МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Факультет *Автоматизації і комп'ютерних систем*
Кафедра *Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління*

«До захисту в ЕК»	**«До захисту допущено»**
Декан факультету	Завідувач кафедри
_____ _*Андрій Форсюк*_	_____ _*Ярослав Смітюх*_
(підпис) (ім'я та прізвище)	(підпис) (ім'я та прізвище)
«*05*» *червня* 2023 р.	«*05*» *червня* 2023 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 парового котла Е2.5-0.9ГМ*

Виконав: здобувач _4_ курсу, групи _АК-4-2ск_

_____Рощина Михайло В'ячеславович_____ _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник ___Кишенько Василь Дмитрович_____ _____
(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 _Мошенський А.О._ _____
(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 – 2023 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

_____Я.В.Смітюх

«*03*» квітня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Рощині Михайлу В'ячеславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ

керівник роботи професор, кандидат технічних наук Кишенько Василь Дмитрович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від *«03» квітня 2023 р. № 204-кс*

2. Строк подання здобувачем роботи *«05» червня 2023 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. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проєктне 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 *03 квітня 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*	*4 тиждень*	
7	*Підготовка матеріалів до захисту*	*5 тиждень*	
8	*Захист кваліфікаційної роботи*	*6 тиждень*	

Здобувач Рощина М.В. _____
(підпис)

Керівник роботи Кишенько В.Д. _____
(підпис)

Анотація

В кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ.

Автоматизація парового котла розроблялась з використанням промислового логічного контролера (ПЛК) Schneider Electric M340.

Розглянуто принцип монтажу технічного засобу автоматизації - датчика тиску KOBOLD SEN-3376.

Розроблено програму для управління процесами, які відбуваються при роботі парового котла. Програма розроблена для ПЛК Schneider Electric M340. Інтерфейс SCADA-програма технологічного процесу розроблено в програмному забезпечені Citect SCADA 2018 R2, вигляд дисплейної мнемосхеми представлено в записці.

Ключові слова: котел, пара, M340, KOBOLD SEN-3376.

Annotation

The qualification work deals with the development of a steam boiler automation system E2.5-0.9GM.

The automation of the steam boiler was developed using the industrial logic controller (PLC) Schneider Electric M340.

The principle of installation of the technical means of automation - the pressure sensor KOBOLD SEN-3376 - is considered.

A program for controlling the processes that occur during the operation of a steam boiler has been developed. The program is developed for the PLC Schneider Electric M340. The SCADA interface of the technological process program was developed in the Citect SCADA 2018 R2 software, the view of the display mnemonic is presented in the note.

Keywords: boiler, steam, M340, KOBOLD SEN-3376.

Зміст

Вступ 7

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації. 8

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації. 8

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 18

Розділ 2. Система автоматизації 21

2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання,виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО) 21

2.2. Схема автоматизації 39

2.3. Специфікація засобів автоматизації 41

Розділ 3. Проєктне компонування промислового логічного контролера(ПЛК) та схеми підключення 43

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) 43

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК 45

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуруКонтур регулювання подачі води в барабан котла 46

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу 49

Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК) 53

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога 58

6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI 58

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора 60

Висновок 61

Список використаної літератури 62

Вступ

Котел паровий Е-2,5-0,9ГМ(Е) належить до типу вертикально водотрубних двобарабанних котлів із природною циркуляцією. Котел паровий розрахований для роботи на мазуті, дизпаливі та природному газі.

Котел паровий Е-2,5-0,9ГМ(Е) призначається для вироблення насиченої пари робочим тиском 0,8 МПа для споживання підприємствами промисловості, транспорту і сільського господарства для виробничих та опалювальних потреб.

Конструкція трубної системи котла витримує короткочасний тиск у топці до 3000 Па і розрідження в топці до 400 Па. За стійкості та впливу температури й вологості навколишнього повітря паровий котел виготовляється в кліматичному виконанні УХЛ категорії розміщення 4 за ГОСТ 15150. Конструкція котла забезпечує сейсмостійкість 6 балів за шкалою MSK-64.

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1 Технологічний опис об'єкта автоматизації.

1.1.1 Порядок встановлення (монтажу)

1.1.1.1 Монтаж котла парового проводиться згідно з проектною документації на його встановлення в котельні.

1.1.1.2 Розвантаження і транспортування котла парового до місця встановлення слід проводити обережно, щоб не пошкодити котел і

встановлення слід проводити обережно, щоб не пошкодити котел і допоміжне обладнання.

допоміжне обладнання. Під час установлення і монтажу котла парового прилади системи автоматики слід захищати від ударів, потрапляння вологи, фарби.

1.1.1.3 Після розпакування котла провести перевірку наявності всього обладнання за комплектністю заводу-виробника. Після перевірки складається акт технічного приймання котла.

1.1.1.4 Котел встановлюється санчатами на бетонний майданчик без кріплення фундаментними болтами. Встановлення котла перевіряється за рівнем. Монтажні роботи проводяться відповідно до документації заводу-виробника і проектом з обов'язковою технічною ревізією

обладнання перед монтажем.

Електромонтаж, заземлення котла і допоміжного обладнання

проводиться відповідно до вимог ПУЕ, ПТЕ, технічної

документації, що поставляється з котлом.

1.1.1.5 Живильні насоси змонтовані на рамі котла. При

підключення всмоктувального трубопроводу необхідно стежити, щоб він

був ретельно очищений від бруду, піску, окалини. Підсмоктування повітря не

допускається. Підключення трубопроводів проводиться так, щоб їх

зусилля від деформації не передавалися на насос. Всмоктувальний трубопровід

виконувати по можливості коротким.

1.1.1.6 Котел забезпечується димососом. Під час монтажу провести перевірку

на відсутність стуків і вібрації.

1.1.1.7 Комплект засобів керування поставляється двома блоками,

які встановлюються згідно з проектом котельні. Електромонтаж

системи керування виконується згідно зі схемою електричних

з'єднань, що поставляється з котлом.

1.1.1.8 Встановлення рівнемірної колонки виконується під час монтажу

котла.

1.1.1.9 Після закінчення монтажу слід скласти акт про відповідність

проведеного монтажу проектній документації, після чого дозволяється приступити до пуску і налагодження котла парового.

Підготовка котла до роботи.

1.1.1. Пуск і наладку повинна проводити спеціалізована налагоджувальна організація. По закінченню наладки адміністрація підприємства повинна отримати від налагоджувальної організації режимну карту і технічний звіт

про наладку котла.

1.1.2. Луження котла проводиться для очищення внутрішніх поверхонь котла від можливих забруднень, а також для створення на поверхнях металу захистної плінки.

1.1.3. Тривалість луження і наявність реагентів залежить від степені і характера забруднення.

1.1.4. Луження проводить пуско-налагоджувальна організація по розработаній програмі.

1.1.5. Випробування котла на парову лужність проводиться з метою виявлення витоку пари і води, які можуть з’явитись внаслідок теплових розширень і деформацій. Випробування на парову лужність можно виконати в кінці луження без попередньої зупинки котла для промивання поверхонь нагріву, якщо з моменту виготовлення не пройшло більше 12

місяців і при внутрішньому огляді не виявлено видимого шару ржавчини або маються окремі їх кріплення.

1.1.6. Перед розтопкою котла необхідно провести огляд котла і допоміжного обладнання:

- витрати, перевірити справність живильних насосів їх приводів і на-явності необхідного тиску в живильній лінії;
- перевірити стан топки і допоміжного обладнання;

- прибрати по сторонні предмети і мусор в топці, газоходах, робочому місці обслуговуючого персоналу;

- перевірити справність арматури котла:

1) парозапорного вентиля;

2) вентиля подачі живильної води;

3) клапанів;

4) іншої арматури;

1.1.7. Провести заповнення котла водою, переконавшись, що паровий простір котла повідомлено через трьох ходовий кран з атмосферою(температура живильної води має бути не нижче +-5 С).

1.1.8. Тривалість заповнення котла водою і її температура повинні бути указані в розпорядженні на розпалювання записаному в змінному журналі обличчям, відповідним за справний стан і безпечну експлуатацію котла.

1.1.9. Заповнення котла проводити до низького регулюючого рівня. Під час заповнення котла перевірити щільність продувної арматури котла.

Пуск котла

1.2.1. Безпечний час розпалювання для данного типа котлів складає 45 хвилин

1.2.2. Розтопку котла, контролером Modicon M340 проводити в наступному порядку:

1) Відкрити вентиль подачі живильної води на вході живильного насосу і на лінії від насоса до котла;

2) Відкрити газові крани перед відсічними клапанами горілки;

3) Подати напругу на контролер Modicon M340;

4) Почнеться автоматичне виконання алгоритму

1.2.3. Розтопку котла, працюючого на мазуті, проводиться в наступному порядку:

- відкрити арматуру на лініях подачі і повернення мазута;

- відкрити кран на лінії подачі газа до запальника, переконавшись в відповідності тиску газа потрібного (по інструкції на ЗЗУ),

- переконавшись в відповідності температури мазута, увімкнути контроллер, після чого всі операції по запуску виконуються автоматично.

1.2.4. Включення котла в паропровід повинно проводитись повільно, після ретельного прогріву і продувки паропровода. При прогріві необхідно слідкувати за справністю паропроводу компенсаторів, опор і підвісок, а також за рівномірними розширеннями паропроводу. При появі вібрації або різких ударів необхідно призупинити прогрів до усунення дефектів.

1.2.5. При початковому розпалі котла, також не рідше одного разу в місяць в процесі експлуатації необхідно перевірити спрацьовування захисту котла по аварійним параметрам. Крім цього, в залежності від режима експлуатації котла порядок перевірки захисту повинен бути уточнений в виробничій інструкції адміністрацією котельної.

1.2.6. При включенні котла в паропровід тиск в котлі повинний бути рівним або декілька нижче 0,05 МПа.

Робота котла

1.3.1 При прийомі зміни оператор забов'язаний прийняти котел від попередньої зміни, особисто оглянути і перевірити його справність. Перевірити справність контролерів, клапанів, живильних насосів.

1.3.2. Виявлені в процесі роботи обладнання несправності повинні записуватись в змінному журналі. Якщо несправність усунути неможливо, то необхідно про це повідомити начальнику котельної або обличчю, відповідальному за безпечну експлуатацію котлів.

1.3.3. Належну увагу під час роботи котла парового необхідно звертати:

- на рівень води в котлі і кількість води в живильному блоку;

- на підтримку в котлі заданого тиску пару, яке не повинно бути вище О,8 МПа

- на стійкість горіння, яке повинно проходити без пульсацій, хлопків, відриву факелу і задимлення;

1.3.4. Перевірку клапанів проводити не ріже одного разу в зміну. Робота котла з несправними і невідрегульованими клапанами забороняється.

1.3.5. Періодичну продувку котла необхідно проводити в терміни, установлені адміністрацією котельної на основаній рекомендації налагоджувальної організації по веденню водно-хімічного режиму котла, але не рідше одного разу в зміну.

1.3.6. Забороняється проводити продувку при несправній продувочній арматурі, відкривати і закривати продув, арматуру ударами молотка або іншими предметами, також при допомозі подовжених ричагів.

1.3.7. При кипінні води в котлі, що виявляється різким коливанням рівня, частим включенням і відключенням живильних насосів, може також супроводжуватись “кидками “ води і піни в паропровід, гідравлічними ударами і пробиванням прокладок у фланцях, необхідно:

- припинити подачу палива, зупинити вентилятор і димосос;

- відкрити продувку котла;

-відібрати пробу котлової води і далі діяти по указу старшого по зміні;
Вспінення може відбуватися при:

- різкому збільшенні розходу пару і зниженню тиска в котлі;

- підвищенні соле складу або лужності котлової води;

1.3.8. В зв’язку з тим, що луження назавжди забезпечує певну чистоту поверхонь нагріву котла, необхідно в терміні першого місяця експлуатації вести підвищену продувку котла для видалення забруднень.

1.3.9. При експлуатації котла парового, також після ремонту або під наладки датчиків системи управління, необхідно проводити перевірку захисту.

Зупинка котла парового.

1.4.1. При зупинці котла необхідно:

1) Виконати зупинку контролера.
2) Закрити паливні крани;

3) В залежності від мети і протікання зупинки, провести відповідні операції, передбачені інструкцією підприємства, експлуатуючого котла.

1.4.2. Обслуговуючий персонал забов'язаний в аварійних ситуаціях одразу зупинити котел і повідомити про це начальнику котельної або обличчю, яке заміняє його, в частості якщо:

1) Знайдена несправність запобіжного клапану;

2) Тиск піднявся вище допущеного більше чим на 10% і продовжує рости, не дивлячись на зупинку подачі палива і усунення живлення котла водою.

3) Пройшов витік води із котла. Підпитка котла водою при цьому категорично забороняється.

4) Рівень води знижується, не дивлячись на усунене живлення котла водою.

5) Рівень води піднявся вище вищого допустимого рівня і продувки котла не вдається знизити його;

6) Перестав діяти живильний насос;

7) В основних елементах котла знаходяться тріщини, випучини, порушення цілісності зварних швів;

8) Зникла напруга на контрольно-вимірюючих приладах і пристроях автоматичного управління;

9) З’явився пожежа в котельній або запалилась сажа в газоході, загрожуючи обслуговуючому персоналу і котлу;

10) Не працює система автоматичного регулювання і захисту котла;

11) В роботі котла помічені незрозумілі явища (шум, стук, удари);

2.4.3. При аварійній зупинці котла необхідно:

- відключити тягодуючі машини: вентилятор, димосос;

- відключити котел від головного паропроводу;

- випустити пар через при підняті запобіжні клапани.

1.4.4. У випадку появи в котельній пожежі, персонал котельної повинен одразу викликати пожежну охорону і прийняти всі міри по гасінню, не перестаючи наглядати за котлом.

Технічні характеристики котла

Таблиця 1.1 – технічні характеристики парового котла Е2.5-0.9ГМ

Е2,5-0,9ГМ		
Найменування	Газ	Мазут
Номінальна паропродуктивність	2,5 т/год	2,5 т/год
Абсолютний тиск насиченої пари	0,9 МПа	0,9 МПа
Температура живильної води	50 °С	50 °С
Розрахункова витрата палива	210 м3/год	190 кг/год

Коефіцієнт корисної дії	89,5 %	88 %
Маса котла	6400 кг	6400 кг
Габарити котла довжина ширина висота	 5350 мм 2850 мм 3200 мм	 5350 мм 2450 мм 3200 мм

Рис.1.1 – зовнішній вигляд парового котла Е2.5-0.9ГМ

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.2 Завдання на розробку системи автоматизації.

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Прип ус-тиме значення пара-метра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії	Додаткові умови
1	Трубопровід	Облік газу	210 м3/год	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	
		Тиск	0.8 МПа	Регулю-вання	Стабілізація	Вплив на клапан обвідної лінії в трубопроводі подачі газу	
		Облік мазута	190 кг/год	Контроль	Відображення, реєстрація,	АРМ оператора	

					сигналізація		
		Тиск	0.8 МПа	Регулю-вання	Стабілізація	Вплив на клапан обвідної лінії в трубопроводі подачі мазута	
		Вентилятор М1	Вкл/ Викл	Управ-ління	Відображення, реєстрація, сигналізація	Вплив на стан роботи двигуна М1	
		Тиск	0.8 МПа	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	
		Температура	175 °С	Контроль	Відображення, реєстрація, сигналізація	АРМ оператора	

		Дим осос М2	Вкл/ Викл	Управ-ління	Відобра ження, реєстрац ія, сигналіза ція	Вплив на стан роботи двигуна М2	
		Облі к води	3.25 м3/го д	Контр оль	Відобра ження, реєстрац ія, сигналіза ція	АРМ операто а	
2	Топка	Ная вніс ть полу м’я	Вкл/ Викл	Контр оль	Відобра ження, реєстрац ія, сигналіза ція	АРМ операто а	
		Тиск	0.8 МПа	Контр оль	Відобра ження, реєстрац ія, сигналіза ція	АРМ операто а	
3	Бараба н	Ріве нь	90%	Регул ю-вання	Стабіліза ція	Вплив на клапан подачі води	

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимірювання температури

Для вимірювання температури використовується термометр опору KOBOLD LTS-A, який зображений на рис. 2.1.

Рис. 2.1. Зовнішній вигляд термометра опору KOBOLD LTS-A

Зміна опору платини по відношенню до вимірюваної температури використовується для вимірювання температури за допомогою KOBOLD LTS. Пристрої підключаються електрично за допомогою 2- або 3-провідної технологією, залежно від входу пристрою, оцінки і довжини лінії. Крім того, датчик температури може підключатись до струмового входу 4 - 20 мА. Датчики температури з без порожнинним з'єднанням оснащені сумісною з харчовими продуктами металевою системою ущільнення, яка утворює гігієнічну точку вимірювання в поєднанні з приварною гільзою

LZE. Датчики температури з горловиною призначені для вимірювання постійно високих температур (до 250 °C)

Клемне з’єднання у версії з’єднувальної коробки LTS-A, штекер M16x1,5

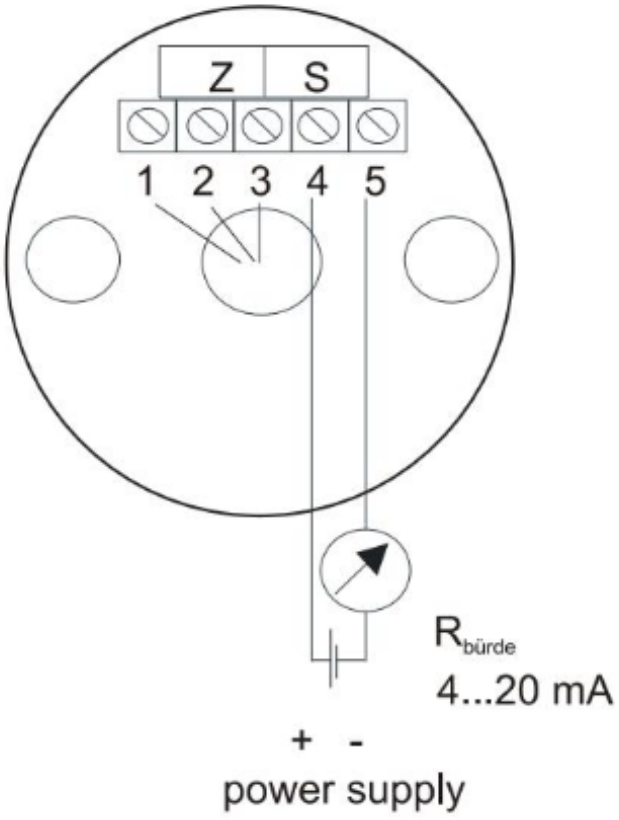


Рис. 2.2. З’єднання штекером M16x1,5

Механічна характеристика

Макс. тиск: 10 бар

Матеріал: нержавіюча сталь

Приєднання до процесу: M 12 x 1,5 гігієнічний (з гільзою LZE), G 1/2 гігієнічна (з гільзою LZE), G 1/2 AG DIN 3852-2 без різьби (для вкручування хомута LZE-M1, LZE-S1) до макс. 1000 мм

Довжина датчика: 20, 50, 100, 150, 250 мм, спеціальна довжина до 1000 мм

Електричне підключення

Компактний пристрій: LTS-K: M 12 x 1 штекер

З'єднувальна коробка: LTS-A: кабельне з'єднання M 16 x 1,5 опціонально: M12 x 1-штекер

Максимальний струм: 1 мА

Захист: IP 67

Вага LTS-K: 0,3 - 2 кг LTS-A: 0,5 - 2 кг

Електрична інформація

Вимірювальний датчик

Принцип вимірювання: Pt 100, клас A acc. DIN IEC 751

Датчики: 1 або 2 Pt 100 на пристрій (2-провідний)

Діапазон вимірювання:

без датчика: -50...+250 °C (від 70 °C використовувати тільки з горловиною!)

Температура навколишнього середовища: -20...+80 °C

Допуски класу A: 0 °C: ±0,15 K, 100 °C: ±0.35 K

LTS-A (зі з'єднувальною коробкою). Приєднання до процесу (без горловини):

LTS-A (with connection box)
Process connection (without neck well):

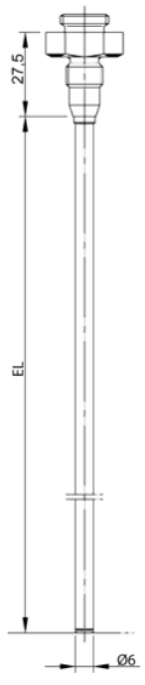
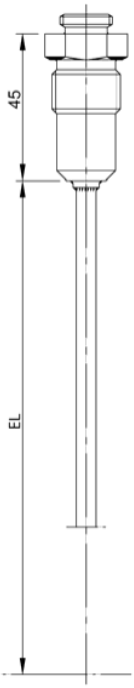
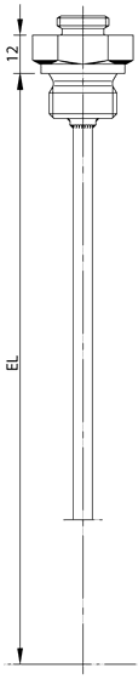
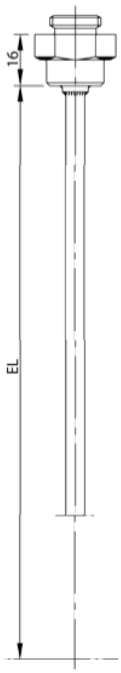
M12x1.5, hygienic (AF22)	G ½ hygienic (AF22)	G ½, standard (AF27)	without screw thread (AF22)
			
LTS-A0xxxM3xxx	LTS-A0xxxG4xxx	LTS-A0xxxR4xxx	LTS-A0xxxK0xxx

Рис. 2.3. Приєднання до процесу (без горловини)

Технологічне з'єднання (з горловиною):

Process connection (with neck well):

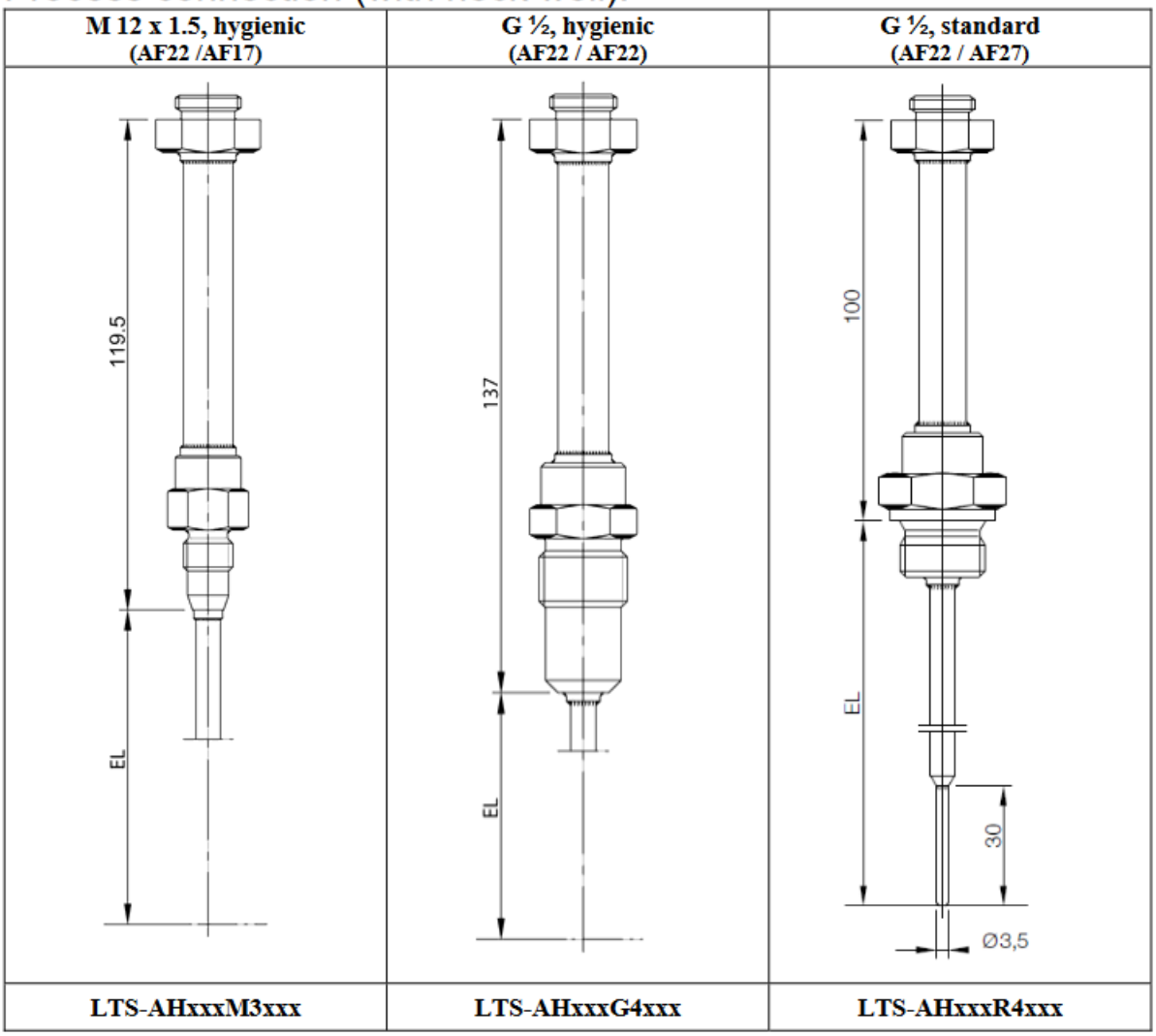


Рис. 2.4. Приєднання до процесу (з горловиною)

Вимірювання рівня в барабані котла

Для вимірювання рівня використовується ємнісний рівнемір KOBOLD NMC, який зображений на рис. 2.9.

Рис. 2.9. Зовнішній вигляд рівнеміра KODOLD SEN-3376.

Зонд NMC і стінка бака утворюють електричний конденсатор, діелектриком цього конденсатора, коли бак порожній, є повітря. Коли рідина досягає зонда, діелектрична проникність, утворена пристроєм і ємністю, змінюється.

Електронна схема, розміщена в з'єднувальному модулі NMC, перетворює цю ємність зміну в змінний струм, пропорційний висоті рідини.

У зв'язку з тим, що кожне застосування відрізняється, враховуючи, що вид і розміри резервуара і продуктів, які він містить, змінюються, кожен блок

повинен бути відрегульований, щоб бути адаптованим до кожної ємності та продукту.

Вихідний струмовий сигнал становить від 4 до 20 мА. Ці значення можуть бути встановлені там, де ми хочемо. Використовуючи цю опцію, NMC генерує в колі живлення струм від 4 до 20 мА з кроком з кроком 1 мА. Ця функція дуже корисна для проведення тестів незалежно від рівня в резервуарі.

NMC встановлюється за допомогою гвинта G1" (G2" у версії DS). Зонд повинен бути встановлений таким чином, щоб забезпечити хороший контакт між зондом і стінкою резервуара. Електроніка блоку NMC повинна бути захищена від нагрівання під впливом прямих сонячних променів. Переконайтеся, що з'єднання з резервуаром виконано належним чином. Різьблення NMC різьблення не повинно бути затягнуте. Електричне з'єднання між різьбою та баком має бути надійним. Приклад встановлення рівнеміра представлено на рис. 2.10.

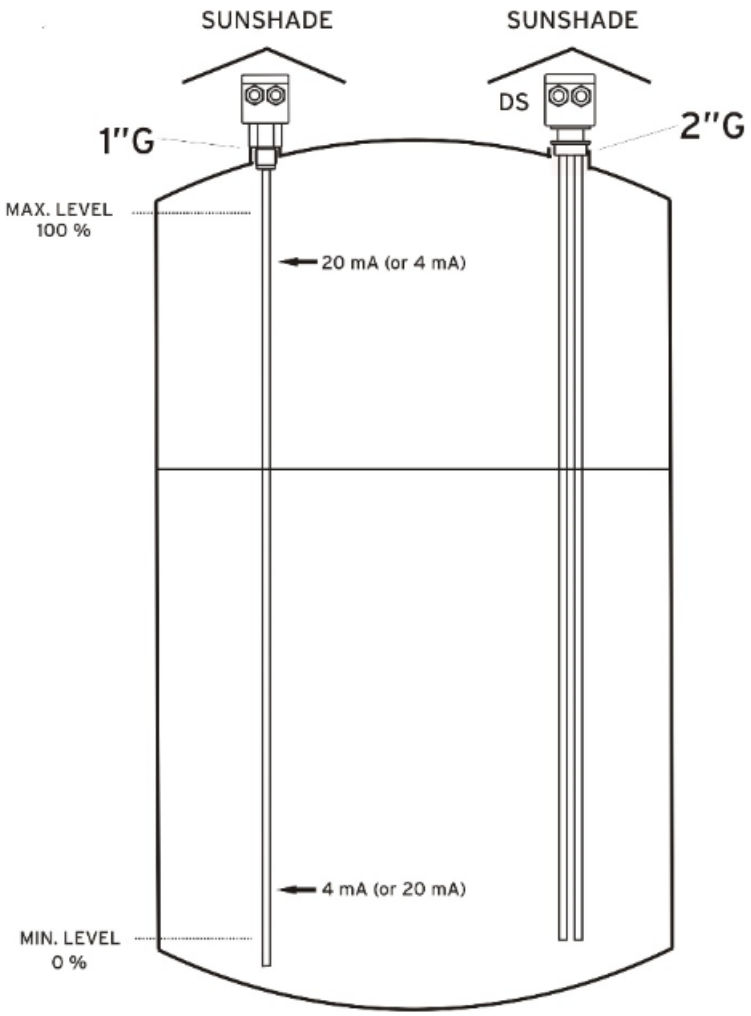


Рис. 2.10. Приклад встановлення рівнеміра KOBOLD NMC.

Технічна інформація

Принцип вимірювання: Ємнісний

Довжина зонда: 265...4000 мм

Точність: ±2 мм

Температура вимірюваного середовища: стандартна -20...+90 ºC, NMC-H -20...+200 ºC

Макс. тиск: -1 ... 30 бар

Коефіцієнт постійного струму середовища: εr = мін. 1,5

Матеріали: Корпус: Полікарбонат

Приєднання: Сталь 1.4305 (NMC-N, NMC-T, NMC-H) PVDF (NMC-S)

Зонд: - Нержавіюча сталь з PTFE покриттям (NMC-N, NMC-T) - Покриття PVDF (NMC-S)

Мех. з'єднання: G1 зовнішня (NMC-N, NMC-H, NMC-T) G2 (NMC-S)

Напруга живлення: 10...35 В постійного струму 12...30 В постійного струму для ATEX

Електричне підключення: 1 x кабельний ввід M20

Вихід: 4-20 мА, двопровідний

Захист: IP 65

ATEX Ex II 2/1 GD Ex ia IIC T4 Gb/Ga

Ex ia IIIC T85ºC Db/Da

20ºC<Ta<+60ºC

Вимірювання витрати

Для вимірювання витрати був обраний датчик KOBOLD DOM-R, який зображений на рис. 2.11.

Рис. 2.11. Зовнішній вигляд витратоміра KODOLD DOM-R.

Проходження рідини викликає обертання двох овальних зубчастих роторів в межах вимірювальної камери, і з кожним оборотом через лічильник проходить фіксований об'єм рідини. Магніти, вбудовані в ротори, створюють на виході імпульс високої роздільної здатності. Імпульсний вихід може бути включений безпосередньо в процес управління та моніторингу обладнання або використаний як вход для встановлення

додаткових приладів або приладів, встановлених безпосередньо на лічильник. Переваги даної технології дозволяють проводити точні виміри витрати та відпустки більшості чистих рідин, незалежно від їх провідності з іншими характеристиками рідини, що мають мінімальний вплив на лічильник.

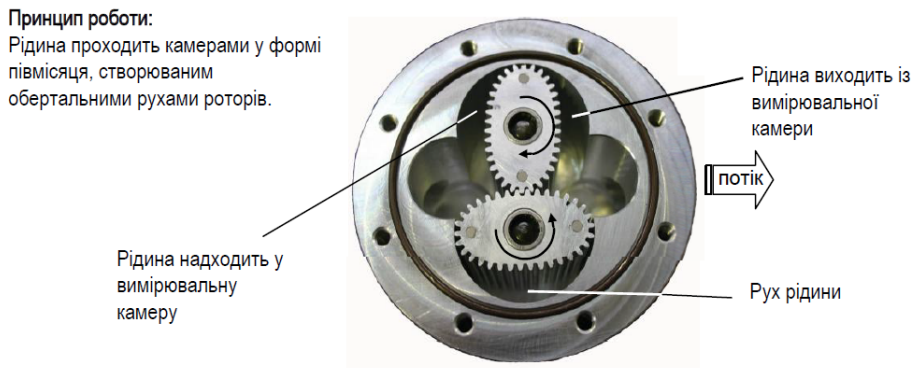


Рис. 2.12. Принцип роботи рівнеміра KOBOLD DOM-R.

Введення в експлуатацію

Коли лічильник був механічно та електрично налаштований відповідно до посібниками до тих чи інших приладів, він готовий до введення в експлуатацію. Лічильник НЕ повинен запускатися, поки трубопровід не очищено від сторонніх речовин, які найчастіше залишаються у трубопроводі після виготовлення чи модифікацій; зварювальний шлак, шліфувальний пил, ущільнювальна стрічка та іржа найбільш поширені. Промивання може здійснюватися шляхом використання відводу або видалення лічильника із трубопроводу. Якщо не один із цих способів не підходить, ротори лічильника повинні бути видалені перед прочищенням (зверніться до розділу «Технічне обслуговування» цього посібника для розбирання лічильника).

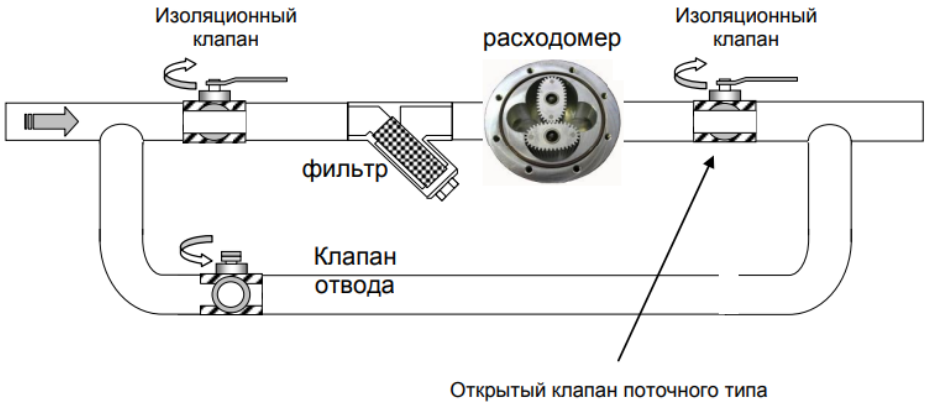


Рис. 2.13. Введення в експлуатацію витратоміра KOBOLD DOM-R.

Після прочистки або тривалих періодів простою лічильник має бути також очищений від повітря/пара. Цього можна досягти, провівши рідину.

Електропневматичні перетворювачі

Для управління пневматичними клапанами задіяні електропневматичні перетворювачі (ЕПП) ASCO NUMATICS Sentronic LP, які зображені на рис. 2.14.

Рис. 2.14. Зовнішній вигляд електропневматичного перетворювача (ЕПП) ASCO NUMATICS Sentronic LP

Нині на технологічних лініях багатьох підприємств використовуються регулюючі клапани з мембранним виконавчим механізмом. Для інтеграції клапанів такого типу в сучасну систему автоматизації потрібні спеціальні пристрої електропневматичні перетворювачі (ЕПП). ЕПП перетворює пропорційний електричний сигнал 4...20 мА або 0...10 В пропорційний пневматичний сигнал, що лежить, зазвичай, в діапазоні 20...100 кПа. Вочевидь для коректної роботи ЕПП потрібно його підключення до лінії стиснутого повітря. Схема з'єднання ЕПП та регулюючого клапана з регулюючим клапаном показана на рис 2.15.

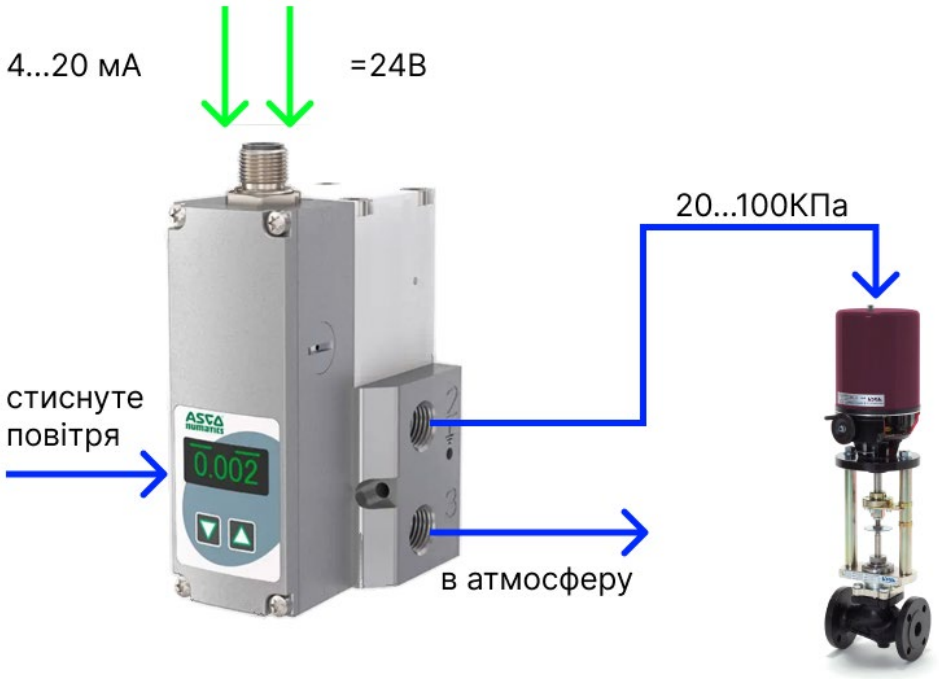


Рис. 2.15. Схема з'єднання ЕПП ASCO NUMATICS Sentronic LP і регулюючогоклапана.

GENERAL

Fluids	Air or neutral gas filtered at 50 μm, without condensate, lubricated or unlubricated, class 5 according to ISO 8573-1:2010 [7:4:4]
Max. allowable pressure (MAP)	At least 1 bar above the maximum outlet pressure
Pressure range	0-3 bar, 0-6 bar, 0-10 bar
Fluid temperature	0°C to +60°C
Ambient temperature	0°C to +50°C
Flow (Qv at 6 bar)	470 Nl/min
Setpoint	0 - 10 V (Impedance 100 kΩ) 0 - 20 mA / 4 - 20 mA (Impedance 250 Ω)
Hysteresis	1% of span
Linearity	1% of span
Repeatability	1% of span
Minimum setpoint	100 mV (0,2 mA/4,2mA) with shutoff function
Minimum outlet pressure	1% of span
Failsafe behaviour	Pressure hold on loss of power, without control

CONSTRUCTION

Body	Aluminium
Internal parts	POM (polyacetal)
Seals	NBR (nitrile)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

nominal diameter DN (mm)	**stabilised voltage** *	**max. power** (W)	**max. current** (mA)	**insulation class**	**degree of protection**	**electrical connection**
4	24VDC	3,8 W (<1W compensate)	160	H	IP 65	5-pin M12 connector (to be ordered separately)

* Max. ripple: 10 %

SPECIFICATIONS

Ø port	**Ø orifice DN** (mm)	**flow**	
		K_v-coefficient (Nm^3/h)	**at 6 bar** (Nl/min)
G 1/4	4	0,43	470

Test conditions according to ISO 8778: temperature: 20 °C, relative inlet pressure: 6 bar, relative outlet pressure: 5 bar

Рис. 2.16. Технічні характеристики ASCO NUMATICS Sentronic LP.

Пневматичні клапани

Для управління подачею води в процесі приготування затору задіяно пневматичні клапани виробника Valsteam ADCA – ADCATrol PV25G, які зображені на рис. 2.17.

Рис. 2.17. Зовнішній вид пневматичного клапана ADCATrol PV25G.

V25 – односідельний, двоходовий прямохідний регулюючий клапан. Клапан V25 спеціально спроектований для точного регулювання будь-яких технологічних процесів. Широке коло застосувань дозволяє використовувати для більшості технологічних середовищ, таких як холодна та перегріта вода, водяна пара, повітря та інші не агресивні рідини та гази.

DN	A (мм)	B (мм)	C (мм)			
			КРИШКА			
			СТАНДАРТ	ОРЕБРЕНА	ПОДОВЖЕНА	ПІД СИЛЬФОН
15	130	48	85	150	150	290
20	150	53	85	150	150	290
25	160	58	90	170	170	295
32	180	70	110	190	190	280
40	200	75	115	195	195	285
50	230	83	125	215	215	285
65	290	93	175	275	275	392
80	310	100	175	275	275	392
100	350	118	190	310	310	400
125	400	135	183	-	580	-
150	480	150	200	-	595	-

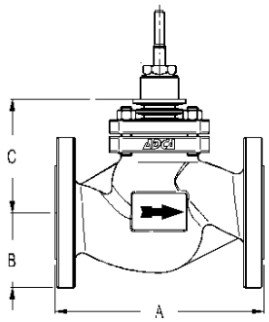


Рис. 2.18. Габаритні розміри пневматичного клапана ADCATrol PV25G

Датчик полум’я

Для контролю полум’я в котлі використовується датчик наявності полум’я УФД IP65, який зображений на рис. 2.19.

Рис. 2.19. Зовнішній вид датчика наявності полум’я УФД IP65.

Детектор полум'я УФД використовується для контролю наявності полум'я газових та рідкопаливних пальників. Чутливий елемент налаштований на ультрафіолетову область спектра випромінювання полум'я. Детектор не реагує на розпечені предмети. Датчик має високу чутливість.

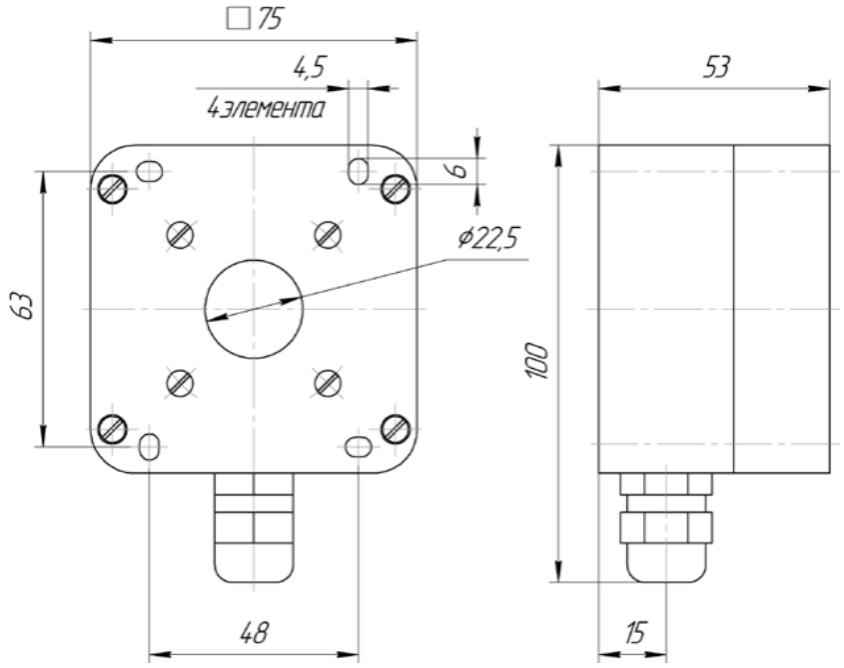


Рис. 2.20. Габаритні розміри датчика наявності полум'я УФД IP65.

Одноканальний мікропроцесорний індикатор температури

Для контролю температури використовується одноканальний мікропроцесорний індикатор Мікрол ІМТ-110, який зображений на рис. 2.21.

Рис. 2.21. Зовнішній вид одноканального мікропроцесорного індикатора Мікрол ІМТ-110.

Призначений для вимірювання одного вхідного фізичного параметра (температура, тиск, витрата, рівень тощо), обробка, перетворення,

використання математичних функцій та відображення на вбудованому чотири розрядному цифровому дисплеї.

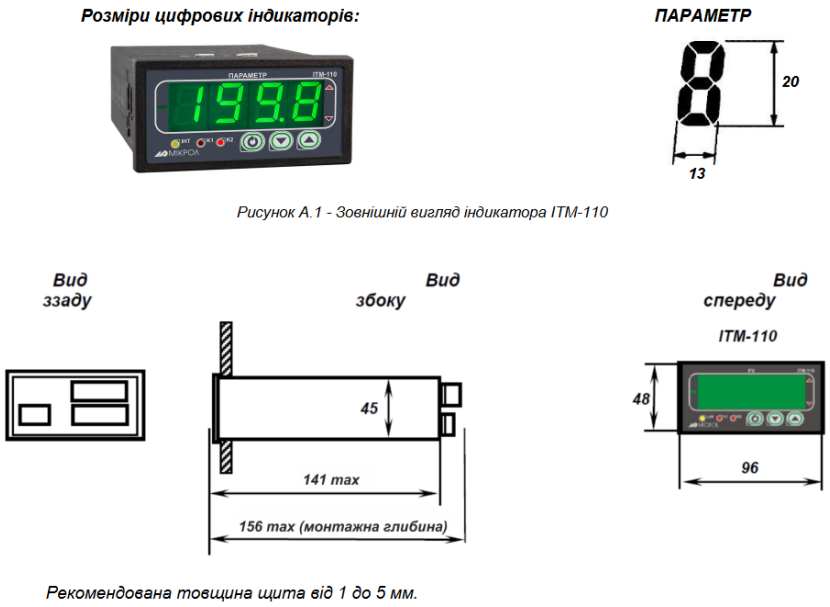


Рис. 2.22. Габаритні і приєднувальні розміри ІТМ- 110.

2.2. Схема автоматизації

На функціональній схемі автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ відбувається наступне:

- управління кількістю живильної води, що надходить в барабан котла; -
регулювання тиску в трубопроводі з газом
- регулювання тиску в трубопроводі з мазутом
- облік живильної води
- облік газу в трубопроводі
- облік мазуту в трубопроводі
- контроль тиску в топці котла
- контроль тиску повітря перед пальником
- контроль температури насиченої пари
- управління вентилятором
- управління димососом
- контроль горіння полум'я

Для визначення кількості води в барабані котла використовується ємнісний рівнемір KOBOLD NMC (поз. 9а) та регулюється пневматичним клапаном Valsteam ADCATrol PV25G (поз. 9в), який приводиться в дію електропневматичним перетворювачем ASCO Numatics Sentronic LP (поз. 9б), що отримує уніфікований електричний сигнал 4-20 мА від ПЛК.

Температура пари контролюється за допомогою термометра опору KOBOLD LTS-A (поз. 8а), який підключений до мікропроцесорного індикатора Мікрол ITM-110 (поз. 8б), що відправляє уніфікований електричний сигнал 4-20 мА до ПЛК.

Для управління тиском в трубопроводі з газом використовується датчик тиску KOBOLD SEN-3376 (поз. 2а) та регулюється пневматичним клапаном Valsteam ADCATrol PV25G (поз. 2в), який приводиться в дію

електропневматичним перетворювачем ASCO Numatics Sentronic LP (поз. 2б), що отримує уніфікований електричний сигнал 4-20 мА від ПЛК.

Для управління тиском в трубопроводі з мазутом використовується датчик тиску KOBOLD SEN-3376 (поз. 4а) та регулюється пневматичним клапаном Valsteam ADCATrol PV25G (поз. 4в), який приводиться в дію електропневматичним перетворювачем ASCO Numatics Sentronic LP (поз. 4б), що отримує уніфікований електричний сигнал 4-20 мА від ПЛК.

Для обліку живильної води в трубопроводі використовується витратомір KOBOLD DOM-R (поз. 10а) уніфікований сигнал 4-20мА подається до ПЛК.

Для обліку газу в трубопроводі використовується витратомір KOBOLD DOM-R (поз. 1а) уніфікований сигнал 4-20мА подається до ПЛК.

Для обліку мазуту в трубопроводі використовується витратомір KOBOLD DOM-R (поз. 3а) уніфікований сигнал 4-20мА подається до ПЛК.

Тиск в топці котла контролюється за допомогою датчика тиску KOBOLD SEN-3376 (поз. 6а) уніфікований сигнал 4-20мА подається до ПЛК.

Тиск повітря перед пальником контролюється за допомогою датчика тиску KOBOLD SEN-3376 (поз. 5а) уніфікований сигнал 4-20мА подається до ПЛК.

Управління вентилятором (поз. М1) здійснюється від магнітного пускача relpol R3(N)-2013-23-5024-WTL (поз. КМ1). Після натиснення кнопки SB1 дискретний сигнал від ПЛК подається на магнітний пускач. Для зупинки вентилятора, потрібно натиснути кнопку SB2.

Управління димососом (поз. М2) здійснюється від магнітного пускача relpol R3(N)-2013-23-5024-WTL (поз. КМ2). Після натиснення кнопки SB3 дискретний сигнал від ПЛК подається на магнітний пускач. Для зупинки вентилятора, потрібно натиснути кнопку SB4.

Для контролю наявності полум’я використовується датчик УФД (поз. 7а). уніфікований сигнал 4-20мА подається до ПЛК.

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1. Специфікація приладів та засобів автоматизації

№ п/п	№ поз. за схе-мою	Місце вста-нов-лення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	8а	по місцю	Термометр опору в комплекті зPt100 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА, напруга живлення 24 DC, діапазон вимірювань -50…+250^{0}C	LTS-A-0-6-10-M3-1-K-E	1	Kobold, Німеччина
2	2а 4а, 5а, 6а	по місцю	Перетворювач тиску Kobold SEN-3376, вихідний сигнал 4-20мА	SEN-3376	4	Kobold, Німеччина
3	1а, 3а, 10а	по місцю	Імпульсний лічильник рідини, імпульсний вихід 1,5 ім./л. Напругаживлення 24 В. Діаметр умовного проходу: 50 мм.	DOM-R-x50	3	Kobold, Німеччина
4	2б, 4б, 9б	на щиті	Перетворювач електропневматичний для перетворення аналогово сигналу постійного струму: 4-20 мА в уніфікований пневматичний сигнал20-100 КПа. Рживл.=140 кПа, напруга живлення 24 DC.	Sentronic LP G617A 4520 0A0003	3	ASCO Numatics, Ірландія
5	2в, 4в, 9в	по місцю	Пневматичний виконавчий механізм поршневий Ржив. = 140 кПа, Рвих. = 20-100 кПа.	ADCA Trol PV.25G.11 L100.1 R15	3	Valstream ADCA, Португалія

6	9а	По міс цю	Перетворювач рівня аналоговий KOBOLD NMC, аналоговий вихідний сигнал 4-20мА.	NMC	1	KOBO LD Німечч ина
7	KM 1, KM 2	по міс цю	Електромагнітне реле. 3 контакти.Напруга макс. 440В AC, струм комутації 20А.	relpol R3(N)-2013-23-5024-WTL	2	СВ Альтер ам.Київ
8	SB1, SB3	На щи ті	Кнопка АСКО УКРЕМ XB2-EH131	XB2-EH131	2	АСКО УКРЕ М, Украї на
9	SA1, SA2	На щи ті	Перемикач АСКО УКРЕМ TB5-AJ33	TB5-AJ33	2	АСКО УКРЕ М, Украї на
1 0	7а	По міс цю	Датчик горіння полум’я УФД	УФД	1	ELAS, Украї на
1 1	8б	На щи ті	Одноканальний мікропроцесорний індикатор Мікрол ІТМ-110	ІТМ-110	1	Мікрол Украї на

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

3.1. Проєктне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Для орзробки системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ було вибрано логічний контролер (ПЛК) Schneider ElectricM340.

Вибрані модулі для ПЛК М340 наведено в таблиці 3.1 та на рис. 3.1.

Таблиця 3.1. Вибрані модулі для ПЛК М340.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX P34 2020	1	Процесор
BMX CPS 2000	1	Блок живлення
BMX AMI 0810	1	8 аналогових входів
BMX AMO 0802	1	8 аналогових виходів
BMX DDI 1602	1	16 дискретних входів
BMX DDO 1602	1	16 дискретних виходів

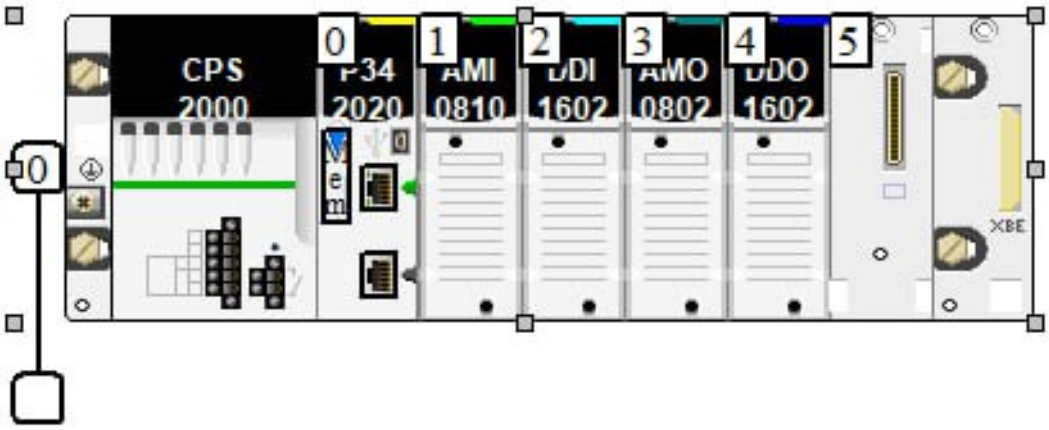


Рис. 3.1. Обрані модулі ПЛК М340.

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Рощина М.В.			Розробка системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ	Літ.	Арк. 43 / Аркушів 6
Керівник		Кишенько В.Д.					
Зав. каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск	
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Аналогові входи. До 8-ми канального модуля аналогових входів BMX AMI 0810 підключаються датчики температури, тиску, рівня. Прилади мають уніфіковані струмові сигнали 4-20 мА для зчитування показів технологічного процесу.

Аналогові виходи. До 8-х канального модуля аналогових виходів BMX AMO 0802 підключається електропневматичні перетворювачі з уніфікованими струмовими сигнали 4-20 мА для управління пневматичним клапаном, що управляє подачею мазуту, газу та живильною водою.

Дискретні входи. До 16-ти канального модуля дискретних входів BMXDD I1602 підключаються імпульсні лічильники для визначення кількості води, мазуту та газу. Також до модуля підключені кнопки та перемикачі для управління двигунами.

Дискретні виходи. До 16-ти канального модуля дискретних виходів BMX DDO 1602 підключаються магнітні пускачі для управління двигунами вентилятора та димососа.

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

На принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ використані наступні елементи:

– автоматичні вимикачі з захистом по струму: QF1-QF5 – для подачі живлення на блоки живлення та модуль живлення ПЛК;

– блоки живлення: БЖ1-БЖ2 – для живлення датчиків, електропневматичних перетворювачів та модулів дискретних входів та виходів ПЛК постійною напругою 24 В.

На принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ використана така нумерація провідників:

– 800-821: провідники з змінним струмом;

– 900-903: провідники з постійним струмом;

– 100-113: провідники з вимірювальним сигналом від датчиків;

– 200-211: провідники з сигналом управління;

– 0800: провідники з пневматичним сигналом живлення;

0200-0202: провідники з пневматичним сигналом управління.

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру
Контур регулювання подачі води в барабан котла

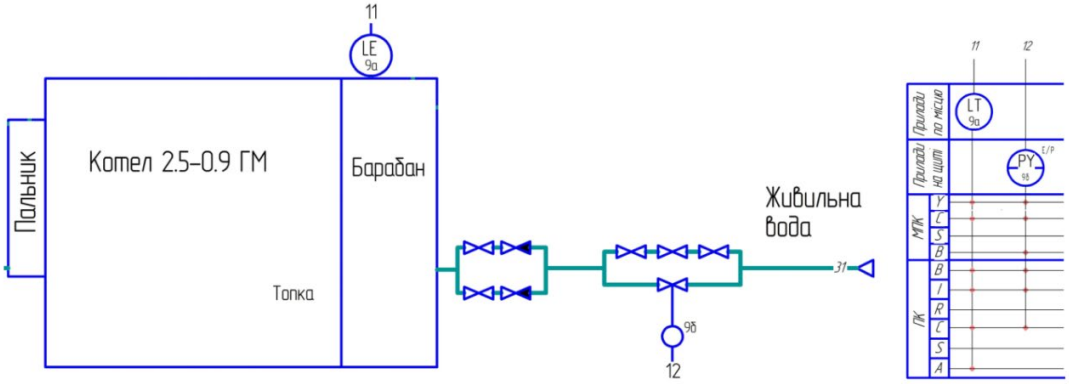


Рис. 3.2. Функціональна схема автоматизації контуру регулювання подачі води в барабан котла.

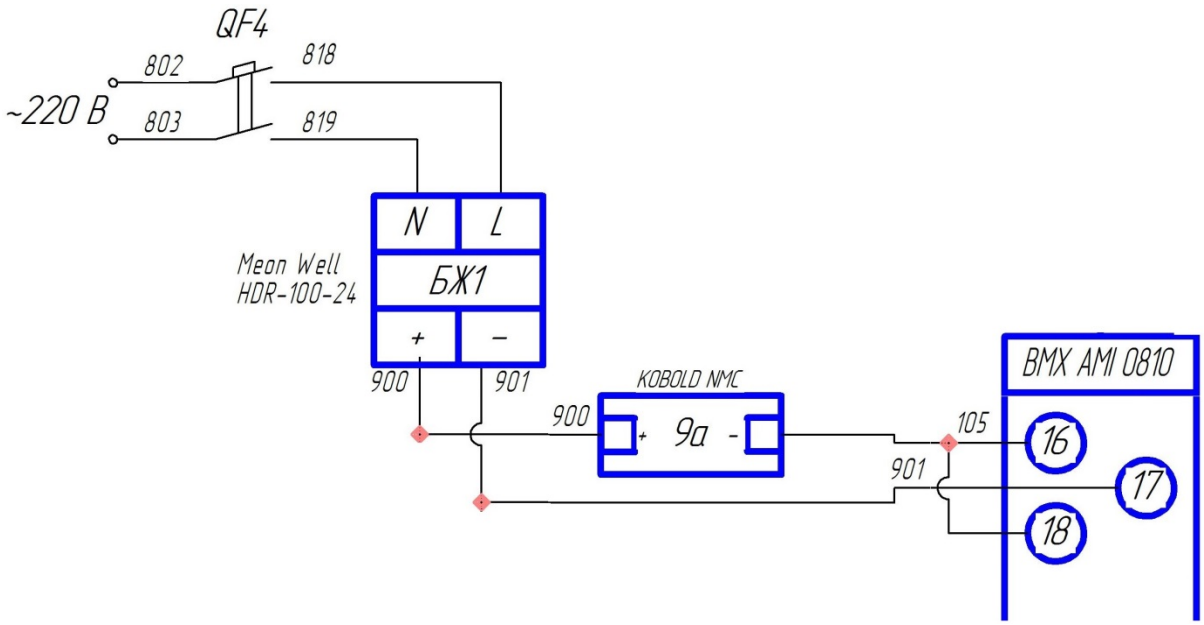


Рис. 3.3. Принципова розширена схема підключення лічильника KOBOLD NMC до модуля BMX AMI 0810.

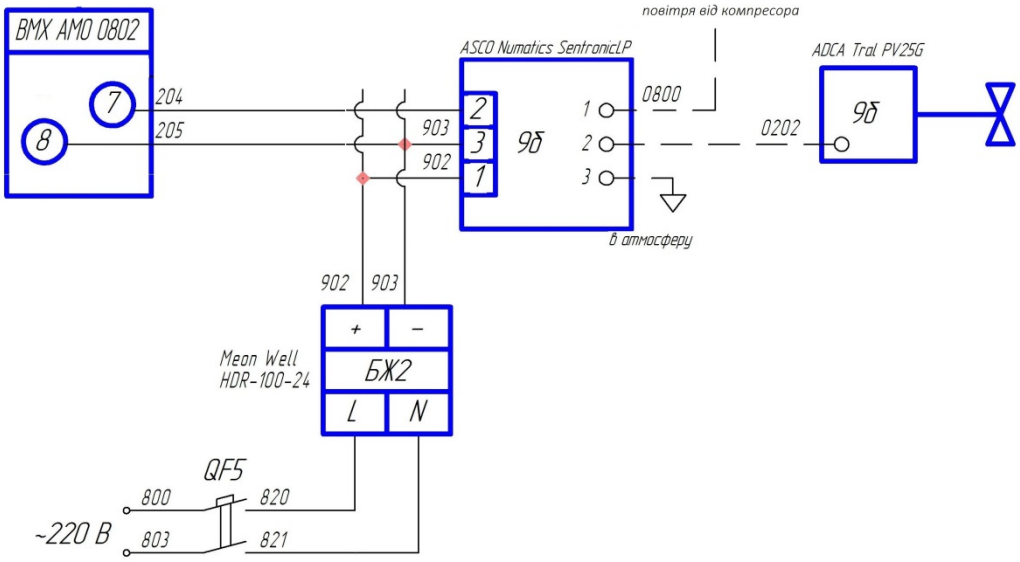


Рис. 3.4. Принципова розширена схема підключення виконавчого механізму до модуля BMX AMO 0802.

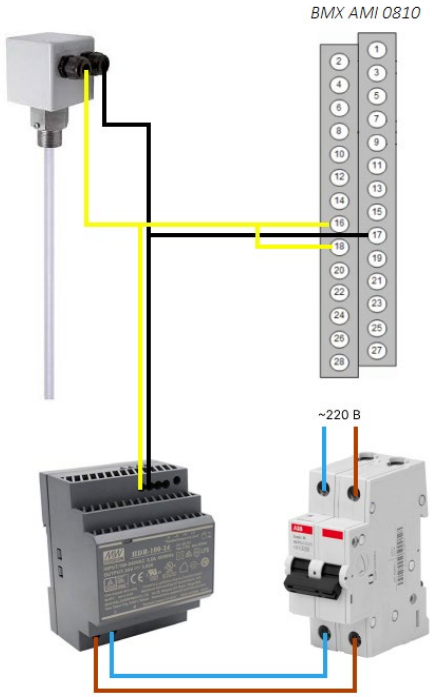


Рис. 3.5. Графічна схема підключення лічильника KOBOLD NMC до модуля дискретних входів BMX AMI 0810.

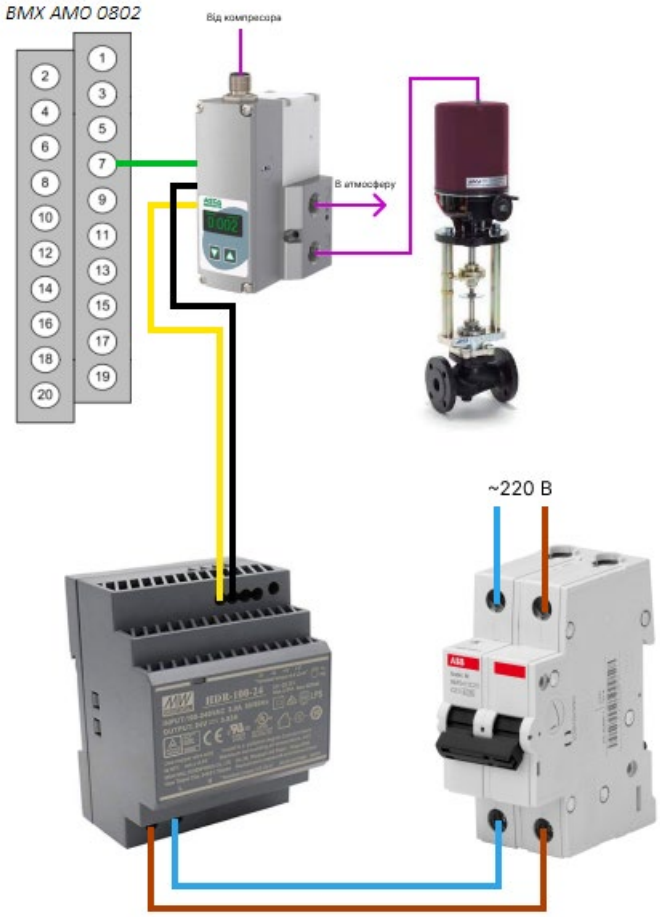


Рис. 3.6. Графічна схема підключення виконавчого механізму та пневмоклапана до модуля BMX AMO 0802.

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу

Датчик KOBOLD SEN-3376, який зображений на рис. 4.1. використовується для вимірювання тиску.

Рис. 4.1. Зовнішній вигляд датчика тиску KODOLD SEN-3376.

Датчики тиску передають механічну величину тиску в електричний вихідний сигнал. Середовища, які контактують з приладом, повинні бути хімічно сумісними з матеріалами, з яких виготовлено прилад.

Місця зняття тиску повинні бути підготовлені відповідно до наведених нижче специфікацій для вкручування різьблення. Це дуже важливо для датчиків тиску з передньою діафрагмою, оскільки в іншому випадку діафрагма може може бути пошкоджена. Для ущільнення використовуйте, будь ласка, ущільнювальні диски згідно з DIN 16258 або профільні шайби. Максимальний початковий натяг залежить від матеріалу, форми використовуваного ущільнення і механічного з'єднання датчика тиску.

Наведені значення натягу не повинні бути перевищені:

- 50 Нм для датчиків тиску з металевим ущільнювальним конусом (при цьому може бути для малих діапазонів вимірювання відхилення нульової точки може становити максимум 1%. Це відхилення можна відрегулювати за допомогою потенціометра нульової точки, див. Розділ "Технічне обслуговування").

- 80 Нм для датчиків тиску з приєднанням для вимірювання тиску згідно з DIN 16288, та/або передня мембрана зі спалахом з ущільнювальним кільцем. Не повинно бути вібрацій та/або випромінювання тепла поблизу місця встановлення датчиків. положення датчиків не повинно бути вібрацій та/або випромінювання тепла. Зверніть увагу на те, щоб наведені робочі межі не повинні бути перевищені. Після механічного та електричного підключення датчик готовий до експлуатації.

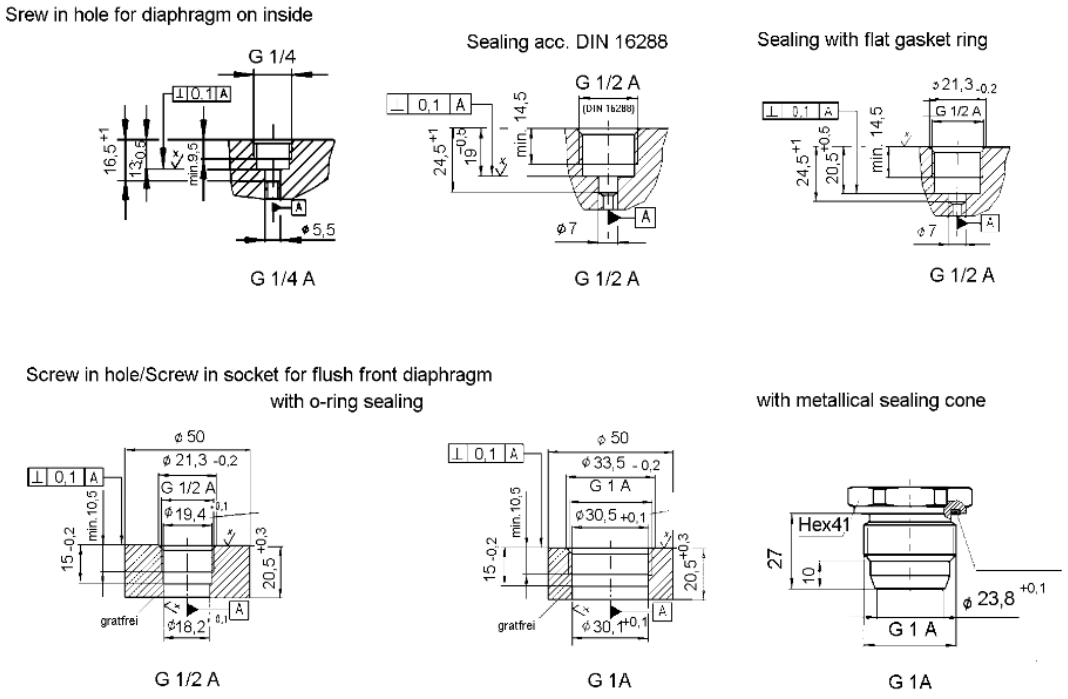


Рис. 4.2. Специфікації для вкручування різьблення

Технічна інформація

Сенсорний елемент: Модель: SEN-32... П'єзорезистивний

Модель: SEN-33... Тонка плівка

Матеріал корпусу: Нержавіюча сталь 1.4301

Матеріал деталей, що контактують зі струмом: Нержавіюча сталь

Точність: 0,1; 0,25; 0,5 або 1% від FS (залежно від типу)

Відтворюваність: ≤ ± 0,05% від FS (± 0,03 % від ФВ для SEN-3382)

Стабільність/рік: ≤ ± 0,2 % від ФС (за референтних умов) (± 0,1 % від FS для SEN-3382)

Межа перевантаження: ≤ 16 бар 3,5-кратне (3-кратне для SEN-3382)

≤ 600 2-кратний бар

≥ 600 бар 1,5-кратне

Температурний компенсатор. Діапазон: 0...+80 °C

Вплив температури: див. технічний паспорт

Ступінь захисту IP 65

Діапазони температур: складське приміщення: -40...+100 °C (-40...+85 °C для SEN-3382)

Вимірюване середовище: -30...+100°C (-20...+80 °C для SEN-3382)

Навколишнє середовище: -20...+80 °C

Час відгуку: ≤ 1 мс (в межах 10-90% від FS)

Таблиця моделей датчика KOBOLD SEN-33.. представлена на рис. 2.7.

Model	Output	Measuring range	Connection
SEN-3376... Accuracy class 0.50 % **SEN-3377...** Accuracy class 0.25 %	**without** = 4-20 mA, 2-wire **/1** = 0...5 V_{DC} **/2** = 0...10 V_{DC}	**A 105** = 0 ... 40 bar **A 115** = 0 ... 60 bar **A 125** = 0 ... 100 bar **A 135** = 0 ... 160 bar **A 145** = 0 ... 250 bar **A 155** = 0 ... 400 bar **A 165** = 0 ... 600 bar **A 175** = 0 ... 1000 bar	**without** = plug Form A (DIN 43650) incl. junction box **3** = plug M12x1 (5-pin, IP67) **5** = 2 m cable, IP67

Рис. 4.3. Таблиця вибору моделі датчика тиску KOBOLD SEN-33...

Розміри датчика наведені на рис. 3.3

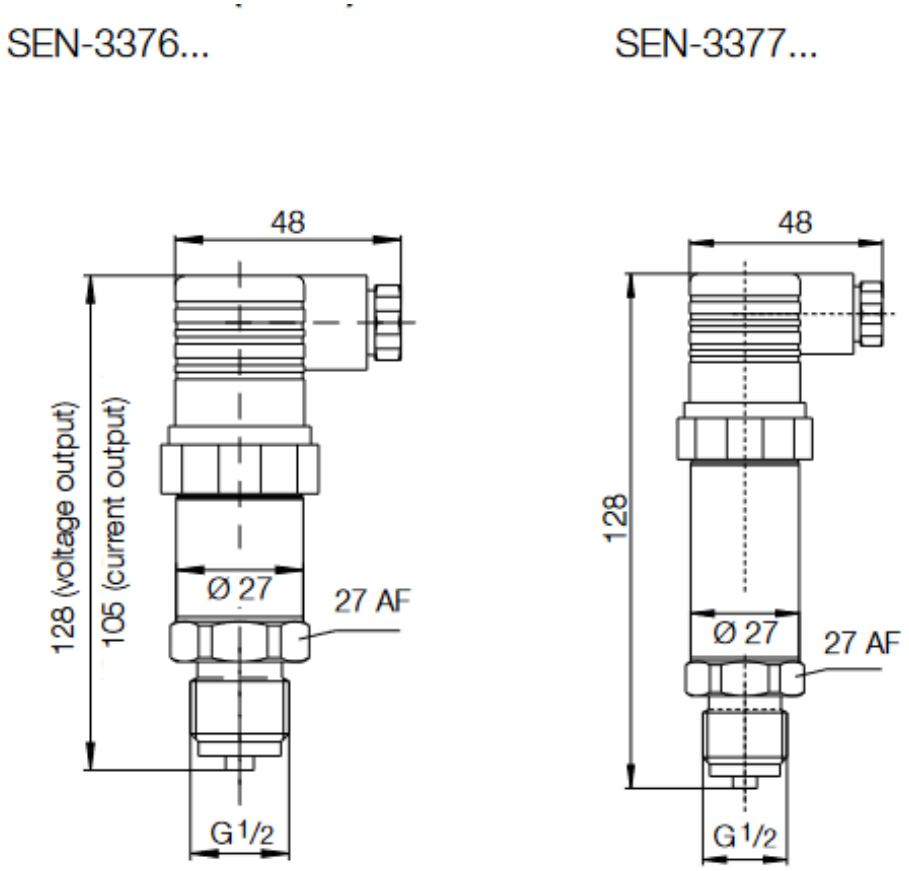


Рис. 4.4. Габаритні розміри датчика KOBOLD SEN-3376 та SEN-3377.

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

Алгоритм керування паровим котлом Е2.5-0.9ГМ показаний у вигляді блок-схеми.

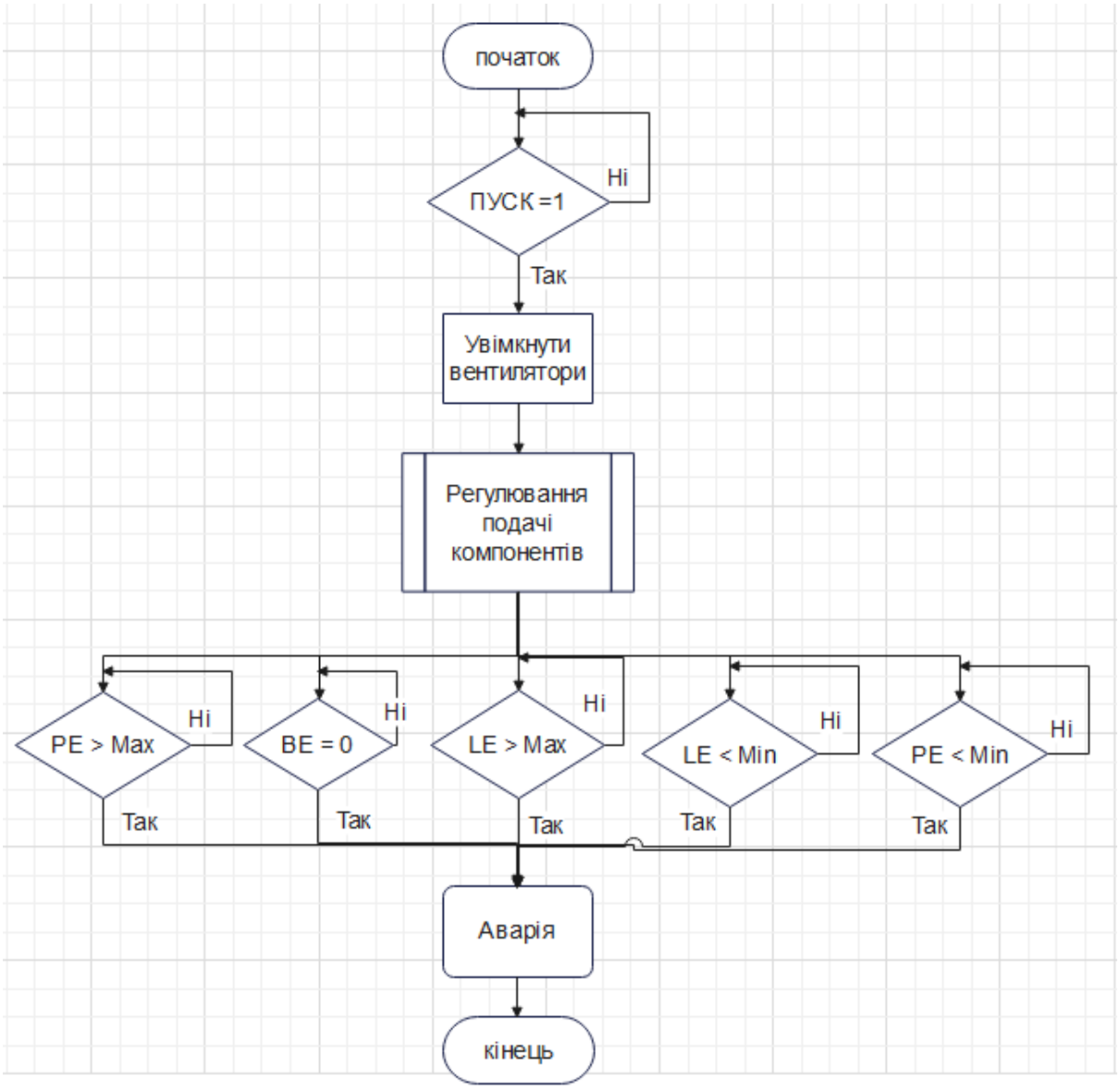


Рис 5.1 алгоритм керування паровим котлом Е2.5-0.9ГМ

					Кваліфікаційна робота		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Рощина М.В.			Розробка системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ	Літ.	Арк. 53 / Аркушів 5
Керівник		Кишенько В.Д.					
						НУХТ АК-4-2ск	
Зав. каф.		Смітюх Я.В.					
Секр. ЕК		Проскурка Є.С.					

Змінні програми керування котлом наведені у таблиці 5.1.

Ім’я змінної	Адреса	Найменування
BE	%I0.2.3	Датчик наявності полум’я
FT1	%I0.2.0	Витратомір 1а
FT3	%I0.2.1	Витратомір 3а
FT10	%0.2.2	Витратомір 10а
KL2	%QW0.3.0	Клапан 2
KL4	%QW0.3.1	Клапан 4
KL9	%QW0.3.2	Клапан 9
M1	%Q0.4.0	Вентилятор М1
M2	%Q0.4.1	Вентилятор М2
PT2	%IW0.1.1	Датчик тиску 2а
PT4	%IW0.1.2	Датчик тиску 4а
PT5	%IW0.1.3	Датчик тиску 5а
PT6	%IW0.1.4	Датчик тиску 6а
SB1	%I0.2.4	Кнопка запуску М1
SB2	%I0.2.5	Кнопка зупинки М1
SB3	%I0.2.6	Кнопка зупинки М2
SB4	%I0.2.7	Кнопка зупинки М2
TT8	%IW0.1.0	Датчик температури

Програма керування котлом складається з трьох підпрограм, які написані на мові FBD.

Основна програма користувача зображена на рисунку 5.2.

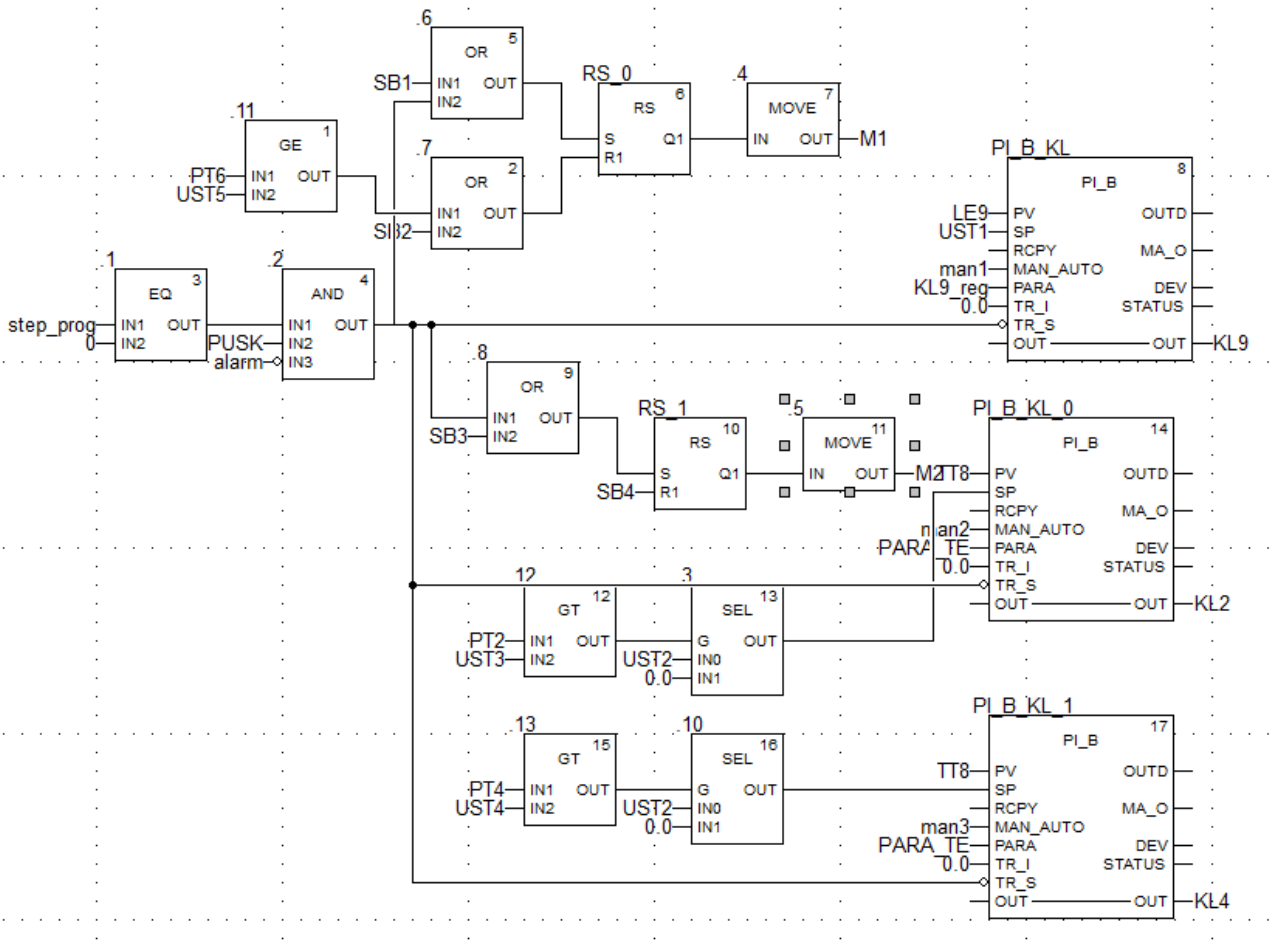


Рис.5.2. – Основна програма користувача

Для контролю наявності аварій розроблена окрема підпрограма, яка зображена на рисунку 5.3.

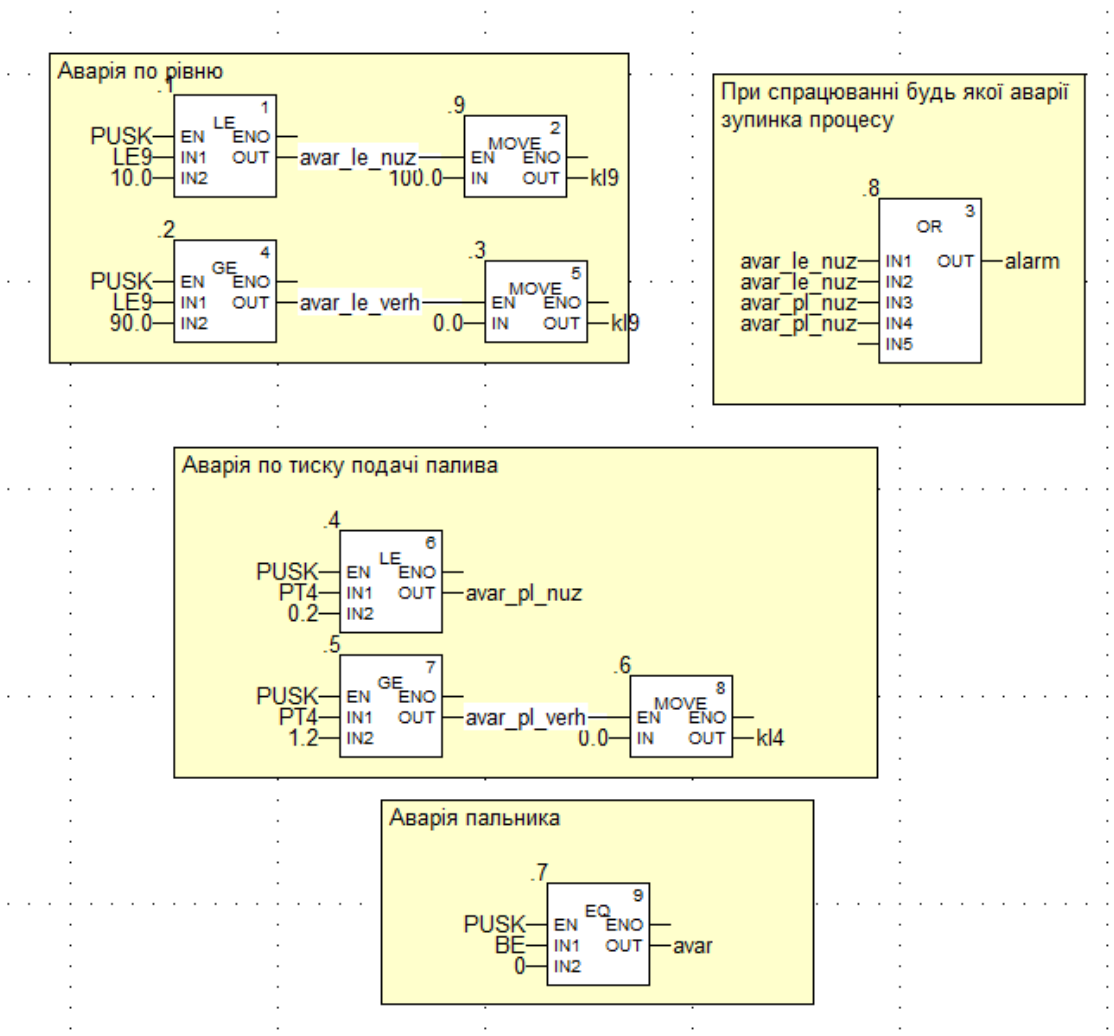


Рис.5.3. – Підпрограма аварій

Для масштабування аналогових змінних створена окрема підпрограма масштабування 5.4.

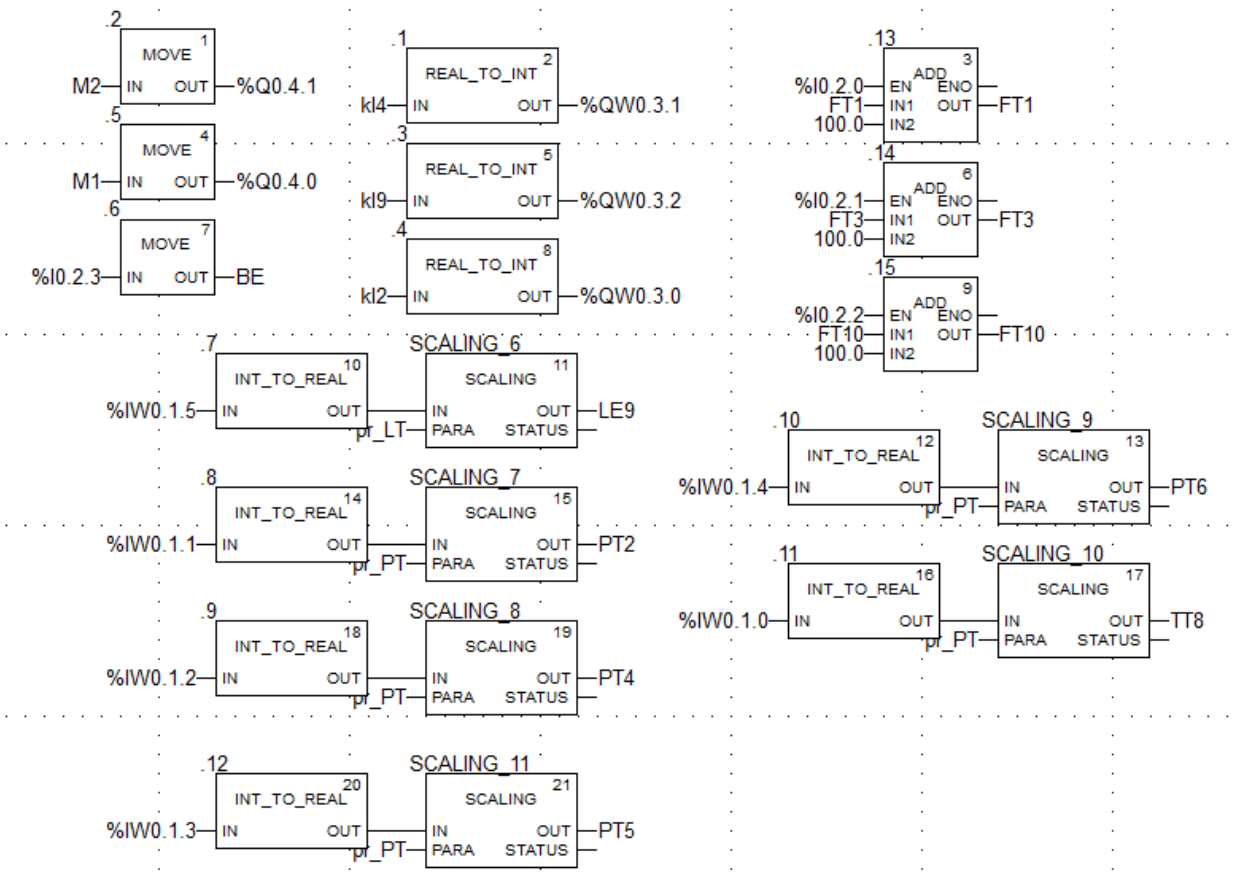


Рис.5.4 – Підпрограма масштабування

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Мнемосхему керування паровим котлом Е2.5-0.9ГМ розроблено в програмному середовищі CITECT SCADA 2018 R2. Змінні, що використані в розробці мнемосхеми наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – Перелік змінних для SCADA-системи

Ім'я тегу	Адреси	Тип даних	Мін. Вхідне значення	Макс. Вхідне значення	Мін. Значення в одиницях виміру	Макс. Значення в одиницях виміру
alarm	%M10	DIGITAL	0	1	0	1
avar	%M11	DIGITAL	0	1	0	1
avar_le_nz	%M12	DIGITAL	0	1	0	1
avar_le_vr	%M13	DIGITAL	0	1	0	1
avar_pl_nz	%M14	DIGITAL	0	1	0	1
avar_pl_vr	%M15	DIGITAL	0	1	0	1
BE	%M16	DIGITAL	0	1	0	1
FT1	%MW100	REAL	0.0	10000.0	0.0	10000.0
FT3	%MW102	REAL	0.0	10000.0	0.0	10000.0
FT10	%MW104	REAL	0.0	10000.0	0.0	10000.0
KL2	%MW106	REAL	0.0	10000.0	0.0	10000.0
KL4	%MW108	REAL	0.0	10000.0	0.0	10000.0

KL9	%MW110	REAL	0.0	10000.0	0.0	10000.0
M1	%M17	DIGITAL	0.0	10000.0	0.0	10000.0
M2	%m18	DIGITAL	0	1	0	1
man1	%M19	DIGITAL	0	1	0	1
man2	%m20	DIGITAL	0	1	0	1
man3	%M21	DIGITAL	0	2.5	0	2.5
PT2	%MW114	REAL	0.0	2.5	0.0	2.5
PT4	%MW116	REAL	0.0	2.5	0.0	2.5
PT5	%MW118	REAL	0.0	2.5	0.0	2.5
PT6	%MW120	REAL	0.0	1	0.0	1
PUSK	%M22	DIGITAL	0	1	0	1
SB1	%M23	DIGITAL	0	1	0	1
SB2	%M24	DIGITAL	0	1	0	1
SB3	%M25	DIGITAL	0	1	0	1
SB4	%M26	DIGITAL	0	1	0	1
TT8	%MW122	REAL	0	1	0	1
UST1	%MW124	REAL	-50.0	250.0	-50.0	250.0
UST2	%MW126	REAL	0.0	10.0	0.0	10.0
UST3	%MW128	REAL	0.0	10.0	0.0	10.0
UST4	%MW130	REAL	0.0	10.0	0.0	10.0
UST5	%MW132	REAL	0.0	10.0	0.0	10.0
LE9	%MW112	REAL	0.0	100.0	0.0	100.0

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Для керування паровим котлом Е2.5-0.9ГМ розроблено мнемосхему керування, вигляд якої показаний на рисунку 6.1.

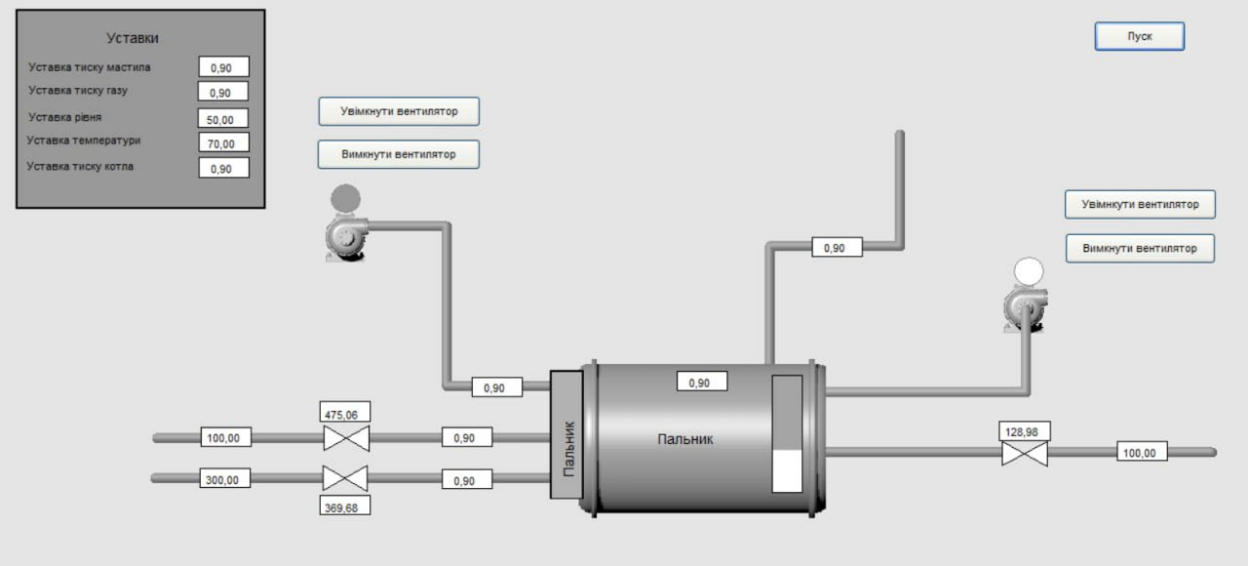


Рис.6.1 – Мнемосхема керування паровим котлом Е2.5-0.9ГМ

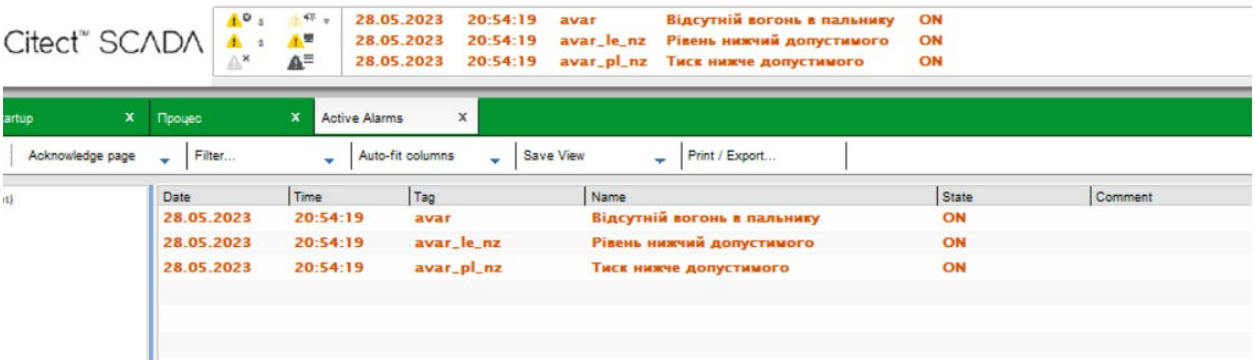


Рис.6.2 – Сторінка тривог та подій

Висновок

В кваліфікаційній роботі розглянуто систему автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ.

При розробці системи були вибрані сучасні датчики, виконавчі механізми та логічний контролер (ПЛК) Schneider Electric M340.

Мнемосхему керування паровим котлом Е2.5-0.9ГМ розроблено в програмному середовищі CITECT SCADA 2018 R2.

Розроблена проектна документація системи автоматизації парового котла Е2.5-0.9ГМ з задіянням сучасних технічних засобів автоматизації дозволяє забезпечити оптимальне проходження процесу нагрівання пару для споживача. За рахунок використання сучасних технічних засобів автоматизації призведе до збільшення прибутковості виробництва.

Список використаної літератури

1. Котли парові е-2,5-0,9гм (е) технічний опис та інструкція по експлуатації. URL: https://cotlomash.ru/d/tekh_opisaniye_i_instruktsiya_13.pdf.

2. Паровий котел Е-2,5-0,9ГМ. URL: https://cotlomash-teplo.ru/parovoy_kotel_e2,50,9g

3. Kobold SEN33-76. URL: https://www.kobold.com/uploads/files/sen-3376-3377-gb-pressure.pdf https://www.kobold.com/uploads/files/p2gbm_sen-3.pdf

4. Kobold NMC. URL: https://www.kobold.com/uploads/files/n2gbm_nmc.pdf https://www.kobold.com/uploads/files/nmc-gb-level.pdf

5. Kobold LTS-A. URL: https://www.kobold.com/uploads/files/lts-gb-temperature.pdf https://www.kobold.com/uploads/files/l1gbm_lts.pdf

6. Kobold DOM-R. URL: https://www.koboldgroup.ru/files/dom-rpe.pdf

7. Фотодатчик детектування полум`я «УФД IP-65». URL: http://www.elas.com.ua/images/Produkciya/dp/pas_ufd65.pdf

8. Індикатор технологічний мікропроцесорний ITM-110. URL: https://www.mashprom-zvd.ru/wp-content/uploads/2014/11/RE_itm-110_7037_103.pdf

9. ASCO NUMATICS Sentronic LP. URL:

https://www.valves-direct.com/temp-pdfs/Series_617_-_ASCO_NUMATICS_Sentronic_LP_Proportional_Valves.pdf

10. Клапан регулюючий V25 DN15–150 PN16/40

https://asteama.ru/data/ADCA/AV/V25_ADCA.pdf