного сигналу з різними математичними функціями;
- масштабування шкали вимірюваного параметра; конфігурація логіки роботи вихідних дискретних пристроїв;
- ретрансмісії вхідного аналогового параметра на аналоговий вихід.

Параметри конфігурації індикатора ТРМ-200 зберігаються в незалежній пам'яті.

Індикатор ТРМ-200 може виготовлятися за індивідуальним технічним завданням для виконання конкретної технологічної задачі.

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



Рис. 13. Індикатор ТРМ-200

Технічний огляд пристрою має проводитися не менше одного разу на 6 місяців та складатися з виконання таких операцій:

- очищення корпусу пристрою та його клемників від пилу, бруду та сторонніх предметів;
- перевірку якості кріплення пристрою до щита керування;
- перевірку надійності підмикання зовнішніх зв'язків до клемників. Виявлені під час огляду недоліки слід негайно усунути.

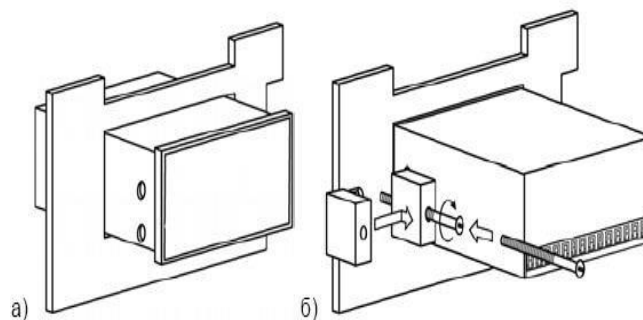


Рис. 14. Монтаж ОВЕН ТРМ200 щитового виконання

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРУ-15 призначений для перемикання ланцюгів управління виконавчими пристроями та механізмами, індикації режимів робіт, вимірювання та індикації одного технологічного параметра. Працює під управлінням сучасного, високоінтегрованого мікроконтролера RISC архітектури, виготовленого за високошвидкісною КМОП технологією з низьким енергоспоживанням.

Функціональні особливості:

- станція ручного керування імпульсним виконавчим механізмом, також є індикація режимів робіт;
- блок БРУ призначений для вимірювання вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень тощо), обробки, перетворення та відображення його поточного значення на вбудованому чотирирозрядному цифровому індикаторі, а також формування вихідних сигналів технологічної сигналізації - на передній панелі є індикатори для сигналізації технологічно небезпечних зон, сигнали перевищення (заниження) параметра, що вимірюється.

Блок ручного керування БРУ-15 розрахований на монтаж на вертикальній панелі електрощитів. БРУ-15 повинен встановлюватися у закритому вибухобезпечному та пожежобезпечному приміщенні. Використовуйте прилад при температурі та вологості, що відповідають вимогам та умовам експлуатації. Не захаращуйте простір навколо пристрою для нормального теплообміну. Відведіть достатньо місця для природної вентиляції пристрою. Не закривайте вентиляційні отвори на корпус пристрою.

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



Рис. 15. Габаритні розміри БРУ-15

При правильній експлуатації блок ручного керування БРУ-15 не потребує повсякденного обслуговування. Періодичність профілактичних оглядів та ремонтів блоку ручного управління БРУ-15 встановлюється залежно від виробничих умов, але не рідше двох разів на рік. При тривалих перервах у роботі рекомендується відключати блок ручного управління від електромережі. Під час профілактичних оглядів: перевіряти та чистити кабельні частини з'єднань (розтин блоку ручного управління БРУ-15 не допускається); клемно-блокові з'єднувачі, перевіряти міцність кріплення блоку, монтажних джгутів; перевіряти стан заземлювальних провідників у місцях з'єднань.

ПЛК Siemens S7-300 – це програмований логічний контролер, призначений для автоматизації промислових процесів. Він відомий своєю модульною конструкцією, що дозволяє гнучко налаштовувати систему під конкретні завдання, високою надійністю та широким спектром функціональних можливостей, включаючи підтримку різних комунікаційних протоколів. S7-300 часто використовується в складних автоматизаційних рішеннях завдяки своїй потужності, масштабованості та інтеграції з іншими системами Siemens.

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

SIMATIC S7-300 – універсальний модульний програмований контролер, для вирішення завдань автоматичного керування щодо низького та середнього ступеня складності. Основні особливості контролера:

- модульна конструкція, монтаж модулів на профільній шині (рейці);
- природне охолодження;
- застосування локального та розподіленого введення-виводу;
- можливості комунікацій мереж MPI, Profibus Industrial Ethernet/PROFINet, AS-i, BACnet, MODBUS TCP;
- підтримка лише на рівні операційної системи функцій, які забезпечують роботу у часі;
- підтримка лише на рівні операційної системи апаратних переривань;
- підтримка на рівні операційної системи обробки апаратних та програмних помилок;
- вільне нарощування можливостей під час модернізації системи;
- можливість використання розподілених структур вводу-виводу та просте включення до різних типів промислових мереж.

Програмовані контролери Siemens SIMATIC S7-300 мають модульну конструкцію та складаються з таких елементів:

- центральні процесори – модуль центрального процесора. Залежно від складності завдання у контролерах можуть бути використані різні типи центральних процесорів, які відрізняються продуктивністю, розміром пам'яті, наявністю або відсутністю вбудованих входів-виходів та типом вбудованих комунікаційних інтерфейсів тощо;
- блоки живлення, забезпечують живлення контролера від мережі змінного струму напругою 120/230 або від джерела постійного струму напругою 24/48/60/110 В;

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

- сигнальні модулі, призначені для введення та виведення дискретних або аналогових сигналів з різними електричними та часовими параметрами;
- комунікаційні модулі, забезпечують можливість підключення до мереж PROFIBUS, Industrial Ethernet, AS-Interface;
- функціональні модулі, можуть самостійно вирішувати завдання автоматичного регулювання, позиціонування, обробки сигналів;
- інтерфейсні модулі забезпечують можливість підключення до базового блоку стійок розширення вводу-виводу. Програмовані контролери Siemens SIMATIC S7-300 дозволяють використовувати у своєму складі до 32 сигнальних та функціональних модулів.



Рис. 16. ПЛК Siemens s7-300

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

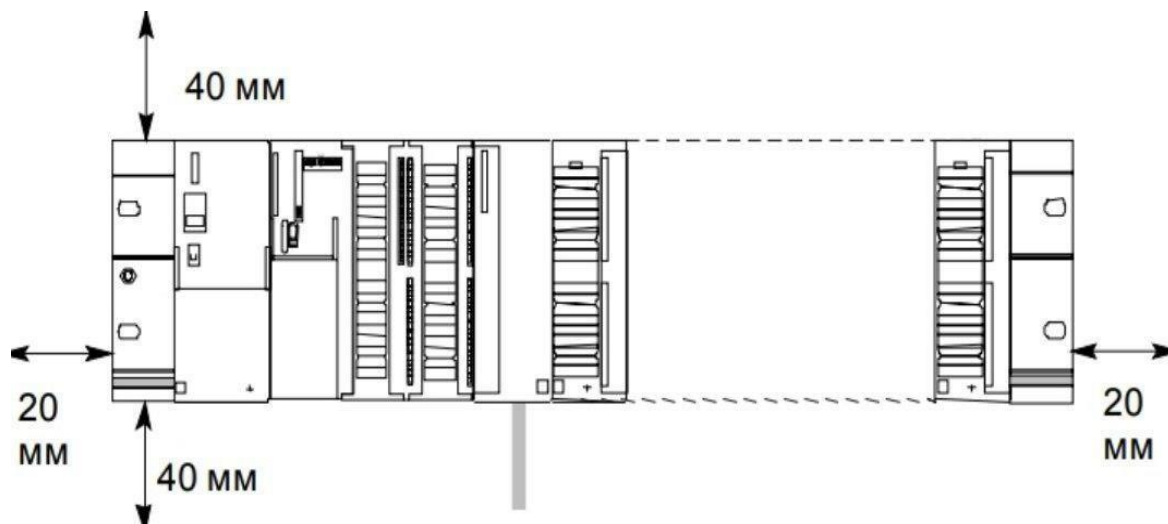


Рис. 17. Вільний простір, необхідний для монтажу S7-300

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

2.2. Схема автоматизації

Котельня є вибухонебезпечним приміщенням, тому у ній необхідно використовувати прилади та засоби автоматизації у вибухобезпечному виконанні.

Системою автоматизації передбачена реалізація наступних контурів автоматизації:

- контроль, реєстрація та сигналізація тиску в трубопроводі подачі газу;
- контроль, регулювання, сигналізація та ручне керування тиску в трубопроводі подачі газу до запальника;
- контроль та регулювання витрати мережевої води в трубопроводі з водогрійного котла;
- контроль, реєстрація та регулювання швидкості обертів на дутевому вентиляторі, та на вентиляторі первинного повітря;
- контроль та реєстрація температури в водогрійному котлі;
- контроль, регулювання та сигналізація температури у трубопроводі мережевої води з водогрійного котла;
- контроль, регулювання та сигналізація витрати мазути в трубопроводі подачі мазути до котла;
- контроль та сигналізація витрати газу в трубопроводі подачі газу.

Контур контролю, реєстрації та сигналізації тиску в трубопроводі подачі газу, реалізовано за рахунок того що, в трубопроводі подачі газу встановлений датчик тиску ОВЕН ПД 100 (поз. 1а) з якого сигнал прямує на індикатор ОВЕН ТРМ 200 (поз. 1б), котрий передає сигнал до контролера Siemens S7 - 300, з якого інформація передається на ЕОМ оператора, також з ПЛК за допомогою дискретного виходу, подається сигнал на сигнальну арматуру (поз. НЛ1).

Контур контролю, регулювання, сигналізації та ручного керування тиску в трубопроводі подачі газу до запальника, реалізовано наступним чином, в трубопроводі подачі газу до запальника встановлено датчик тиску ОВЕН ПД 100 (поз.2а), з якого уніфікований сигнал прямує на блок ручного керування БРУ-15

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

(поз. 2б), з нього сигнал прямує на контролер Siemens S7 - 300, котрий передає дані на ЕОМ оператора, також з ПЛК дискретний сигнал виходить на сигнальну арматуру (поз. НL2), і при відхиленні показань від заданих, сигнал поступає на пускач ПБР - 2М (поз. 2в), з якого сигнал поступає на механізм електричний однообертвий МЕО-100 (поз. 2г).

Контур контролю та регулювання витрати мережевої води, реалізовано наступним чинном, в трубопроводі мережевої води до водогрійного котла встановлено вихровий витратомір Siemens Sitrans FX330 (поз. 3а), з якого сигнал прямує на індикатор ОВЕН ТРМ 200 (поз. 3б), з якого сигнал поступає на контролер Siemens S7 -300, котрий передає дані на ЕОМ оператора, при відхиленні показань від заданих з ПЛК сигнал поступає на пускач ПБР - 2М(поз. 3в), з якого сигнал поступає на механізм електричний однообертвий МЕО - 100 (поз. 3г).

Контур контролю та реєстрації витрати мережевої води з водогрійного котла, реалізовано наступним чинном, в трубопроводі мережевої води з водогрійного котла встановлено вихровий витратомір Siemens Sitrans FX330 (поз. 4а), з якого сигнал прямує на індикатор ОВЕН ТРМ 200 (поз. 4б), з якого сигнал поступає на контролер Siemens S7 - 300, котрий передає дані на ЕОМ оператора.

Контур контролю та регулювання швидкості обертів на дутевому вентиляторі, вентиляторі первинного повітря та на димососі реалізовано таким чином. На електродвигуни дутевого вентилятора, вентилятора первинного повітря, димососа встановлено частотний перетворювач Siemens 312 (поз. 5а, 6а, 7а), з якого сигнали ідуть на ПЛК Siemens s7-300, який передає сигнал регулювання на частотні перетворювачі котрі регулюють швидкість обертів електродвигунів.

Контур контролю та реєстрації температури в водогрійному котлі, реалізовано наступним чинном, в водогрійному котлі встановлено термометр опору ОВЕН ДТС0144-50М.В3.120/0.2.ЕХІ-Т3 (поз. 8а), з нормувальним перетворювачем температури НТП - 2 (поз. 8б), з якого сигнал прямує на індикатор ОВЕН ТРМ 200 (поз. 8в), з нього сигнал поступає на контролер Siemens S7-300, котрий передає дані на ЕОМ оператора.

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

Контур контролю, регулювання та сигналізації температури у трубопроводі мережевої води з водогрійного котла, реалізовано наступним чинном, у трубопроводі мережевої води з водогрійного котла встановлено термометр опору ОВЕН ДТС0144-50М.В3.120/0.2.ЕХІ-Т3 (поз. 9а), з нормувальним перетворювачем температури НТП-2 (поз. 9б), з якого сигнал іде на індикатор ОВЕН ТРМ 200(поз. 9в), з нього сигнал прямує на контролер Siemens S7-300, котрий передає дані на ЕОМ оператора, з ПЛК дискретний сигнал виходить на сигнальну арматуру (поз. НЛ3), при відхиленні показань від заданих, з ПЛК сигнал прямує на пускач ПБР - 2М (поз.9г), з якого сигнал поступає на механізм електричний однообертвий МЕО-100(поз. 9д).

Контур контролю, регулювання та сигналізації витрати мазути в трубопроводі подачі мазути до котла, реалізовано наступним чинном, у трубопроводі подачі мазути встановлено вихровий витратомір Siemens Sitrans FX330 (поз. 10а), з якого сигнал прямує на індикатор ОВЕН ТРМ 200 (поз. 10б), з нього сигнал прямує на контролер Siemens S7-300, котрий передає дані на ЕОМ оператора, з ПЛК дискретний сигнал виходить на сигнальну арматуру (поз. НЛ4), при відхиленні показань від заданих, з ПЛК сигнал прямує на пускач ПБР - 2М (поз. 10в), з якого сигнал поступає на механізм електричний однообертвий МЕО-100(поз. 10г).

Контур контролю та сигналізації витрати газу в трубопроводі подачі газу до водогрійного котла, реалізовано наступним чинном, у трубопроводі подачі газу встановлено вихровий витратомір Siemens Sitrans FX330 (поз. 11а), з якого сигнал прямує на індикатор ОВЕН ТРМ 200 (поз. 11б),), з нього сигнал прямує на контролер Siemens S7-300, котрий передає дані на ЕОМ оператора, з ПЛК дискретний сигнал виходить на сигнальну арматуру (поз. НЛ5).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація засобів автоматизації

№ п/п	№поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика	Тип марка	К-ст ь	Виробник
1	2	3	4		5	6
1	1а,2а	По місцю	Датчик тиску ОВЕН Пд-100, з уніфікованим вихідним сигналом 4...20мА, напруга живлення 24В DC, діапазон вимірювання 0,1...2,5 мПа	Пд-100	2	ОВЕН
2	1б,3б,4б,8в,9в,10б,11б	На щиті	Індикатор ТРМ-200, живлення 90...245В AC, кількість каналів 2, швидкодія 1с	ТРМ-200	7	ОВЕН
3	2б	На щиті	Блок ручного керування БРУ-15, живлення 220В AC, перетворює аналоговий сигнал постійного струму 4...20мА в уніфікований пневматичний сигнал 20...100 КПа	БРУ-15	1	Мікрол
4	2в,3в,9г,10в	На щиті	Пускач ПБР-2м, вхідний сигнал 24В DC, живлення 220В AC, швидкодія 25мс, потужність 7Вт	ПБР-2м	4	Метролог
5	2г,3г,9д,10г	По місцю	Механізм електричний однообертовий МЕО-100, живлення 220В AC	МЕО-100	4	Elkom

Продовження таблиці 2.1

6	3а,4а,10а, 11а	По місцю	Витратомір Siemens sitrans FX330, з уніфікованим вихідним сигналом 4...20мА, напруга 24В DC, діапазон вимірювання 0...100%	Sieme ns sitrans FX33 0	4	Siemens
7	5а,6а,7а	По місцю	Частотний перетворювач Siemens-312, живлення 380 В АС, потужність двигуна 1,5кВт	Sieme ns-312	3	Siemens
8	8а,9а	По місцю	Термометр опору ОВЕН ДТС0144, живлення 24В DC, діапазон вимірювання - 50...+500°С	ДТС0 144	2	ОВЕН
9	8б,9б	По місцю	Перетворювач НПТ-2, живлення 24В DC, перетворення значень температури в аналоговий сигнал постійного струму 4...20 мА	НПТ- 2	2	ОВЕН

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

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Відповідно до технічного завдання та з урахуванням вибраних технічних засобів автоматизації був скомпонований наступний мікропроцесорний контролер.

Таблиця 3.1. Вибрані модулі для ПЛК

Позначення модуля	К-сть	Найменування модуля	Характеристика модуля
6ES7390-1AF30-0AA0	1	Шасі	12 місць
PS307	1	Модуль живлення	120...230VAC, 20Вт
6ES7317-2EK14-0AB0	1	Центральний процесор	центральний процесор з 1 МБ робочої пам'яті,
6es7331-1kf02-0ab0	2	Модуль аналогового вводу	На 8 каналів
6ES7322-1BF01-0AA0	1	Модуль дискретного виводу	На 16 каналів
6ES7332-5NB01-0AB0	2	Модуль виходу аналогових сигналів	На 4 канали

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гуйва О.В.			<i>Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Полупан В.В.					39	5
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2СК</i>		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Аналогові входи. Струмові сигнали у діапазоні 4-20 мА, що надходять від датчиків температури, рівня та тиску, подаються на модуль аналогових входів 6ES7331-1KF02-0AB0. Отримані від датчиків дані використовуються ПЛК для формування керуючих сигналів.

Аналогові виходи. Сформовані керуючі сигнали передаються на модуль аналогових виходів 6ES7332-5NB01-0AB0, де вони перетворюються у сигнали 4-20 мА. Ці сигнали керування поступають до електропневматичних перетворювачів, які здійснюють керування пневматичними клапанами.

Дискретні виходи. Застосовуються для підключення сигналізації до ПЛК.

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

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Принципова електрична схема автоматичного керування включає:

- QF1-QF27- автоматичні вимикачі із захистом по струму, використовуються для подачі живлення на датчики, блоки живлення, виконавчі механізми, пускачі;
- Блоки живлення: G1-G9 – використовуються для перетворення змінного струму 22В, в постійний струм живлення 24В, для живлення датчиків витрати, тиску та перетворювачів опору.
- 800-850: провідники з змінним струмом;
- 806,807, 810, 811,816,817,822,823, 833,834, 839,840, 843, 844, 846, 847,
- 849, 850: провідники з постійним струмом;
- 101-130: провідники з вимірювальним сигналом від датчиків.

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

3.3 Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання витрати води в трубопроводі

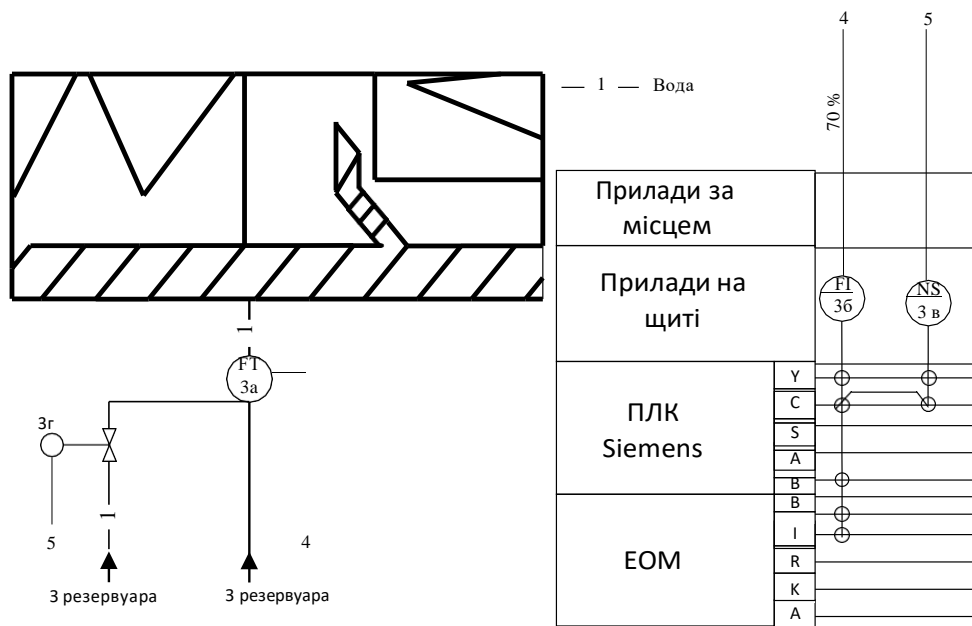


Рис. 18 Фрагмент схеми автоматизації контуру регулювання витрати в трубопроводі води.

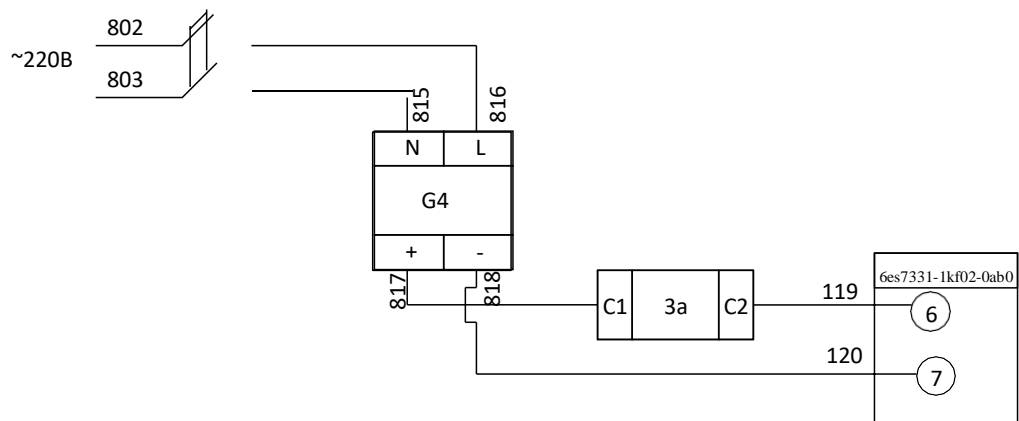


Рис. 19. Принципова розширена схема підключення датчика витрати

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

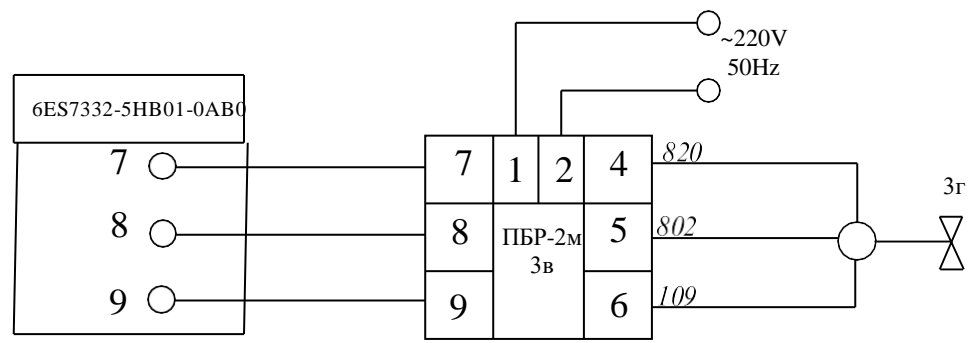


Рис. 20. Принципова розширена схема підключення ПБР-2м

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

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Монтаж приладів і засобів автоматизації є найбільш складним видом монтажних робіт, що включають в себе слюсарні, електромонтажні, зварювальні та різні види повірочних та випробувальних робіт.

При монтажі приладів і засобів автоматизації, а також щитів зі встановленими на них приладами і апаратурою (при повнозбірному монтажі) у виробничих і щитових приміщеннях повинна підтримуватися температура повітря не нижче 5°C, якщо монтажно-експлуатаційними інструкціями на прилади не вказана інша нижня межа температури.

До початку монтажу систем автоматизації працівники ділянки підготовки виробництва монтажного управління розробляють проєкт виробництва робіт, який разом з робочими кресленнями є основною технічною документацією для виконання робіт по монтажу приладів і систем автоматизації.

При проєктуванні системи автоматизації використані сучасні засоби автоматизації, опис і обґрунтування вибору яких наведено нижче.

Вироби ОВЕН ПД100 забезпечують безперервне перетворення вимірюваного тиску нейтральних і неагресивних середовищ в уніфікований струмовий вихідний сигнал 4- 20 мА і цифровий сигнал стандарту HART або у вихідний цифровий сигнал стандарту RS485.

Основні характеристики загальнопромислового перетворювача ОВЕН ПД100:

- вимірювання надлишкового тиску нейтральних до нержавіючої сталі AISI 316L (AISI 304S) середовищ (гази, пар, вода,);
- основна приведена похибка – 0,5; 1,0%;
- перетворення тиску в уніфікований сигнал постійного струму 4...20 мА;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гуйва О.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Полупан В.В.</i>					44	3
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2СК</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

- верхня межа вимірюваного тиску – від 16 кПа до 25 Мпа;
- перевантажувальна здатність – не менше 200% ВПІ;
- ступінь захисту корпусу і перетворювача – IP65;

Монтаж перетворювача слід виконувати у відповідні трубки чи бобишки. Ущільнення між штуцером та гніздом виконувати за допомогою прокладки з комплекту постачання перетворювача.

Відбірні пристрої для встановлення перетворювачів бажано монтувати на прямолінійних ділянках, на максимально можливому віддаленні від насосів, запірних пристроїв, колін, компенсаторів та інших гідравлічних пристроїв.

Сполучні лінії повинні мати односторонній ухил (не менше 1:10) від місця відбору тиску вгору до перетворювача, якщо вимірюване середовище – газ або пара, і вниз до перетворювача, якщо вимірюване середовище рідина. Якщо це неможливо, при вимірювання тиску газу в нижніх точках сполучних ліній слід встановлювати відстійні судини, а при вимірі тиску рідини у найвищих точках газозбірники

Перед встановленням перетворювача необхідно переконатися, що робочий діапазон тисків на технологічному об'єкті знаходиться всередині діапазону виміру перетворювача. Недотримання цієї вказівки може призвести до пошкодження або поломки обладнання.

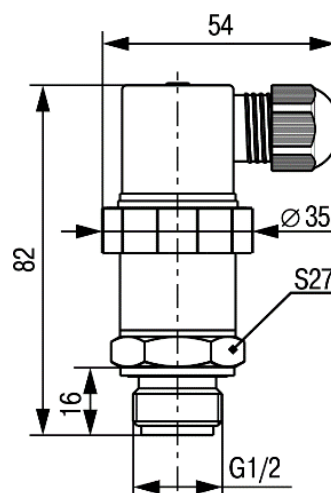


Рис. 21. Габаритні розміри датчику тиску ОВЕН ПД-100

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

Для налаштування перетворювача ОВЕН ПД-100 з інтерфейсом HART або RS-485 необхідно використовувати персональний комп'ютер із встановленим конфігуратором. Для забезпечення зв'язку між перетворювачем і ПК по HART-протоколу необхідно використовувати HART-модем. Перетворювач з індикацією також можна налаштувати за допомогою вбудованої 3-х кнопкової клавіатури, розташованої на передній панелі обчислювального блоку.

Перетворювачі з вбудованою індикацією та клавіатурою надають можливість здійснити калібрування «нуля». Операція налаштування «нуля» виконується при тиску на вході в перетворювач, що дорівнює нулю (або нижньому граничному значенню) і дозволяє компенсувати вплив монтажного положення на об'єкті або виключити вплив робочого надлишкового (статичного) тиску на вихідний сигнал при експлуатації перетворювачів

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

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

Завданням для програмування МПК є реалізація алгоритму керування вибраною технологічною ділянкою. Програмування виконується однією або декількома стандартизованими мовами програмування.

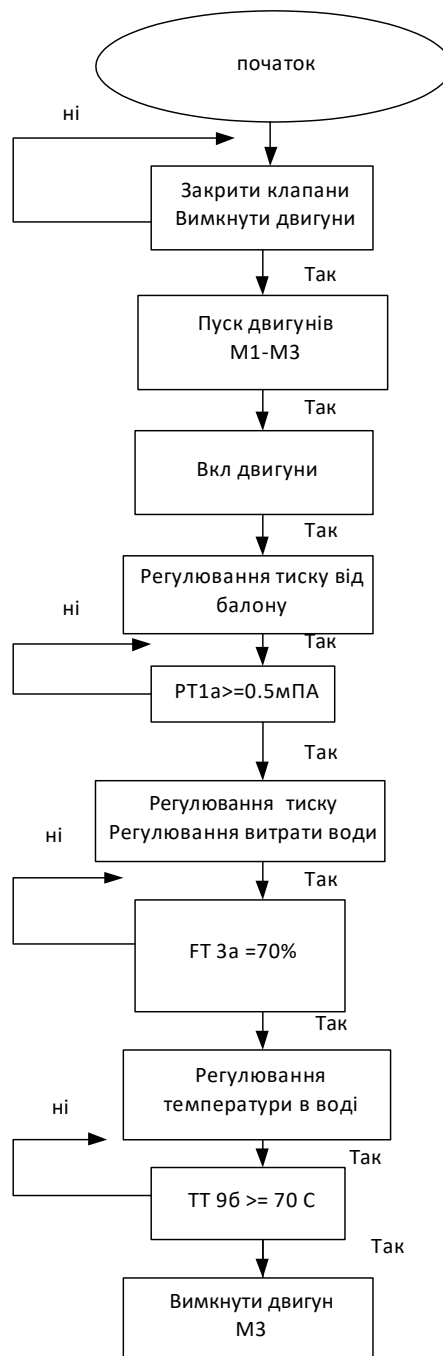
Для програмування і конфігурації програмованих логічних контролерів (ПЛК) Siemens S7-300 використовується програмне забезпечення SIMATIC STEP 7. Це потужне і гнучке середовище для розробки, яке дозволяє виконувати наступні функції:

- Програмування: Підтримує мови програмування, такі як Ladder Logic (LAD), Function Block Diagram (FBD), Statement List (STL), і Structured Control Language (SCL).
- Налагодження: Дозволяє тестувати і налагоджувати програму безпосередньо на ПЛК, виявляти і виправляти помилки.
- Конфігурація апаратного забезпечення: Дає змогу налаштувати і конфігурувати модулі входів/виходів, комунікаційні модулі та інші пристрої, що підключені до ПЛК.
- Моніторинг і діагностика: Забезпечує інструменти для моніторингу роботи системи в режимі реального часу, а також діагностику і обслуговування обладнання.
- Інтеграція з іншими системами: Підтримує інтеграцію з SCADA-системами, базами даних та іншими програмними платформами для побудови комплексних автоматизованих систем управління.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Гуйва О.В.</i>			<i>Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Керівник</i>		<i>Полупан В.В.</i>					47	4
<i>Зав. каф.</i>		<i>Смітюх Я.В.</i>				<i>НУХТ АК-4-2СК</i>		
<i>Секр. ЕК</i>		<i>Проскурка Є.С.</i>						

- Бібліотеки і шаблони: Містить готові бібліотеки функцій і шаблони, що полегшують розробку типових рішень і прискорюють процес програмування.

Зокрема, останні версії STEP 7 входять до складу середовища TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal), яке надає розширені можливості для інтеграції і управління всіма аспектами автоматизованих систем на єдиній платформі.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

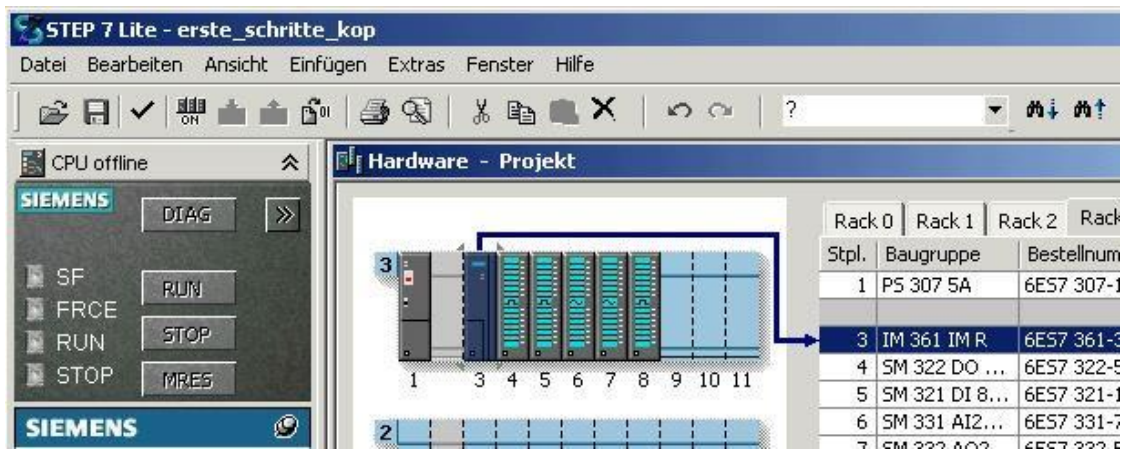


Рис. 22. Середовище програмування SIMATIC STEP7

STEP 7 містить майже весь спектр інструментальних засобів, потрібних для виконання різних етапів розробки проекту, а також подальшого використання системи управління:

- Simatic Manager - ядро пакета STEP 7, що дозволяє реалізовувати управління всіма вказаними складовими частинами проекту, контроль для здійснення швидкого пошуку потрібних компонентів, робити запуск необхідних інструментальних засобів;
- Symbol Editor - програма яка задає символічні імена, потрібні типи даних, введення коментарів для більш важливих глобальних змінних;
- Hardware Configuration – слугує для програмного конфігурування апаратури налаштування параметрів всіх модулів системи автоматизації;
- System diagnosis - надає користувачеві огляд стану контролера;
- Information functions - для зручного та швидкого огляду даних CPU і поведінки внесеної користувачем програми.

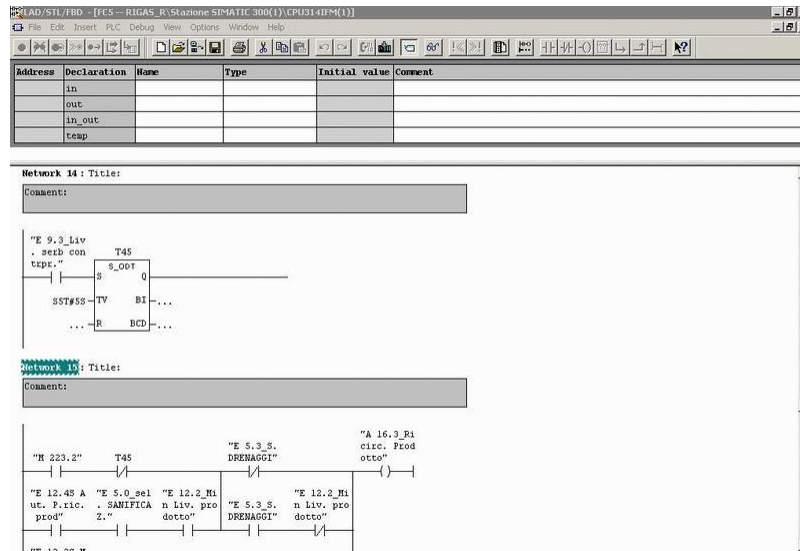


Рис. 23. Частина програми реалізована в даній системі

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Системи диспетчеризації, управління та збору даних – SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) є основним і найбільш перспективним методом автоматизованого управління складними системами та процесами.

Тільки використання SCADA-системи дозволить здійснювати ефективне управління автоматизованими системи в промисловості та енергетиці, транспорті, машинобудуванні, водопостачанні та водоочищенні.

Основні функції SCADA-системи:

- збір, обробка і передача даних;
- відображення даних в графічному та цифровому вигляді (візуалізація);
- архівування (бази даних, паспортизація обладнання, бібліотека);
- оперативне інформування персоналу (події та тривоги);
- аналіз, планування, формування звітів.

SCADA Trace Mode – програмна система для управління технологічним процесом будь-якого промислового і господарського об'єктів.

SCADA Trace Mode – модульний продукт. Кожен модуль володіє унікальними характеристиками і застосовується в залежності від свого функціонального призначення:

- інструментальна система – середовище розробки проекту;
- виконавчі модулі «Монітор реального часу» - HMI модулі для запуску і роботи проекту в режимі реального часу з різними функціями - OPC-сервер для зв'язку з іншими SCADA;

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гуйва О.В.			Розробка системи автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Полупан В.В.					51	3
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2СК		
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.						

Перелік вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA

Таблиця 6.1 Налаштування аналогових змін

Ім'я змінної	Налаштування						
	Період опитування	Перетворення		Аварійні мережі			
		Контрольні одиниці	Фізичні одиниці	Аварійний min	Перед-аварійний min	Перед-аварійний max	Аварійний max
Тиск в трубопроводі від балону з газом	2с	0-10000	0-0,5 мПа	900 кПа	0,1 мПа	0,54 мПа	0,6 мПа
Тиск в трубопроводі від балону з газом	2с	0-10000	0-0,5 мПа	900 кПа	0,1 мПа	0,54 мПа	0,6 мПа
Витрата води з резервуару	2с	0-10000	0-75%	30%	50 %	80%	90%
Витрата г. води до резервуару	2с	0-10000	0-75%	30%	50 %	80%	90%
Температура котла	2с	0-10000	0-50°C	30°C	35°C	60°C	70°C
Температура г. води до резервуару	2с	0-10000	0-70°C	40°C	50°C	80°C	90°C
Витрата мазути	2с	0-10000	0-60%	30%	40 %	80%	90%

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Дисплейна мнемосхема водогрійного котла дозволяє оператору контролювати проходження технологічного процесу, спостерігати за зміною технологічних параметрів і за необхідності корегувати управляючі дії, відносно клапанів та насосів

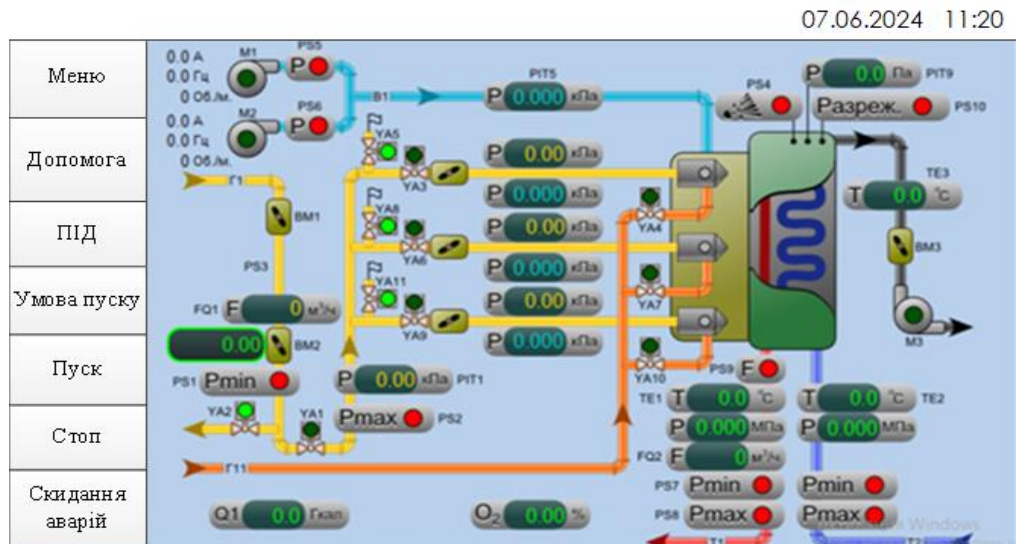


Рис. 24. Мнемосхема водогрійного котла

Висновок

У ході виконання кваліфікаційної роботи розроблена система автоматизації водогрійного котлоагрегату КВГМ-100.

В даній роботі була розроблена схема автоматизації, яка дозволяє підвищити продуктивність роботи котла, покращити якість вихідної продукції, зменшити кількість роботи для персоналу та полегшити роботу обслуговуючого персоналу.

Схеми виконані на сучасних засобах автоматизації, з використанням мікропроцесорної техніки, що дозволило зменшити кількість приладів для реалізації управління та зменшити місце для монтажу в щиті. Схеми автоматизованого технологічного процесу має істотні переваги перед неавтоматизованою, так як поліпшується контроль за процесом.

Проведений аналіз сучасних технічних засобів автоматики і в результаті виконаний підбір, описана конструкція і принцип дії датчиків для контролю і регулювання параметра.

Внаслідок впровадження АСУ ТП зменшено кількість аварійних випадків на виробництві, за допомогою контролю за технологічним об'єктом було зменшено витрату енергоносіїв, газу, котрі в собівартості продукту відіграють значну роль і впливають на прибуток від продукту.

Виходячи з виконаної роботи, можна зробити висновок, що автоматизація будь якого зв'язку збільшує суму прибутку, зменшує витрати і підвищує якість.

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

Список використаної літератури

1. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: навч. посібник / В.Г. Трегуб.– К.: Ліра-К, 2014.
2. Нестеров А.Л. Проектування АСУТП. Книга 1 / А.Л. Нестеров // СПб.:Видавництво ДЕАН. – 2006. – 844 с.
3. Нестеров А.Л. Проектування АСУТП. Книга 2 / А.Л. Нестеров // СПб.: Видавництво ДЕАН. – 2009. – 944 с.
4. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навчальний посібник / І.В. Ельперін //К.: НУХТ. – 2003. – 320 с.
5. 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
6. Іванов, А.А. Автоматизація технол. відс. і произв.: Навчальний посібник/А.А. Іванов. - М: Форум, 2018. - 272 с.
7. Селевцов Л.І. Автоматизація технологічних процесів: підручник для студ. установ середн. проф. освіти/Л.І. Селевцов, А.Л. Селевцов – 3-тє вид., стер – М.: Видавничий центр Академія», 2014. – 352 с.
8. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.1 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2004. – 184 с.
9. Ладанюк А.П. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія автоматичного керування», ч.2 / А.П. Ладанюк. – К.: НУХТ, 2005. – 115 с.
10. Гончаренко Б.М. Цифрові системи керування: навчальний посібник / Б.М. Гончаренко, О.П. Лобок, А.П. Ладанюк. – Вінниця: Нова книга, 2007.– 160 с.
11. Відомості про створення SCADA - Ляшенко С. А. Создание человеко-машинного интерфейса / С. А. Ляшенко, А. М. Фесенко, А. С. Ляшенко, Ю. Е. Ромашевская //Интеллектуальні системи прийняття рішень і проблеми обчислювального інтелекту: матеріали міжнародної наукової конференції. – Том 2. – Херсон: ХНТУ, 2011. – С. 55-60.
12. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології: курс лекцій для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

інтегровані технології» денної та заочної форм навчання. / О.М. Пупена. – К.: НУХТ, 2011. – 67 с.

13. 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.

14. Інструкція з експлуатації датчика тиску ОВЕН ПД 100: веб-сайт. URL:<https://owen.ua/ua/datchyky/pd100i-111-171-181-exi-datchyk-tysku-u-vubuzahyshchenomu-vukonanni>. (дата звернення: 06.05.2024).

15. Інструкція з експлуатації пускача ПБР-2М: веб-сайт. URL: <https://docplayer.com/36755884-Puskatel-beskontaktnyy-reversivnyy-pbr-2m-tehnicheskoe-opisanie-i-instrukciya-po-ekspluatacii-3yaa-to.html>.(дата звернення: 08.05.2024).

16. Інструкція з експлуатації ОВЕН ТРМ 200: веб-сайт. URL: <https://owen.ua/ru/izmeriteli-regulatory/izmeritel-dvuhkanalnyj-s-rs-485-oven-trm200>. (дата звернення: 08.05.2024).

17. SIEMENS Simatic програмований контролер S7-300 Обладнання та монтаж: веб-сайт. URL: https://www.siemens-pro.ru/docs/simatic/s7-300/S7-300_Installation_r.pdf (дата звернення: 03.05.2024).

18. Інструкція з експлуатації витратоміра SITRANS FX 330 : веб-сайт. URL:<https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:22c18854-b10c-4cf9-9fa8-b868fe2d22e6/fi01-fx330-ua.pdf> (дата звернення: 11.05.2024).

19. Інструкція з експлуатації виконавчого механізму МЭО 100: веб-сайт. URL:<http://www.ukrgazavt.com.ua/products/mexanizmisspolnitelnyj-elektricheskij-odnooborotnyj-meo-100/> (дата звернення: 08.05.2024).

20. Монтаж водогрійного котла КВ, КВР коротке керівництво : веб-сайт. URL: <https://kotel-kv.ru/montazh-vodogrejnogo-kotla.html> (дата звернення: 21.05.2024).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Інструкція з експлуатації блока ручного керування БРУ-15 : веб-сайт.
URL: <https://rusinterprom.com/files/share/attach/rukovodstvo-po-ekspluatacii-bloka-bru-15.pdf> (дата звернення: 15.05.2024).

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