

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) Факультет автоматизації і комп'ютерних систем
Кафедра Автоматизації і комп'ютерних технологій систем управління

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

Андрій ФОРСЮК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » лютого 2024р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

доц. Ярослав СМІТЮХ

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« » лютого 2024р.

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 епіюраційної колони спиртового заводу

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

Ігнатуша Іван Юрійович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Стеценко Дмитро Олексійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти _____

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент _____

Надія Чернецька

(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 - 2024р.

забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора. 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 7.1. Постановка задачі дослідження. 7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі. 7.3. Моделювання САР. 7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Функціональна схема автоматизації 2. Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання 25 грудня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач

_____ (підпис)

Іван ІГНАТУША

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Дмитро СТЕЦЕНКО

_____ (ім'я та прізвище)

Анотація

В кваліфікаційній роботі проведено розробку системи автоматизації епюраційної колони брагоректифікаційної установки спиртового заводу. В роботі представлено опис технологічного процесу виробництва спирту, представлено завдання на систему автоматизації, розроблено схему автоматизації, специфікацію технічних засобів автоматизації, монтажну схему технічних засобів автоматизації – перетворювача тиску Акутек ПД100-ДИ-311/371, схему підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічних засобів. Розроблено алгоритм та програму для управління епюраційною колоною. Програма розроблена для ПЛК Schneider Electric Modicon M251. Інтерфейс дисплейної мнемосхеми процесом брагоректифікації розроблено в програмному забезпеченні від фірми Schneider Electric та її вигляд представлено в записці.

Ключові слова: епюраційна колона, процеси ректифікації спирту, ПЛК Schneider Electric Modicon M251, вихровий витратомір Endress+Hauser Prowirl 72F25 DN25, контроль і регулювання тиску нижньої частини епюраційної колони.

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

Annotation

In the qualification work, the development of the automation system of the purification column of the bragorectification plant of the distillery was carried out. The paper presents a description of the technological process of alcohol production, presents tasks for the automation system, developed an automation scheme, a specification of technical means of automation, an assembly diagram of technical means of automation - pressure transducer Akutek PD100-DY-311/371, a scheme for connecting sensors and actuators to a PLC and extended technical means connection schemes. An algorithm and a program for managing the epuration column have been developed. The program is developed for the Schneider Electric Modicon M251 PLC. The interface of the display mnemonic scheme was developed in the Schneider Electric software by the bragorectification process and its appearance is presented in the note.

Keywords: purification column, alcohol rectification processes, Schneider Electric Modicon M251 PLC, Endress+Hauser Prowirl 72F25 DN25 vortex flowmeter, control and pressure regulation of the lower part of the purification column.

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

Зміст

Вступ.....	6
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації... ..	7
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	7
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	14
Розділ 2. Система автоматизації... ..	15
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО)... ..	15
2.2. Схема автоматизації... ..	23
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	27
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера(ПЛК) та схеми підключення	28
3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера(ПЛК).....	28
3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	36
3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів.....	38
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів.....	41
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	46
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога... ..	53
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	53
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора... ..	59
Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання. 65	
7.1. Постановка задачі дослідження	66
7.2. Вибір об'єкта керування та його математичної моделі	66
7.3. Моделювання САР	67
7.4. Опрацювання результатів моделювання та формулювання висновків	
Висновок.....	72
Список використаної літератури	73

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

Вступ

Автоматизація на сучасних промислових підприємствах та спиртових заводах має вирішальне значення як один з основних засобів підвищення продуктивності праці, випуску продукції вищого ґатунку і з меншими затратами[4].

Механізація підготувала шлях для автоматизації, тобто передачі функцій керування механізмами та виробничими процесами, приладами та автоматичними регуляторами. Виникли автоматичні системи регулювання процесами, які протікають безперервно.

В подальшому відбувається перехід до автоматизованих систем управління технологічними процесами (АСУТП), виробництвами (АСУВ), з використанням електронних управляючих обчислювальних машин (УОМ). В АСУ людина в основному спостерігає за перебігом технологічного процесу. При цьому обслуговуючий персонал має можливість у будь-який момент відключити автоматичні регулятори або УОМ і перейти на ручне керування. Для цього використовують засоби дистанційного керування приводами елементів обладнання. Застосування засобів сигналізації, технологічного захисту, блокування та автоматичного включення резерву (АВР) дозволяє автоматизувати і саму ліквідацію аварійних ситуацій[2].

Основними позитивними наслідками автоматизації є:

- об'єктивність контролю та керування, виключення впливу суб'єктивних факторів, таких як уповільнена реакція, втома, слабкість зору і т. ін.;
- можливість централізації керування агрегатами і цілими виробничими комплексами практично без обмеження відстані;
- ефективність використання обладнання, шляхом підвищення продуктивності агрегатів та установок за рахунок оптимізації технологічних процесів шляхом зменшення зносу обладнання та подовження матеріальних термінів за рахунок ліквідації різних змін механічних та теплових навантажень;

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

А крім того, впровадження сучасних технологій на спиртових заводах, зокрема впровадження мікропроцесорної техніки дозволить суттєво покращити якість регулювання, наочне спостереження процесів, що дасть змогу більш ефективно використовувати обслуговуючий персонал і роботу оператора.

Прогресивна технологія передбачає високу ступінь використання корисної фракції сировини, можливість отримання продукту високої якості, мінімальну питому витрату енергії і мінімальну тривалість технологічних операцій. Для забезпечення цих показників і використовується автоматизація у харчовому виробництві[9].

Системи автоматизації набувають нових властивостей системного характеру:

- впровадження комп'ютерних технологій та вдосконалення структури існуючих багаторівневих систем управління;
- використання сучасних програмних засобів для візуалізації технологічної інформації, її зберігання;
- інтелектуалізація виконуваних функцій з використанням елементів штучного інтелекту.

При автоматизованому режимі роботи установки чи лінії роль людини здебільшого зводиться до вмикання об'єкта або до виконання окремих ручних функцій.

Основні переваги автоматизації полягають у можливостях забезпечити:

- зростання продуктивності та поліпшення умов праці;
- виконання робіт у важкодоступних чи взагалі недоступних людині сферах;
- підвищення точності, якості технологічних процесів і відповідних виробів.

Сучасний розвиток промислового виробництва цукерок супроводжується все більше широким застосуванням автоматичних систем управління технологічними процесами.

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

Широке застосування АСУ обумовлюється завдяки забезпеченню заданої якості продукції, яка виробляється незалежно від суб'єктивних факторів, зменшенню втрат цінних продуктів, зменшенню затрат на працю і збільшенню культури виробництва.

Метою реалізації даної кваліфікаційної роботи є розробка системи керування технологічною лінією брагоректифікаційного відділення а саме емпоратійною колоною. Впроваджені нововведення повинні забезпечити точність отримуваних даних про технологічні параметри, і чіткість прийнятих рішень для їх регулювання. Завдяки вчасному надходженню даних про відхилення і коливання технологічних параметрів, відносно допустимих меж, має зрости надійність функціонування технологічного обладнання[1].

Підсумком впровадженої модернізації повинно стати забезпечення стабільної якості спирту та зменшення негативних домішок в готовій продукції.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації

Предметом діяльності будь якого сучасного спиртового заводу є сукупність виробничих, господарських, комерційних, торгово-посередницьких, постачальницько-збутових, фінансових і соціальних функцій, робіт і послуг, які виконуються в інтересах самих виробників та споживачів продукції[2].

Основними напрямками діяльності підприємства є:

1. Виробництво та реалізація:

- спирту етилового ректифікованого;
- етанолу - сирцю;
- біоетанолу;
- спирту етилового денатурованого (спирту технічного), спирту етилового технічного та продукції, на виробництво якої використовується спирт етиловий денатурований;
- високооктанової кисневмісної добавки сирцю (ВКДС);
- спирту етилового ректифікованого денатурованого для парфумерно-косметичної продукції;
- лікєро-горілочних виробів;
- лікарських засобів;
- парфумерно-косметичних виробів;
- миючих засобів, розчинників для фарб, товарів побутової хімії, технічних рідин у потоці;
- фракції головного спирту етилового;
- сивушного масла;
- діоксиду вуглецю;
- барди зернової нативної;
- вологого концентрату зернової барди;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ігнатуша І.Ю			Розробка системи автоматизації епюраційної колони спиртового заводу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стеценко Д.О					9	
Секретар		Крупська Т.М				Сумська філія НУХТ		
Зав.каф		Смітюх Я.В				ЗАВ 3-1		
Н.контроль								

- концентрату екстеро-сивушного;
- біогазу;

Брагоректифікаційний апарат - це складний об'єкт автоматизації з великою кількістю взаємозв'язаних між собою технологічних параметрів. Він складається з декілька послідовно з'єднаних колон, кожна з яких виконує відповідні функції. У спиртовій промисловості ректифікований спирт одержують виключно з бражки в основному на безперервно діючих триколонних брагоректифікаційних установках (БРУ)[2], на яких можна виділити спирт із бражки й звільнити його від супутніх летких домішок.

Класифікація брагоректифікаційних установок.

Брагоректифікаційні апарати є основним видом обладнання для виділення спирту і домішок з браги. В даний час більше 95% ректифікату на спиртових заводах отримують на брагоректифікаційних установках[3]. Брагоректифікаційні апарати можуть бути розділені на три основні групи:

- апарати непрямой дії;
- апарати прямої дії;
- апарати напівпрямой дії.

Основними колонами кожного брагоректифікаційного апарату є: бражна, еспораційна і ректифікаційна.

У апаратах непрямой дії в бражній колоні виділяються водно-спиртові пари, що містять всі домішки спирту. Конденсуючись, ці пари утворюють бражний конденсат, який прямує на подальше фракціонування.

Апарати прямої дії відрізняються тим, що в них виділення домішок проводиться безпосередньо з браги, тобто з водно-спиртового розчину малої міцності. Звільнені від основної частини домішок пари прямують для зміцнення і остаточного очищення в інші колони.

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

Загальний конструктивний опис об'єкта автоматизації

У апаратах напівпрямої дії брага не піддається епюрації[4]. Цим вони схожі на апарати непрямой дії. Проте бражні пари в цьому апараті не конденсуються, а прямують в епюрайну колону для виділення домішок головного характеру. Звільнений від них епюрат в рідкій фазі прямує в колону ректифікації для подальшого очищення і зміцнення ректифікату. В даному проекті бражна колона не використовується, а враховано що спирт-сирець надходить на колону епюрації[1,2].

Три вказані вище колони є необхідними елементами брагоректификационного апарату. У деяких типах апаратів, званих багатоклонних, є додаткові колони: сивушна, остаточного очищення, абсорбно-епюраційна для концентрації головних і проміжних фракцій.

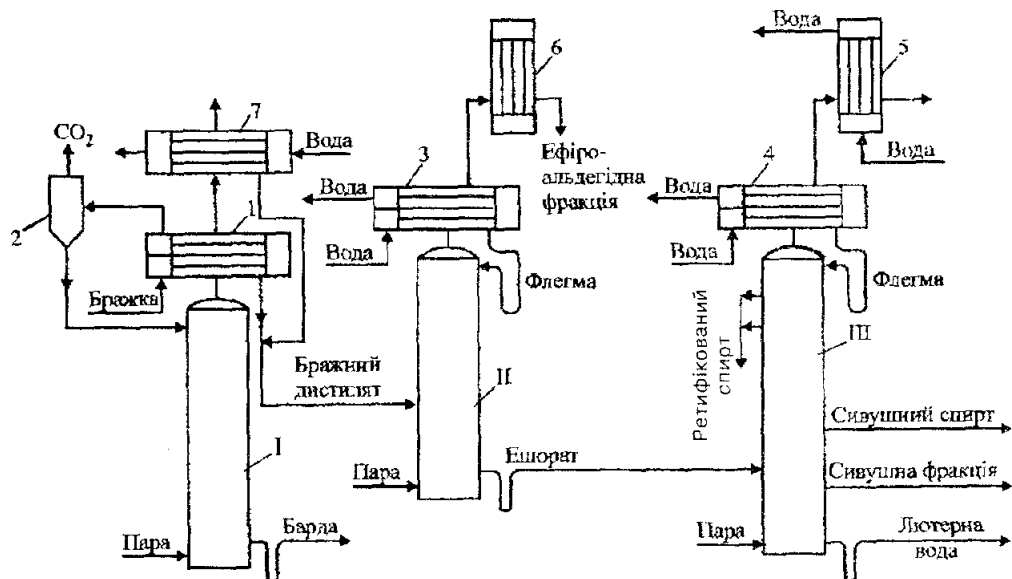


Рисунок 1.1 - Трьохколонний брагоректификаційний апарат побічної дії

Він складається з:

I, II і III — бражна, епюраційна і спиртова колони (СК);

1 — підігрівник бражки;

2 — сепаратор CO₂;

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

- 3 — дефлегматор епюраційної колони;
- 4 — дефлегматор спиртової колони;
- 5 — конденсатор (СК);
- 6 — конденсатор ЕК;
- 7 — основний конденсатор епюраційної колони.

Найбільшого поширення серед брагоректифікаційних апаратів набув трьох колонний апарат побічної дії.

Апарат складається з трьох колон: епюраційної, епюраційної і ректифікаційної. Насосом брага подається в бражний підігрівач, де підігрівається парами, що поступають з епюраційної колони. Пари заздальгідь проходять пастку, де виділяють концентраційну рідину. Нагріта в бражному підігрівачі брага поступає в сепаратора, де з неї виділяється вуглекислий газ і частина головних продуктів. Продукти, що виділилися, поступають в конденсатор і далі в сепаратора. Тут конденсуються головні продукти, гази віддаляються через повітряник. Брага, звільнена від газів, поступає в бражну колону, що має 23 тарілки подвійного кип'ятіння.

Виварена брага — барда віддаляється через бардорегулятор. Конденсат епюраційної пари з бражного підігрівача прямує в епюраційну колону. Туди ж прямує конденсат із спиртопастки і конденсаторів[9].

Епюраційна колона має 39 багатоколпакових тарілок, з яких 20 у виснажуючій частині. Пари з епюраційної колони піднімаються в дефлегматор і конденсатор, які охолоджуються водою. Ефірноальдегідна фракція відбирається з конденсатора через ліхтар в холодильник. Передбачена можливість подачі лютерної води на 23-ю тарілку знизу, а також відведення хвостових і проміжних продуктів з 21-ої і 23-ої тарілок. Ці продукти можуть бути направлені в холодильник і далі в масловіддільник[1].

Рідкий епюрат з епюраційної колони поступає в колону ректифікації, на 16-у тарілку знизу. У зміцнюючій частині колони налічується 54 тарілки. Колона ректифікації має трьохбарабанный горизонтальний дефлегматор і конденсатор, які охолоджуються водою.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ректифікат відбирається з 3, 4, 5, 6-ї тарілки і поступає в холодильник і ліхтар. З конденсатора відбирається «непастеризований» спирт, який частиною приєднується до флегми, що поступає на верхню колону, частиною повертається на верхню тарілку епюраціної колони. Сивушне масло відділяється в паровій фазі з 5, 7, 9 і 10-ї тарілок знизу і прямує до конденсатор-холодильнику, а звідти в масловіддільник. Промивні води з масловіддільника поступають в підігрівач, де підігріваються лютерною водою. Звідси їх направляють на 4-у тарілку колони ректифікації[1,2].

Проміжний продукт — сивушний спирт відбирається з 14-ї та 18-ї тарілок і поступає в холодильник. Конденсат сивушного спирту змішується з ефіроальдегідною фракцією. Лютер що виходить з колони ректифікації проходить спочатку через холодильник, а потім поступає в збірники.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації

Таблиця 1.1.

№ п/п	Місце відбору	Регульований параметр	Допустимі значення пар-ру	Вид контролю	Додаткові вимоги
1	2	3	4	5	6
1.	Трубопровід спирту сирцю	Витрата	26 м ³ /год	Регулювання	Покази, запис. Дія на клапан подачі сирцю
2.	Трубопровід подачі пари	Тиск	0,2 – 0,3 МПа	Контроль	Покази, запис, світлова сигналізація
3.	Епюраційна колона	Концентрація (% етанолу)	87 – 90 %	Контроль	Покази, запис, світлова сигналізація
4.		Температура	82 – 86 °С	Контроль	Покази, запис, світлова сигналізація
5.	Трубопровід епюрату	Витрата	9 м ³ /год	Регулювання	Покази, запис. Дія на клапан подачі епюрату

Розділ 2. Система автоматизації

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

Для вимірювання температури в даній роботі застосовано термоперетворювач з уніфікованим виходом ДТС.И[22]. Термоперетворювачі опору з високоточним нормувальним перетворювачем ДТСхх5М-И застосовуються для безперервного вимірювання та перетворення значень температури рідких, газоподібних, твердих та сипких речовин в уніфікований вихідний струмовий сигнал 4...20 мА.

ДТСхх5М-И складаються з первинного перетворювача - термозонду типу ДТСхх5 (50М, 100М, 100П, Pt100) та вимірювального нормувального перетворювача НПТ-3, що вбудовується у головку датчика. Застосування термометрів опору зі струмовим виходом рекомендується у тих випадках, коли потрібно передавати виміряні значення температури на відстані вище 100 метрів, а також для зручності інтеграції пристрою у систему з уніфікованими сигналами.

Завдяки використанню у складі виробу мікропроцесорного нормувального перетворювача НПТ-3 з'являється можливість встановлення через USB-інтерфейс будь-яких діапазонів вимірювання температури (у межах робочого діапазону для відповідного первинного перетворювача)[11].

Переваги застосування ДТС з нормувальним перетворювачем:

- Простота підключення термодатчиків до контролерів. Збільшення довжини лінії зв'язку від датчика до вимірювального пристрою (до 800 метрів).
- Ізоляція лінії датчика від вимірювальної системи.
- Зниження впливу електромагнітних завад у колі вимірювання температури.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ігнатуша І.Ю			Розробка системи автоматизації епюраційної колони спиртового заводу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стеценко Д.О					15	
Секретар		Крупська Т.М				Сумська філія НУХТ		
Зав.каф		Смітюх Я.В				ЗАВ 3-1		
Н.контроль								

На сьогоднішній день існує досить велика номенклатура даних перетворювачів. Також існує велика кількість виробників, як вітчизняних так і іноземних. В залежності від вимог технологічного процесу, зовнішній вигляд також може змінюватись. Наприклад довжина монтажної частини може змінюватись в залежності від діаметра трубопровода, збірника тощо. Матеріал захисної арматури сталь 12X18H10T. Але при необхідності може бути виконаний з іншого матеріалу, наприклад для агресивного середовища з іншої марки сталі або навіть не з сталі. Також головка перетворювача може бути виконана в двох варіантах : склопластику або алюмінію (рис. 2.1).

Переваги : досить висока точність, стабільність показань, простота виконання. До недоліків варто віднести досить значну інерційність, неможливість вимірювати температуру в точці об'єкта.

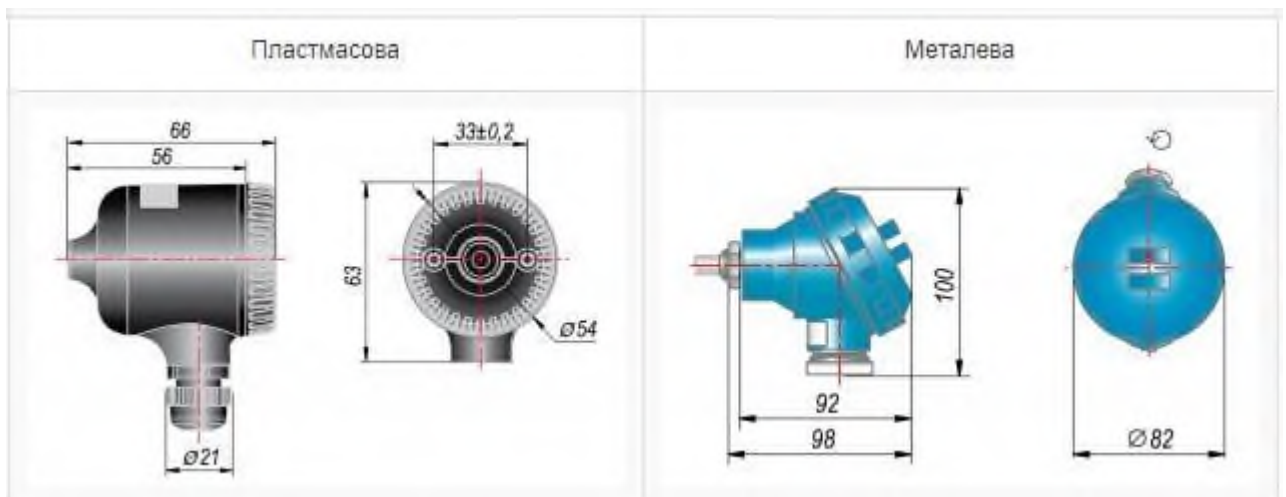


Рисунок 2.1– Зовнішній вигляд термперетворювачів опору(зліва металева, зправа пластикова головка)

Для вимірювання надлишкового тиску в магістралі пари використаний також перетворювач тиску фірми Акутек ПД100-ДИ-311/371[23].

Перетворювачі тиску ПД100 моделей 111, 171, 181 призначені для безперервного перетворення надлишкового, надлишково-вакуумметричного та вакуумметричного тиску хімічно неагресивних за відношенням до матеріалу датчика рідких або газоподібних середовищ в уніфікований сигнал 4...20 мА постійного струму. Ці моделі датчиків стійкі до гідрударів.

Моделі 111, 171, 181 датчиків ПД100 оснащено сенсором з вимірювальною мембраною із нержавіючої сталі AISI 316L, що забезпечує високу точність вимірювань. Сенсор виконано за технологією КНК та являє собою тензорезистивний міст, який нанесено на монокристал кремнію методом дифузії. Матеріал штуцера і корпусу - нержавіюча сталь AISI 304S. Електричний роз'єм датчиків відповідає стандарту EN175301-803.



Рисунок 2.2 – Зовнішній вигляд ПД100-ДИ-311

Технічні характеристики :

- Вимірювані середовища: газ, пара, рідина
- Температура вимірюваного середовища:
 - 40...400°C інтегральний монтаж датчика,
 - 187...677°C вилучений монтаж датчика

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

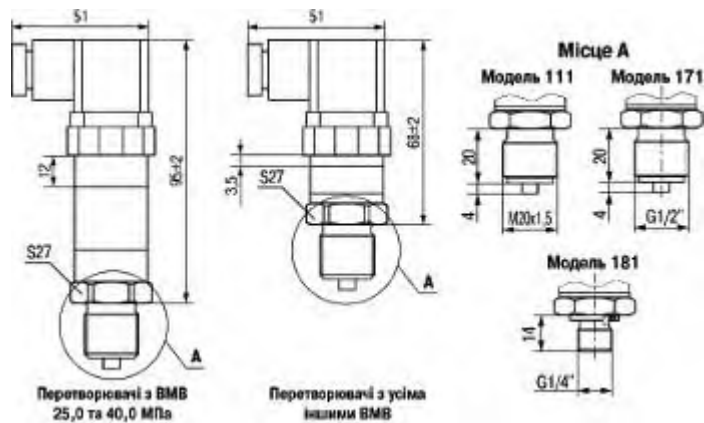


Рисунок 2.3 – Рекомендоване розташування приладу

Лінійка вимірювачів технологічних параметрів ОВЕН ІТП (рисунок 2.9) призначена для контролю та відображення на цифровому або діаграмному світлодіодному індикаторі уніфікованих сигналів струму та напруги, а також сигналів термоопорів і термопар[26].



Рисунок 2.4 – Індикатор струмової петлі Акутек ІТП-11

Функціональні можливості пристроїв Акутек ІТП-11:

- контроль температури або іншої фізичної величини (тиску, вологості, рівня тощо);
- масштабування вимірюваного сигналу в потрібні одиниці вимірювання;
- можливість обчислення квадратного кореня;
- індикація аварії під час обриву вхідного сигналу або виходу за визначені межі.

Живлення від струмової петлі.

Експлуатування при температурі навколишнього середовища від -40 до +60 °С.

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

Характеристика ЭП-1324.

Призначений для перетворення уніфікованого безперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал[18].

Основні технічні характеристики :

- вхідні опори перетворювачів при температурі $(20+5)^\circ\text{C}$, Ом, не більш:
- для вхідного сигналу 0–5 мА
- для вхідних сигналів 0–20, 4–20 мА
- вихідний пневматичний аналоговий сигнал, кПа 20–100
- номінальний тиск повітря живлення, кПа 140

Для підготовки повітря живлення перетворювачів рекомендується використовувати фільтр-стабілізатор тиску повітря ФСДВ. Витрата повітря живлення в сталому режимі не більш 2 л/хв.

Перетворювачі типу ЭП-0010, ЭП-0020, ЭП-0030 комплектуються монтажними частинами, що забезпечують:

- кріплення на стіні, на трубі, на щиті;
- штуцерне з'єднання типу 00-01-1, 00-02-2, 00-03-3, 00-04-3 за ДСТ 25165-82

Параметри навколишнього середовища:

- температура, $^\circ\text{C}$
ЭП-0020, ЭП-0030 –50...+60
- відносна вологість, %



Рисунок 2.5- Електро-пневматичний перетворювач ЭП-3324

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

Електро-пневмоперетворювач ЕП 3324.

Призначений для перетворення уніфікованого безперервного сигналу постійного струму в уніфікований пропорційний пневматичний безперервний сигнал.

Основні технічні характеристики:

- вхідні опори перетворювачів при температурі $(20+5)^\circ\text{C}$, Ом, не більш:
- для вхідного сигналу 0–5 мА
- для вхідних сигналів 0–20, 4–20 мА
- вихідний пневматичний аналоговий сигнал, кПа 20–100
- номінальний тиск повітря живлення, кПа 140

Для підготовки повітря живлення перетворювачів рекомендується використовувати фільтр-стабілізатор тиску повітря ФСДВ. Витрата повітря живлення в сталому режимі не більш 2 л/хв.

Перетворювачі типу ЭП-0010, ЭП-0020, ЭП-0030 комплектуються монтажними частинами, що забезпечують:

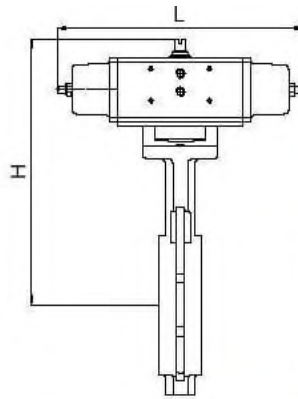
- кріплення на стіні, на трубі, на щиті;
- штуцерне з'єднання типу 00-01-1, 00-02-2, 00-03-3, 00-04-3 за ДСТ 25165-82

Параметри навколишнього середовища:

- температура, $^\circ\text{C}$
ЭП-0020, ЭП-0030 –50...+60
- відносна вологість, %
ЭП-0010, ЭП-0040 до 80; до 98 (тропічне виконання)

В проекті передбачено застосування виконавчих механізмів, зокрема використані клапани Італійської фірми Omal АРТ-366 та позиціонери RYT-1200L.

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



Flangiature PN10 - PN 16 - ANSI 150
Applicazioni ΔP max. 16 bar

Flanges: PN10 - PN 16 - ANSI 150
Applications ΔP max. 16 bar

VALVOLA CON ATTUATORE PNEUMATICO SEMPLICE EFFETTO VALVE WITH SPRING RETURN PNEUMATIC ACTUATOR								
DN	L (mm)	H (mm)	Kg	Taglia Attuatore Actuator Size	LENTE IN GHISA GUARNIZIONE EPDM DISC IN DUCTIL IRON LINER EPDM	LENTE IN GHISA GUARNIZIONE NBR DISC IN DUCTIL IRON LINER NBR	LENTE IN AISI 316 GUARNIZIONE EPDM DISC IN AISI 316 LINER EPDM	LENTE IN AISI 316 GUARNIZIONE NBR DISC IN AISI 316 LINER NBR
50	240	252	5	SR 30	S365XE69	S365XN69	S366XE69	S366XN69
65	294	272	6,1	SR 45	S365XE70	S365XN70	S366XE70	S366XN70
80	294	279	6,3	SR 45	S365XE71	S365XN71	S366XE71	S366XN71
100	320	316	8,5	SR 60	S365XE72	S365XN72	S366XE72	S366XN72
125	357	339	11,9	SR 90	S365XE73	S365XN73	S366XE73	S366XN73
150	368	362	15,4	SR 120	S365XE74	S365XN74	S366XE74	S366XN74
200	456	421	24,4	SR 240	S365XE75	S365XN75	S366XE75	S366XN75
250	566	479	39	SR 360	S365XE76	S365XN76	S366XE76	S366XN76
300	602	526	56,2	SR 480	S365XE77	S365XN77	S366XE77	S366XN77

Рисунок 2.6 - Класифікація виконавчих механізмів Omail

Для керування технологічним процесом використано блок ручного керування БРУ-10, зовнішній вигляд якого зображено на[25] (рис. 2.7)



Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд БРУ-10

Призначений для використання в системах промислової автоматизації виробничих процесів у якості:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Арк.

21

-Багатофункціональної станції ручного керування аналоговими або імпульсними виконавчими механізмами

-Блоку ручного задатчика аналогового сигналу

-Блоку ручного задатчика імпульсних сигналів "більше"- "менше"

-Цифрового індикатора двох технологічних параметрів

Область застосування

-Індикатор двох фізичних величин

-Ручний аналоговий задатчик аналогових уніфікованих сигналів

-Ручний задатчик імпульсних сигналів типу менше

-Станція ручного керування аналоговим виконавчим механізмом

-Станція ручного керування імпульсним виконавчим механізмом

-Перетворювач (конвертор) вхідних аналогових уніфікованих сигналів у вихідний аналоговий уніфікований сигнал .

Технічні дані:

-Кількість каналів виміру: 2

-Гальванічна ізоляція: трирівнева (по входу, виходу, живленню)

-Період виміру: не більше 0,25 сек

-Вхідні аналогові сигнали: 0-5ма ($R_{вх}=400 \text{ Ом}$), 0(4)-20 мА ($R_{вх}=100 \text{ Ом}$), 0-10В ($R_{вх}>50 \text{ Ом}$)

-Вхідні сигнали від термоперетворювачів опору ТСП 50П, 100П, гр.21, ТСМ 50М, 100М, гр.23 тільки в моделі МК-2-02

-Основна наведена похибка вимірювань: .0,2%

- Розв'язна здатність цифрової індикації: .0,01%

-Кількість розрядів цифрового індикатора: 4 (на кожен канал)

- Висота цифр світлодіодних індикаторів: 10 мм

-4 дискретних виходи: транзистор ОК 40 В 100 мА або реле 220 В 8 А (залежно від замовлення клемно-блочного з'єднувача).

-Температура навколишнього середовища: від $+5^{\circ}\text{C}$ до $+50^{\circ}\text{C}$

-Напруга живлення: від мережі постійного струму 24В.

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

2.2. Схема автоматизації

Система автоматизації технологічного процесу брагоректифікації забезпечує вимірювання, індикацію, реєстрацію, передачу всіх параметрів, контроль дій оператора, зміну завдань, зміну коефіцієнтів налаштувань та ведення журналу аварій. Також забезпечується світлова та звукова сигналізація про аварійні відхилення параметрів, що контролюються[5,7].

Схема автоматичного управління брагоректифікаційною установкою охоплює наступні контури контролю та регулювання:

- контроль та регулювання витрати спирту сирцю на ЕК колону;
- контроль та регулювання тиску в нижній частині ЕК;
- контроль температури в верхній частині ЕК;
- контроль та регулювання температури охолоджуючої води після дефлегматора ЕК;
- контроль та регулювання витрати спирту епюрату на РК;

Функціональна схема автоматизації розробленої системи автоматичного управління наведена на аркуші 1 графічної частини.

Контроль та регулювання температур.

Схема автоматизації передбачає контроль та регулювання температури охолоджуючої води після дефлегматора ЕК.

Вимірювання температури в контурах регулювання та контролю здійснюється за допомогою термоперетворювачів з уніфікованим виходом ДТС.И. Сигнал від термометрів опору (позиції на схемі 3а, 4а, 5а) надходить до індикаторів струмової петлі ІТП -11 від фірми Акутек (поз. 3б, 4б, 5б) де відображуються та контролюються. Уніфікований струмовий сигнал 4-20 мА надходить на відповідний вхід модуля аналогових входів (уніфіковані постійного струму) ТМ3АІ8G. Модуль аналогових входів представляє собою аналогово-цифровий перетворювач. Тобто перетворює аналоговий струмовий сигнал у цифрову форму. Після обробки сигналу заданими алгоритмами (алгоритм

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

фільтрації) інформація про технологічні параметри відображується SCADA системою, SCADA система забезпечує також реєстрацію значень технологічних параметрів та виведення їх у вигляді графіків, сигналізацію про відхилення технологічних параметрів від норми чи досягнення ними аварійних значень. Сигнал у цифровій формі обробляється за алгоритмом програми і надходить до модуля аналогових виходів ТМ3АQ4G. Модуль аналогових виходів представляє собою цифро-аналоговий перетворювач. Він перетворює цифровий сигнал на уніфікований сигнал напруги – 0-10 В. Сигнал уніфікованої напруги в контурі регулювання температури надходить на дублюючий пристрій блок ручного управління БРУ-10 (поз 5г) а далі на вхід електропнемоперетворювача (поз. 5в). На електропнемо-перетворювачі ЭП-1324 електричний сигнал напруги від контролера перетворюється в пневматичний командний сигнал, що надходить до виконавчого механізму OVAL APT-366 з позиціонером RYT-1200(поз 5д). В розроблюваній системі автоматизації використовуються пневматичні виконавчі механізми клапанного типу встановлені безпосередньо на регулюючому органі на трубопроводі подачі охолоджуючої води зміна кількості якої призводить до стабілізації температури.

Контроль та регулювання тиску:

Система автоматизації брагоректифікаційної установки передбачає регулювання тиску низу епіюраційної колони, а також тиску пари в магістралі подачі з котельної. Вимірювання тиску здійснюється датчиком Акутек ПД100-ДИ-311/371 (поз 2а) з необхідним діапазоном вимірювання. Контроль тиску відбувається за допомогою індикатора струмової петлі ІТП -11 (поз 2б). Сигнал про значення тиску від датчиків у вигляді уніфікованого струмового сигналу 4-20 мА надходить на модуль ТМ3АI8G. Модуль аналогових входів перетворює аналоговий струмовий сигнал у цифрову форму. Після обробки сигналу заданими алгоритмами (алгоритм фільтрації) інформація про технологічні параметри відображується SCADA системою, SCADA система забезпечує також реєстрацію значень технологічних параметрів та виведення їх у вигляді графіків, сигналізацію про відхилення технологічних параметрів від норми чи досягнення

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

ними аварійних значень. Сигнал у цифровій формі обробляється за алгоритмом програми і надходить до модуля аналогових виходів ТМ3АQ4G. Модуль аналогових виходів перетворює цифровий сигнал на уніфікований сигнал напруги – 0-10 В. Сигнал уніфікованої напруги в контурах регулювання тиску надходить на дублюючий пристрій блок ручного управління БРУ-10 (поз 2г) а далі на електропневмоперетворювач (поз. 2в). На ЭП-1324 електричний сигнал напруги від контролера перетворюється в пневматичний командний сигнал, що надходить до виконавчого механізму OVAL АРТ-366 з позиціонером RYT-1200(поз 2д). Пневматичні виконавчі механізми поршньового типу встановлені безпосередньо на регулюючому органі клапанного типу на трубопроводі подачі пари до нижньої частини епіюраційної колони .

Відображення, реєстрація та сигналізація відхилень виконується SCADA системою[16].

Контроль та регулювання витрати спирту сирцю та спирту епюрату на ректифікаційну колону:

Система автоматизації брагоректифікаційної установки передбачає регулювання витрати спирту-сирцю та спирту-епюрату. Об'ємні вимірювання витрати здійснюється вихр'ювими витратомірами фірми Endress+Hauser Prowirl 72F25 DN25 (поз 1а,6а) з необхідним діапазоном вимірювання. Контроль витрат відбувається за допомогою індикаторів струмової петлі ІТП -11 (поз 1б,6б). Сигнал про значення витрат у вигляді уніфікованих струмових сигналів 4-20 мА надходять на модуль ТМ3АІ8G. Модуль аналогових входів перетворює аналогові струмові сигнали у цифрову форму. Після обробки сигналів заданими алгоритмами (алгоритм фільтрації) інформація про технологічні параметри відображується SCADA системою, SCADA система забезпечує також реєстрацію значень технологічних параметрів та виведення їх у вигляді графіків, сигналізацію про відхилення технологічних параметрів від норми чи досягнення ними аварійних значень. Сигнал у цифровій формі обробляється за алгоритмом програми і надходить до модуля аналогових виходів ТМ3АQ4G. Модуль аналогових виходів перетворює цифровий сигнал на уніфікований сигнал напруги

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

– 0-10 В. Сигнал уніфікованої напруги в контурах регулювання витрат надходить на дублюючі пристрої блоки ручного управління БРУ-10 (поз 1г,6г) а далі на електропневмоперетворювачі (поз. 1в,6в). На ЭП-1324 електричний сигнал напруги від контролера перетворюється в пневматичний командний сигнал, що надходить до виконавчого механізму OMAC APT-366 з позиціонером RYT-1200(поз 2д,6д). Виконавчі механізми поршньового типу встановлені безпосередньо на регулюючому органі клапанного типу на трубопроводах спирту-сирцю та спирту-еюрату відповідно.

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

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.1-Спеціфікація обладнання

№ позиції за схемою	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, марка	К-ть	Завод виготовлювач
1	2	3	4	5
2а	Вимірювальний перетворювач тиску для неагресивних та агресивних газів, пару та рідин. Межі вимір. 0,03 – 400 бар. Вих. сигнал 4-20 мА.	ПД100-ДИ-311/371	1	Акутек
3а, 4а, 5а	Термоперетворювач опору з вихідним сигналом уніфікованим струмовим, діапазон вимірювання - 40-400 °С, клас точності 0,39	ДТС.И	3	Акутек
1в,2в, 5в,6в	Електропневно перетворювач сигналу з 4-20 мА в 0,2-1 кгс/см ² . Тиск живлення 1,4 кгс/см ² .	ЕПП-3211	4	ПБ з-д м.І.Франківськ
1д,2д,5 д,6д	Пневматичний виконавчий механізм для одноходових прохідних клапанів Ду – 50 мм. В комплект входить клапан 3257.	АРТ-366	4	OMAL
1а,6а	Витратомір вихр'ювий, вихідний сигнал 4...20мА, HART-протокол	Prowirl 72F25 DN25	2	Endress+Hauser
1б,2б, 3б, 4б 5б,6б	Індикатор струмової петлі, вхідний сигнал 4-20 мА	ІТП11	6	Акутек
1г,2г,5 г,6г	Блок ручного управління	БРУ-10	4	МІКРОЛ

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

3.1 Проектне компонування промислового логічного контролера(ПЛК)

Концерном Schneider Automation випускається велика гама ПЛК, які умовно поділяють на дві гілки. До першої гілки відносять ПЛК Modicon TSX Nano, Modicon M241-M251[21]. Мікропроцесорні контролери Modicon M 251 призначенні для керування складними технологічним або виробничими процесами, які вимагають обробки великої кількості інформації й керуванням великої кількості виконавчих механізмів.

Контролери Modicon - TM251 – це інноваційне, високопродуктивне рішення для модульних машин і розподілених архітектур. Завдяки своїм малим габаритам ці контролери можуть оптимізувати розмір шкафів управління, які мають настінний монтаж.

Оскільки контролери Modicon M251 оснащені вбудованими входами виходами, то такі промислові пристрої, як перетворювачі частоти і пристрої віддаленого вводу виводу , підключаються до шини CAN-open або до мережі-Ethernet.

Порти Ethernet, вбудовані в кожен контролер M251, дозволяють-використовувати функції FTP і веб-сервера, спрощуючи інтеграцію архітектуру управління і віддаленого доступу до машин за допомогою додатків для смартфонів, планшеті ПК.

Велика кількість вбудованих модулів мінімізує вартість машини:

Функції контролеру:

- послідовний-порт Modbus,
- порт USB для програмування,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
					Розробка системи автоматизації епюраційної колони спиртового заводу	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Ігнатуша І.Ю						
Перевір.		Стеценко Д.О					28	
Секретар		Крупська Т.М				Сумська філія НУХТ		
Зав.каф		Смітюх Я.В				ЗАВ 3-1		
Н.контроль								

- польова шина CAN-open для розподілених архітектур,
- розширені функції контролю стану (високошвидкісні лічильники і імпульсні виходи для управління серводвигуном).

- функції, вбудовані в модуль розширення Modicon TM3:

- модуль функціональної безпеки,

Завдяки високій обчислювальній потужності і великому обсягу пам'яті контролери M251 ідеально підходять для систем, де вимагається висока-продуктивність.

Швидке створення додатків при допомозі інтуїтивно зрозумілого та потужного програмного забезпечення SoMachine. Це дозволяє швидко-виконувати автоматичне завантаження існуючих додатків, які зберігаються в контролерах Modicon-M221, M238 та M258,

Архітектурно M251 складається з одного або кількох з'єднаних між собою окремих шасі, на яких встановлюються різноманітні модулі: процесора, блоків живлення, модулів дискретних та аналогових входів та виходів, лічильників, комунікаційних та інших. Загальна довжина розробленої шини контролера не може перевищувати 100 метрів[10].



Рисунок 3.1- Зовнішній вигляд процесорного блоку ПЛК

До складу контролера входить один процесорний модуль, але кожне шасі повинно мати свій блок живлення, потужність якого вибирається залежно від кількості й характеристик модулів, встановлених у це шасі.

При конфігурації контролера враховуються типи і кількість модулів входів – виходів, які необхідно використовувати для під'єднання датчиків і виконавчих механізмів, а також інших спеціальних модулів[9].

Основним конструктивним елементом контролера є шасі. З одного боку, шасі використовується як конструктивний елемент, на якому розміщуються й закріплюються окремі модулі контролера, з іншого – шасі має загальну шину, що називається X Bus і по якій відбувається як живлення модулів установлених у шасі, так і обмін сигналами та даними між окремими модулями контролера [12].

Модулі процесорів розрізняють функціональними можливостями, основним з яких є:

- Кількість шасі, які можуть входити до складу ПЛК;
- Кількість входів – виходів, які може обробити контролер;
- Кількість спеціальних модулів;
- Кількість і тип мереж, до яких може під'єднуватися ПЛК;
- Кількість конфігурованих контурів регулювання;
- Види і ємність пам'яті.

Модуль процесора з'єднується із шасі за допомогою кабелю X Bus шини. Вважається, що на процесорному модулі встановлений термінатор із позначенням А, тому на іншому кінці X Bus шини необхідно встановити термінатор лінії з позначенням В.

У кожному шасі повинен бути встановлений блок живлення. Пропонуються різні блоки живлення, які розрізняються живленням від змінного чи постійного струму, потужністю, а також розмірами.

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

Реалізація алгоритму управління технологічним процесом ректифікації потребує:

Аналогові входи 6;

Аналогові виходи 4.



Рисунок 3.2- Проектне компонування M251

Принципова схема підключення датчиків до контролера реалізована на листі 2 графічного матеріалу, де кожний провід має свою нумерацію для полегшення в підключенні. Використовуються пневматичні виконавчі механізми[8].

Контролери M251 оснащені 2 вбудованими портами Ethernet, Підключення через коммутатор RJ-45 (10/100-Мб / с, -MDI / MDIX) з протоколами Modbus TCP (Клієнт / Сервер), Ethernet IP (адаптер), Ethernet, UDP, TCP, SNMP і SoMachine. Саме ці порти потрібні, головним чином, для зв'язку між машинами або для підключення до мережі підприємства. Саме ці порти позначаються як «Ethernet» або «Ethernet-1». Кожен контролер M251 має вбудований веб сервер і адресу за замовчуванням на основі MAC адреси, IP-адрес контролера може бути присвоєно через DHCP-сервер або BOOTP сервер. Порти Ethernet володіють тими ж функціями-завантаження / скачування, оновлення і налагодження, що і програмований порт (USB-mini-B), коли живлення подається на контролер [7,12]. Система мережевого захисту дозволяє фільтрувати доступ IP адреси до

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

Контролера та блокувати потрібний протокол зв'язку. Крім двох вбудованих портів «Ethernet-1», контролери-TM251MESE мають вбудований[15] порт- «Ethernet-2», який використовується для підключення промислових пристроїв типуRJ-45 (перетворювачі частоти, пристрої розподіленого введення-виведення-і-т.д.), сканера введення-виведення Ethernet-Modbus-TCP, -Ethernet-Modbus-TCP- (Клієнт / Сервер), - Ethernet-IP - (адаптер), - протоколів-UDP, -TCP, -SNMP-і-SoMachine[14].

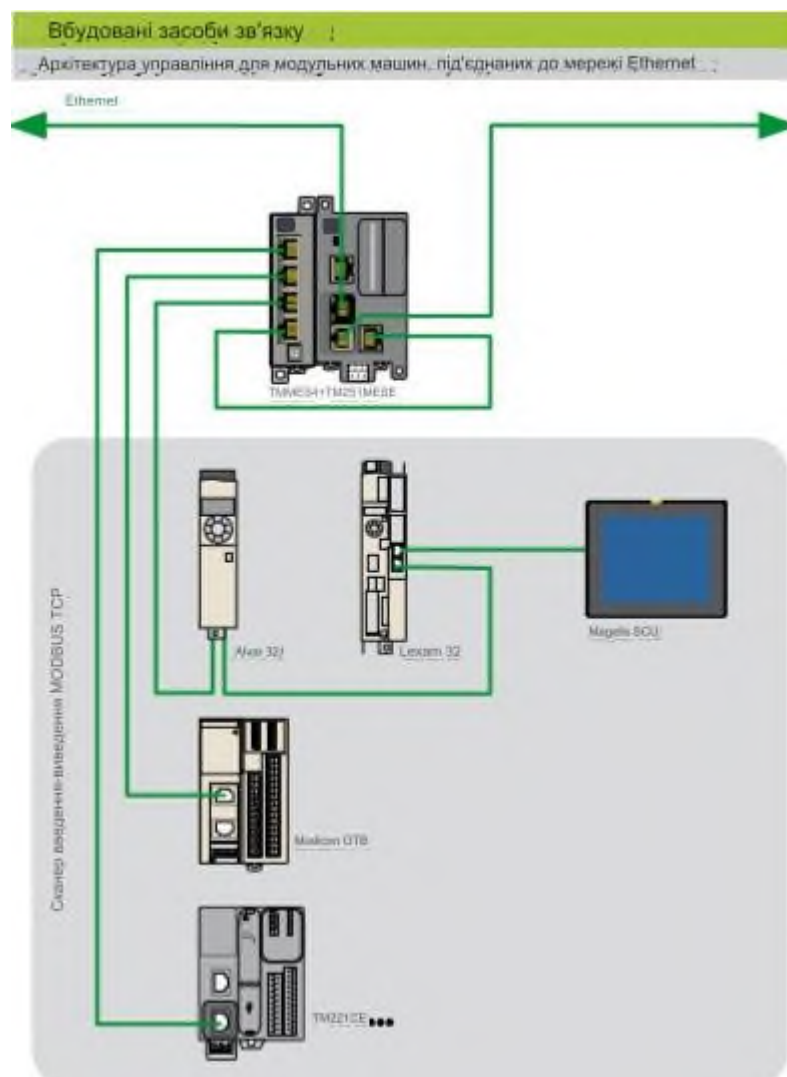




Рисунок 3.3- Зовнішній вигляд процесорного модуля M251

Контролери M251 мають такий склад:

1. Знімна клемна колодка з гвинтовими зажимами,
2. Роз'єм для підключення джерела живлення напругою 24В
3. роз'єм-RJ-45

Підключення через внутрішній комутатор до Ethernet-мереж «Machine» або «Factory», со світлодіодною індикацією швидкості обміну і стану[21].

4. Роз'єм для підключення до шини CAN-open- (9-контактний роз'єм-SUB-D)
5. Послідовний порт SL (RS-232-або-RS-485): роз'єм-RJ-45
6. Вимикач-Run / Stop- (Пуск / Стоп)
7. Роз'єм шини TM4 для підключення комунікаційних модулів TM4ppr
8. QR-код для доступу до технічної документації даного контролера
9. Роз'єм шини Modicon TM3 для підключення модулів розширення Modicon TM3
10. Блок світлодіодної індикації, відображаючий стан контролера і його компонентів (акумулятора, SD-карти пам'яті), стан вбудованих портів зв'язку (Ethernet 1-й-2, CANopen, послідовного-порту) Під кришкою.
11. Слот-карти-пам'яті-SD
12. Слот-для-резервного-акумулятора

13. Гніздо USB-mini B, котрий позначається як «Prg.-Port», для програмування
14. Вушка-під-гвинти, які використовуються для кріплення на монтажній панелі.
15. Зажим-кліпса для кріплення на симетричній -DIN-рейці.



Рисунок 3.4- Зовнішній вигляд дискретного модуля

Дискретні модулі введення-виведення Modicon TM3:

1. Блок-світлодіодних індикаторів для каналів модулів діагностики
2. Роз'єми шини TM3 (по одному на кожній стороні), які призначені для забезпечення цілісності з'єднань між модулями.
3. Клемні колодки вхідних або вихідних каналів (в залежності від моделі використовуються клемні колодки з гвинтовими зажимами, клемні –колодки з пружинними затискачами HE-10)
4. Кріплення для фіксації на DIN-рейці.
5. Засувка для фіксації модуля.



Рисунок 3.5- Зовнішній вигляд аналогового модуля

Опис:

Аналогові модулі Modicon TM3:

1. Засувка для фіксації суміжного модуля
2. Роз'єми шини TM3(по одному на кожній стороні), які призначені для забезпечення надійності з'єднань між модулями
3. Кріплення для фіксації на DIN-рейці
4. Світлодіодний індикатор включення живлення.
5. Знімні клемні колодки з гвинтовими або пружинними затискачами (в залежності від моделі) для підключення аналогових каналів і джерела живлення 24-В

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Таблиця 3.4 – Вибір модулів для ПЛК

Позначення	Найменування	кіль- кість	Примітка
Modicon M251	Процесорний модуль	1	
BMX CPS 2010	Модуль живлення	1	
TM3AI8G	Повноформатний модуль аналогових входів 8вх	1	
TM3AQ4G	Повноформатний модуль аналогових виходів 8вих	1	
BMXNOM 0200	Модуль послідовної передачі даних	1	
TM3DQ16R	Повноформатний модуль дискретних виходів 8вих	1	

3.2 Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

Вхідні сигнали від датчиків надходять на модуль аналогових входів контролера TM3AI8G (1 шт.)[19]. Ці модулі складають групу вхідних ПЗО. В ньому аналогова інформація перетворюється в цифровий сигнал для обробки контролером. Аналогові сигнали в контролері представляються у вигляді числа від -10000 до + 10000 або від 0 до + 10000.

В контролері вхідні сигнали опрацьовуються згідно заданих алгоритмів та коефіцієнтів. Після обробки контролером управляючий сигнал надходить на модулі аналогових виходів TM3AQ4G (1 штуки). Ці модулі представляють собою вихідні ПЗО контролера і забезпечують перетворення цифрового управляючого сигналу у вигляд уніфікованого струмового сигналу 4-20мА. З ПЗО контролера сигнал надходить на електро-пневмоперетворювачі, а далі на виконавчі механізми[19].

В принциповій схемі підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК Schneider Electric M251 застосовувалася наступна нумерація провідників:

- нумерація 800-818
- для провідників в яких протікає змінний струм;

- нумерація 001-004 для провідників в яких протікає пневматичний сигнал починалася;
- нумерація 100-118
- для провідників в яких протікає вимірювальний сигнал від датчиків до ПЛК Schneider Electric M251;
- нумерація 200-208 – для провідників в яких протікає сигнал управління від ПЛК Schneider Electric M251 до виконавчих механізмів.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Розширені схеми підключення для окремих контурів

Контур регулювання, контролю тиску низу епіюраційної колони

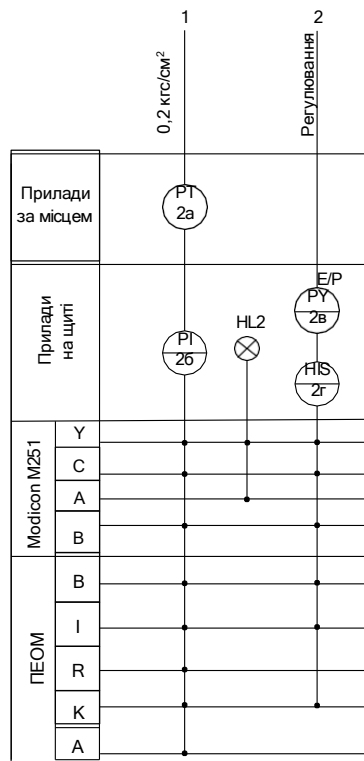
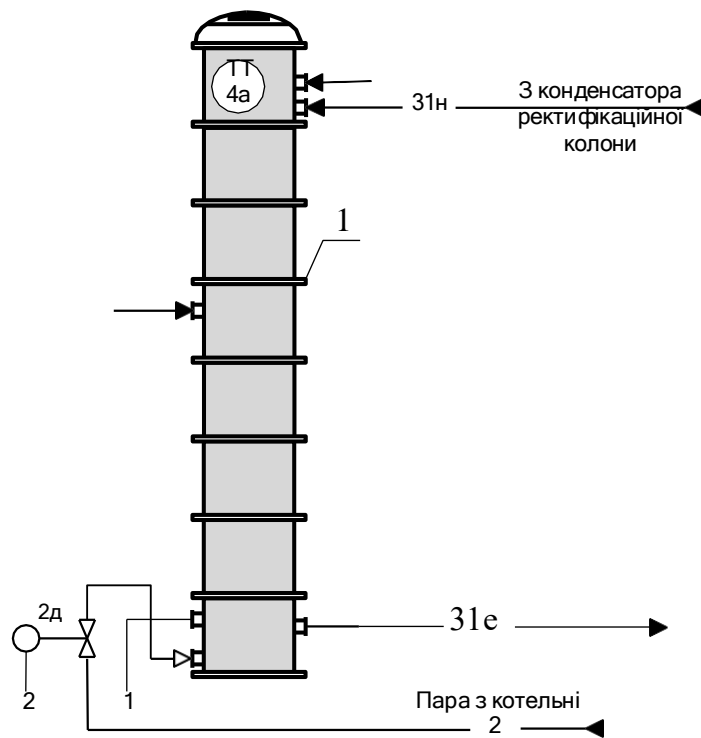


Рисунок 3.6 - Функціональна схема автоматизації контуру регулювання тиску низу епіюраційної колони

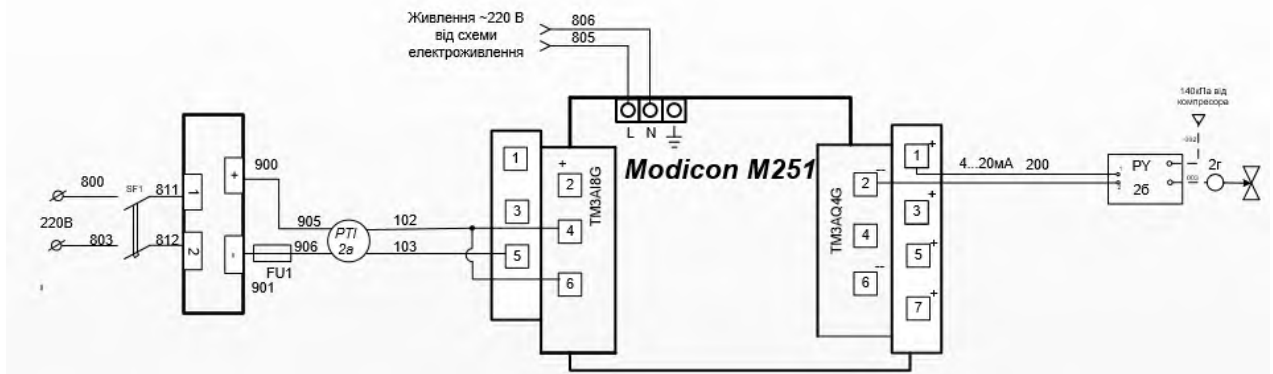


Рисунок. 3.7 - Розширена схема підключення датчика тиску та клапану подачі пари до модулів ПЛК Schneider Electric M251

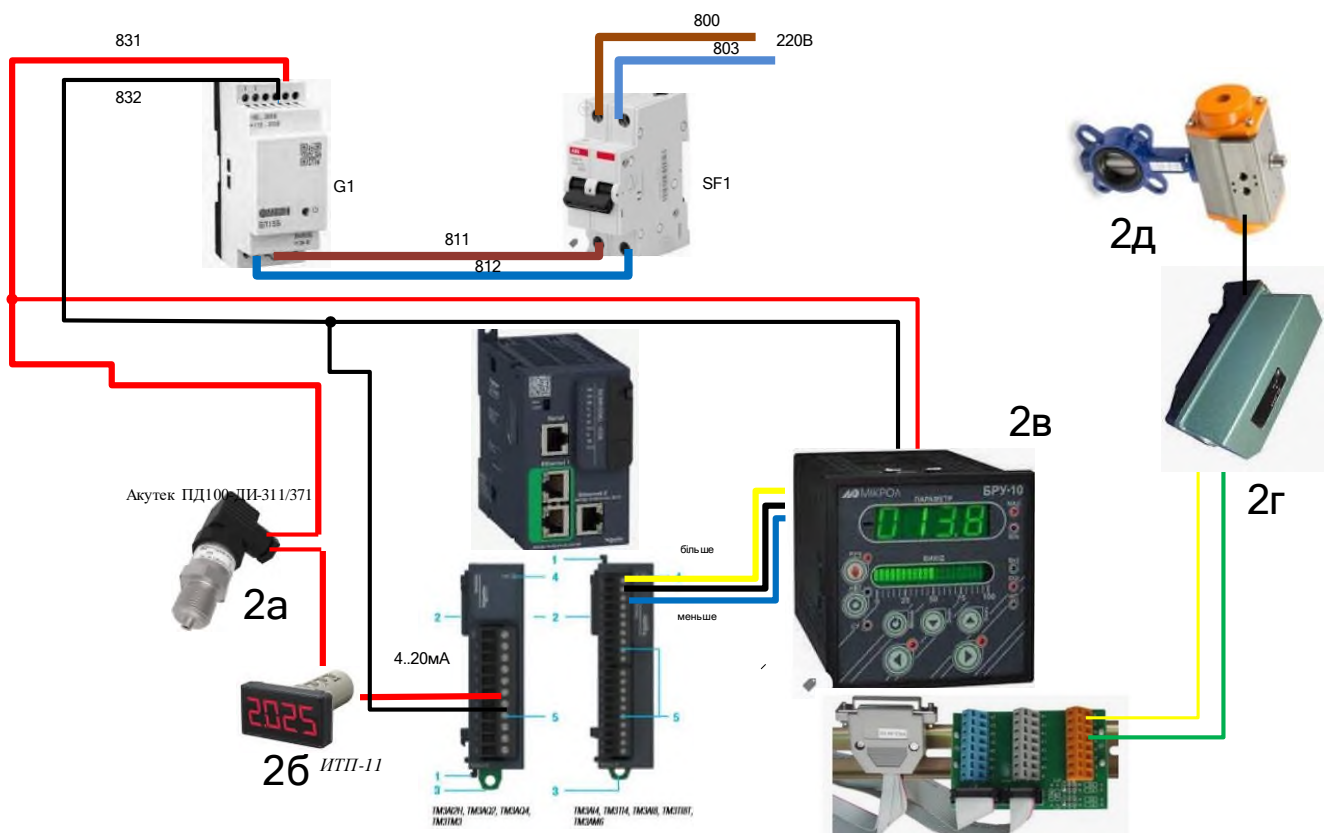


Рисунок. 3.8 - Графічна схема підключення датчика тиску та клапану подачі пари до модулів ПЛК Schneider Electric M251.

Регулювання тиску в нижній частині епіюраційної колони реалізовано наступним чином:

Датчиком тиску є перетворювач ПД100-ДИ-311/371 фірми Акутек (поз 2а), з нього уніфікований сигнал надходить індикатор струмової петлі ІТП-11 (поз 2б) з якої уніфікований сигнал надходить на аналоговий модуль контролеру ТМ3А18Г

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА				

(клеми 4,5,6). В контролері відпрацьовується ПІД - закон керування і вразі невідповідності формується командний сигнал на модуль аналогового виходу ТМ3АQ4G (клеми 1,2) з якого сигнал 4...20мА надходить до блоку ручного управління БРУ-10(поз 2в) а потім на електро-пневмоперетворювач ЕПП-3324 (поз 2г) а далі пневматичний сигнал надходить до виконавчого механізму ОМАіL АРТ-366 -3077 (поз 2д) котрий змінює кількість гріючої пари до нижньої частини еспораційної колони тим самим стабілізуючи тиск в її нижній частині. Для подачі напруги використовують автоматичні вимикачі SF1, SF2., а також блок живлення МТМ-140(G1).

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

Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів

Для вимірювання тиску пари в колонах брагоректифікаційної установки використано перетворювач тиску фірми «АКУТЕК» ПД100-311/371 [23].

Схема датчика ПД100 представлено на рис 4.1. Датчик складається з корпусу 1, мембранного тензоперетворювача (ТП) 2 і електронного перетворювача 3. Вимірюваний тиск підводиться в робочу порожнину і впливає безпосередньо на вимірювальну мембрану тензоперетворювача 2, викликаючи її прогин.



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд перетворювача тиску «АКУТЕК» ПД100

Вимірювальна мембрана тензоперетворювача складається з металевої-магнітного поля промислової частоти по ГОСТ Р 50648 – безперервне магнітне поле напруженістю 30 А / м;

- мікросекундних імпульсних перешкод великої енергії по ГОСТ Р 51317.4.5 в комплекті з блоком захисту від перехідних процесів:

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ігнатуша І.Ю			Розробка системи автоматизації еспораційної колони спиртового заводу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стеценко Д.О						41
Секретар		Крупська Т.М				НУХТ		
Зав. каф		Смітюх Я.В				ЗАВ 3-1		
Н.контроль								

- імпульс напруги 1 кВ при подачі перешкоди за схемою "провід-земля" - для датчиків з вихідним сигналом 4-20 мА;
- імпульс напруги 1 кВ при подачі перешкоди за схемою "провід-провід" і 2 кВ при подачі перешкоди за схемою "провід-земля" - для датчиків з вихідним сигналом 0-5 мА і 0-20 мА.

Критерій якості функціонування - А.

Примітка - Рівень ВЧ-пульсацій в смузі частот понад 5 кГц і амплітуда імпульсів вихідного сигналу тривалістю менше 100 мс НЕ нормуються.

Додаткова похибка датчиків, викликана впливом електромагнітних завад не перевищує $\pm 2,5\%$ від діапазону зміни вихідного сигналу.



Рисунок 4.2 – Структура перетворювача тензоелементу

Датчики відповідають нормам завадоємисії, встановленим для класу Б по ГОСТ Р 51318.22. $5,55 \pm 0,05$ $21,76 \pm 0,16$ на частину мембрани, на зовнішній поверхні, якої жорстко закріплений чутливий елемент, який представляє собою монокристалічного сапфірову пластину з кремнієвими плівковими тензорезисторами (структура КНС). Тензорезистори з'єднані в бруківку схему. Деформація вимірювальної мембрани викликає зміна опору тензорезистора і розбаланс мостової схеми. Електричний сигнал, що утворюється при розбалансі мостової схеми, подається в електронний перетворювач 3. Електронний перетворювач перетворює електричний сигнал від тензоперетворювача в стандартний струмовий вихідний сигнал[4].

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

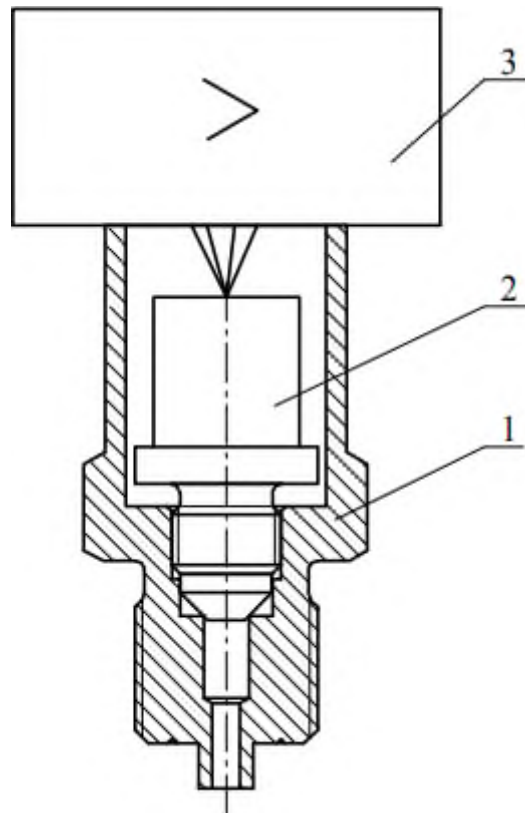


Рисунок 4.3 - Зовнішній вигляд електронного перетворювача в корпусі датчиків

Електронний перетворювач датчика складається з фільтра радіоперешкод і плати мікропроцесора, яка містить наступні функціональні вузли (Рисунок 3):

- стабілізатор напруги (СН);
- джерело опорної напруги (ДОН);
- аналого-цифровий перетворювач (АЦП);
- мікропроцесор (МП);
- незалежне постійне запам'ятовуючі пристрій (ЕПЗУ);
- перетворювач напруги в струм (ПНТ);
- перемикачі 1 і 2 (рисунок 2) (КП).

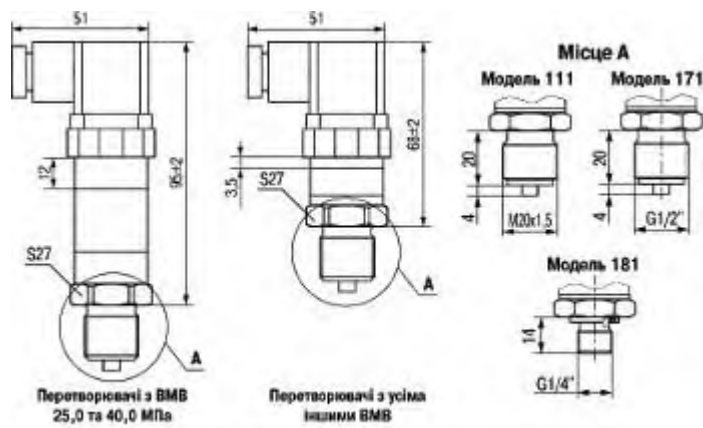


Рисунок 1 – Габаритні та приєднувальні розміри

Рисунок 4.4 – Габаритні та приєднувальні розміри

Джерело опорної напруги формує напруга для аналогоцифрового перетворювача і стабілізатора напруги. Стабілізатор напруги призначений для створення живильного напруги для всіх вузлів схеми. Інформація, отримана з АЦП, обробляється мікропроцесором, обчислюється справжнє значення тиску і перетворюється в напругу. При математичній обробці використовується калібрувальна інформація, зберігається в ЕПЗУ[11,12]. Перетворювач напруги в струм формує вихідний уніфікований струмовий сигнал. Перемикачі призначені для плавного настроювання вихідного сигналу

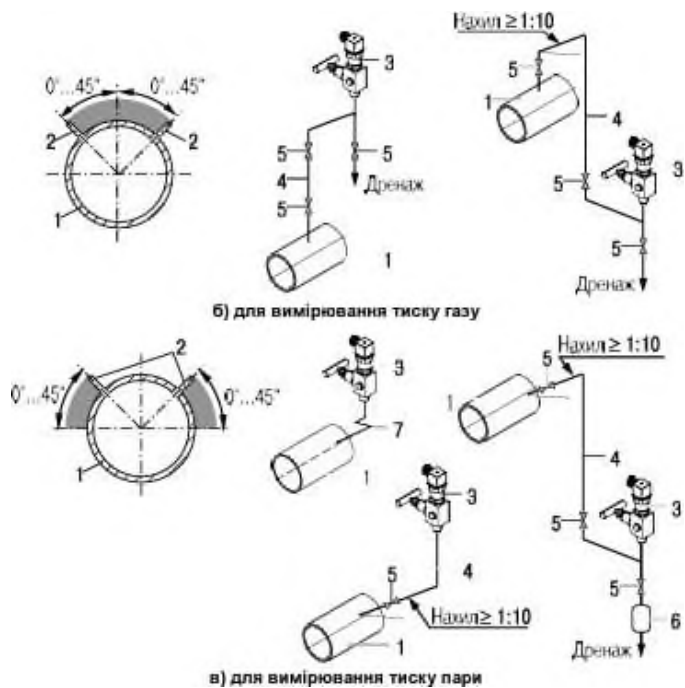


Рисунок 4.5 – Розташування відвідних трубок на трубопроводі і приклади монтажу перетворювача

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Відбірні пристрої для встановлення перетворювача рекомендується 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 відбирання тиску вгору до перетворювача, якщо вимірюване середовище – газ або пара, і униз до перетворювача, якщо вимірюване середовище – рідина. Якщо це неможливо, при вимірюванні тиску газу у нижніх точках сполучних ліній слід встановлювати відстійні судини, а при вимірюванні тиску рідини в найвищих точках – газозбірники. На рисунку 4.5 наведені розташування відвідних трубок на горизонтальному або нахиленому трубопроводі і рекомендовані схеми монтажу перетворювачів залежно від вимірюваного середовища.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

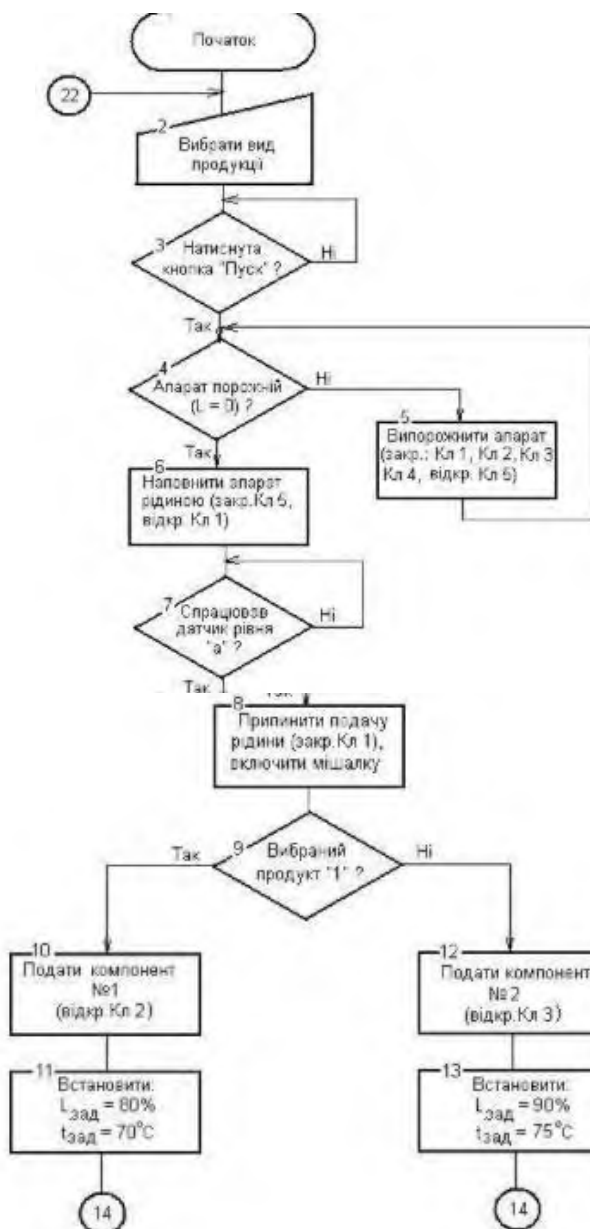


Рисунок 5.1 Фрагмент алгоритму керування режимом роботи еспураційного апарату

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ігнатуша І.Ю			Розробка системи автоматизації брагоректифікаційної установки спиртового заводу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стеценко Д.О					46	
Секретар		Крупська Т.М				НУХТ		
Зав.каф		Смітюх Я.В				ЗАВ 3-1		
Н.контроль								

Програма керування написана на мові FBD.

Ця мова є графічною мовою функціональних блоків (ФБ). Програма для контролера представляється у вигляді набору функціональних блоків, з'єднаних дугами, що імітують вхідний, вихідні й проміжний змінні (рис 5.2).

Як входи можуть бути будь-які константи й змінні. Входи конфігуруються (з'єднуються) з виходами й повинні збігатися з ними по типі[20].

Стандартна бібліотека ФБ:

- присвоювання змінних,
- логічні операції (AND, OR, NOT, XOR і т.д.),
- арифметичні дії,
- операції перетворення форматів,
- доступ до системних параметрів (скидання лічильника, зміна параметрів таймера й ін.),
- алгоритми керування (реле, ПІД-закон) і ін.

Таблиця 5.1 - Аналогові входи для Modicon M251

Джерело сигналу	Позначення на СА		Адреса
Тиск в епюраційній колон	PE_epurat	BA01	%IW0.1.1
Температура в ЕК	TE_epurat	BA02	%IW0.1.2
Температура води після конденсатора	TE_voda_brajka	BA03	%IW0.1.3
Температура води після дефлегматора	TE_voda_epurat	BA04	%IW0.1.4
Температура на на контрольній тарілці	TE_control	BA05	%IW0.1.5
Вихідні сигнали			
Епюрат	KL_11v	ДВ01	%QW0.4.1
Холодна вода	KL_3v	ДВ01	%QW0.4.2
Бражний дистиллят	KL_10v	ДВ01	%QW0.4.3
Пара	KL_2v	ДВ01	%QW0.5.3

Аналогові виходи для Modicon M251

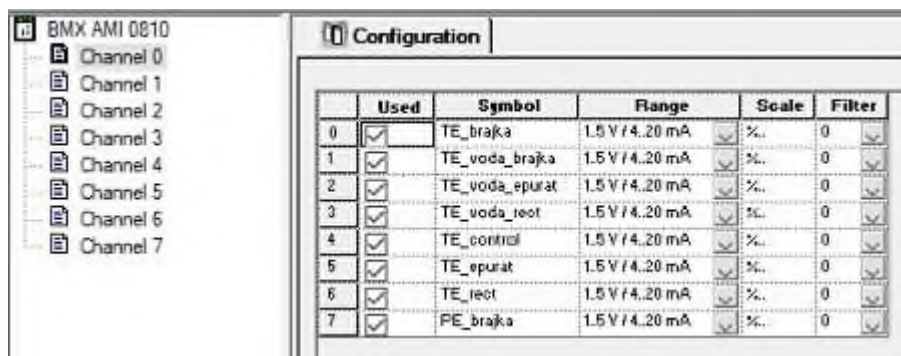


Рисунок 5.2 - Конфігурація аналогових входів для Modicon M251

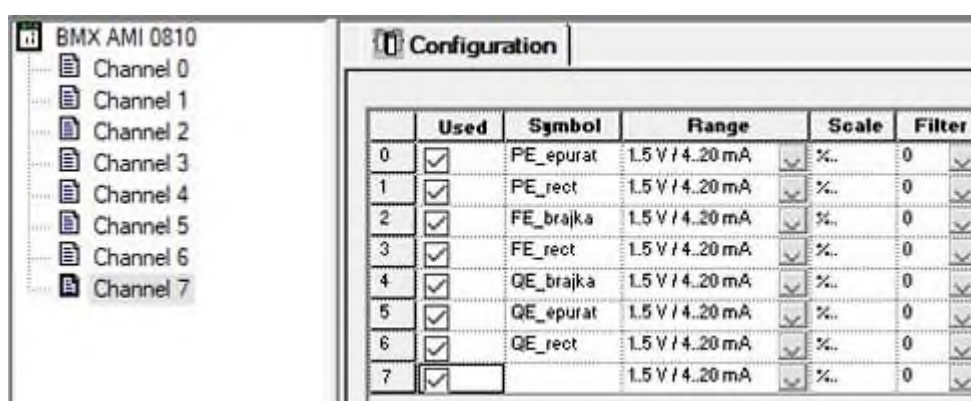


Рисунок 5.3 - Конфігурація аналогових виходів для Modicon M251

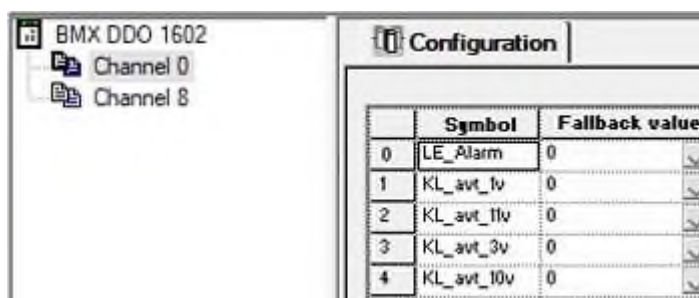


Рисунок 5.4 - Конфігурація дискретних виходів для Modicon M251

Фрагмент програмного забезпечення керуванням епіраційною колоною

(*Тиск у нижній частині ЕК*)

PID ('РБК', 'кПа', %IW7.1, %QW8.5, %M2, %MW64:43);

%MW64:=7337;

%MW65 (*Значення виходу записується з вікна SCADA в змінну*);

(*%MW101 (при дистанційному управлінні викон. *);

(*механізмом через SCADA) *);

%MW66 (*Коефіцієнт підс. ПІД регулятора, записується з вікна*);

(*SCADA програми*);

%MW67 (*Час інтегрування ПІД регулятора, записується з вікна*);

(*SCADA програми*);

%MW68 (*Д складова регулятора*);

%MW70=10000 (*Обмеження виходу по максимуму*);

%MW71:=0 (*Обмеження виходу по мінімуму*);

%MW72:=10000 (*Обмеження входу по максимуму*);

%MW74:=0 (*Обмеження входу по мінімуму*);

%MW76:X0=0 (*Диференціювання вхідної змінної*);

%MW76:X7=1 (*Засоби ЛМІ не використовуються*);

* Символом (*...*) в програмі виділяється коментар, який не впливає на роботу програми, а використовується для пояснень роботи програми.

Нижче наведена програма контролера, що забезпечує формування управляючої дії в контурах регулювання:

(*Визначення параметрів для PID-регуляторів*)

(*Температура у верхній частині ЕК*)

%MW20:=7833;

%MW26:=10000;

%MW27:=0;

%MW28:=10000;

%MW30:=0;

%MW32:X0=0;

%MW32:X7=1;

(*Тиск у нижній частині ЕК*)

%MW64:=7337;

%MW70=10000;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

%MW71:=0;
 %MW72:=10000;
 %MW74:=0;
 %MW76:X0=0;
 %MW76:X7=1;
 (*Температура охолоджуючої води після конденсатора ЕК*)
 %MW108:=4583;
 %MW114:=10000;
 %MW115:=0;
 %MW116:=10000;
 %MW118:=0;
 %MW120:X0=0;
 %MW120:X7=1;
 (*Температура охолоджуючої води після конденсатора ККО*)
 %MW152:=5625;
 %MW158:=10000;
 %MW159:=0;
 %MW160:=10000;
 %MW162:=0;
 %MW164:X0:=0;
 %MW164:X7:=1;
 (*Температура охолоджуючої води після конденсатора ККО*)
 %MW196:=5750;
 %MW202:=10000;
 %MW203:=0;
 %MW204:=10000;
 %MW206:=0;
 %MW208:X0:=0;
 %MW208:X7:=1;
 (*Температура на контрольній тарілці РК*)
 %MW240:=6583;
 %MW246:=10000;
 %MW247:=0;

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

%MW248:=10000;

%MW250:=0;

%MW252:X0:=0;

%MW252:X7:=1;

(*Температура охолоджуючої води після конденсатора ЕК*)

%MW284:=5000;

%MW290:=10000;

%MW291:=0;

%MW292:=10000;

%MW294:=0;

%MW296:X0:=0;

%MW296:X7:=1;

(*Тиск пари в магістралі подачі від котельної*)

%MW328:=6129;

%MW334:=10000;

%MW335:=0;

%MW336:=10000;

%MW338:=0;

%MW340:X0:=0;

%MW340:X7:=1;

(*Витрата спирту сирцю з БК*)

%MW372:=9615;

%MW378:=10000;

%MW379:=0;

%MW380:=10000;

%MW382:=0;

%MW384:X0:=0;

%MW384:X7:=1;

(*Тиск у нижній частині ЕК*)

%MW416:=5720;

%MW422:=10000;

%MW423:=0;

%MW424:=10000;

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

```

%MW426:=0;
%MW428:X0:=0;
%MW428:X7:=1;
(*%M13 – біт, що відповідає за вимикання звукового сигналу дзвоника*)
WHILE %M15 DO
(*Температура охолоджуючої води після конденсатора ЕК*)
PID ('ТСЕК', 'C', %IW6.1, %QW9.1, %M4, %MW152:43);
(*Температура охолоджуючої води після конденсатора ККО*)
PID ('ТСККО', 'C', %IW6.3, %QW9.9, %M5, %MW196:43);
(*Температура на контрольній тарілці РК*)
PID ('Т1РК', 'C', %IW6.9, %MW372, %M6, %MW240:43);
(*Температура охолоджуючої води після конденсатора РК*)
PID ('ТСРК', 'C', %IW6.11, %QW10.5, %M7, %MW284:43);
(*Тиск пари в магістралі подачі від котельної*)
END_IF;
END_WHILE;

```

Рисунок 5.5 – Приклад програми користувача на мові ST

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога SCADA-системи.

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

Середній рівень (рівень керування по показниках якості продуктів й ефективності виробництва) може бути реалізований з використанням SCADA-систем вітчизняних і закордонних виробників, наприклад [14,16]:

- Trace Mode (AdAstra, Росія);
- GENIE (Advantech, Тайвань);
- Genesys (Iconics, США);
- Real Flex (BJ, США);
- FIX (Intellution, США);
- Factory Suite, InTouch (Wanderware, США);
- Citect (CiTechnologies, США) і ін.

6.1 Таблиця змінних

Ім'я змінного тегу	Адреса	Мін. вихідне значення	Макс. вихідне значення	Мін. значення в одиницях виміру	Макс. значення в одиницях виміру	Тип даних
1	2	3	4	5	6	7
KL-1v	%MW102	0	100 %	0	100 %	Real
KL-2v	%MW106	0	100 %	0	100 %	Real
KL-3v	%MW108	0	100 %	0	100 %	Real
KL-4v	%MW110	0	100 %	0	100 %	Real
KL-5v	%MW112	0	100 %	0	100 %	Real
KL-6v	%MW114	0	100 %	0	100 %	Real
KL-7v	%MW116	0	100 %	0	100 %	Real
KL-10v	%MW118	0	100 %	0	100 %	Real
KL-11v	%MW120	0	100 %	0	100 %	Real
PE_brajka	%MW122	0	3200 мбар	0	3200 мбар	Real

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Ігнатуша І.Ю			Розробка системи автоматизації епюраційної колони спиртового заводу	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стеценко Д.О					53	
Секретар		Крупська Т.М				НУХТ ЗАВ 3-1		
Зав.каф		Смітюх Я.В						
Н.контроль								

Перераховані вище програмні продукти призначені для використання на діючих технологічних установках у реальному часі й, отже, вимагають використання комп'ютерної техніки в промисловому виконанні, що відповідає найбільш твердим вимогам у змісті надійності, вартості й безпеці.

До SCADA-систем пред'являються особливі вимоги:

- відповідність нормативам "реального часу" (у т.ч. й "твердого реального часу");
- здатність адаптуватися як до змін параметрів середовища в темпі із цими змінами, так і до умов роботи інформаційно-керуючого комплексу;
- здатність працювати протягом усього гарантійного строку без обслуговування (безперебійна робота роками);
- установка у віддалених і важкодоступних місцях (як географічно - малообжиті райони, так і технологічно - колодязі, естакади)[10].

Основні можливості SCADA-систем:

- збір первинної інформації від пристроїв нижнього температури;
- архівування й зберігання інформації для наступної обробки (створення архівів подій, аварійної сигналізації, зміни технологічних параметрів у часі, повне або часткове збереження параметрів через певні проміжки часу);
- візуалізація процесів;
- реалізація алгоритмів керування, математичних і логічних обчислень (є убудовані мови програмування типу VBasic, Pascal, C й ін.), передача керуючих впливів на об'єкт;
- документування як технологічного процесу, так і процесу керування (створення звітів), видача на печатку графіків, таблиць, результатів обчислень й ін.;
- мережні функції (LAN, SQL);
- захист від несанкціонованого доступу в систему;
- обмін інформацією з іншими програмами (наприклад, Outlook, Word й ін. через DDE, OLE і т.д.).

Поняття відкритості ПО.

Відкритість: апаратна й програмна.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Апаратна відкритість – підтримка або можливість роботи з устаткуванням сторонніх виробників.

Сучасна SCADA не обмежує вибору апаратур нижнього температури, тому що надає великий вибір драйверів або серверів вводу-виводу.

Програмна відкритість - для програмної системи визначені й відкриті використовувані формати даних і процедурний інтерфейс, що дозволяє підключити до неї зовнішні, незалежно працюючі компоненти, у тому числі розроблені окремо програмні й апаратні модулі сторонніх виробників[7,8].

Для приєднання драйверів вводу-виводу до SCADA використовуються два механізми:

- стандартний динамічний обмін даними (DDE - Dynamic Data Exchange й ін.),
- по внутрішньому протоколі, відомому тільки розроблювачу-фірмі-розроблювачеві.

У більшості SCADA використовується DDE, однак через обмеження по продуктивності й надійності він не зовсім придатний для реального часу. Замість нього Microsoft запропонувала більше ефективний засіб: OLE (Object Linking and Embedding - включення й вбудовування об'єктів).

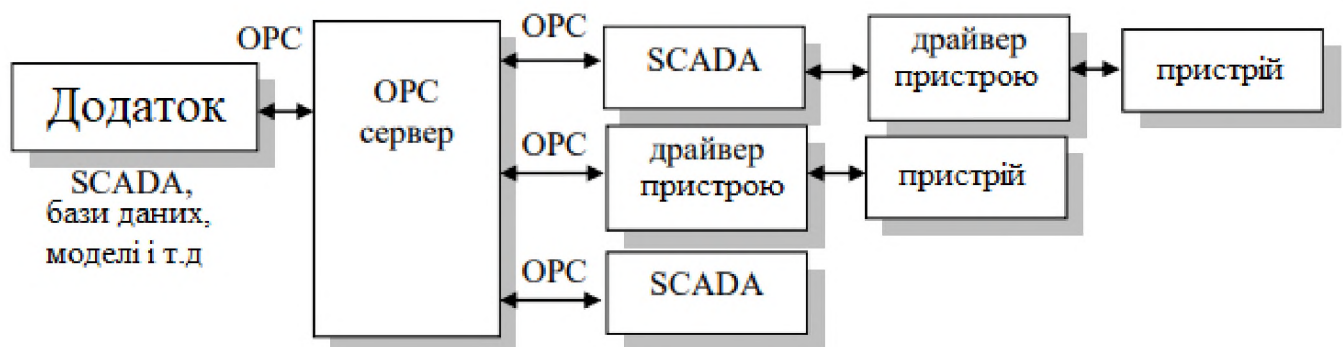


Рисунок 6.1 –Принцип побудови SCADA

На базі OLE з'явився новий стандарт OPC (OLE for Process Control), орієнтований на ринок промислової автоматизації. Новий стандарт дозволяє, поперше, поєднувати на рівні об'єктів різні системи керування й контролю, по-

друге, усуває необхідність використання різного нестандартного встаткування й відповідних комунікаційних програмних драйверів [10,12].

Варіанти обміну SCADA-систем з додатками й фізичними пристроями через OPC наведені на рис 6.1.

Типова послідовність дій при програмуванні SCADA-системи:

- 1) Формування статичного зображення робочого вікна: тло, заголовки, мнемосхема процесу й т.д.
- 2) Формування динамічних об'єктів кожного вікна. Як правило, динамічні об'єкти створюються за допомогою спеціалізованого графічного редактора самого SCADA-пакета по жорстко заданому алгоритмі або на основі набору бібліотечних елементів з наступним присвоєнням параметрів (наприклад, рукоятка на екрані).
- 3) Опис алгоритмів відображення, керування, архівування, документування. Для цього є відповідні убудовані мови програмування.

Vijeo Citect, що входить до складу програмного забезпечення Collaborative, є в той же час компонентом PlantStruxure™, нової архітектури автоматизації технологічних процесів Schneider Electric, і призначений для побудови систем диспетчеризації.

Vijeo Citect - це надійна і гнучка система з високою продуктивністю, призначена для використання в будь-яких галузях промислової автоматизації в системах диспетчерського управління та збору даних.

Потужні засоби візуалізації та функціональні можливості дозволяють створювати зручні у використанні системи диспетчеризації, дозволяючи операторам повністю контролювати протікання технологічного процесу і оперативно реагувати на відхилення в ньому, що в підсумку підвищує їх ефективність. Легкі у використанні інструменти конфігурування Vijeo Citect і потужні функціональні можливості допоможуть вам швидко і легко розробляти та розгортати рішення для систем диспетчеризації будь-якого розміру.

Могутні функціональні можливості включають в себе:

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

- Повне резервування для високонадійних рішень: на критично важливих виробничих ділянках апаратний збій може призвести до потенційно небезпечних ситуацій. Завдяки повному резервуванню Vijeo Citect апаратний збій у будь-якій частині вашої системи, не призведе до втрати її функціональності і продуктивності.
- Потужна графіка та інтерфейс користувача: графічні можливості вашої SCADA системи є критичним фактором, що визначає зручність її використання. Vijeo Citect дозволяє розробляти повноколірний, витриманий в одному стилі, легкий у використанні і інтуїтивно зрозумілий графічний інтерфейс користувача.
- Process Analysis: Vijeo Citect Process Analysis - це інтуїтивно зрозумілий і зручний інструмент для візуалізації та аналізу даних, який є частиною SCADA системи. Process Analysis дозволяє бачити всю історію в рамках підприємства і надавати важливу інформацію для операторів, допомагаючи підвищувати їх ефективність і продуктивність[15].
- Просте конфігурування: що б ви не конфігурувати, будь - то розподілена система для технологічного процесу водопідготовки або централізована система для технологічного процесу транспортування руди, гнучкість і великий набір інструментів Vijeo Citect прискорюють процес конфігурування системи управління, істотно знижуючи час і вартість розробки, а також мінімізуючи проектні ризики.

Vijeo Citect розроблений, щоб надати промисловим підприємствам будь-яких розмірів гнучке управління розробкою, розгортаємо, обслуговуванням, підтримкою та розвитком систем диспетчеризації технологічних процесів. Інженерні рішення, закладені в Vijeo Citect, забезпечую багаторівневе резервування, яке забезпечує надійність і безперебійну роботу вашої системи.

Для того, щоб створити проект на даній мові необхідно сконфігурувати OPS та перевірити з'язок з контролером. Також налаштовується OFS Confihuration tools, де вказуєм тип пристрою SHNAEIDER та адресу UNTLW01:0.254.0./T. Далі, створюючи проект, вносимо певні корективи за допомогою Tools/Computer Setup Wizard, де вказуємо ім'я сервера, драйвера, тип

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

пристрою, протокол OPS, в полі адреси прописуємо Schneider.Aut-OFS. Далі в Project Editor перевіряємо чи у відповідних вікнах появились всі наші пристрої.

Так, як даний проект створювався в демо – версії, то дана конфігурація не проводилась, використовувались ресурси та звернення, що були прописані автоматично та по замовчуванню (рис.6.2.).

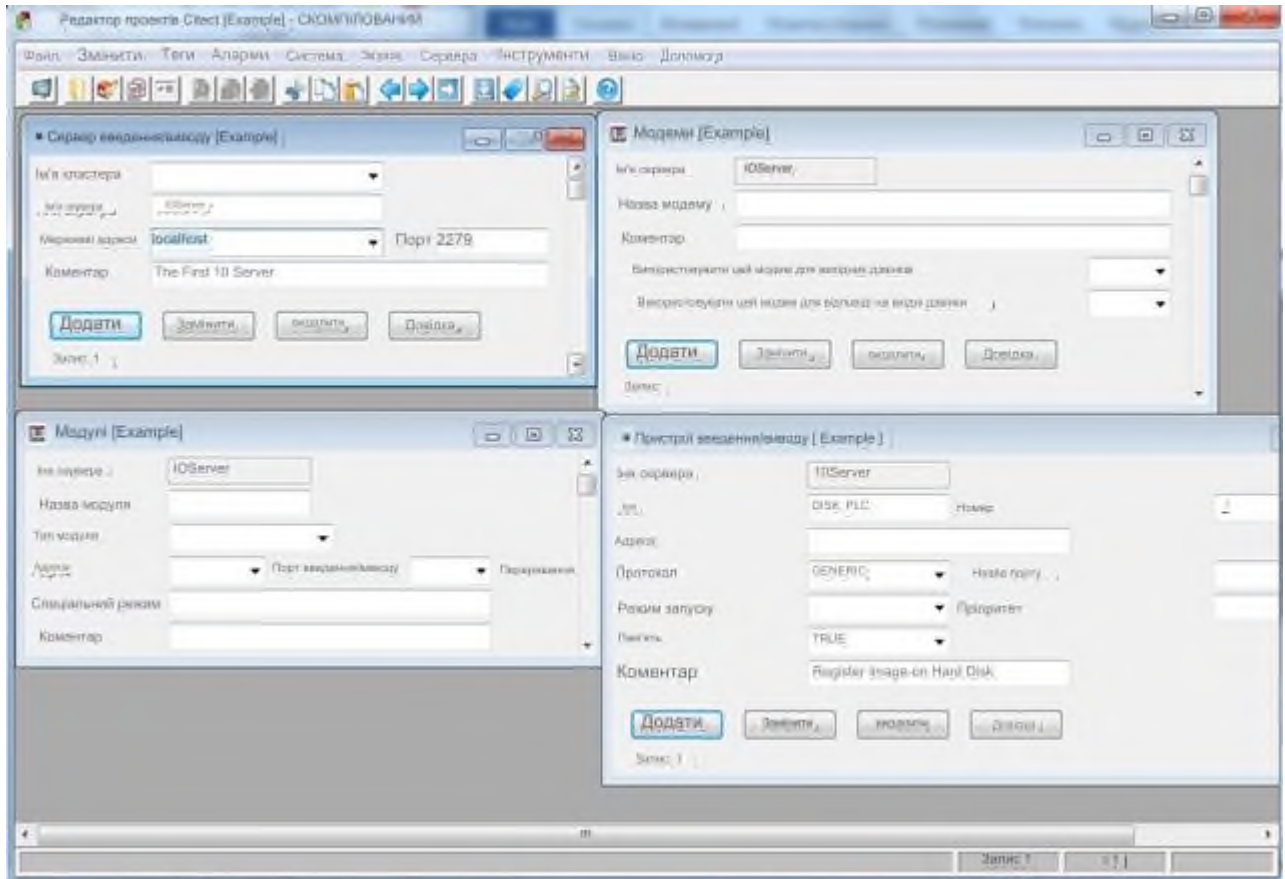


Рисунок 6.2 - Налаштування конфігурації проекту

Для повного відображення всього технологічного процесу виробництва цукерок створювалось два вікна: на першому фрагмент відображення процесу виробництва цукерок (рис. 6.2.), на другому – тренди зміни технологічних параметрів (рис. 6.3). Також забезпечено відображення повідомлень щодо стану технологічного процесу у першому вікні[16].

Для коректної роботи SCADA – програми створюються зміни технологічного процесу.

6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора

Автоматизація спиртових заводів повинна бути підпорядкована єдиній концепції і єдиній стратегії, що, у свою чергу, дозволяє автоматизувати як окремі одиниці устаткування та ділянки, так і об'єднати вже створені комплекси в єдину систему керування виробництвом. У протилежному випадку підприємство, автоматизувавши ряд ділянок на базі різних технічних засобів, нерідко через несумісність апаратних і програмних засобів, закритості систем і ін. не може зв'язати їх у єдину систему. Витрати на стикування таких ділянок порівнянні з вартістю автоматизації самих ділянок[8].

Сучасні SCADA-системи не обмежують вибору апаратури нижнього рівня, оскільки надають великий набір драйверів або серверів вводу-виводу і мають добре розвинені засоби створення власних програмних модулів або драйверів нових пристроїв нижнього рівня.

У SCADA-системах основним механізмом, що використовується для зв'язку із іншим програмним забезпеченням залишається механізм DDE. Однак через обмеження по продуктивності і надійності він не зовсім придатний для обміну інформацією в реальному масштабі часу. Замість DDE механізму було запропонувала ефективніший і надійніший засіб передачі даних між процесами OLE (Object Linking and Embedding включення і вбудовування об'єктів). На базі OLE з'явився новий стандарт OPC (OLE for Process Control), що орієнтований на ринок промислової автоматизації. Новий стандарт не тільки дозволяє об'єднувати різні системи управління і контролю на рівні об'єктів, але й усуває необхідність використання різного нестандартного устаткування і відповідних комунікаційних програмних драйверів.

Більшість з SCADA-систем є контейнерами, які повідомляють ActiveX про події, що відбулися. Будь-які ActiveX-об'єкти можуть завантажуватися в систему розробки і використовуватися при створенні прикладних програм. Управління ActiveX-об'єктами здійснюється за допомогою даних, методів і функцій подій, що властиві вибраному об'єкту.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будь-яка система управління, яка дозволяє створювати панель керування оператора, повинна допускати можливість спілкування з людиною його рідною мовою. Частина зарубіжних систем мають переклади документації російською мовою (наприклад InTouch). Оскільки з технічного погляду проблем з русифікацією немає, то проблема лишається лише в якості цієї процедури [10,11].

Вартість SCADA систем, на перший погляд, здається достатньо високою. При цьому механізм визначення ціни у різних фірм-розробників різний: вартість InTouch, наприклад, залежить від кількості змінних, що використовуються в проекті, який розробляється; вартість Simplicity визначається кількістю каналів вводу/виводу, які повинна підтримувати система; пакет FactoryLink має високу базову вартість, однак немає обмежень за кількістю каналів. При оцінці вартості SCADA-системи враховуються мінімальні і рекомендовані ресурси комп'ютера, необхідні для її установки. При цьому в деяких системах, наприклад, WinCC кількість допустимих змінних безпосередньо залежить від кількості доступного ОЗУ.

SCADA-система Trace Mode для великих АСУТП створена компанією AdAstra, використання якої можливе в операційних системах QNX, OS9, Windows. Даний пакет відрізняється значною надійністю системи автоматизації, однак для нормального функціонування проекту необхідні значні ресурси комп'ютера (мінімум 512 Мбайт ОЗП) і для розробки проекту практично відсутня бібліотека графічних елементів.

Ядро SCADA-системи Bridgeview управляє базою даних, взаємодіє з серверами пристроїв, реагує на аварійні події (алярми). При створенні проекту, як і в TraceMode, користувач конфігурує вхідні і вихідні канали, вказує для них такі параметри, як частота опитування, діапазони значень сигналу і т.п., та створює програму роботи додатку. При цьому програмування ведеться на графічній мові блок-діаграм[9].

З розвитком мережевої інфраструктури з'являється можливість тіснішої інтеграції АСУП і АСУТП, що раніше розвивалися автономно. Використання інформації безпосередньо від технологічних процесів дозволяє раціональніше

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

планувати виробництво і управляти підприємством. Інтеграція виражається у використанні на цих рівнях загальних програмних засобів, баз даних, зв'язків з Internet на основі розвитку PC сумісних контролерів і мереж Industrial Ethernet і т.п.

До операційних систем реального часу, що використовуються в якості платформ для SCADA-систем, відносяться багатозадачна UNIX-сумісна система Lynxos, OS-9, модульна система QNX, система планування і управління завданнями VxWorks, яка разом з інструментальною системою Tornado є крос-системою для розробки прикладного програмного забезпечення та інші.

Одним з розвинених інструментальних середовищ розробки додатків реального часу є система Tornado, що розроблена для мультизадачної операційної системи VxWorks компанії Wind River. В базову конфігурацію Tornado входять компілятори C/C++, відладчики, симулятор цільової машини, командний інтерпретатор, браузер об'єктів цільової системи, засоби управління проектом та інше. Інструментальне середовище Tornado Prototyper і симулятор операційної системи VxWorks, що працює під Windows, є безкоштовними, що дозволяє провести попередню розробку прикладної програми, а тоді купити повну версію крос-системи[7,9].

У SCADA-системі використання обчислювачів NetCore для збору інформації і візуалізації процесів АСУТП об'єкта доцільно з кількох причин: обчислювачі NetCore розраховані на високу надійність системи, система розроблена для операційної системи Linux, використання бездискової операційної системи забезпечує надійний запуск системи навіть у разі аварійного збою напруги живлення.

Серцем системи OpenSCADA, що працює під операційною системою Linux, є модульне ядро. Залежно від того, які модулі підключені система може виконувати як функції різноманітних серверів, так і функції клієнтів клієнт-серверної архітектури. Власне, архітектура системи дозволяє реалізовувати розподілені клієнт-серверні системи будь-якої складності. Для досягнення високої швидкодії,

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за рахунок скорочення часу комунікацій, архітектура дозволяє поєднувати функції розгалужених систем у одній програмі.

Виходячи з принципу модульності, модульні підсистеми можуть розширювати свою функціональність шляхом підключення модулів відповідного типу. Модульне ядро системи OpenSCADA виконується у вигляді статичної та динамічної бібліотек. Це дозволяє вбудовувати функції системи в існуючі програми, а також створювати нові програми на основі модульного ядра системи OpenSCADA. Модулі системи OpenSCADA зберігаються в динамічних бібліотеках. Наповнення динамічних бібліотек модулями визначається функціональною зв'язаністю самих модулів. Динамічні бібліотеки допускають гарячу заміну в процесі роботи системи, виконувати поновлення модулів. Метод збереження коду модулів у динамічних бібліотеках є основним для системи OpenSCADA, оскільки підтримується практично всіма сучасними операційними системами[2].

Програма RSView32 використовується як людино-машинний інтерфейс. В RSView32 можна створювати графічні об'єкти та текстові елементи. Програма дозволяє використовувати прості об'єкти, як еліпси і прямокутники, або ж більше складні, наприклад, тренди або зведення по сигналах тривоги. Бібліотеки RSView32 містять багато широко використовуваних графічних об'єктів, які можна застосовувати на графічному дисплеї. Програма також дозволяє використовувати об'єкти, створені за допомогою інших графічних редакторів, таких як AutoCAD, CorelDraw і т.д.

У програмі можна анімувати графічні об'єкти, що дозволить відображати в динаміці зміни в технологічному процесі. Анімація здійснюється за допомогою керування видимістю, кольором, заповненням, положенням, розміром і обертанням.

RS View32 дозволяє використовувати сигнали тривоги, які попередньо необхідно конфігурувати для цифрових і аналогових тегів, що надалі дозволяє використовувати зведення по сигналах тривоги для перегляду інформації про тривожні ситуації.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Програма так само дозволяє використовувати тренди. Тренди є візуальним поданням значень тегів (у реальному часі або історичних записах), що дає операторам можливість безпосередньо відслідковувати роботу технологічного процесу.

У програмі реалізована функція виявлення подій. Ці події можуть являти собою рівняння, що містять значення тегів математичні операції, умовну логіку і інші убудовані функції.

RSView32 - перший пакет людино-машинного інтерфейсу який дозволяє впроваджувати технологію Active у графічні дисплеї. Active - стійка, комплексна, високопродуктивна технологія, що широко використовується у вітчизняних бізнес-додатках. Технологія Active спрощує створення інтеграцію і повторне використання компонентів програмного забезпечення.

Разом з керуючими елементами Active, RS View 32 забезпечує максимальну гнучкість при експлуатації системи керування. В RSView32 організований простий інтерфейс для Microsoft Windows, з усіма його характеристиками і функціональними можливостями, які необхідні для ефективного контролю і керування встаткуванням і процесами автоматизації в цілому.

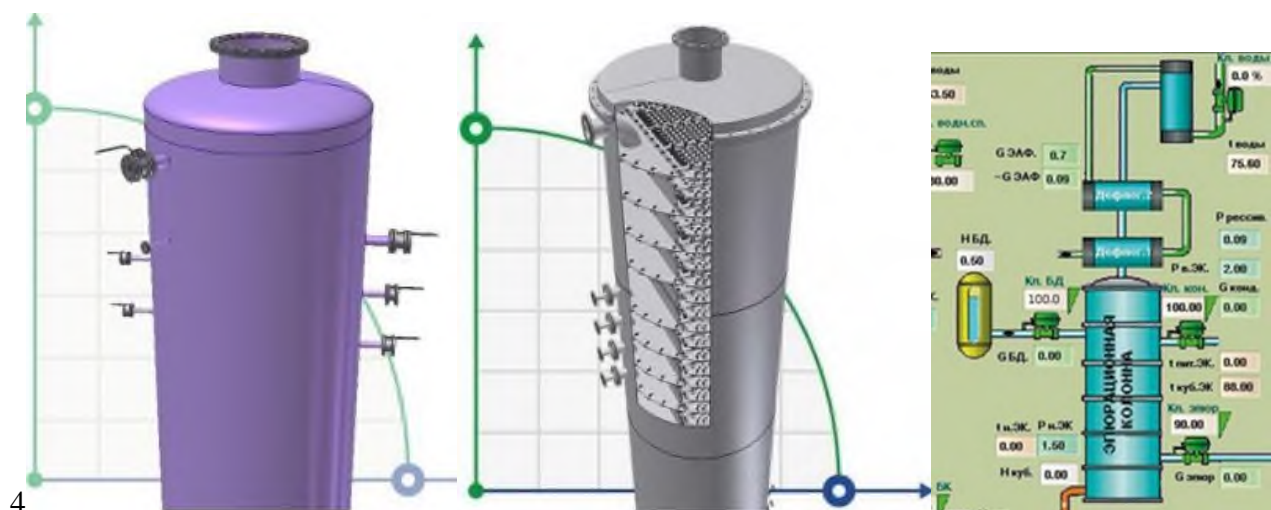


Рисунок 6.3. Приклад відеокадра дисплейної мнемосхеми епіраційної колони з використанням RSView32

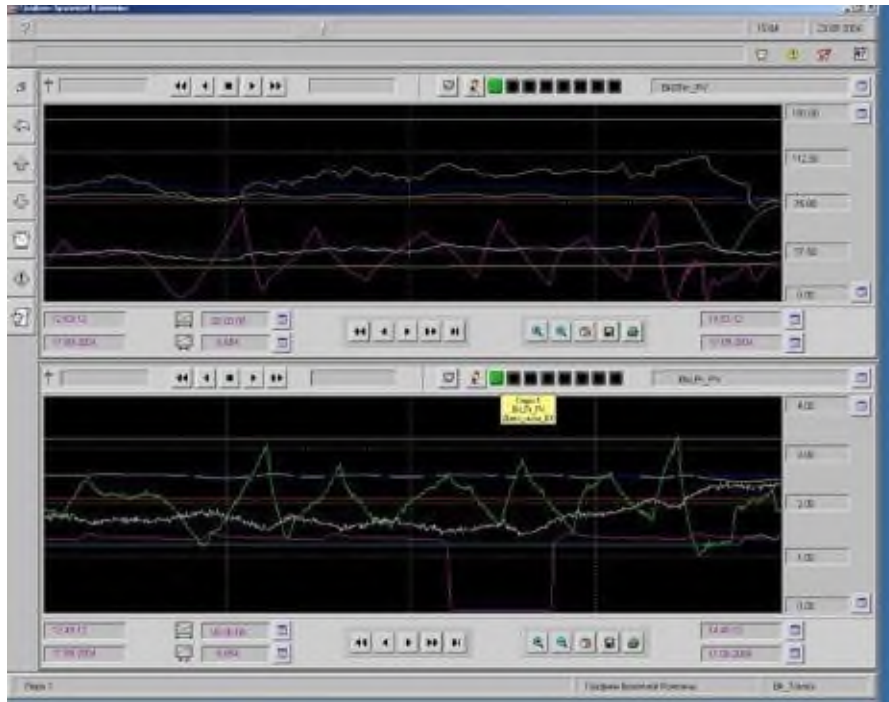


Рисунок 6.4 Приклад графічного відображення ручного керування еспораційною колоною оператором БРУ

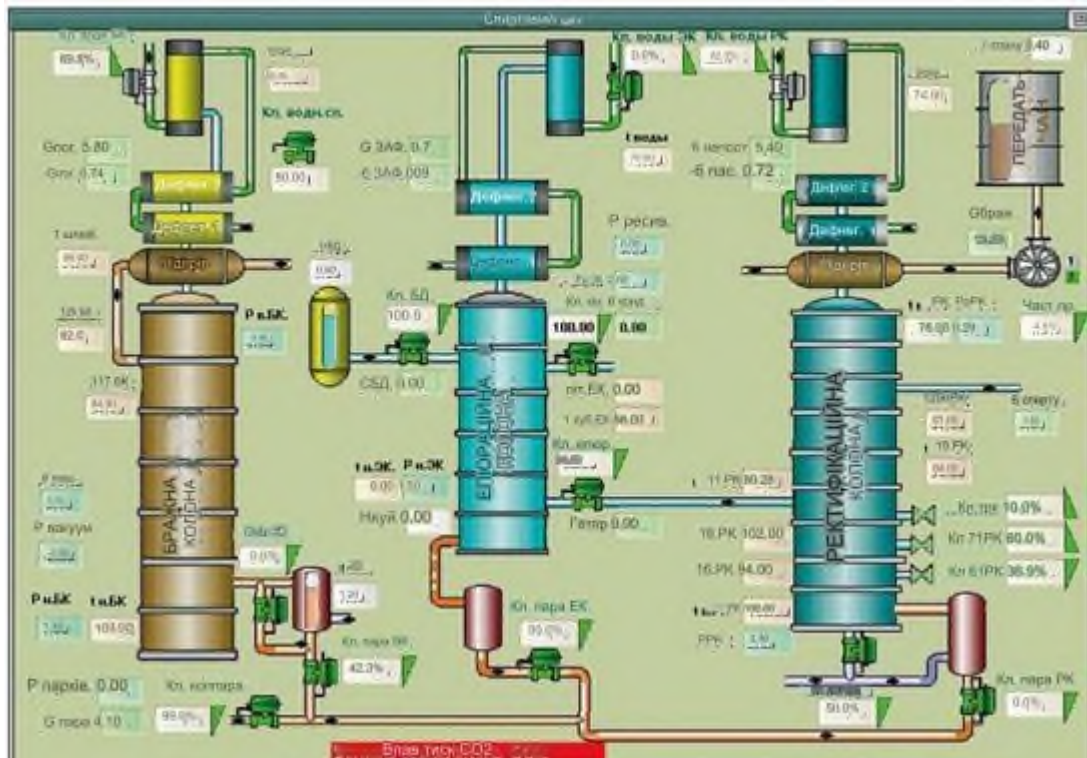


Рисунок 6.5 Приклад графічного відображення автоматичного керування брагоректифікаційною установкою оператором з використанням інтелектуальної системи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розділ 7. Комп'ютерне моделювання системи автоматичного регулювання.

7.1. Постановка задачі дослідження

Для розрахунку АСР та оптимальних параметрів налаштування виберемо один із контурів автоматичного регулювання, а саме контур регулювання температури контрольної тарілки епіюраційної колони[4]. Для того, щоб знайти передаточну функцію об'єкта регулювання використаємо рівняння динаміки:

$$\rho_c \cdot S \cdot \frac{dh_c}{dt} = G_p - G_{mp} - G_{кр} \quad (1)$$

Здійснимо перетворення Лапласа:

$$G_{кр} = X(p); \quad h_c = Y(p).$$

Отримаємо:

$$\rho_c \cdot S_c \cdot Y(p) = X(p) \quad (2)$$

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{1}{\rho_c \cdot S_c} \quad (3)$$

Із отриманої передаточної функції видно що це інтегральна ланка.

Отже, параметри об'єкта матимуть вигляду :

$$K = \frac{1}{\rho_c \cdot S_c} = \frac{1}{0,9 \cdot 1,1} = 1,01 (\text{кг}^{-1}) \quad (4)$$

$$\rho = 0,9 (\text{кг/м}^3); \quad S = 1,1 (\text{м}^3);$$

Виконавчий механізм характеризується наступною передаточною функцією:

$$W_{вм}(p) = \frac{k_{вм}}{T_{вм} \cdot p + 1} = \frac{0,003}{0,5p + 1}; \quad (5)$$

$$k_{вм} = \frac{\Delta Q}{\Delta I} = \frac{0,5}{16} = 0,003125 (\text{кг/с}) \quad (6)$$

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Ігнатуша І.Ю			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Стеценко Д.О				65	
Секретар		Крупська Т.М			НУХТ ЗАВ 3-1		
Зав.каф		Смітюх Я.В					
Н.контроль							

$\Delta Q = 0,05(\text{кг/с})$ - витрата; $\Delta^2 = 0...20$ - керуючий сигнал;

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

У замкнутій системі автоматичного регулювання розрізняють такі типові перехідні процеси[10]:

А) аперіодичний (Апер);

Б) із 20 % - перерегулюванням (20 % - η);

В) із мінімумом лінійного інтегрального критерію ($\min I_{\text{кв}}$);

Аперіодичний процес рекомендований тоді, коли несуттєвим є динамічний показник і водночас потрібно досягти досить малого часу регулювання. Процес із 40% - перерегулюванням (мінімумом лінійного інтегрального квадратичного критерію) вибирають тоді, коли треба зменшити динамічний показник, але при цьому несуттєвими є підвищена коливальність процесу та його тривалість. Найбільш поширеним є процес із 20% - перерегулюванням, тому, що він забезпечує невеликий динамічний викид, достатньо малу тривалість процесу та всього 2 півперіоди коливання. У якості перехідного процесу оберемо перехідний процес із 20% - перерегулюванням. Даний перехідний процес забезпечить оптимальний час регулювання і необхідну точність[6].

Обґрунтування закону регулювання.

Задача вибору закону керування та типу регулятора полягає у наступному:

Необхідно вибрати такий тип регулятора, який би при мінімальній вартості і максимальній надійності забезпечував задану якість регулювання. Для даного технологічного параметру виберемо ПІД – закон регулювання, тому що він забезпечує найбільш високу швидкодію у системі.

Розрахуємо оптимальні налаштування для ПІД – регулятора. Оскільки даний об'єкт регулювання є об'єктом регулювання без самовирівнювання з передаточною функцією:

$$W_0(p) = \frac{K \cdot e^{-tp}}{p} = \frac{1,01 \cdot e^{-0,0023p}}{p};$$

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

$$\tau = \frac{\rho_c \cdot V_{mp}}{G_c} = \frac{0,9 \cdot 0,000126}{0,05} = 0,0023;$$

V_{mp} - об'єм трубопроводу від РО до входу в апарат.

$$V_{mp} = L \cdot S_{об} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot L = \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4} \cdot 0,4 = 0,000126;$$

$d=0,02$ м – діаметр трубопроводу;

Тоді коефіцієнти передачі регулятора можна наближено розрахувати за залежностями Циглера – Нікольса:

$$Kp = \frac{1,1}{K\tau} = \frac{1,1}{1,01 \cdot 0,0023} = 481,69;$$

$$Ti = 2 \cdot \tau = 2 \cdot 0,0023 = 0,0046;$$

$$Ki = \frac{1}{Ti} = \frac{1}{0,0046} = 221,16;$$

$$Td = 0,37 \cdot \tau = 0,37 \cdot 0,0023 = 0,000836$$

$$Td = Kd = 0,000836$$

7.3. Моделювання САР.

Для побудови перехідного процесу використаємо програму Matlab і середовище Simulink. У вікні що відкриється створемо наступну модель[13].

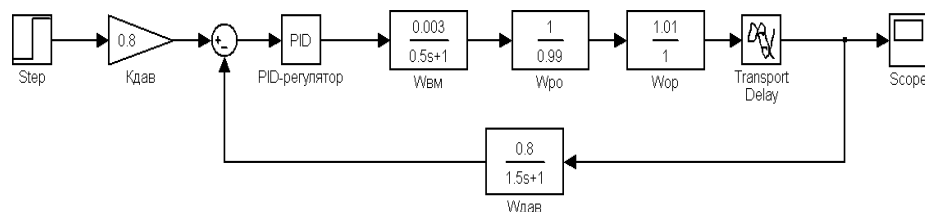


Рисунок 7.1 Структурна схема контуру регулювання температури

У результаті моделювання отримаємо перехідну характеристику (Рис. 7.2).

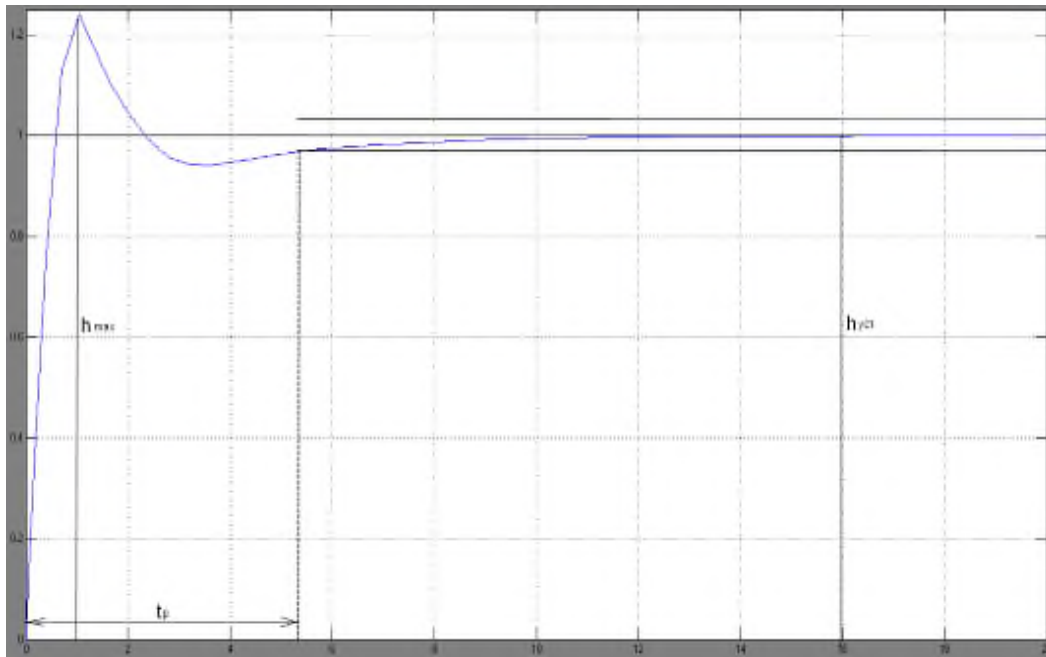


Рисунок 7.2 Перехідний процес контуру регулювання температури

- Час регулювання $t_d = 5,32$ (с);
- Перерегулювання $\sigma = \frac{t_{max} - t_{уст}}{t_{уст}} \cdot 100\% = \frac{1,24 - 1}{1} \cdot 100\% = 24\%$;
- Усталена похибка $\delta_{уст} = 1 - h_{уст} = 0$;
- Кількість коливань $n=1$;

Оскільки перерегулювання у даному перехідному процесі складає 24% необхідно провести процес оптимізації з метою забезпечення якісного регулювання температури контрольної тарілки еспораційної колони. Для цього у програмі Matlab складемо вихідну схему моделювання додавши блок NCD[6].

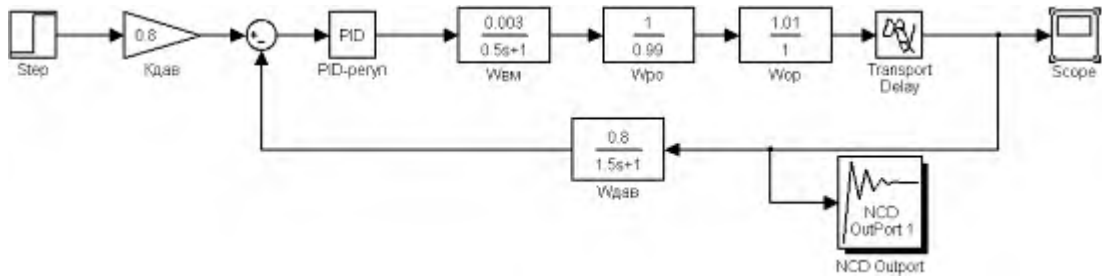


Рисунок 7.3 - Оптимізація контуру регулювання температури

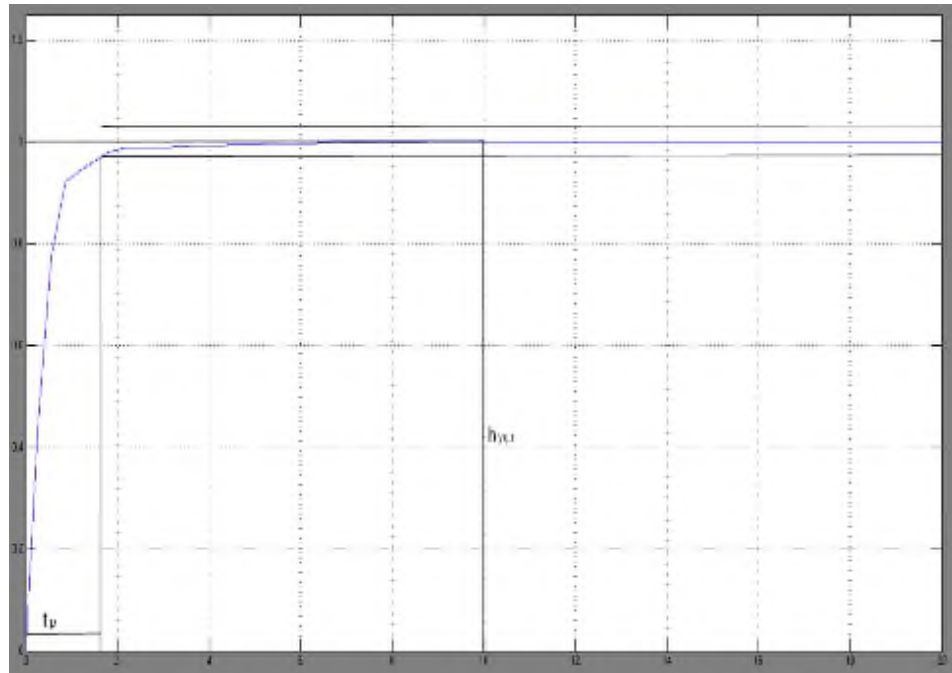


Рисунок 7.4 - Оптимізований перехідний процес контуру регулювання

Для оптимізованого процесу оптимальними настройками регулятора є:

- Пропорційна складова $K_p=379,39$;
- Інтегральна складова $K_i=203,29$;
- Диференціальна складова $K_d=99,37$;
- Час регулювання $t_\delta = 1,8$ (с);
- Перерегулювання $\sigma = \frac{t_{\max} - t_{уст}}{t_{уст}} \cdot 100\% = \frac{1-1}{1} \cdot 100\% = 0\%$
- Усталена похибка $\delta_{уст} = 1 - h_{уст} = 0$;
- Кількість коливань $n=0$;

Проведемо дослідження системи на робастність, для цього збільшимо

коефіцієнт передачі об'єкта регулювання ($K_{об}$) на 15% у результаті отримаємо наступну перехідну характеристику:

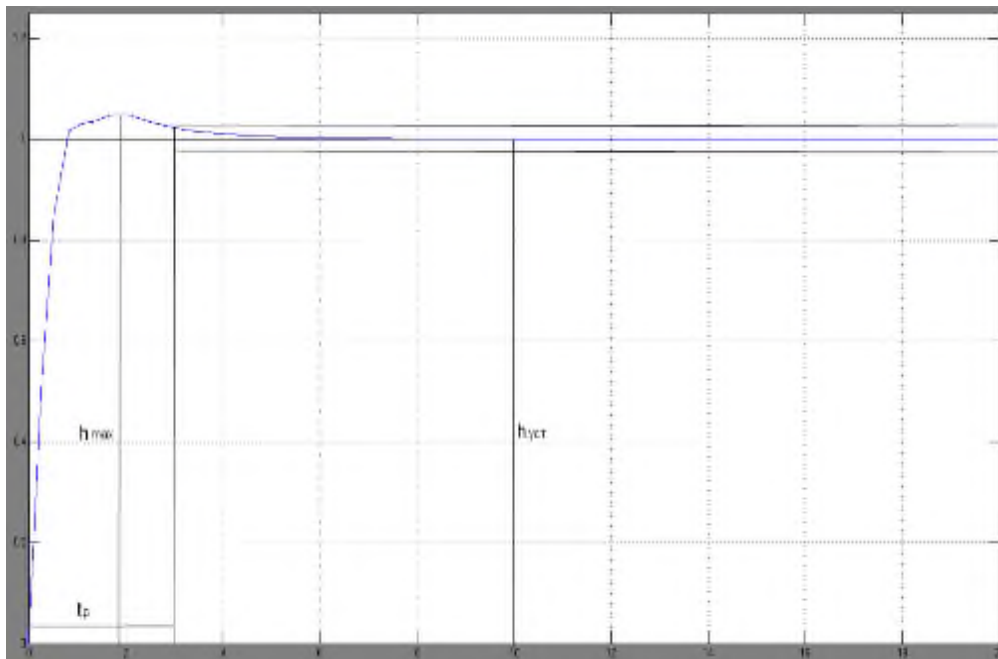


Рисунок 7.5 Перехідний процес контуру регулювання температури при збільшенні $K_{об}$ на 15%

- Час регулювання $t_{\delta} = 3$ (с);
- Перерегулювання $\sigma = \frac{t_{max} - t_{уст}}{t_{уст}} \cdot 100\% = \frac{1,03 - 1}{1} \cdot 100\% = 3\%$
- Усталена похибка $\delta_{уст} = 1 - h_{уст} = 0$;
- Кількість коливань $n=0$;

Проведемо ще один дослід на перевірку стійкості системи, збільшимо сталу часу об'єкта регулювання на 15%. У результаті отримаємо:

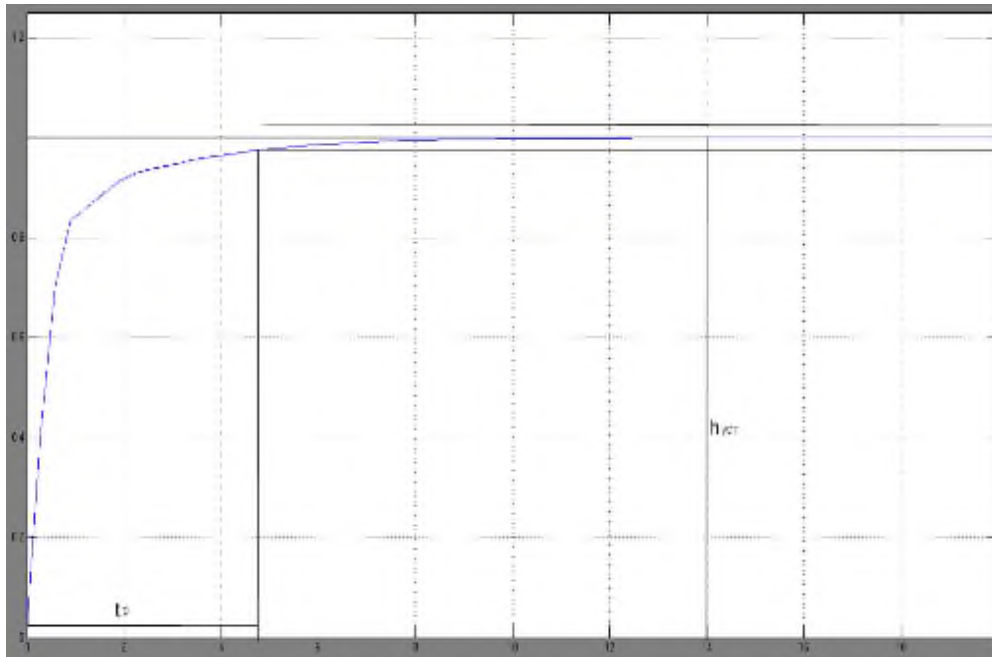


Рисунок 7.6 - Перехідний процес контуру регулювання температури при збільшені сталої часу $T_{об}$ на 15%

- Час регулювання $t_d = 4,85$ (с);
- Перерегулювання $\sigma = \frac{t_{max} - t_{уст}}{t_{уст}} \cdot 100\% = \frac{1-1}{1} \cdot 100\% = 0\%$
- Усталена похибка $\delta_{уст} = 1 - h_{уст} = 0$;
- Кількість коливань $n=0$;

Отже, із отриманих перехідних характеристик можна сказати, що дана система є робасною, тобто показники якості регулювання істотно не погіршуються, що призводить до якісного регулювання температури.

Висновок

В кваліфікаційній роботі представлена розробка системи автоматизації процесу брагоректифікації спирту а саме епюраційної колони. В системі автоматизації використовуються сучасні засоби автоматизації: первинні перетворювачі температури, тиску, сучасні вихркові витратоміри та інше. Система автоматизації відділу розроблювалась з використанням сучасного промислового логічного контролера Schneider Electric Modicon M251. Запропонована система передбачає збільшення техніко – економічних показників, що значною мірою впливає на стабільну роботу всього підприємства та принесення прибутку.

Розроблена система автоматизації відповідає вимогам якості, надійності, сучасності, а також базується на використанні закордонної техніки. Завдяки використанню підбраної в кваліфікаційній роботі мікропроцесорної техніки було забезпечено високу точність регулювання і стабілізацію роботи спиртового заводу, що значно підвищує рівень надійності спроектованої системи і забезпечує якісне регулювання виробничим процесом. Використання контролера Modicon M251, що є порівняно недорогим на ринку автоматизації, дає змогу в автоматичному режимі програмно керувати технологічним процесом – отримати систему управління, яка забезпечує: контроль та реєстрацію регульованих величин, відображення ходу технологічного процесу на мнемосхемі, ручне керування виконавчими механізмами, покращення якості кінцевого продукту, яка досягається шляхом введення точних настройок регуляторів.

Розроблено програмне забезпечення для управління технологічним процесом з допомогою програмного забезпечення Unity Pro від фірми Schneider Electric. Це дає можливість застосовувати для оперативного управління SCADA – програму реалізовану з допомогою Vijeo Citect 7.0.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури.

1. Стабников, В.Н. Ректификация в пищевой промышленности. Теория процесса, машины, интенсификация / А.П. Николаев, М.Л. Мандельштейн. – К.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.- 232 с.
2. Стеценко, Д.О. Автоматизоване керування брагоректифікаційною установкою на основі інтелектуальних алгоритмів: дис. канд. техн. наук: (05.13.07) / Д.О.Стеценко; Міністерство освіти і науки України, НУХТ. – К.: НУХТ, 2017. – 212с.
3. Смітюх, Я.В. Нелінійний статистичний аналіз процесів брагоректифікації / Я.В. Смітюх, В.Д. Кишенько // Програма і матеріали 72-ої наукової конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Ч. II – К.:НУХТ, 2006. – С. 125.
4. Ладанюк А.П. Автоматизація технологічних процесів та виробництв харчової промисловості: Підручник [Текст]/ Ладанюк А.П, Трегуб В.Г., Ельперін І.В., Цюцюра В.Д. // К.: Аграрна освіта.–2001.–224 с.
5. Дорф Р. Сучасні системи управління / Р. Дорф, Р. Бішоп - М .: Лабораторія Базових Знань, 2002. - 832 с.
6. Клепач М. І. Теорія автоматичного керування. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2007. – 206 с.
7. Проектування систем автоматизації: Метод. рекомендації до виконання курс. проекту для студ. напряму 6.050202 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології» денної та заочної форм навчання./Уклад.: В.М. Сідлецький, В.Г. Трегуб – К.: НУХТ, 2013. – 46 с.
8. 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. [Електронний ресурс]. – К. : НУХТ, 2020. – 73 с.
9. Дудніков Є.Г. Автоматичне управління в хімічній промисловості: Учеб. для вузів / Під ред. Є.Г. Дудникова. - М .: Хімія, 1987. - 368 с.

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

11. Калениченко А.В. Довідник інженера по контрольно-вимірювальних приладів та автоматики. / Под ред. А.В.Калініченко: М .: "Инфа-Інженерія", 2008. - 576 с.

12. Карпін Є.Б. Автоматизація технологічних процесів харчових виробництв: Учеб. для вузів / Під ред. Є.Б. Карпіна. - 2-е изд., Перераб. і доп. - М .: Агропромиздат, 1985. - 536 с

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

14. Ельперін І.В. Контролери та їх програмне забезпечення. Курс лекцій для студ. напр. 6.50202 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" денної та заочної форм навчання. Частина 3

15. Пупена О.М. Промислові мережі та інтеграційні технології в автоматизованих системах: Навчальний посібник./ О.М. Пупена, І.В.Ельперін, Н.М.Луцька, А.П.Ладанюк – К.:Вид.-во "Ліра-К", 2011. - 552 с.

16. SCADA.–Режим доступа:www.URL:https://uk.wikipedia.org/wiki/SCADA

17. Преобразователи Sitrans TF2-Режим доступа:[www.URL: http://siemens.polinski.com.pl/temp-measuring](http://www.URL:http://siemens.polinski.com.pl/temp-measuring)

18. Система 6000 Электропневматический преобразователь для сигналов постоянного тока. – Режим доступа: [www.URL: https://www.samson.de/document/e61110ru.pdf](http://www.URL:https://www.samson.de/document/e61110ru.pdf).

19. Модуль аналогового вводу [Електронний ресурс]//URL <https://www.se.com/ua/uk/search/?q=%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%96+%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D0%B2%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%83+TM3AI8G&submit=Search>

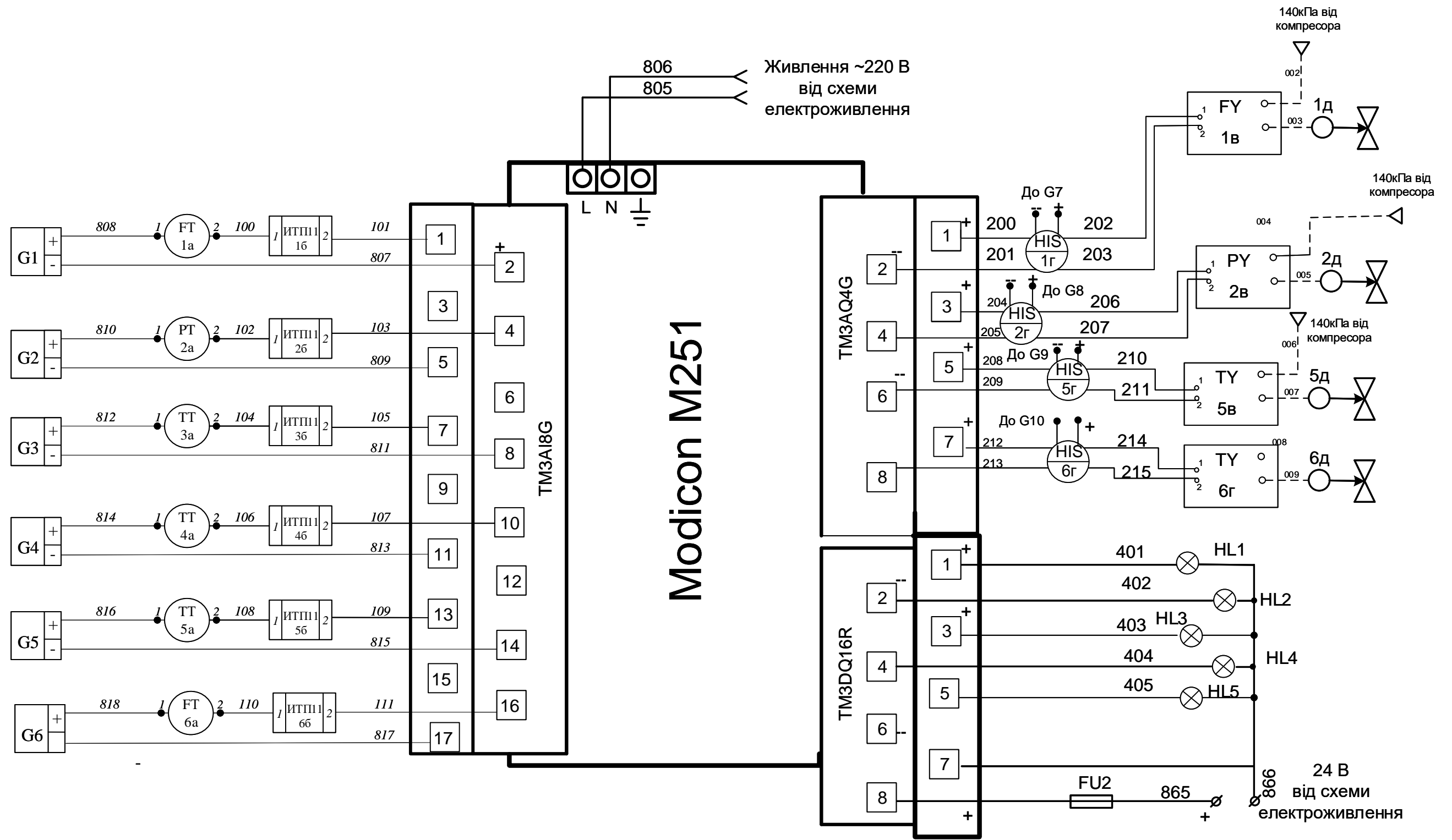
20. Модуль аналогового виходу [Електронний ресурс]//URL:

<https://www.se.com/ua/uk/search/?q=%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%96+%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE+%D0%B2%D0%B8%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%83+TM3AQ4G&submit=Search>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

21. Промисловий контролер Modicon M251 [Електронний ресурс]//URL:<https://www.se.com/ua/uk/product-range/62130-modicon-m251/>
- 22.Термоперетворювач з уніфікованим виходом ДТС.И[Електронний ресурс]//URL:<https://aqteck.com.ua/ua/datchyky/dtsxx5mi-ermoperetvorjuvachi-oporu-z-vyhidnym-sygnalom-4...20ma>
- 23.ПД100-311/371. Перетворювачі (датчики) тиску загальнопромислові з керамічною вимірювальною мембраною для систем ЖК. [Електронний ресурс]//URL:<https://aqteck.com.ua/ua/datchyky/pd100-311-371-datchyky-tysku-dlja-zhkg>.
24. Вихровий витратомір Endress+Hauser Prowirl 72F25 DN25[Електронний ресурс]//URL: https://esm.com.ua/vyhorovyj-vytratomir-e-h-prowirl-72f25-dn25-b-v?gclid=CjwKCAiAt5euBhB9EiwAdkXWOxFsHivq-adimFqwCs_gQLkODR-ipgAFSSY7VE4OtWcK5VNstJnRoCH6oQAvD_BwE.
25. Блок ручного управління БРУ-10 [Електронний ресурс]//URL <https://new.microl.ua/product/bru-10/>
26. Індикатор струмової петлі ІТП11[Електронний ресурс]//URL: <https://aqteck.com.ua/ua/paneli-operatora/smi2-svitlodiodnyj-indykator>

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Modicon M251

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Зм.	Кільк	Аркуш	Недок	Підпис	Дата	Спеціальність: 151 „Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології”	Стадія	Маса	Масштаб
Виконав	Ігнагуша І.Ю					Розробка системи автоматизації епіюраційної колони спиртового заводу			
Перевірив	Стеценко Д.О								
Зав. каф.	Смітюх Я.В						Лист 1	Листів	
Секретар	Крупська Т.М					Схеми підключення датчиків та ВМ до ПЛК	Сумська філія НУХТ ЗАВ-3-1		
Затв.									

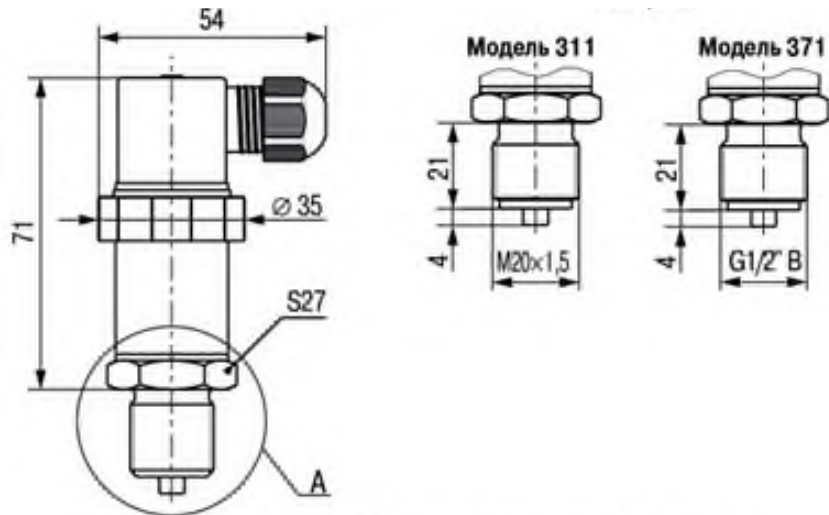
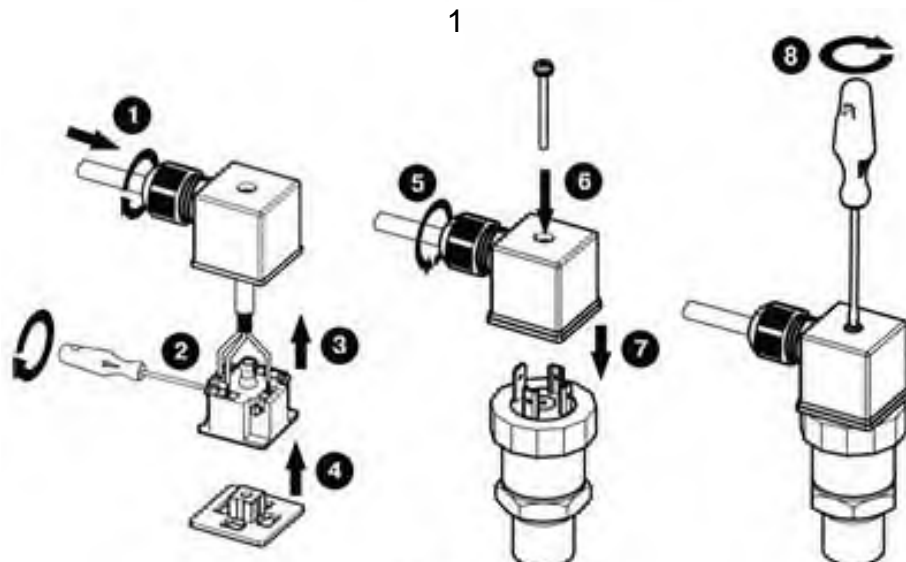


Рисунок 1 – Габаритні та приєднувальні розміри



						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА				
						<i>Спеціальність 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"</i>		<i>Стадія</i>	<i>Маса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Кільк</i>	<i>Аркуш</i>	<i>№ док</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Виконав</i>	<i>Ігнатуша І.Ю</i>				Розробка системи автоматизації епораційної колони спиртового заводу					
<i>Керівник</i>	<i>Стеценко Д.О</i>						<i>Лист 3</i>	<i>Листів</i>		
<i>Секретар</i>	<i>Крупська Т.М</i>				Установче креслення перетворювача тиску Акутек ПД100-ДИ-311/371		<i>НУХТ</i>			
<i>Н.контр.</i>							<i>ЗАВ-3-1</i>			
<i>Зав.</i>	<i>Смітюх Я.В</i>									