

Національний університет харчових технологій

Факультет Автоматизації і комп'ютерних систем

Кафедра Автоматизації та комп'ютерних технологій систем управління

Освітній ступінь «Бакалавр»

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

Освітньо-професійна програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри АКТСУ

Ярослав Смітюх

« 31 » березня 2022 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Дигтяр Василь Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи автоматизації ректифікаційної колони

керівник роботи доц. Романов Микола Сергійович

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 31 » березня 2022 р. №163-кс

2. Строк подання здобувачем роботи « 8 » червня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи

Короткі відомості про об'єкт автоматизації, відомості про умови експлуатації об'єкта автоматизації та вимоги до системи автоматизації. Матеріали переддипломної практики.

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

Вступ. 1. Опис об'єкта автоматизації. 1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації. 1.2. Розробка завдання на систему автоматизації. 2. Система автоматизації. 2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО). 2.2. Схема автоматизації. 2.3. Специфікація засобів автоматизації. 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення. 3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК). 3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК. 3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру. 4. Креслення встановлення технічного засобу.

5. Опис спеціального програмного забезпечення для промислового логічного контролера (алгоритм та програма для ПЛК). 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога. 6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI. 6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.

5. Перелік графічного матеріалу

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

3. Креслення встановлення технічного засобу.

6. Дата видачі завдання 31 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Здобувач Дигтяр В.С.

_____ (підпис)

Керівник роботи Романов М.С.

_____ (підпис)

Анотація

В даній кваліфікаційній роботі розглядається розробка системи автоматизації процесу ректифікації при виробництві спирту.

В кваліфікаційній роботі представлено опис технологічного процесу, завдання на систему автоматизації, схема автоматизації, специфікація технічних засобів автоматизації, монтажна схема технічного засобу автоматизації – вихрового витратоміра Rosemount 8800D, схеми підключення датчиків та виконавчих механізмів до ПЛК та розширені схеми підключення технічного засобу.

Розроблено алгоритм та програма для управління процесом ректифікації при виробництві спирту. Програма розроблена для ПЛК M340 виробництва Schneider Electric. Алгоритм програми технологічного процесу та вигляд дисплейної мнемосхеми розроблених в програмному забезпеченні UNITY PRO XL V12.0 на мові LD (LadderDiagram) представлені в записці.

Ключові слова: спирт, ректифікація, M340, Rosemount.

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

Annotation

This qualification work considers the development of an automation system for the process of rectification in the production of alcohol.

The qualification work presents a description of the technological process, tasks for the automation system, automation scheme, specification of technical means of automation, assembly diagram of technical means of automation - vortex flowmeter Rosemount 8800D, connection diagrams of sensors and actuators to the PLC and advanced connection diagrams.

An algorithm and a program for controlling the rectification process in the production of alcohol have been developed. The program is designed for PLC M340 manufactured by Schneider Electric. The algorithm of the process program and the appearance of the mnemonic display developed in the software UNITY PRO XL V12.0 in LD (LadderDiagram) are presented in the note.

Keywords: alcohol, rectification, M340, Rosemount.

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

Зміст

Вступ	7
Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.....	8
1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.....	8
1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.....	12
Розділ 2. Система автоматизації.....	13
2.1. Обґрунтування вибору технічних засобів для вимірювання, виконавчих механізмів (ВМ) та регулюючих органів (РО).....	13
2.2. Схема автоматизації.....	36
2.3. Специфікація засобів автоматизації.....	38
Розділ 3. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК) та схеми підключення.....	40
3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)..	40
3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК.....	42
3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру.....	43
Розділ 4. Креслення встановлення технічних засобів.....	45
Розділ 5. Опис спеціального програмного забезпечення для мікропроцесорного контролера (алгоритм та програма для ПЛК).....	49
Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога.....	55
6.1. Переліки вхідних та вихідних сигналів та даних SCADA/HMI.....	55
6.2. Відеокадри дисплейних мнемосхем оператора.....	56
Висновки	57
Список використаної літератури	58

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

Вступ

Питання, що до автоматизованого керування процесами виробництва спирту активно опрацьовуються як у нашій країні, так і за межами України. Проте і на сьогоднішній день в цій області існує велика кількість актуальних задач, які досі потребують розв'язання. Повною мірою це стосується і процесу ректифікації.

Ректифікація - це процес поділу рідких сумішей, який зводиться до одночасно протікаючих і багаторазово повторюваних процесів часткового випаровування і конденсації суміші, що розділяється, на поверхні контакту фаз.

Необхідність розроблення достатньо простих і водночас ефективних систем керування, які б були здатні надійно працювати в реальних умовах сучасного спиртового виробництва стає дедалі очевидніше. Відповідно до суворого контролю умов протікання технологічного процесу та специфічність сфери застосування процесів ректифікації, приводить до виникнення жорстких вимог до контролю умов протікання технологічного процесу. Використання схем автоматизованого контролю і мікропроцесорної техніки стає невід'ємною частиною для реалізації необхідного рівня контролю за ходом технологічного процесу.

Автоматизація на базі сучасної мікропроцесорної техніки дозволяє реалізувати якісно нову технологію і підвищити ефективність виробництва за рахунок:

- збільшення обсягів продукції, яка виготовляється;
- зниження витрат сировинних і енергетичних ресурсів за деякими статтями витрат на ТП;
- підвищення якості продукції, яка виготовляється (якості стерилізації);
- збільшення міжремонтних термінів роботи обладнання.
- використання мінімальної кількості працівників, необхідних для підтримки ТП в робочому стані і ліквідації аварійних ситуацій.

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

Розділ 1. Опис об'єкта автоматизації.

1.1. Технологічний опис об'єкта автоматизації.

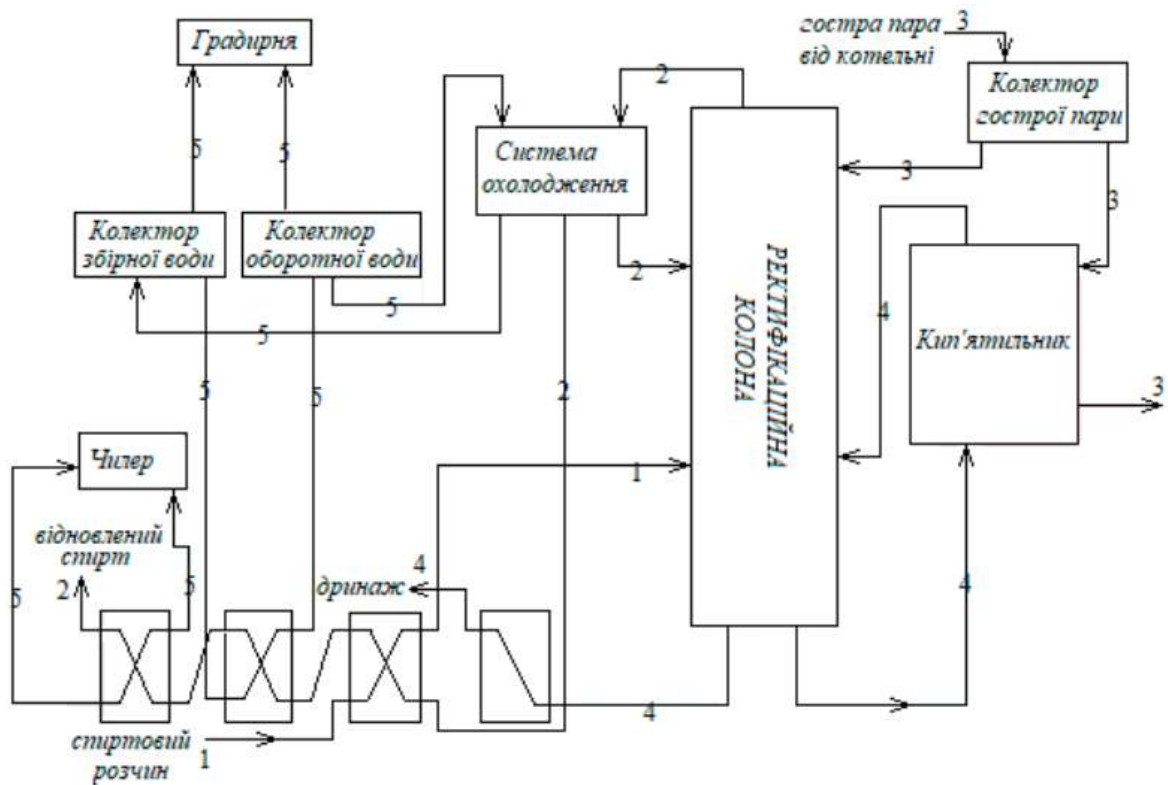


Рис. 1.1.1 – Загальна схема роботи ректифікаційної колони

Ректифікаційна колона працює наступним чином. Пара рідини, яка піддається перегонці, поступає до колони і рухається знизу до гори. В протилежному напрямку, подається рідина, яка конденсується в верхній частині колони, в холодильнику.

Якщо речовина, яку перегоняють, є бінарною сумішшю, кінцевими продуктами будуть дистилат і кубовий залишок. Дистилат виводиться з верхньої частини колони, а кубовий залишок у рідкому вигляді (оскільки він є менш летким компонентом) витікає з нижньої частини колони.

Промислові ректифікаційні колони сягають 60 метрів заввишки і до 6 метрів у діаметрі.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дигтяр В.С.			<i>Розробка системи автоматизації ректифікаційної колони</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Романов М.С.					8	5
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

Ректифікаційні колони мають так звані контактні пристрої. На поверхні цих елементів відбувається процес конденсації. Це можуть бути тарілки та насадки – елементи з металу, кераміки або скла різної форми та розмірів.

Спиртовий розчин надходячи до теплообмінника, нагрівається в ньому до температури кипіння. Це відбувається за рахунок температури спирту, який виходить з колони. Таким чином спиртовий розчин перетворюється на пару і вже у вигляді пари, після теплообмінника, поступає в нижню частину ректифікаційної колони.

Нижня частина колони називається куб. Тут починається процес конденсації, де утворюється регенеративний спирт.

При цьому частина речовини осідає внизу колони. Це кубовий залишок. Він подається в кип'ятильник, нагрівається там до температури кипіння і подається назад до ректифікаційної колони. В якості нагрівача (нагрівання ректифікаційної колони, робота кип'ятильника) використовується гостра пара, яка подається з котельні. В якості охолоджувача (система охолодження) використовується вода, яка попередньо охолоджена в чилері або градирнях. (1)

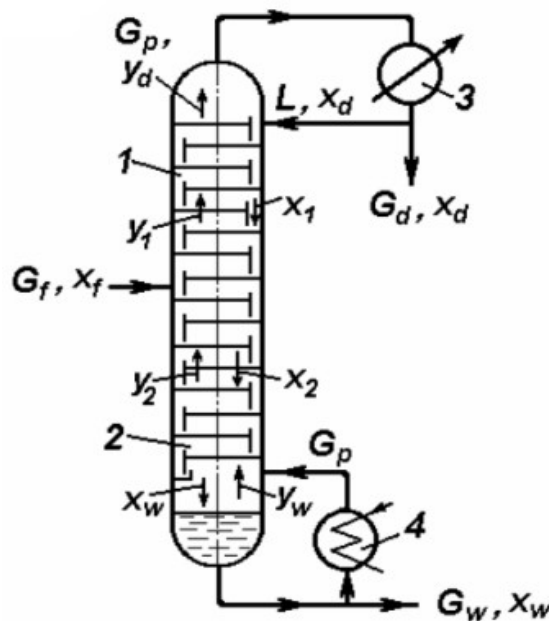


Рис. 1.1.2 – Схема роботи ректифікаційної колони для розділення бінарної суміші:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 - верхня (концентраційна) частина колони; 2 - нижня (відгінна) частина колони; 3 - конденсатор-дефлегматор; 4 - кип'ятильник-випарник

Епюрат (спирт-сирець) живить ректифікаційну колону, на 16-ту тарілку якої (рахуючи знизу), він вводиться. При русі епюрату вниз, з пари, що піднімається з виварної камери колоони, забирається спирт. Вода, що виділяється з епюрата і називається лютером, відводиться автоматично гідровідводчиком.

Спиртові пари, взаємодіючи з флегмою, концентруються в концентруючій частині ректифікаційної колони. Із колони спиртові пари з міцністю більшою за міцність вироблюваного спирту, відводяться в дефлегматор, конденсуються і у вигляді флегми направляються на верхню тарілку колони. Частина парів (0.5% від піднятих з колони) з дефлегматора відводяться в конденсатор. З цими парами в конденсатор направляються головні домішки, підняті з колони. Погон конденсатора – не пастеризований спирт відбирається в кількості 1-4% по відношенню до вироблюваного спирту і направляється на повторну очистку в епюраційну колону, а при необхідності відводиться разом з ефіро-альдегідною фракцією.

Флегма з дефлегматора на верхніх тарілках колони звільняється від головних домішок, та взаємодіючи з парами, пастеризується. Пастеризація відбувається на шести-восьми верхніх тарілках. З пастеризованої флегми з 6 або 8 тарілок (рахуючи зверху) відбирають ректифікований спирт.

Сивушне масло (хвостові домішки) концентруються в спиртовій рідині невисокої міцності (до 40% об.) на 5 - 11 тарілках спиртової колони. Сивушно-спиртові пари, з цієї зони, направляються в комбінований холодильник в кількості 2-4% по відношенню до вироблюваного спирту-ректифікату.

Ректифікований спирт може безпосередньо направлятися в холодильник спирту а потім на контрольний снаряд.

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

- **За характером технологічних процесів** - апарат неперервної дії;
- **Технологічна схема** складається з ректифікаційної колони, змішувача, дефлегматора, концентратора, а також трубопроводів подачі води, пари та інших;
- **Матеріальні потоки:**
 - а) трубопровід подачі води – $Dy = 100\text{мм}$ (4");
 - б) трубопровід подачі еспюрату – $Dy = 80\text{мм}$ (3");
 - в) трубопровід подачі пари $Dy = 65\text{мм}$ (2½");
 - г) трубопровід подачі спирту – $Dy = 150\text{мм}$ (6");
 - д) трубопровід подачі флегми – $Dy = 80\text{мм}$ (3");

Під час регенерації відпрацьованого спирту повинні регулюватись наступні температурні параметри:

- Температура еспюрату, °С 72 – 78;
- Температура в кубовій частині колони, °С 102 – 107;
- Концентрація парової суміші у верхній частині колони, 60-80% об.
- Тиск у верхній та нижній частинах колони, 0-150 кПа
- Рівень в кубовій частині колони, 0-100%
- Рівень у збірнику дистиляту, 0 - 100%

Згідно функціональної схеми регенерації спирту і умов протікання технологічного процесу складемо схему руху матеріальних потоків(2)



Рис. 1.1.3 – Схема руху матеріальних потоків

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

1.2. Розробка завдання на систему автоматизації.

Таблиця 1.2.1 завдання на систему автоматизації.

№	Машина, агрегат, установка	Параметр, місце відбору сигналу	Припустиме значення параметра	Вид автоматизації	Характер контролю чи управління	Засоби управління та контролю, реалізації управляючої дії
1	Ректифікаційна колона	Концентрація спирту	60-80% об.	Регулювання	Стан	Вплив на клапан подачі флегми в колону
		Тиск (верхня частина)	150 кПа	Регулювання	Стан	Вплив на клапан подачі холодної води в дефлегматор
		Тиск (нижня частина)	150 кПа	Регулювання	Стан	Вплив на клапан подачі пари в кип'ятильник
		Рівень кубового залишку	80%	Керування	Стан	Вплив на насос М
		Температура в кубовій частині	102-107 °С	Регулювання	Стан	Вплив на клапан подачі пари в кип'ятильник
2	Трубопровід	Температура епюрату	72 - 78 °С	Регулювання	Стан	Вплив на клапан подачі пари в теплообмінник
		Витрата епюрату	80 м ³ /год.			
3	Збірник Дистиляту	Рівень	80%	Регулювання	Стан	Вплив на клапан відводу дистиляту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

12

Розділ 2. Система автоматизації

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

Вимірювання температури в ректифікаційній колоні та трубопроводі подачі спирт-сирцю

Температура в ректифікаційній колоні та трубопроводі подачі спирт-сирцю визначається за допомогою аналогового перетворювача температури ТСМУ МЕТРАН-274 з уніфікованим вихідним сигналом 4-20мА.

Призначений для вимірювання нейтральних та агресивних середовищ, по відношенню до яких матеріал захисної арматури є корозійностійким.

Чутливим елементом первинного перетворювача та встроеного в голівку датчика вимірюючий перетворювач перетворюють вимірюєму температуру в уніфікований вихідний сигнал постійного струму, що дозволяє побудувати АСУТП без використання додаткових нормуючих перетворювачів.



Рис. 2.1.1 – Зовнішній вигляд датчиків температури ТСМУ МЕТРАН-274

					Кваліфікаційна робота			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дигтяр В.С.			Розробка системи автоматизації ректифікаційної колони	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Романов М.С.					13	27
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

- Вихідний сигнал 4-20мА
- Первинні перетворювачі:
 - ТС(100М, 50М) з можливістю вимірювання температури до 180 ° С;
 - ТС(Pt100) з можливістю вимірювання температури до 500 ° С;
 - ТХА(К) із можливістю вимірювання температури до 1000°С
- Жароміцні та корозійностійкі захисні арматури
- Вибухозахисні виконання Exd або Exi
- ТУ 4211-003-12980824-2001

Матеріал голівки

- поліамід Технамід® А-СВ-Л - для загальнопромислового виконання;
- сплав АК12 – для вибухозахищеного виконання.

Тип и исполнение термопреобразователя	НСХ	Выходной сигнал, мА	Диапазон преобразуемых температур, °С	Предел допускаемой основной приведенной погрешности, ±γ, %	Зависимость выходного сигнала от температуры
ТХАУ Метран-271	К ¹⁾	4-20	-40...600, -40...800, -40...900, -40...1000, 0...600, 0...800, 0...900, 0...1000, 400...900	0,5; 1,0	линейная
ТХАУ Метран-271-Exia					
ТХАУ Метран-271-Exd					
ТСМУ Метран-274	100М 50М	0-5	-50...100, -50...150, -50...50, 0...50, 0...100, 0...150, 0...180	0,25; 0,5	линейная
ТСМУ Метран-274-Exia		4-20			
ТСМУ Метран-274-Exd		4-20			
ТСМУ Метран-274-Exd		4-20			

Ступінь захисту термоперетворювача від впливу пилу та води IP65 за ГОСТ 14254.

Вібростійкість – група виконання V1 по ГОСТ Р 52931.

Напруга живлення

– від 18 до 42 В постійного струму – для термоперетворювачів з вихідним сигналом 4-20 мА;

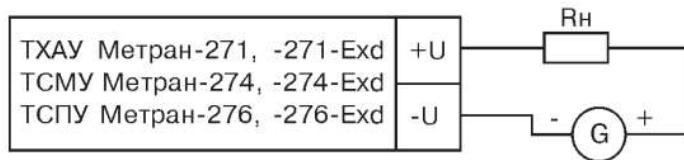
– 36 В постійного струму - для термоперетворювачів з вихідним сигналом 0-5 мА. Допустиме відхилення напруги живлення - не більше ±2%;(3)

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Умовний тиск (P_y), показник теплової інерції (T)

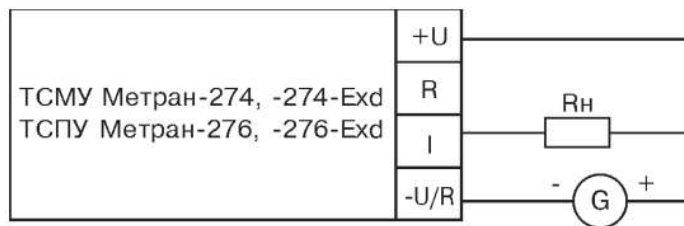
Рис.	P_y , МПа	T , с
1	0,4	40
2, 5	6,3	
3, 6, 8, 24		20
4		0,4
7	0,4	20
9, 25	6,3	8
10		30
12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	0,4	8

Выходной сигнал 4-20 мА



R_n - сопротивление нагрузки
 $100 < R_n < 1000 \text{ Ом}$
 G - источник питания

Выходной сигнал 0-5 мА

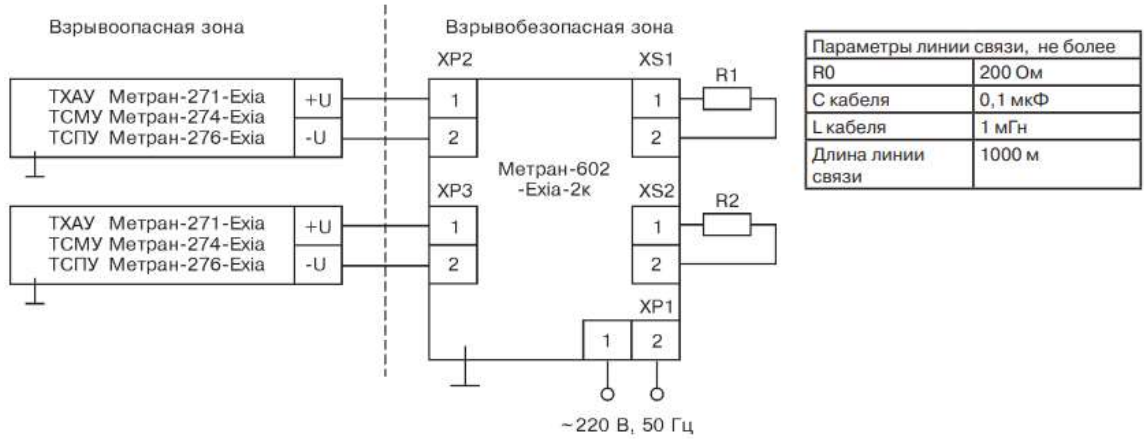


R_n - сопротивление нагрузки
 $100 < R_n < 2500 \text{ Ом}$
 G - источник питания

Рис. 2.1.2 – схеми зовнішніх електричних підключень датчика

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

С блоком питания Метран-602-Ехiа-2к



Параметры линии связи, не более	
R0	200 Ом
C кабеля	0,1 мкФ
L кабеля	1 мГн
Длина линии связи	1000 м

С барьером искрозащиты РИФ-А2



Параметры линии связи, не более	
Rn	200 Ом
C кабеля	0,1 мкФ
L кабеля	1 мГн
Длина линии связи	1000 м

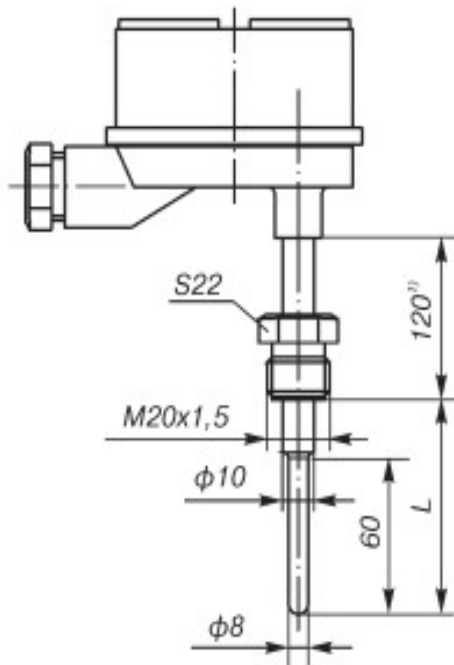


Рис. 2.1.3 – Габаритні розміри датчика температури ТСМУ МЕТРАН-274

Вимірювання тиску в ректифікаційній колоні

Тиск в колоні визначається ще допомогою датчика тиску EJX430A 4-20мА. Зовнішній вигляд датчику наведено на рис. 2.1.4.



Рис. 2.1.4 – зовнішній вигляд датчику тиску EJX430A

Високопродуктивний датчик манометричного тиску EJX430A має монокристалічний кремнієвий резонансний датчик і підходить для вимірювання тиску рідини, газу або пари. EJX430A видає від 4 до 20 мА сигналу постійного струму, що відповідає вимірюваному тиску. Він також має швидку відповідь, дистанційне налаштування та моніторинг за допомогою зв'язку BRAIN або HART, і діагностику. Технологія Multisensing забезпечує розширена функція діагностики для виявлення таких відхилень у вигляді блокування імпульсної лінії або помилка теплотраси. Також доступні типи протоколів зв'язку по шині FOUNDATION Fieldbus і PROFIBUS. Усі моделі серії EJX у стандартній конфігурації, за винятком Fieldbus і PROFIBUS типи, сертифіковані TÜV як відповідні SIL 2 , по вимогам безпеки.(4)

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

Межі шкали та діапазону вимірювань

Шкала (Ш) и діапазон измерений (ДИ)		МПа	фунт на кв. дюйм (/D1)	бар (/D3)	кгс/см ² (/D4)
Н	Ш	2,5...500 кПа	10... 2000 дюймов вод. ст.	0,025...5	0,025...5
	ДИ	-100...500 кПа	-400...2000 дюймов вод. ст.	-1...5	-1...5
А	Ш	0,0175...3,5	2,5...500	0,175...35	0,175...35
	ДИ	-0,1...3,5	-14,5...500	-1...35	-1...35
В	Ш	0,08...16	12...2300	0,8...160	0,8...160
	ДИ	-0,1...16	-14,5...2300	-1...160	-1...160

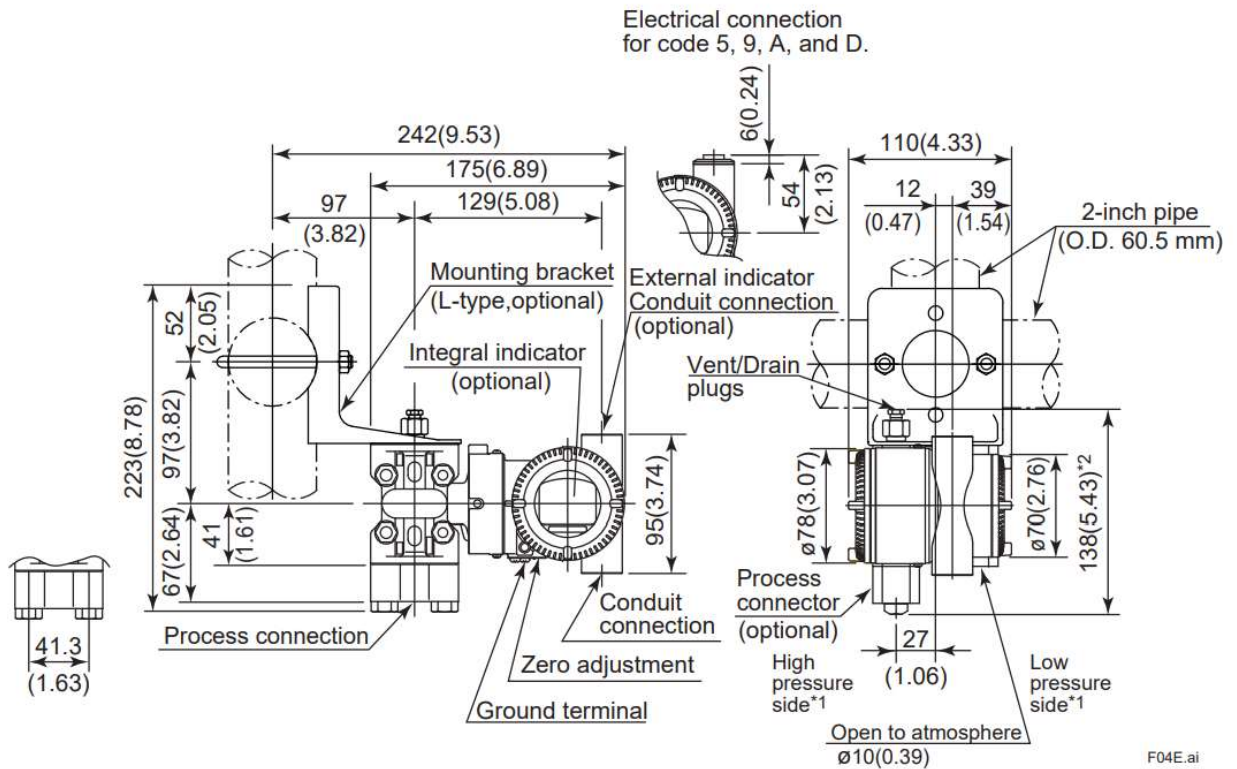
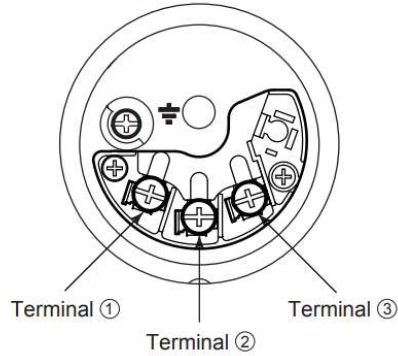


Рис. 2.1.5 – Габаритні та монтажні розміри датчика тиску EJX430A

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

• Terminal Configuration



• Terminal Wiring

SUPPLY	+	①] Power supply and output terminals
	-	②	
CHECK	+	③] External indicator (ammeter) terminals ^{*1,2}
or	-	②	
ALARM	+	③] Status contact output terminals ^{*2}
	-	②	
			⏏ Ground terminal

*1: When using an external indicator or check meter, the internal resistance must be 10 Ω or less. A check meter or indicator cannot be connected when /AL option is specified.

*2: Not available for FOUNDATION Fieldbus and PROFIBUS PA communication types.

F10E.ai

Рис. 2.1.6 – Схема положення та призначення клем

Connection	Description
<p>Analog output</p>	<p>EJX electrical terminal</p> <p>*1: Either A or +</p>
<p>Analog and status output (when /AL is specified)</p> <p>If shield cable is not used, communication is not possible.</p>	<p>EJX electrical terminal</p> <p>*1: Either A or +</p> <p>Use two-wire separately shielded cables.</p>

Рис. 2.1.7 – Приклад підключення аналогового виходу та виходу стану

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Вимірювання витрати спирт-сирцю на вході в колону

Визначення витрати спирт-сирцю на вході в колону відбувається за допомогою вихрового витратоміра Rosemount 8800D. Зовнішній вигляд приладу наведено на рис. 2.1.8.



Рис. 2.1.8 – зовнішній вигляд витратоміра
Rosemount 8800D Multivariable

Технічні характеристики:

- Вимірювані середовища: газ, пара, рідина
- Умовний прохід: D_u (DN) від 15 до 300
- Надлишковий тиск вимірюваного середовища: до 25 МПа
- Вихідні сигнали:
 - 4-20 мА з HART-протоколом;
 - частотно-імпульсний;
 - Foundation fieldbus (FF)
- Межі допустимої відносної похибки вимірювань витрати:
 - для рідини $\pm 0,65\%$;
 - для пари, газу $\pm 1,00\%$
- Нестабільність $\pm 0,1\%$ від витрати протягом 12 місяців

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

- Прямі ділянки:
 - до витратоміра 10Du;
 - після витратоміра 5Du

Переваги:

- унікальна конструкція, що не засмічується, внаслідок відсутності в проточній частині пазів та щілин;
- заміна п'єзоелектричного сенсора без зупинки процесу;
- Підвищена стійкість до вібрації;
- Наявність безпроливної (імітаційної) повірки;
- Вбудована самодіагностика.

Виконання REDUCER™ - вбудовані конічні переходи:

- Відсутність додаткових витрат на проведення монтажних робіт для звуження трубопроводу

Виконання MultiVariable™ – вбудований датчик температури (опція МТА) для обчислення масової витрати насиченої пари з компенсацією по температурі.

Бездротові рішення Smart Wireless - простий, швидкий та економічний спосіб організувати доступ до конфігурування та результатів діагностики витратоміра за допомогою бездротової передачі даних.

Вихідні сигнали:

- струмовий 4-20 мА з HART-протоколом;
- частотно-імпульсний від 0 до 10 кГц з переналаштовується ціною та тривалістю імпульсів;
- Цифровий Foundation fieldbus (FF).

Ціна імпульсу може бути встановлена рівною необхідному значенню об'єму або маси у вибраних одиницях вимірів, наприклад, 1 імпульс = 1 м3; частота імпульсів може бути встановлена рівною необхідному діапазону вимірювань, наприклад, 1000 Гц = 500 м3/год. Ціна та частота імпульсів можуть бути вказані в опитувальному листі або налаштовуються самостійно.

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

- РКІ, відображає поточну витрату у вибраних одиницях вимірювання або у відсотках від діапазону; значення вихідного струму; обсяг накопиченим результатом; частоту вихроутворення; температуру електроніки; температуру процесу; густина вимірюваного середовища; швидкість потоку вимірюваного середовища; значення частоти частотно-імпульсного виходу. За наявності опції МТА.(3)

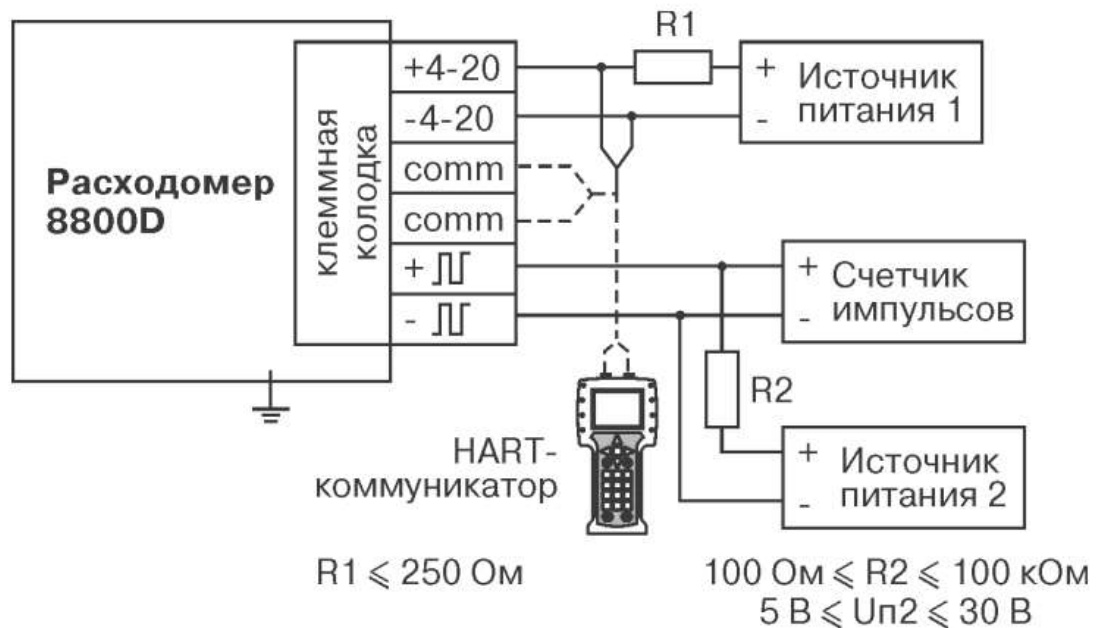


Рис. 2.1.9 – Схема підключення витратоміру

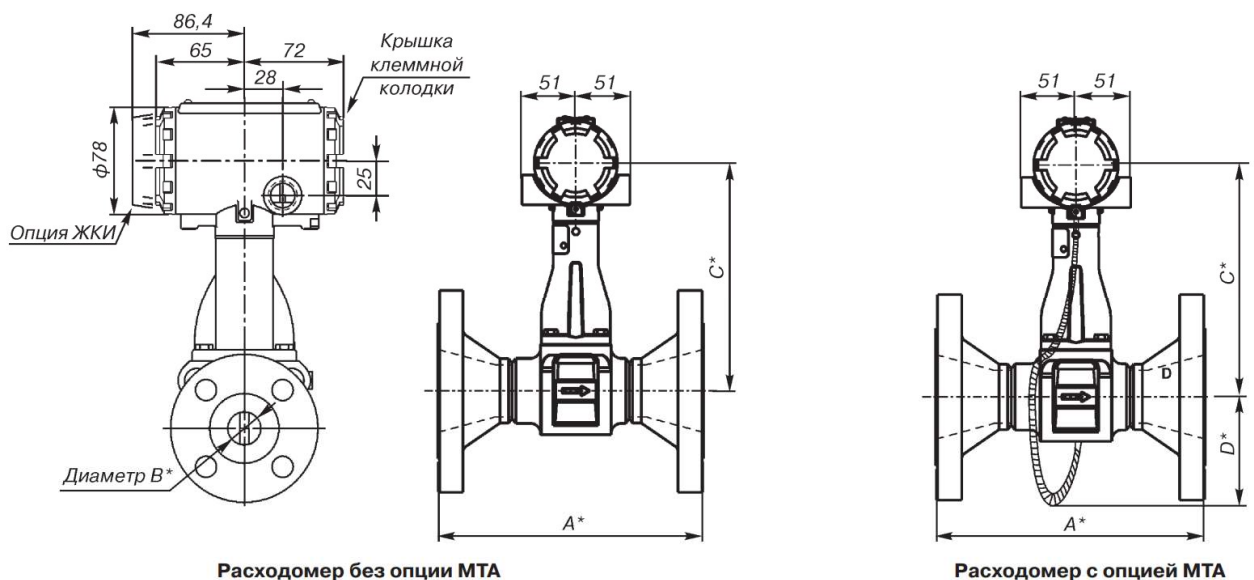


Рис. 2.1.10 – Габаритні та монтажні розміри витратоміру, фланцевого виконання

Вимірювання рівня кубового продукту в кубовій частині колони та дистиляту в збірнику

Визначення рівня кубового продукту в кубовій частині колони та дистиляту в збірнику відбувається за допомогою ємнісного сигналізатора рівня NIVOCAP CT-200. Зовнішній вигляд приладу наведено на рис. 2.1.11.

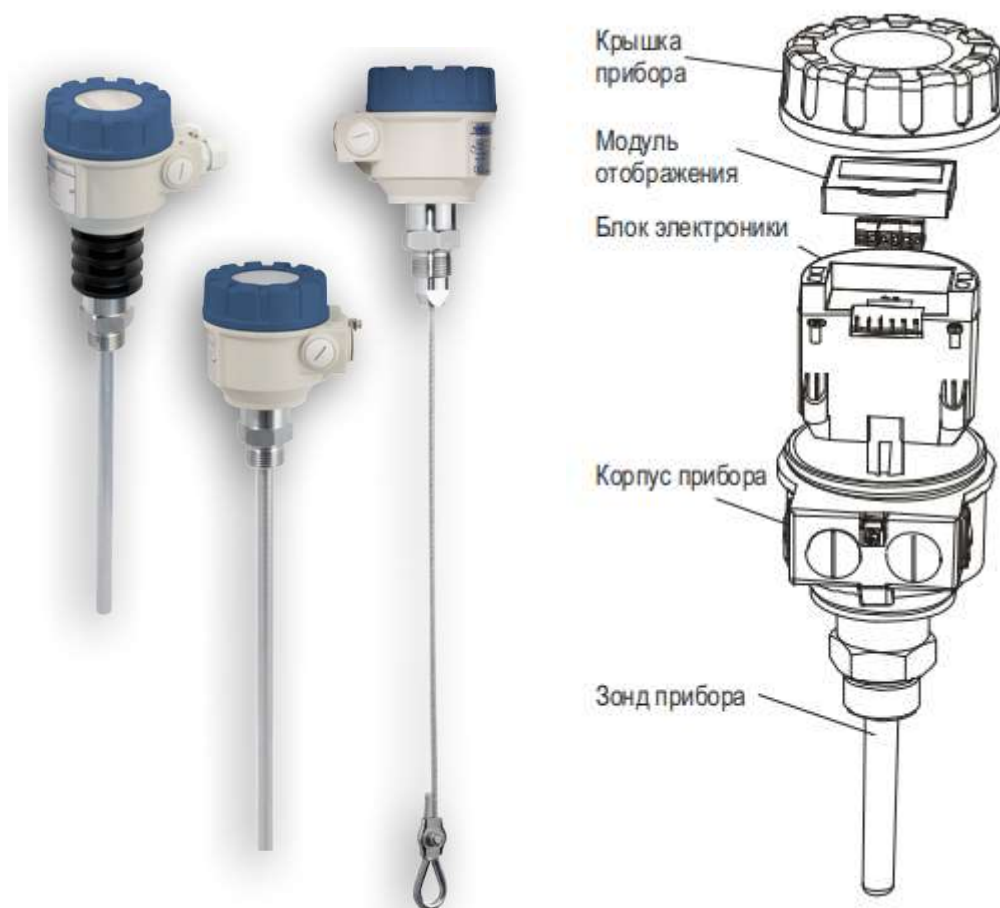


Рис. 2.1.11 – Зовнішній вигляд ємнісних рівнемірів NIVOCAP

Активний зонд приладу та провідна стіна ємності (або заземлений другий зонд, якщо стіна ємності зроблена з непровідних матеріалів) представляють собою пластини конденсатора. Ізолятором у цьому конденсаторі є або повітря, або інший матеріал у ємності, які будуть діелектриком.

Коли ємність порожня, початкова ємність конденсатора дорівнюватиме C_0 , при цьому діелектричний коефіцієнт " ϵ_r " для повітря дорівнює 1. Коли

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

повітря буде витіснений продуктом з діелектричною константою вище, ніж у повітря, ємність конденсатора зміниться, тобто ємність змінюватиметься зі збільшенням рівня вимірюваного продукту ємності. Ця зміна ємності буде перетворено приладом у вихідний сигнал пропорційно до зміни рівня. У те саме час, показання рівнеміра прямо пропорційно зміні рівня продукту і ємності конденсатора.

Ємність також залежить від відстані між пластинами, при цьому повинна виконуватися умова про паралельність активного зонда і стіни ємності або другий зонд. Також, застосування другого зонда необхідно при вимірі рівня в ємностях незвичайної форми, або циліндричної форми горизонтальному положенні, навіть якщо стіна виготовлена з провідного матеріалу, за умови, що середовище є непровідним.

Відмінною особливістю ємнісного вимірювання рівня є те, що необхідно виміряти та зберегти в приладі значення ємності при двох різних відомих точках рівня продукту (режим навчання), прилад потрібно "навчити" серед його застосування на ємності з продуктом (наприклад С0 відрізняється в механічному цеху та на місці установки ємності).

Неправильний вибір зонда та дуже низька діелектрична константа продукту можуть завадити виміру.

Для провідних матеріалів (наприклад: вода, кислоти, основи, водні розчини) слід використовувати ізольовані активні зонди, при цьому значення діелектричної константи продукту може бути будь-яким. Для непровідних матеріалів може бути використаний як ізольований, так і неізольований зонд, але діелектрична константа має бути вище 1,5 ($\epsilon_r > 1,5$).(5)

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

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

		Штырьевое исполнение зонда	Кабельное исполнение зонда
Измеряемый уровень		0,2 ... 3 м	1 ... 20 м
Материал деталей проточной части	Соединения	Нержавеющая сталь DIN 1.4571	
	Зонда	Полное или частичное покрытие PFA (перфторированный сополимер) зонда из нержавеющей стали (DIN 1.4301)	Полное или частичное покрытие FEP (фторированный этилен-пропилен) кабеля из нержавеющей стали
Материал корпуса прибора		корпус из алюминия или из пластика, корпус из армированного стекловолокна	
Температура продукта (подробнее см. диаграмму)		стандартная: от -30 °C ... до +130 °C, высокая: - 30 °C ... +200 °C	
Давление (подробнее см. диаграмму)		максим. 4 МПа (40 бар) +20°C	максим. 1,6 МПа (16 бар)
Температура окружающей среды (подробнее см. диаграмму)		от -25 °C ... до + 70 °C	
Максимальная вертикальная нагрузка на зонд		–	7,7 кН
Емкостное насыщение зонда		~600 пФ/м	~200 пФ/м
Выходы прибора		Аналоговый: 4 ... 20 мА 2-проводный (от 3,9 до 20,5 мА), $R_{max} = U_i - 11,4 \text{ В} / 0,02 \text{ А}$ изолированный, с защитой от подключения питания противоположной полярности Модуль отображения SAP-202: 6-значный дисплей на жидких кристаллах для отображения, кнопки для программирования, барграф. HART протокол, с подключаемым резистором не менее 250 Ом	
Аналоговый выход напряжения для тестирования показаний прибора		Показания вольтметра 10 мВ соответствует показанию прибора 1мА	
Диапазон емкости		от 0 пФ до 5 нФ	
Диапазон изменения емкости при измерении		10 пФ, или 10% (min SPAN)	
Время задержки срабатывания прибора		0, 3, 6, 10, 30, 60, 100, 300 с	
Индикация сигнала ошибки		Мигание светодиодов "COM" и "VALID" и передача аналогового выходного сигнала значением 3,8 или 22 мА выбранного на приборе для индикации сигнала ошибки	
Питание прибора / потребляемая мощность		от 12 ... до 36В постоянного тока, максимально 22 мА / от 48 до 800 мВт	
Точность		± 0,3 % (от длины применяемого зонда прибора)	
Температурный коэффициент поправки на точность прибора		±0,02% на °C	
Электрическое подсоединение к прибору		Металлический или пластиковый сальниковый ввод M20x1,5, резьбовое соединение M20x1,5 или 2 соединения 1/2" NPT для защиты кабельного ввода.	
Механическое подсоединение к емкости		1" NPT или BSP (коническая или трубная резьбы)	
Механическая защита прибора		Зонд: IP68, корпус прибора: IP 67	
Электрическая защита прибора		Класс защиты III	
Вес прибора		2,3 кг с зондом длиной 0,5 м	1,9 кг с зондом длиной 3 м

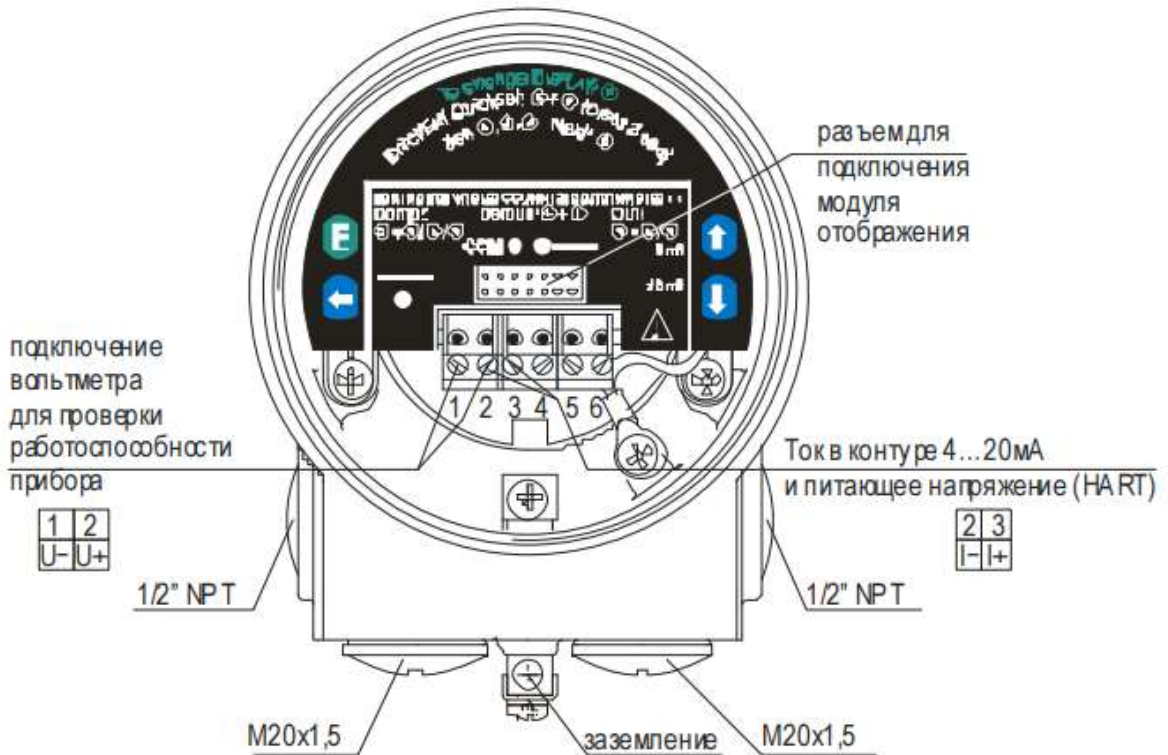


Рис. 2.1.12 – Схема підключення рівнеміра NIVOCAP ST-200

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

25

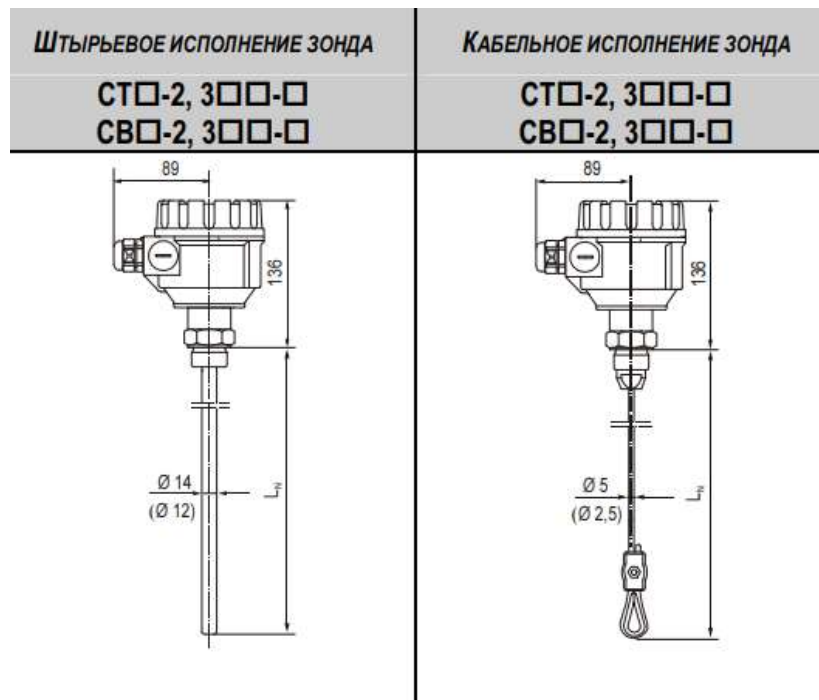


Рис. 2.1.13 – Габаритні розміри зонда рівнеміра NIVOCAP CT

Вимірювання концентрації продукту в колоні

Визначення концентрації продукту в колоні відбувається за допомогою спиртоміру ПЛОТ-3С-М. Зовнішній вигляд приладу наведено на рис. 2.1.14.



Рис. 2.1.14 – Зовнішній вигляд спиртоміру ПЛОТ-3С-М

Спиртомір призначений для вимірювання об'ємної частки етилового спирту приведеної до температури 20°C, у коньячному спирті, горілці та в водно-спиртовому розчині на потоці та передачі вимірних значень у систему

обліку. Спиртоміри залежно від виконання дозволяють вимірювати об'ємну частку етилового спирту в діапазоні від 36 до 99 % та в інтервалі температур контрольованого розчину від мінус 40 °С до 85 °С.

Принцип дії спиртоміра заснований на залежності частотних характеристик чутливого елемента параметрів контрольованої рідини.

За вихідним сигналом спиртомір має 3 виконання:

- за інтерфейсом RS-232 – виконання Р;
- за інтерфейсом RS-485 - виконання R;
- аналогові струмові виходи (4-20) мА - виконання Т.

Контрольоване середовище – етиловий та коньячний спирти, горілка та водно-спиртові розчини, об'ємна частка етилового спирту в яких від 36 до 99 %.

Діапазони вимірювання густини розчину – 775-965 кг/м³

Межі абсолютної похибки вимірювання температури розчину, що допускається, становлять $\pm 0,3$ °С.

Спиртомір ПЛОТ-3С-М-Т для передачі вимірних значень має аналогові струмові виходи (4 – 20) мА з виходів цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП) адаптера АД-4М.(6)

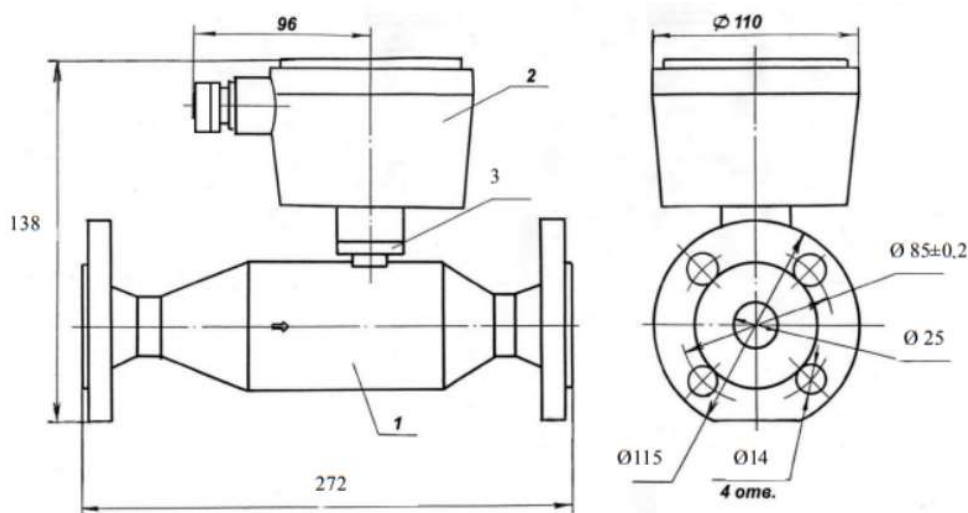


Рис. 2.1.15 – Габаритні розміри спиртоміру

1 – датчик; 2 – перетворювач електронний;

3 – стопорна гайка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

27

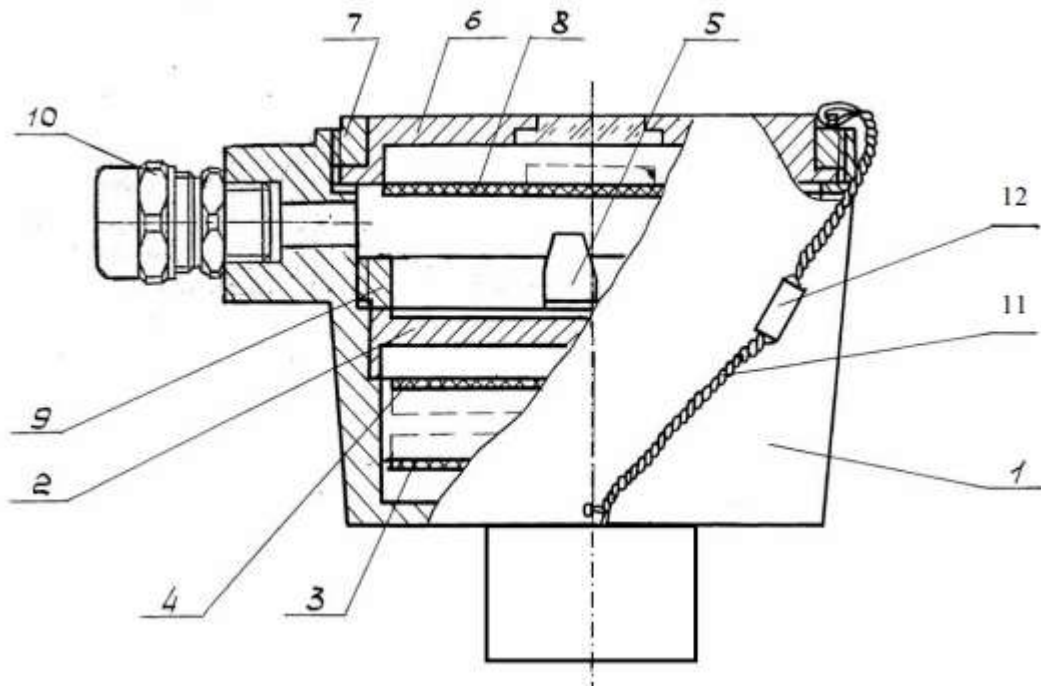


Рис. 2.1.16 – Електронний перетворювач

1 корпус, 2 – основа, 3 – плата «Перетворювач», 4 – плата «Процесор», 5 – клемний блок, 6 – кришка, 7 – кільце, 8 – блок індикації, 9 – кільце різьбове, 10 – кабельний введення, 11 – дріт, 12 – пломба

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

28

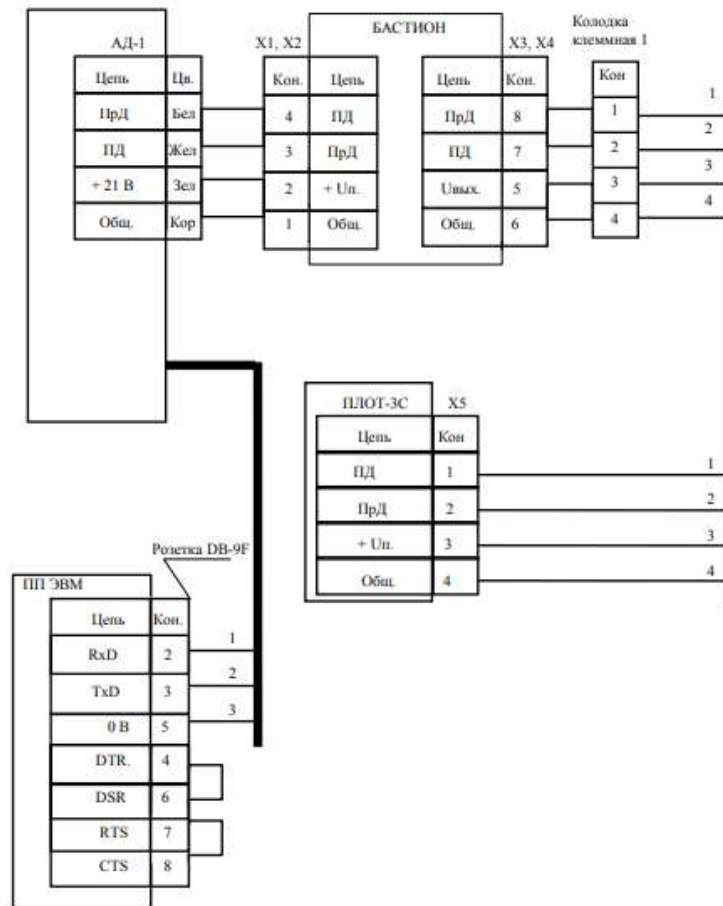


Рис. 2.1.17 – Схема підключення спиртоміру

Перетворювач частоти

Керування насосом відводу кубового продукту з колони відбувається за допомогою перетворювача частоти Danfoss VLT Micro FC51 зображеного на рис.2.1.18.



Рис.2.1.18 – Зовнішній вигляд перетворювача частоти
Danfoss VLT Micro FC51

VLT® Micro Drive – привід сімейства перетворювачів частоти марки VLT® з неперевершеною надійністю, зручністю в роботі, функціональністю, придатною для вирішення більшості завдань, і надзвичайно легким введенням в експлуатацію. Номери клем позначені, так само як і на інших приводах серії VLT®. Він розроблений і виробляється на підприємствах Danfoss VLT Drives, провідними експертами приводної техніки з 1968 р. та творцями марки VLT® – The Real Drive.

Надійний VLT® Micro Drive – повноправний член сімейства VLT®, від початку до кінця розділяє якість, надійність і зручність для користувача. Висока

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

якість компонентів та оригінальні рішення VLT® роблять привід VLT® Micro Drive надзвичайно надійним.

Маленький привід висока функціональність Незважаючи на свої малі розміри та простоту введення в експлуатацію, VLT® Micro Drive може бути налаштований виконання складних завдань. Для оптимізації енергоефективності та функціонування можна налаштувати близько 100 параметрів.

Компактний загальнопромисловий привід VLT® Micro Drive – універсальний привід, керуючий двигунами змінного струму потужністю до 22 кВт.(7)

Входи та виходи

- 5 програмованих цифрових входів
- Логіка PNP/NPN
- Імпульсний вхід 20 - 5000 Гц
- 1 аналоговий вхід 0 -10 В або 0 - 20 мА
- 1 аналоговий вхід 0 – 20 мА
- Вхід термістора (аналоговий або цифровий)
- 1 аналоговий вихід
- 1 реле, ~240 В, 2 А
- RS 485
- Modbus RTU

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



Размеры блоков
(включая монтажный бортик)

[мм]	M1	M2	M3	M4	M5
Высота	150	176	239	292	335
Ширина	70	75	90	125	165
Глубина	148	168	194	241	248

+ 6 мм с потенциометром

Рис.2.1.19 – Типорозміри перетворювача частоти
Технічні характеристики

Напряжение сети питания (L1, L2, L3)		Внутренний источник питания	
Диапазон напряжений	1 × 200 – 240 В ± 10% 3 × 200 – 240 В ± 10% 3 × 380 – 480 В ± 10%	Выходное напряжение	10,5 ± 0,5 В, 24 ± 0,5 В
Частота сети	50/60 Гц	Максимальная нагрузка (10 В)	25 мА
Коэффициент сдвига фаз (cos φ)	(> 0,98)	Максимальная нагрузка (24 В)	100 мА
Переключение на стороне питания (L1, L2, L3)	1–2 раза в минуту	Релейные выходы	
Выходные характеристики (U, V, W)		Программируемые релейные выходы	1
Выходное напряжение	0–100 % напряжения сети	Макс. нагрузка на клеммах	~240 В, 2 А
Выходная частота	0–200 Гц (режим VVC+) 0–400 Гц (режим U/f)	Коммуникация с шинами передачи данных	
Переключение на выходе	Неограниченно	FC Protocol, Modbus RTU	
Время ускорения (торможения)	0,05 – 3600 с	Длина кабеля в соответствии с EN55011	
Цифровые входы		Максимальная длина экранированного (бронированного) кабеля двигателя	15 м
Программируемые цифровые входы	5	Максимальная длина неэкранированного (небронированного) кабеля двигателя	50 м
Логика	PNP или NPN	Окружающая среда, исполнение привода	
Уровень напряжения	0–24 В	Корпус	IP 20
Максимальное напряжение на входе	28 В	Тест на вибрацию	0,7 g
Входное сопротивление, Ri	Около 4 кОм	Относительная влажность	5 – 95 % (IEC 721-3-3; класс 3К3 (без конденсации во время работы))
Импульсный вход		Агрессивная среда	IEC 721-3-3; класс покрытия 3С3
Программируемый импульсный вход	1	Макс. температура среды	До 50° С
Уровень напряжения	0–24 В (PNP позитивная логика)	Среднесуточная температура среды	До 40° С
Точность входа (0,1 – 110 кГц)	Макс. погрешность 0,1% от полной шкалы	Разрешения и сертификаты	
Частота на входе	20 – 5000 Гц	CE, C-tick, UL, сертификат соответствия	
Аналоговые входы		Защита и функциональные свойства	
Аналоговые входы	2	– Электронная тепловая защита двигателя от перегрева	
Режимы	1 токовый, 1 переключаемый: напряжение или ток	– Мониторинг температуры радиатора защищает привод от перегрева	
Уровень напряжения	0–10 В (масштабируемый)	– Привод защищен от к.з. между фазами двигателя U, V, W	
Уровень тока	0/4 – 20 мА (масштабируемый)	– Привод защищен от к.з. выходных фаз U, V, W на землю	
Аналоговый выход			
Программируемый аналоговый выход	1		
Диапазон тока на аналоговом выходе	0/4 – 20 мА		
Макс. нагрузка на общем аналоговом выходе	500 Ом		
Точность аналогового выхода	Макс. погрешность: 1% от полной шкалы		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

32

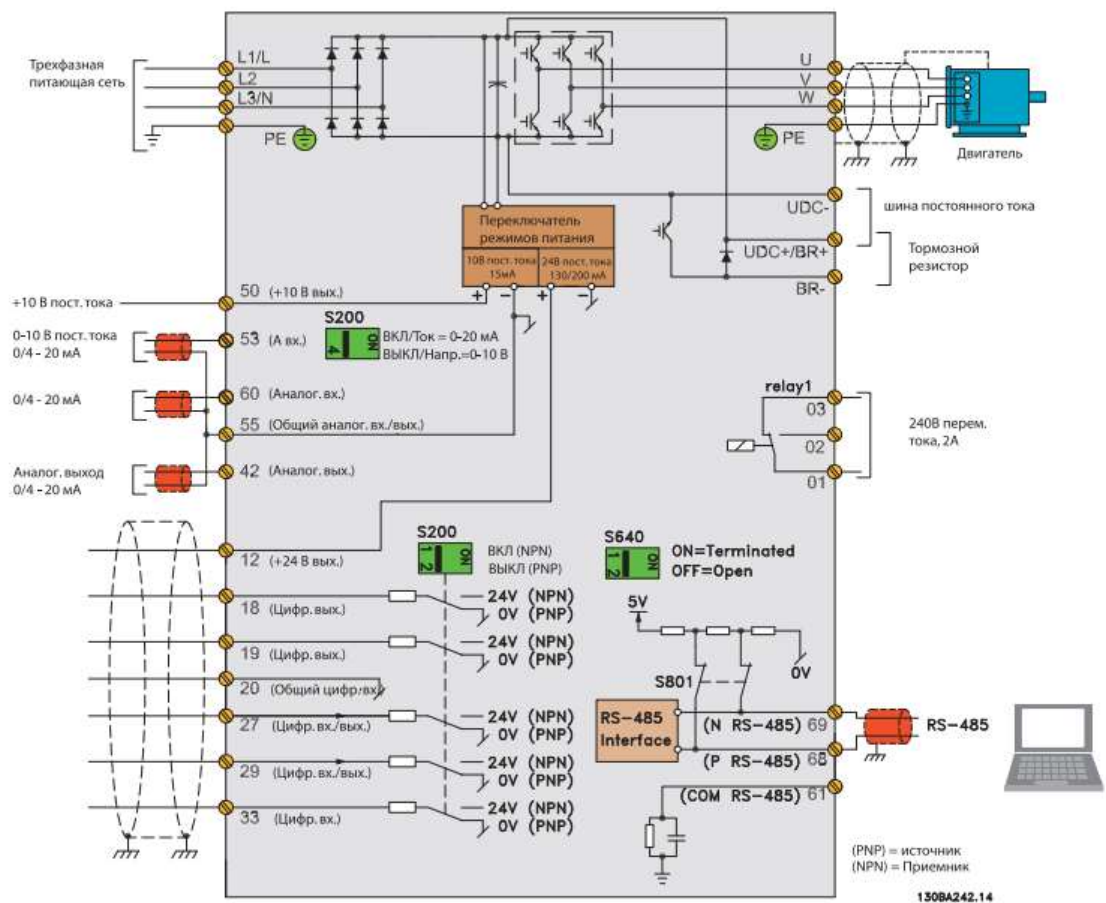


Рис.2.1.20 – Схема підключення перетворювача частоти Danfoss VLT Micro FC51

Контролер

Контролер Modicon M340 обрано, ґрунтуючись на кількості дискретних та аналогових входів та виходів, який відрізняється гнучкістю і службами ПЛК вищого класу. Будучи інтегрованим в систему, ПЛК надає вбудовані рішення Plug & Work з іншими пристроями Telemecanique. Неймовірні можливості рішення Unity дозволяє спростити процес програмування і скоротити тимчасові витрати. Бібліотеки функціональних блоків забезпечують процесори Modicon M340 потужністю обробки, необхідної для відповідності спеціалізованим вимогам у частині керування рухом з зоною декількох функцій незалежних осей (бібліотека MFB «Функціональні блоки руху»).(8)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис.2.1.21 – загальний вигляд контролера Modicon M340

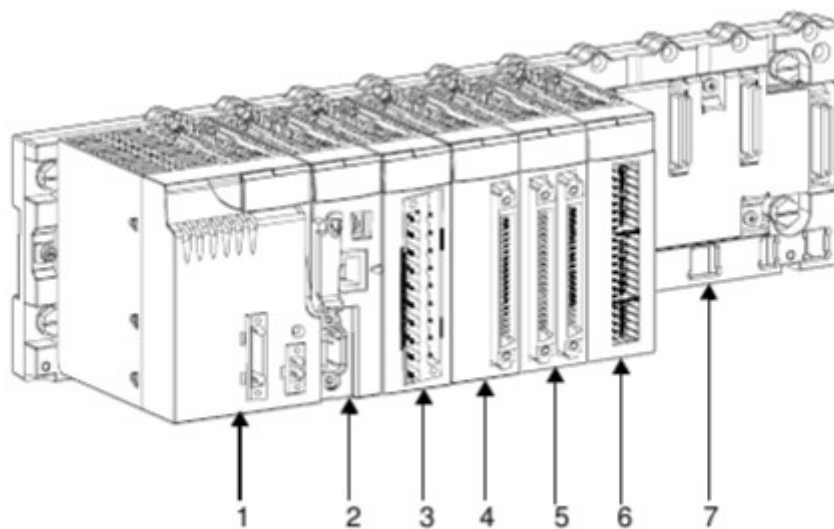


Рис.2.1.22 – приклад конфігурації ПЛК Modicon M340

Позиция	Описание
1	Модуль питания
2	Процессорный модуль
3	Модуль входов-выходов (колодка подключения на 20 контактов)
4	Модуль входов-выходов (один разъем на 40 контактов)
5	Модуль входов-выходов (два разъема по 40 контактов)
6	Счетный модуль
7	Монтажное шасси, имеющее 8 мест для установки модулей

Рис.2.1.23 – цифрові позначення компонентів станції ПЛК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Модули дискретных входов-выходов

Среди разнообразных модулей дискретных входов-выходов легко выбрать модуль, удовлетворяющий требованиям конкретного применения. Модули характеризуются следующими параметрами:

Характеристики	Описание
Количество каналов	<ul style="list-style-type: none">● 8 каналов● 16 каналов● 32 канала● 64 канала
Типы входов	<ul style="list-style-type: none">● Модули со входами постоянного тока (24 В, 48 В)● Модули со входами переменного тока (24 В, 48 В и 120 В)
Типы выходов	<ul style="list-style-type: none">● Модули с релейными выходами● Модули со статическими выходами постоянного тока (24 В/0,1 А - 0,5 А - 3 А)● Модули со статическими выходами переменного тока (24 В/240 В / 3 А)
Тип соединителя	<ul style="list-style-type: none">● Клеммные колодки подключения на 20 контактов● 40-контактные разъемы для подключения датчиков или исполнительных механизмов с помощью системы быстрого монтажа TELEFAST 2

Рис.2.1.24 – Характеристика модулів дискретних Вх/Вих

Модули аналоговых входов-выходов

Среди разнообразных модулей аналоговых входов-выходов легко выбрать модуль, удовлетворяющий требованиям конкретного применения. Модули характеризуются следующими параметрами:

Характеристики	Описание
Количество каналов	<ul style="list-style-type: none">● 2 канала● 4 канала
Характеристики входного сигнала	<ul style="list-style-type: none">● Напряжение / ток● Термопара● Термосопротивление (датчик температуры)
Тип соединителя	<ul style="list-style-type: none">● Клеммные колодки подключения на 20 контактов● 40-контактные разъемы для подключения датчиков или исполнительных механизмов с помощью системы быстрого монтажа TELEFAST 2

Рис.2.1.25 – Характеристика модулів аналогових Вх/Вих

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2.2. Схема автоматизації

На функціональній схемі автоматизації процесу ректифікації при виробництві спирту відбувається:

- Регулювання вмісту спирту у верхній частині колони;
- Регулювання рівня кубового продукту в кубі колони;
- Регулювання рівня дистилляту у збірнику;
- Регулювання тиску у верхній частині колони;
- Регулювання подачі пари у виносний кип'ятильник по показам тиску та температури в кубовій частині колони;
- Регулювання подачі пари у теплообмінник по показам температури та витратати ешюрату;

Вміст спирту у верхній частині колони вимірюються спиртоміром ПЛОТ-3С-М (поз. 1а), і регулюється за допомогою клапана регулюючого Samozzi KD10 (поз. 1в) з електропозиціонером RE01/1 (поз. 1б), встановленого на трубопроводі подачі флегми в колону, що приймає, та перетворює в пневматичний сигнал 0-250кПа, уніфікований електричний сигнал 4-20 мА з контролера Modicon M340.

Для регулювання рівня кубового продукту, в кубі колони розташовано емнісний сигналізатор рівня NIVOCAP СТ-200 (поз. 2а) уніфікований електричний сигнал 4-20 мА з якого прямує до аналогового модуля контролера Modicon M340, вже сигнал з якого йде на перетворювач частоти Danfoss VLT Micro FC51 (поз. 2б), що керує приводом насосу М (поз. М), встановленого на трубопроводі відводу кубового продукту.

Для регулювання рівня дистилляту у збірнику дистилляту встановлено емнісний сигналізатор рівня NIVOCAP СТ-200 (поз. 3а) уніфікований електричний сигнал 4-20 мА з якого прямує до аналогового модуля, контролера Modicon M340, вже сигнал з якого йде на електропозиціонер RE01/1 (поз.3б) для перетворення електричного сигналу в пневматичний сигнал 0-250кПа для

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

регулюючого клапана Samozzi KD10 (поз. 3в), встановленого на трубопроводі відводу дистилляту.

Тиск у верхній частині колони вимірюється завдяки датчику тиску EJX430A (поз. 4а) уніфікований електричний вихідний сигнал 4-20мА з якого прямує на контакти аналогового модуля, контролера Modicon M340, звідки керуючий сигнал йде на контакти електропозиціонера RE01/1 (поз. 4б), для перетворення електричного сигналу в пневматичний сигнал 0-250кПа для регулюючого клапана Samozzi KD10 (поз. 4в), встановленого на трубопроводі подачі холодної води до дефлегматора, а також до сигнальної арматури HL1, для попередження про перевищення тиску.

Для регулювання нормальних показників параметрів тиску та температури в кубовій частині колони застосовуються одночасно датчик тиску EJX430A (поз. 5а) та датчик температури ТСМУ МЕТРАН-274 (поз. 6а), уніфіковані електричні сигнали 4 - 20мА, йдуть на контакти аналогового модуля контролера Modicon M340, з якого після обробки направляється уніфікований керуючий електричний сигнал на контакти електропозиціонера RE01/1 (поз.5б), для перетворення електричного сигналу в пневматичний сигнал 0-250кПа для регулюючого клапана Samozzi KD10 (поз. 5в), встановленого на трубопроводі подачі пари у виносний кип'ятильник, а також до сигнальної арматури HL2 для сигналізації перевищення тиску.

Для регулювання нормальних показників параметрів температури та витрати в трубопроводі подачі еспурату до колони застосовуються одночасно датчик температури ТСМУ МЕТРАН-274 (поз. 7а) та вихровий витратомір Rosemount 8800D (поз. 8а), уніфіковані електричні сигнали 4 - 20мА з яких, йдуть до аналогового модуля контролера Modicon M340, з якого після обробки направляється уніфікований керуючий електричний сигнал на контакти електропозиціонера RE01/1 (поз. 7б), для перетворення електричного сигналу в пневматичний сигнал 0-250кПа для регулюючого клапана Samozzi KD10 (поз. 7в), встановленого на трубопроводі подачі пари у теплообмінник.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.3. Специфікація засобів автоматизації

Таблиця 2.3.1 Специфікація засобів автоматизації.

№ п/п	№ поз. за схемою	Місце встановлення	Найменування і технічна характеристика виробу	Тип, Марка	К-сть	Виробник
1	2	3	4	5	6	7
1	1а	по місцю	спиртомір з уніфікованим сигналом 4-20мА, напруга живлення 220 V AC Температура середовища: 0.. 100°C; Діапазон вимірювання: від 36% до 99%	ПЛЮТ-3С-М	1	aviatech РФ
2	1в, 3в-5в, 7в	по місцю	регулюючий клапан з електропозиціонером Рвх. = 0.2 - 1.0 МПа вихідний сигнал 4 - 20 mA;	Camozzi RE01/1	5	Camozzi Італія
3	1г, 3г-5г, 7г	по місцю	регулюючий клапан пневможивлення 0-250 кПа	Camozzi KD10	5	Camozzi Італія
4	2а, 3а	по місцю	ємнісний рівнемір з уніфікованим сигналом 4-20мА, напруга живлення 12-36В DC, діапазон вимірювань 0.2-20м	NIVOCAP СТ-200	2	NIVOCAP РФ
5	2в	по місцю	частотний перетворювач напруга живлення 380-480В AC керуючий сигнал до 22 кВт	VLT Micro FC-51	1	Danfoss Данія
6	4а, 5а	по місцю	датчик тиску з уніфікованим сигналом 4-20мА, напруга живлення 10.5-42В DC, діапазон вимірювань -100...500 кПа	EJX430A	2	Yokogawa Японія
7	6а, 7а	по місцю	датчику температури з уніфікованим сигналом 4-20мА, напруга живлення 18 - 42 В DC, діапазон вимірювань 0-150°C	МЕТРАН 274	2	Emerson

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

38

Продовження таблиці 2.3.1

8	8а	по місцю	Виїхровий витратомір з уніфікованим сигналом 4-20мА, напруга живлення 10.8 - 42В DC діапазон вимірювань 4-130 м ³ /год.	Rosemount 8800D	1	Rosemount America
9	SF1, SF2	на щиті	Вимикач автоматичний 2-ох полюсний ном. струм 2А (4.5кА) тип С	ВА47-29 2Р 2А (4.5кА) С	2	ІЕК
10	SF3, SF4	на щиті	Вимикач автоматичний 1-о полюсний ном. струм 1А (4.5кА) тип С	ВА47-29 1Р 1А (4.5кА) С	2	ІЕК
11	SF5	на щиті	Вимикач автоматичний 3-ох полюсний ном. струм 6А (4.5кА) тип С	ВА47-29 3Р 6А (4.5кА) С	1	ІЕК

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

3.1. Проектне компонування промислового логічного контролера (ПЛК)

Розробка системи процесу ректифікації виконувалася з промисловим логічним контролером (ПЛК) Schneider Electric M340.

Вибрані модулі для ПЛК M340 наведено в таблиці 3.1 та на рис. 3.1.1

Таблиця 3.1 Обрані модулі для ПЛК M340.

Модулі вводу/виводу		Примітка
Найменування	Кількість	
BMX XBP 0400	1	Шасі на 4 місця
BMX P34 2020	1	Процесорний модуль
BMX CPS 2000	1	Блок живлення 100...240VAC, 20Вт
BMX AMI 0810	1	8 аналогових входів
BMX AMO 0802	1	8 аналогових виходи
BMX DDO 1602	1	16 дискретних виходів

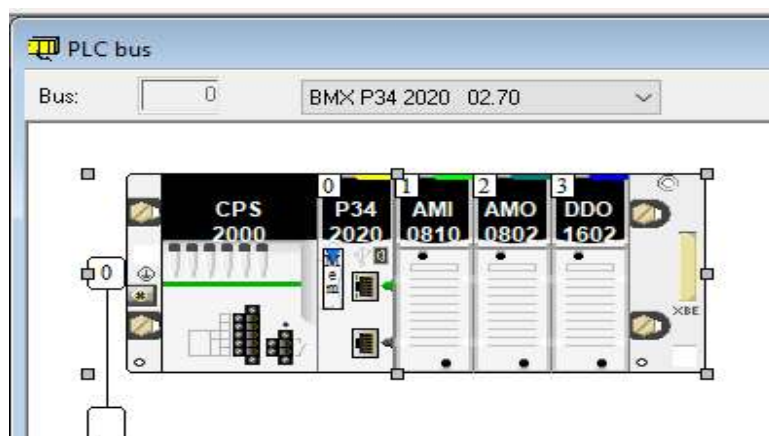


Рис. 3.1.1– Проектне компонування ПЛК Modicon M340 в програмному пакеті Unity Pro

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дигтяр В.С.			<i>Розробка системи автоматизації ректифікаційної колони</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Романов М.С.					40	5
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

Аналогові входи. До 8-ми каналного модуля аналогових входів ВМХ АМІ 0810 підключені датчики: вмісту спирту, рівня, тиску, температури та витрати з уніфікованими струмовими сигналами 4 - 20мА для зчитування показів технологічних процесів.

Аналогові виходи. До 8-ми каналного модуля аналогових виходів ВМХ АМО 0802 підключається електропневматичний позиціонер від фірми Samozzi, та перетворювач частоти Danfoss для керування приводом насосу М для відводу кубового залишку з ректифікаційної колони, з уніфікованими струмовими сигналами 4 - 20мА для управління пневматичними клапанами, що управляють: подачею холодної води, технічної пари, епюрату, флегми та дистилляту.

Дискретні входи. До 16-ти каналного модуля дискретних входів ВМХ DDO 1602 підключаються сигнальні арматури для сигналізації виходу за межі тиску у верхній та нижній частині колони.

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

3.2. Загальна схема підключення датчиків та ВМ до ПЛК

На принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК процесу ректифікації спирту використані наступні елементи:

- Автоматичні вимикачі: SF1-SF5 – для подачі живлення на блок живлення, перетворювача частоти, та модуль живлення ПЛК;
- Блоки живлення: G1 – для живлення датчиків, електропневматичних перетворювачів та модулів дискретних та виходів ПЛК постійною напругою 24 В.

На принциповій схемі підключення датчиків та ВМ до ПЛК процесу ректифікації при виробництві спирту використана така нумерація провідників:

- 801-804, 825-830: провідники з змінним струмом;
- 805-824: провідники з постійним струмом;
- 101-111: провідники з вимірювальним сигналом від датчиків;
- 201-212: провідники з сигналом управління;
- 0800-0818: провідники з пневматичним сигналом живлення;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

3.3. Розширені схеми підключення для окремого контуру

Контур регулювання подачі води в заторний чан

Принципова розширена схема підключення витратоміру Rosemount 8800D до модуля аналогових входів BMX AMI 0810 та підключення електропозіціонера фірми Camozzi типу RE01/1 для регулювання сидельним клапаном типу KD10 до модуля аналогових виходів BMX AMO 0802 зображено на рис.3.3.1.

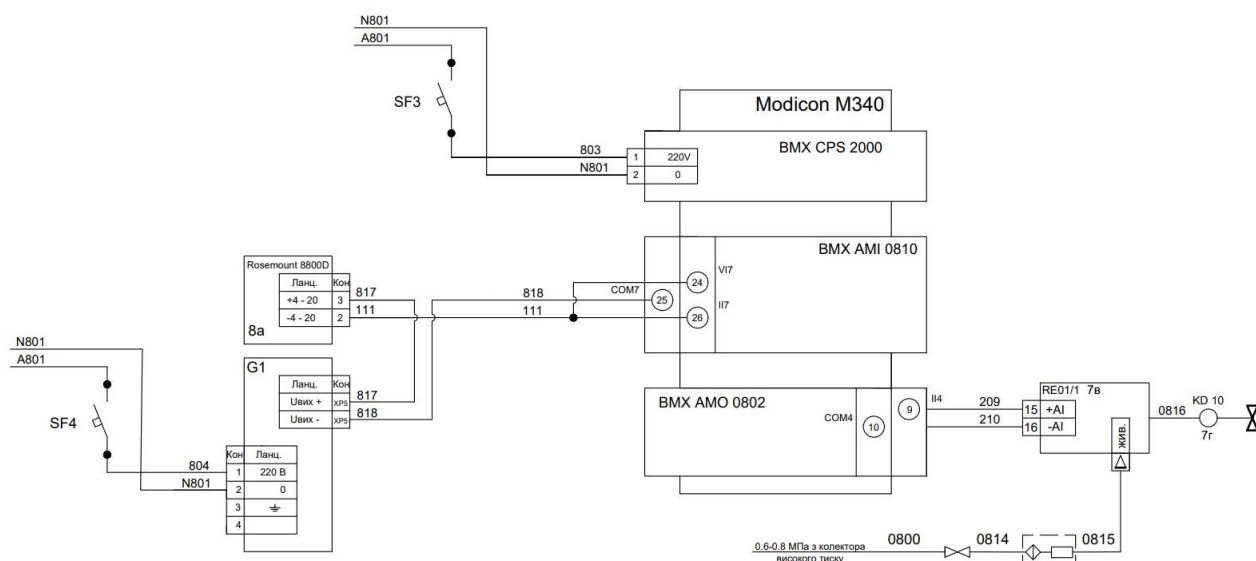


Рис. 3.3.1 – Принципова розширена схема підключення витратоміру
Rosemount 8800D

Кількість спирт-сирцю що надходить до ректифікаційної колони визначається вихровим витратоміром Rosemount 8800D (поз.8а). Витратомір генерує уніфікований вихідний сигнал 4-20мА, що приймається модулем аналогових входів BMX AMI 0810.

В залежності від витрати спирт-сирцю що поступає до колони, ПЛК через модуль аналогових виходів BMX AMO 0802 видає уніфікований керуючий сигнал 4-20мА до електропозіціонера фірми Camozzi типу RE01/1 (поз.7б) для регулювання сидельним клапаном типу KD10 (поз.7в).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Витратомір Rosemount 8800D живиться постійною напругою 24 В, що надходить від блоків живлення МЕТРАН 608 (поз. G1). Напруга на блок живлення подається через автоматичний вимикач SF4 .

Електропозіціонери фірми Camozzi типу RE01/1 мають пневматичне живлення 0.2-1 Мпа з колектору високого тиску, що подається через клапан (поз. B5) та фільтр редуктор (поз. ФР5).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Розділ 4. Креслення встановлення технічного засобу.

Вихрові витратоміри Rosemount 8800D (рис.4.1) призначені для вимірювання об'ємної та масової витрати рідин, газів та пари. Витратоміри складаються з блоку електроніки та первинного перетворювача.

Розрізняють такі виконання витратомірів 8800D:

- 8800DF – фланцевий тип монтажу;
- 8800DW – безфланцевий тип монтажу;
- 8800DR – з вбудованими конічними переходами, фланцевий тип монтажу;
- 8800DD – здвоєна конструкція, фланцевий тип монтажу
- на високий тиск;
- з патрубками під приварювання для криогенних застосувань



Рис. 4.1 – зовнішній вигляд витратомірів серії
Rosemount 8800

Принцип дії витратоміра заснований на ефект утворення вихорів по черзі з кожного боку тіла обтікання, вміщеного в потік середовища. Частота утворення вихорів прямо пропорційна швидкості середовища і відповідно до об'ємної витрати.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дигтяр В.С.			<i>Розробка системи автоматизації ректифікаційної колони</i>	Лім.	Арк.	Аркушів
Керівник		Романов М.С.					45	4
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				<i>НУХТ АК-4-2ск</i>		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

Технічні характеристики:

- Вимірювані середовища: газ, пара, рідина
- Умовний прохід: Ду (DN) від 15 до 300
- Надлишковий тиск вимірюваного середовища: до 25 МПа
- Вихідні сигнали:
 - 4-20 мА з HART-протоколом;
 - частотно-імпульсний;
 - Foundation fieldbus (FF)
- Межі допустимої відносної похибки вимірювань витрати:
 - для рідини $\pm 0,65\%$; - для пари, газу $\pm 1,00\%$
- Нестабільність $\pm 0,1\%$ від витрати протягом 12 місяців
- Прямі ділянки:
 - до витратоміра 10Dу; - після витратоміра 5Dу

Переваги:

- унікальна конструкція, що не засмічується, внаслідок відсутності в проточній частині пазів та щілин;
- заміна п'єзоелектричного сенсора без зупинки процесу;
- Підвищена стійкість до вібрації;
- Наявність безпроливної (імітаційної) повірки;
- Вбудована самодіагностика.

Виконання REDUCER™ - вбудовані конічні переходи:

- Відсутність додаткових витрат на проведення монтажних робіт для звуження трубопроводу

Виконання MultiVariable™ – вбудований датчик температури (опція МТА) для обчислення масової витрати насиченої пари з компенсацією по температурі.

Бездротові рішення Smart Wireless - простий, швидкий та економічний спосіб організувати доступ до конфігурування та результатів діагностики витратоміра за допомогою бездротової передачі даних.

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

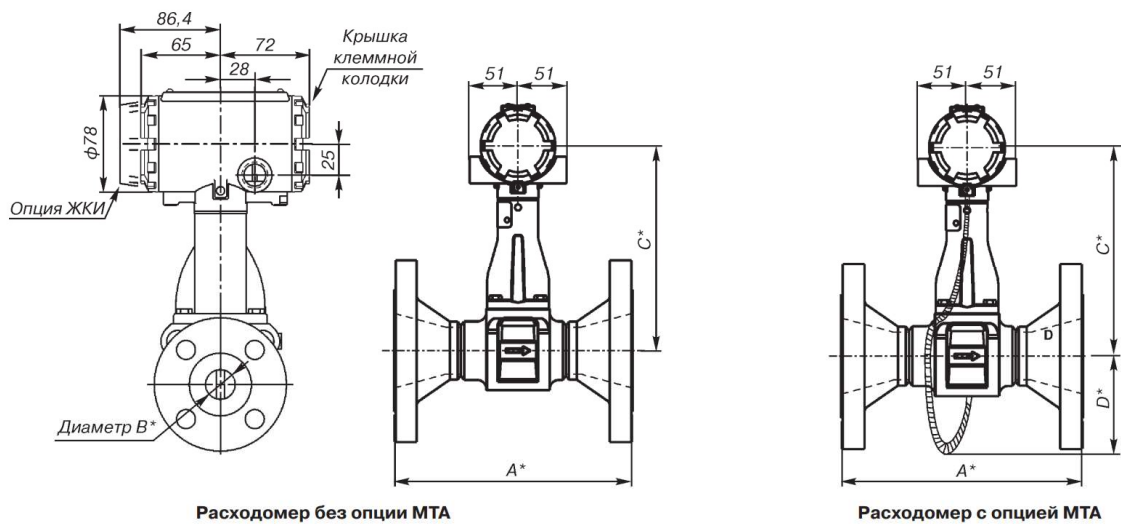


Рис. 4.3 – Габаритні та монтажні розміри витратоміру, фланцевого виконання

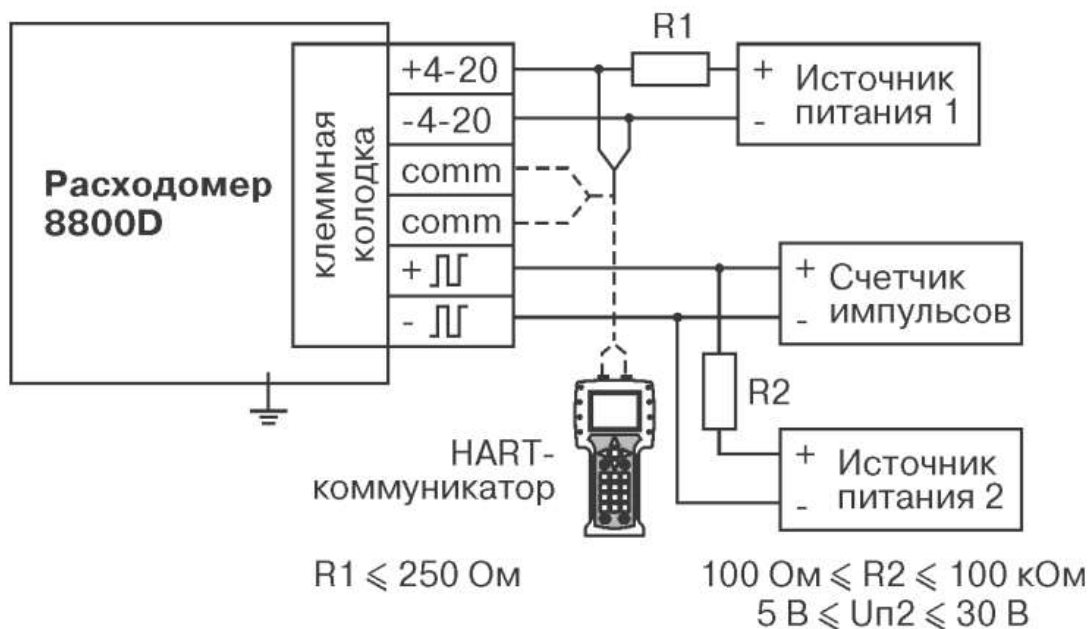


Рис. 4.2 – Схема підключення витратоміру

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

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

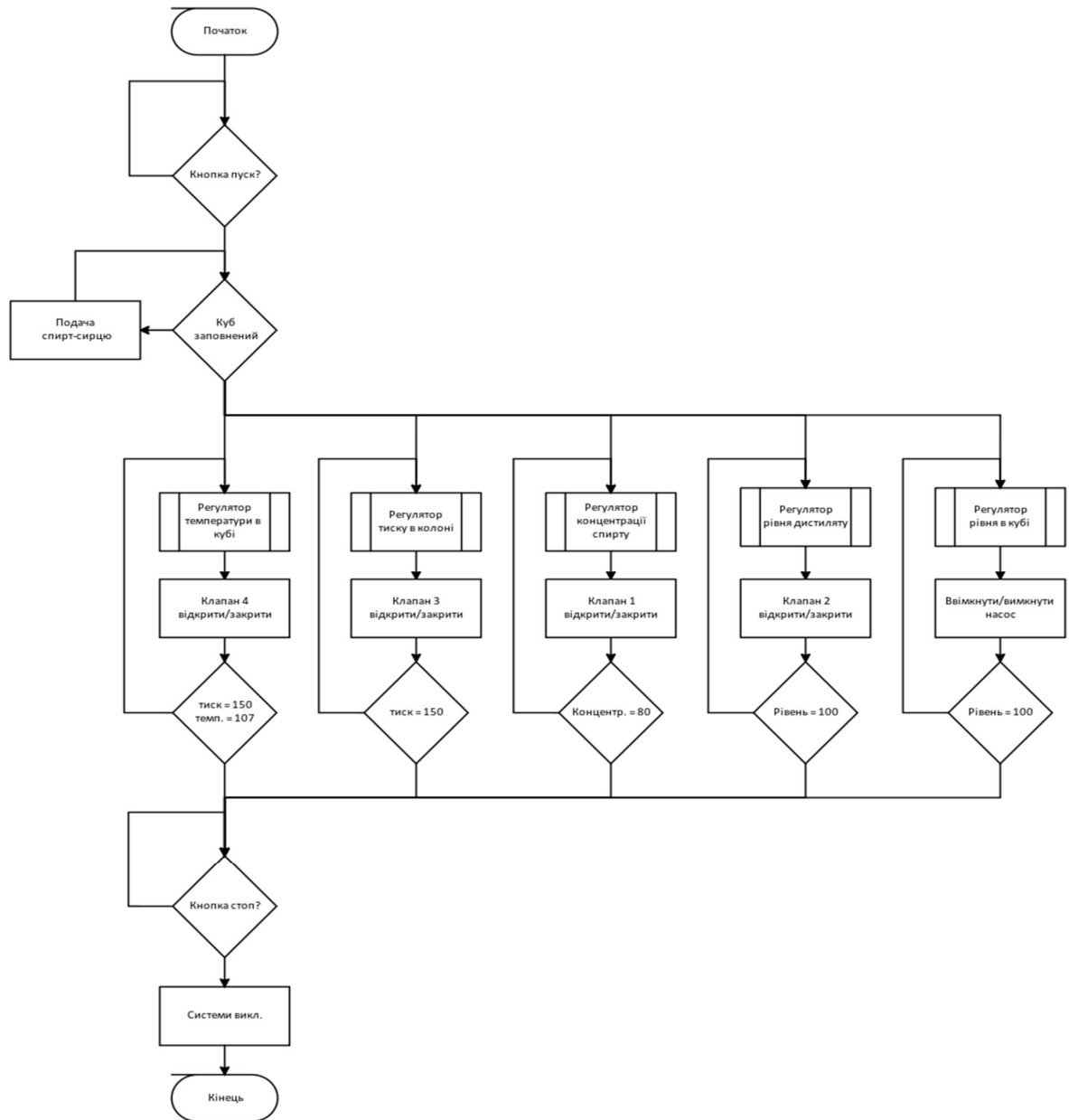


Рис. 5.1 – Алгоритм програми

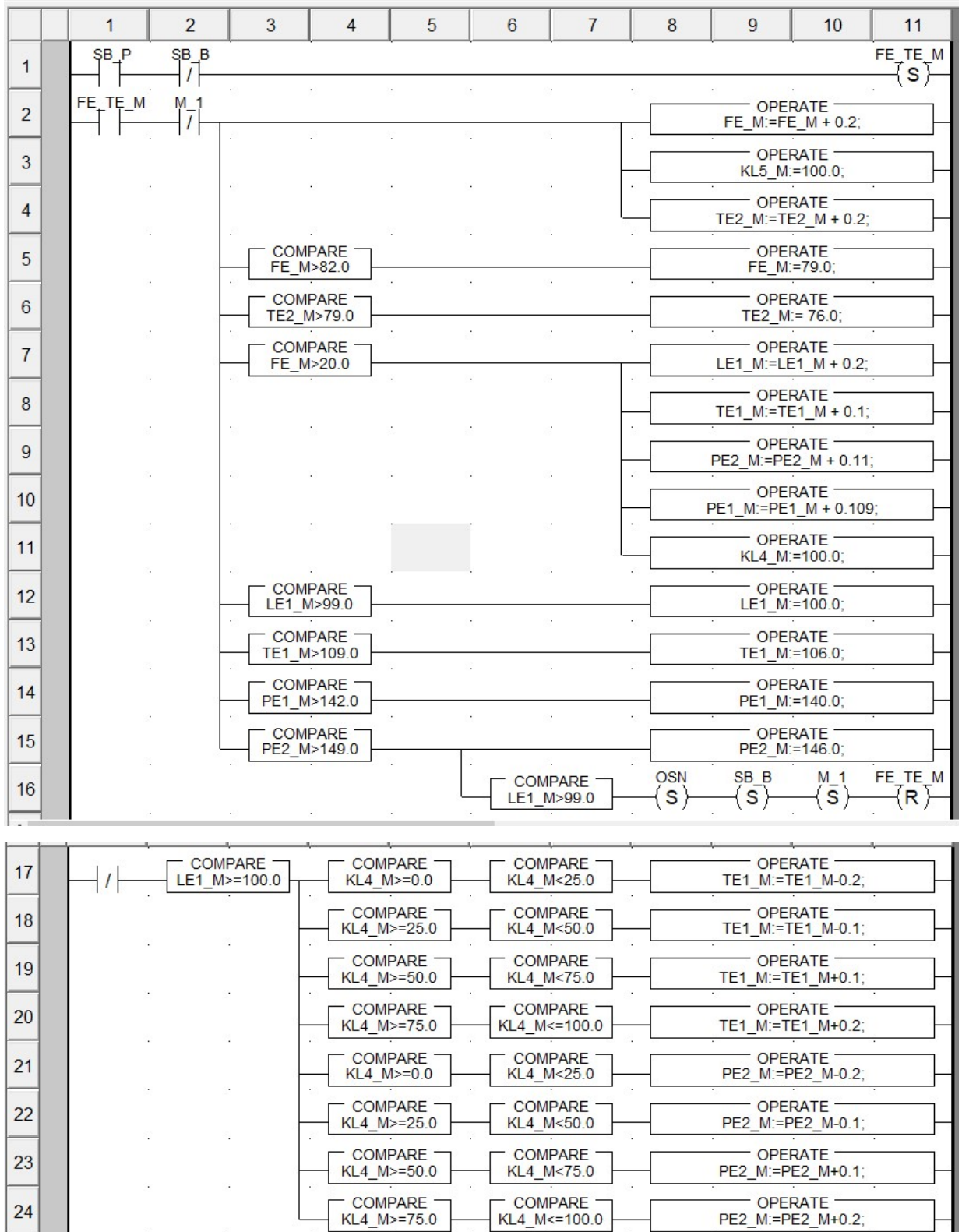
Згідно представленого алгоритму вище відбувається програмування ПЛК. В табл. 5.1 зображено змінні, які використовуються під час написання програми для функціонування процесу ректифікації.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дигтяр В.С.			Розробка системи автоматизації ректифікаційної колони	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Романов М.С.					49	6
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

Таблиця 5.1. Змінні для ПЛК.

Ім'я змінної	Адреса	Найменування
1	2	3
QE	%IW0.1.0	Концентрація спирту в колоні
LE1	%IW0.1.1	Рівень в кубовій частині
LE2	%IW0.1.2	Рівень в збірнику дистиляту
PE1_H	%IW0.1.3	Тиск в колоні (зверху)
PE2_L	%IW0.1.4	Тиск в колоні (знизу)
TE1	%IW0.1.5	Температура спирт-сирцю
TE2	%IW0.1.6	Температура в колоні
FE	%IW0.1.7	Витрата спирт-сирцю
KL1	%QW0.2.0	Клапан подачі флегми
KL2	%QW0.2.1	Клапан відводу дистиляту
KL3	%QW0.2.2	Клапан подачі холодної води
KL4	%QW0.2.3	Клапан подачі пари до кип'ятильника
KL5	%QW0.2.4	Клапан подачі пари до теплообмінника
Nasos	%QW0.2.5	Насос М
HL1	%Q0.3.0	Сигнальна арматура перевищення тиску верхній
HL2	%Q0.3.1	Сигнальна арматура перевищення тиску нижній
TE1_PE2_M	-	Значення параметру для регулятора PI_1
zd_TE1_PE2_M	-	Завдання для регулятора PI_1
zd_PE1_M	-	Завдання для регулятора PI_2
zd_LE2_M	-	Завдання для регулятора PI_3
zd_QE_M	-	Завдання для регулятора PI_4

Програма, що описує функціонування процесу ректифікації спирту на мові програмування LD (Ladder Diagram) для ПЛК М340, представлена нижче:

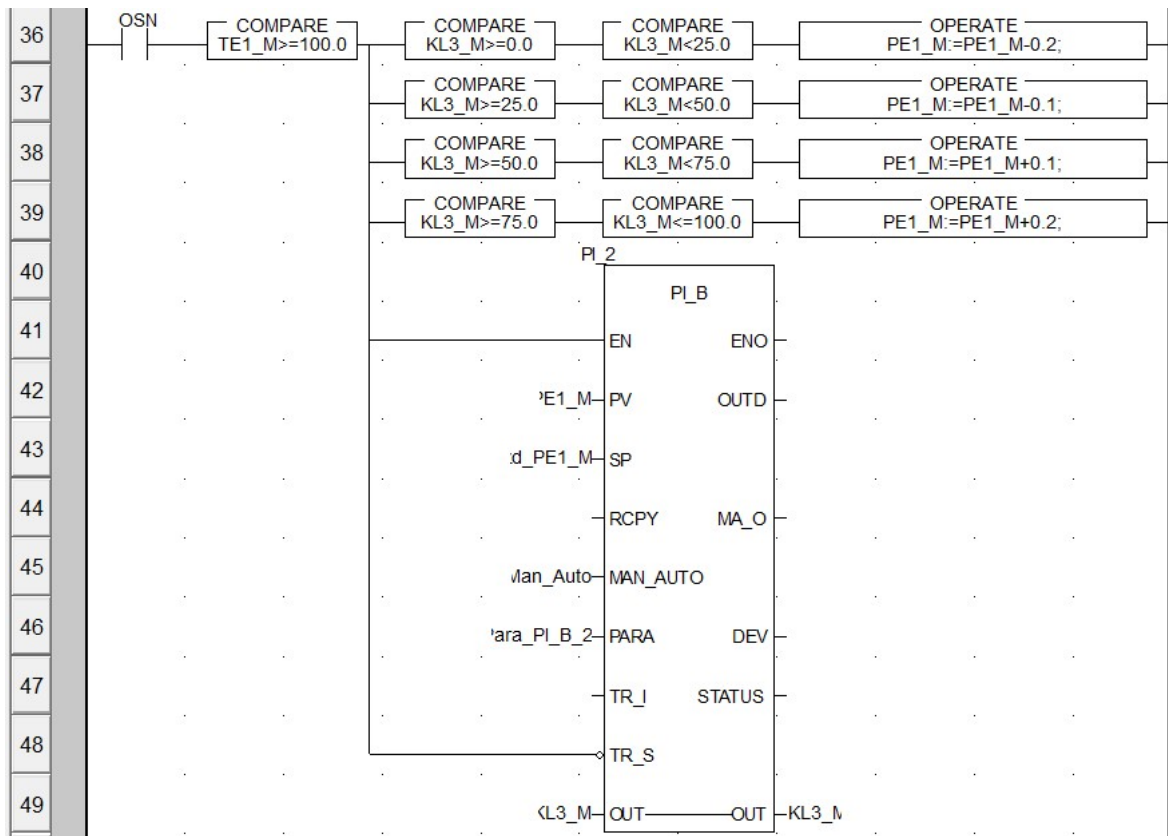
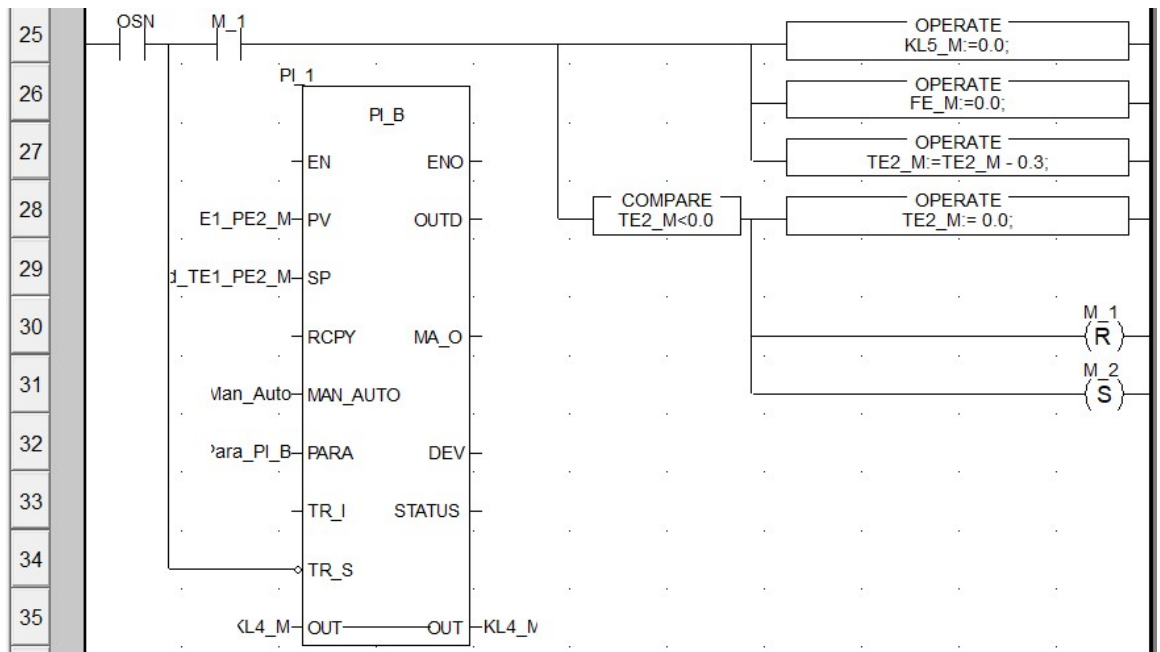


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Кваліфікаційна робота

Арк.

51

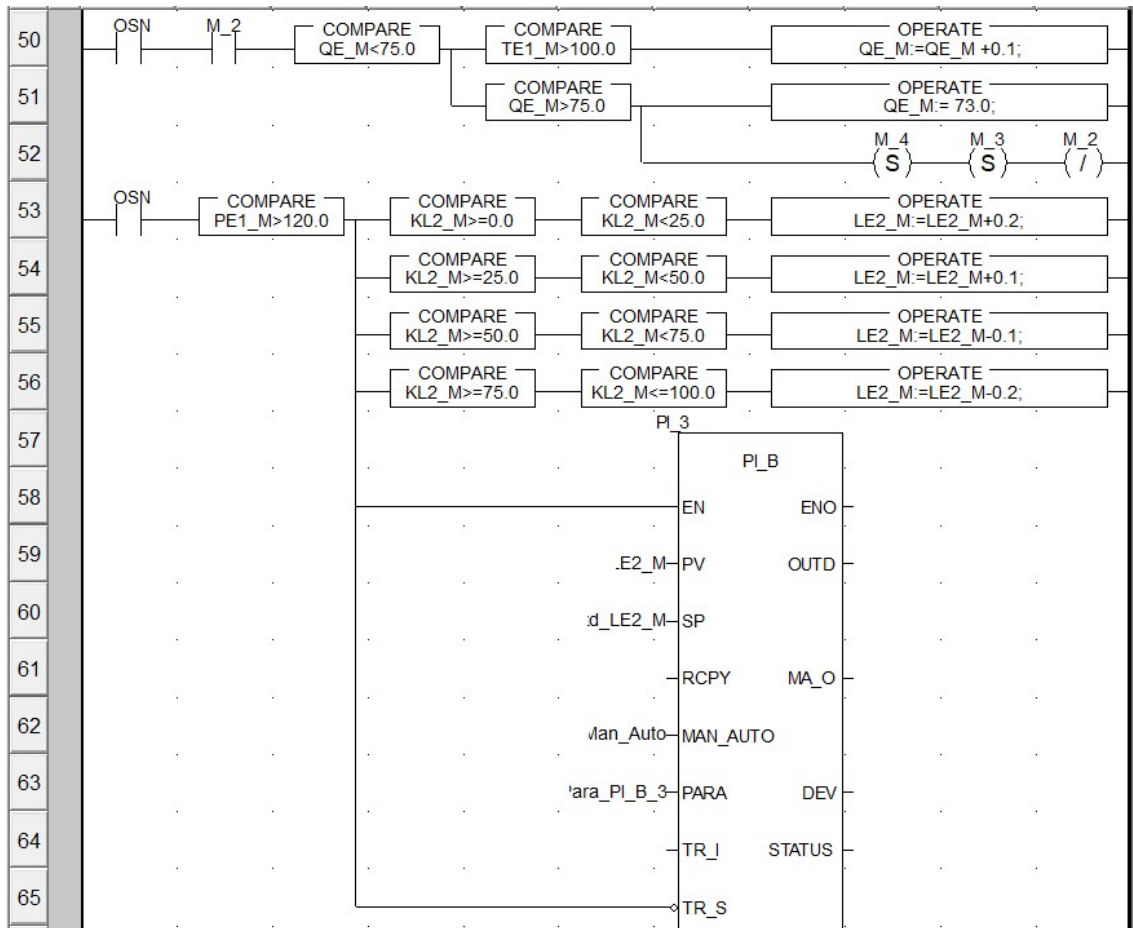


Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

52



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Кваліфікаційна робота

Арк.

53

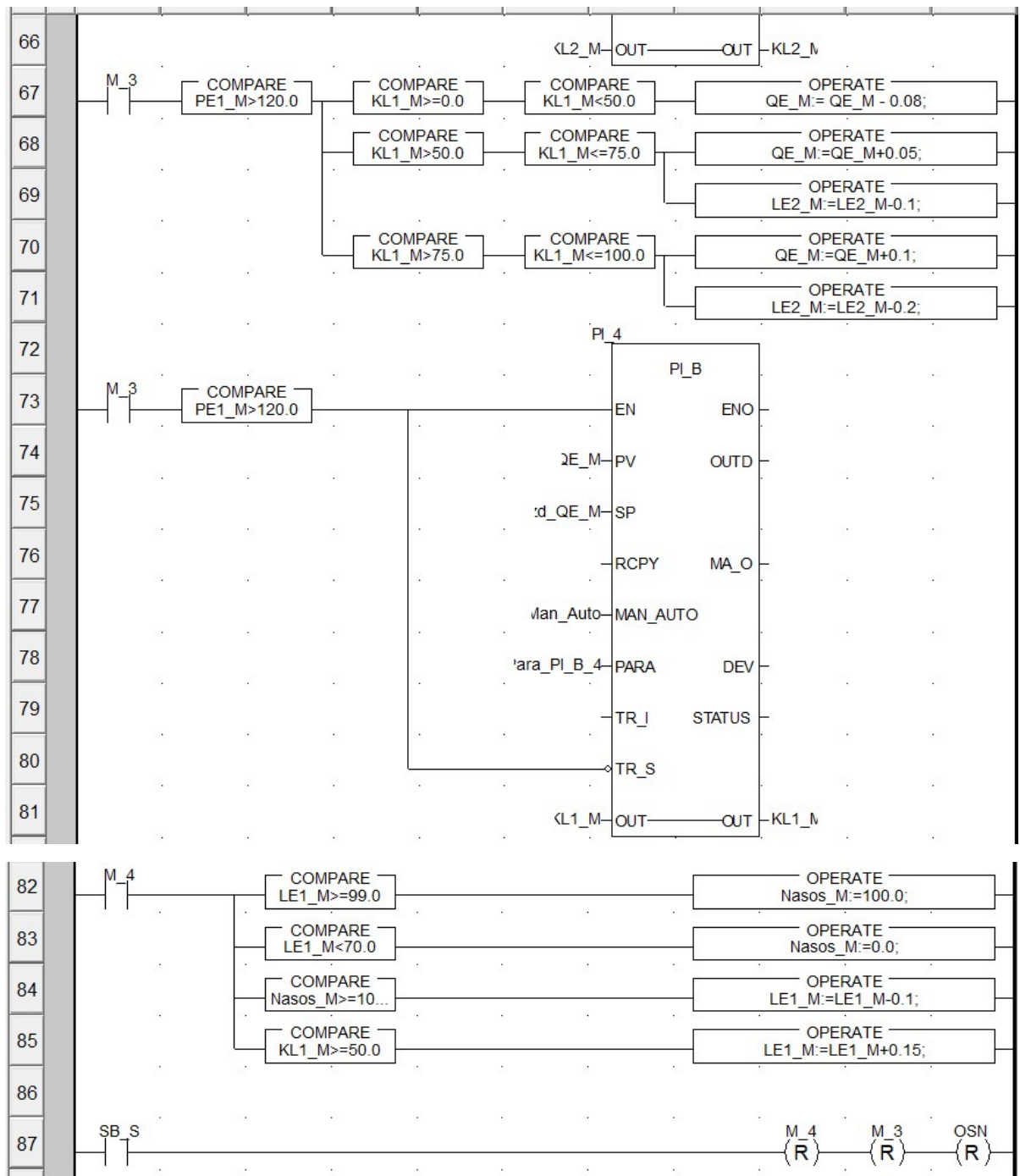


Рис. 5.2 – Програма для МПК на мові LD

Розділ 6. Розробка людино-машинного інтерфейсу оператора технолога

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

Для розробки мнемосхеми процесу ректифікації при виробництві спирту, було обрано програмне забезпечення Citect SCADA 2015 з послідуєчим перенесенням схеми до Unity pro XL v12.0. В таблиці 6.1. наведені змінні, що були використані при розробці дисплейної мнемосхеми.

Таблиця 6.1. Змінні в Unity pro XL v12.0.

Ім'я змінного тега	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
QE M	%IW0.1.0	0	100	0	80	REAL
LE1 M	%IW0.1.1	0	100	0	100	REAL
LE2 M	%IW0.1.2	0	100	0	100	REAL
PE1 M	%IW0.1.3	0	150	0	150	REAL
PE2 M	%IW0.1.4	0	100	0	150	REAL
TE1 M	%IW0.1.5	0	150	0	150	REAL
TE2 M	%IW0.1.6	0	150	0	150	REAL
FE M	%IW0.1.7	0	100	0	100	REAL
KL1 M	%QW0.2.0	0	100	0	100	REAL
KL2 M	%QW0.2.1	0	100	0	100	REAL
KL3 M	%QW0.2.2	0	100	0	100	REAL
KL4 M	%QW0.2.3	0	100	0	100	REAL
KL5 M	%QW0.2.4	0	100	0	100	REAL
Nasos M	%QW0.2.5	0	100	0	100	REAL
HL1 M	%Q0.3.0	0	1	0	1	BOOL
HL2 M	%Q0.3.1	0	1	0	1	BOOL

					<i>Кваліфікаційна робота</i>			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Дигтяр В.С.			<i>Розробка системи автоматизації ректифікаційної колони</i>	Літ.	Арк.	Аркуші
Керівник		Романов М.С.					55	2
Зав. Каф.		Смітюх Я.В.				НУХТ АК-4-2ск		
Секр.ЕК		Проскурка Є.С.						

6.2. Кадри дисплейних мнемосхем оператора

Дисплейна мнемосхема процесу ректифікації при виробництві спирту дає можливість оператору контролювати проходження технологічного процесу, спостерігати за зміною технологічних параметрів і за необхідності корегувати управляючі дії, відносно клапанів та насосу.

Дисплейна мнемосхема процесу ректифікації при виробництві спирту зображена на рис. 6.2.

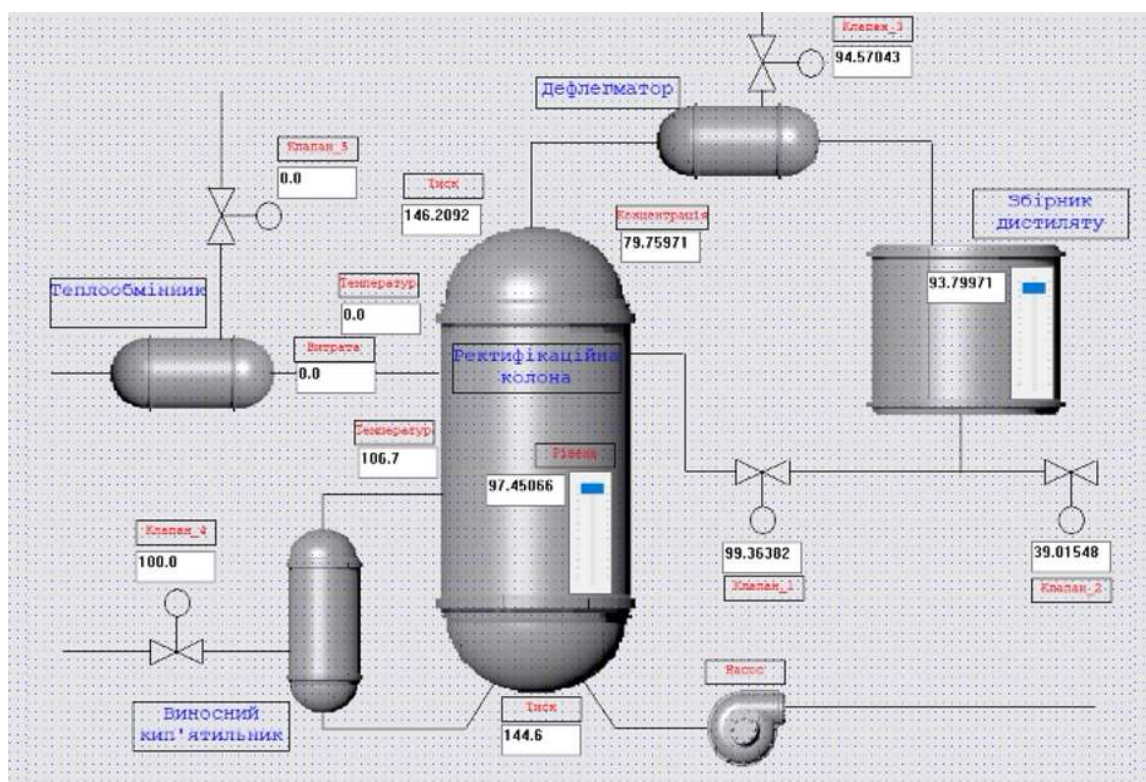


Рис. 6.2. – Дисплейна мнемосхема процесу ректифікації при виробництві спирту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Висновки

В ході кваліфікаційної роботи було розроблено систему автоматизації процесу ректифікації на базі мікропроцесорного контролера «Modicon M340», а саме були вирішені наступні функціональні задачі: покращення якості підтримки основних технологічних параметрів, реалізація сучасних алгоритмів управління, тощо.

В загальному описанні системи представлені основні дані про функціональну структуру, принцип дії та технічне забезпечення програмно-технічного комплексу ректифікаційної колони. Запропоновані основні рішення по встановленню приладів, та апаратури. Вибрані прилади для управління технологічним процесом. Розроблені контури контролю і управління параметрів технологічного процесу.

Кваліфікаційна робота містить графічну частину та пояснювальну записку. Графічна частина містить схему автоматизації, схему принципову підключень датчиків та ВМ, приклад монтажною схеми вихрового витратоміра Rosemount 8800D. В пояснювальній записці наведені всі розділи, що стосуються розробки запропонованої системи автоматизації, технічні характеристики засобів автоматизації, комплектація мікропроцесорного контролера (ПЛК) Schneider Electric «Modicon M340» та обґрунтування вибору модулів розширення, оформлену специфікацію засобів автоматизації, зображено алгоритм та програму розроблену в програмному забезпеченні UNITY PRO XL V12, а також дисплейну мнемосхему та таблиці змінних, що були використані при розробці.

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

Список використаної літератури

1. Ректифікаційна колона. URL:
<https://science.lpnu.ua>
2. Загальна хімічна технологія, І. П. Мухленова: Вища школа., 1984. - 285 с
3. Датчик температури TCMY МЕТРАН-274, вихровий витратомір Rosemount 8800D. URL:
<https://www.emerson.ru>
4. Датчик тиску EJX430A. URL:
<https://www.yokogawa.com>
5. Ємнісний сигналізатор рівня NIVOCAP CT-200. URL:
<https://rusautomation.ru>
6. Спиртомір ПЛОТ-3С-М. URL:
<http://proflab.com.ua>
7. Перетворювач частоти Danfoss VLT Micro FC51. URL:
<https://files.danfoss.com>
8. Промисловий мікропроцесорний контролер Modicon M340/ URL:
<https://www.se.com>
9. Трегуб, В.Г. Проектування систем автоматизації / Трегуб В.Г., Видавництво —"Ліра-К", 2014. – 344 с.
10. Ельперін, І.В. Автоматизація виробничих процесів: Підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. — К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
11. Гончаренко, Б.М. Автоматизація виробничих процесів харчових технологій: підручник / Б.М. Гончаренко, А.П. Ладанюк. – К. : НУХТ, 2014. – 530 с.
12. Сідлецький В.М., 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.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

13. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: Методическое пособие, Книга 1. – СПб.: ДЕАН, 2010. – 552 с.
14. Нестеров А.Л. Проектирование АСУТП: Методическое пособие, Книга 2. – СПб.: ДЕАН, 2009. – 944 с.
15. Трегуб В.Г. Проектування систем автоматизації: Навч. посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2014. – 344 с.
16. Ельперін І.В., Автоматизація виробничих процесів: підручник. / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед.— К.: Видавництво Ліра-К, 2015. — 378 с.
17. Основи проектування систем автоматизації: Метод. вказівки до вивч. дисципліни та викон. контрол. роботи для студ. напряму підготовки 0925 «Автоматизація і комп'ютерно-інтегровані технології» ден. та заоч. форм навч./ Уклад.: В.Г.Трегуб. – К.: НУХТ, 2006. (бібл.номер – 6717)
18. Ельперін І.В. Промислові контролери: Навч. посіб. – К.:НУХТ, 2003.- 320 с

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		