

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Сумський державний університет  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ Петро ЛЕОНТЬЄВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології  
освітньо-професійної програми

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему: «Автоматизація процесів розділення компонентів газоконденсатної  
суміші С3+»

Здобувача групи СУ-01      Лавриненка І.О.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело.

\_\_\_\_\_ Лавриненка Івана  
(підпис)

Керівник: Доцент, к.т.н. Кулінченко Г.В.

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Суми – 2024

Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
		<u>Документація загальна</u>			
A4		Завдання кафедри	2		
A4	ТЗ	Технічне завдання	4		
A4		Анотація	1		
A4	СУ-01 6.151.07 ПЗ	Пояснювальна записка	36		
		<u>Документація конструкторська</u>			
A2	СУ-01 6.151.07 А2	Функціональна схема автоматизації	1		
A3	СУ-01 6.151.07 Е3	Схема електрична принципова	2		

					<i>СУ-01.6.151.07.ДП</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Лавриненко І.О.</i>			<i>Автоматизація процесів розділення компонентів газоконденсатної суміші СЗ+ Відомість проекту</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Кулінченко Г.В.</i>				<i>Р</i>		
<i>Реценз.</i>						<i>СумДУ, СУ-01</i>		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Петро ЛЕОНТЬЕВ</i>						

## АНОТАЦІЯ

Лавриненко Іван Олександрович. Автоматизація процесів розділення компонентів газоконденсатної суміші С3+. Дипломний проект. Сумський Державний Університет. Суми, 2024 рік.

Дипломний проект містить 36 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 26 рисунків, 11 таблиць; конструкторську документацію, яка містить 2 креслення(загалом 3 аркуша) та 18 використаних джерел інформації.

Метою роботи є розробка ескізного проекту автоматизації процесу розділення газоконденсатної суміші С3+.

Розроблено технічне завдання. Зроблено конструктивно-технологічний аналіз об'єкта керування. Із аналізу об'єкта керування було обрано функціональні контури керування, відносно яких побудовано функціональну схему автоматизації. Проведено вибір сучасних засобів автоматизації, та розроблено електрично принципову схему автоматизації; розроблено систему керування на базі програмованого логічного контролера SIMATIC S7-300.

Ключові слова: розділення, конденсат, автоматизація, сепарація, електропривод, фаза

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ  
на проектування системи керування  
«Автоматизація процесів розділення компонентів газоконденсатної суміші  
СЗ+»

Розробник:

студент групи СУ-01 Лавриненко І.О.

Погоджено:

Доцент, к.т.н. Кулінченко Г.В.

Суми – 2024

***Назва і галузь застосування:***

*Повне найменування:* автоматизація процесів розділення компонентів газоконденсатної суміші С3+;

*Галузь:* Нафтогазова промисловість.

***Підстави для проектування:*** Наказ ректора Сумського Державного Університету № 0312-VI від " 29 " березня 2024 р.

---

***Мета та призначення проекту:***

Розробити систему автоматизації для виконання розділення газоконденсатної суміші. Зменшення витрат похідних компонентів за рахунок технічних засобів автоматизації; забезпечення безпечності та надійності функціонування, а саме зменшення аварійності, та скорочення часу пошуку та усунення помилок.

***Джерела розробки***

- Технічні характеристики «Установки комплексної підготовки газу» - UZLE-85\_ПЗ\_ТХ\_Мингбулак 21.03.2023
- Технічна документація засобів автоматизації
- Siemens S7-300 Manual Data
- Simens S7-300 Automation System, Hardware and Installation

***Режим роботи об'єкта автоматизації***

Технологічний процес розділення газоконденсатної суміші є безперервним протягом 24 годин на добу, цілодобовий режим роботи, передбачено планове технічне обслуговування

***Умови експлуатації системи керування:***

Умови експлуатації технологічного устаткування процесу розділення:

- а) температура навколишнього середовища – від мінус 20 до +60 °С;
- б) температура внутрішнього процесу – +25°С;
- в) відносна вологість - не менше 80% вологості при температурі +25°С;
- г) внутрішній тиск – від 2 до 3МПа;
- д) тип навколишнього середовища - **Клас В-Ia** – зона приміщень, в котрих вибухонебезпечна/пожежонебезпечна концентрація газів і пари можлива лише внаслідок аварії або несправності;

е) ступінь захисту – не меншим за IP56;

Умови експлуатації технічних засобів, що встановлюються в приміщенні на щитах керування:

а) температура навколишнього середовища – від +5 до +45 °С;

б) відносна вологість - не менше 80% вологості при температурі +25°С;

в) ступінь захисту – не меншим за IP56;

Напруга засобів автоматизації – 24 VDC, потужність – не більше 230 Вт; ПК – 230 VAC, 50 Гц.

**Технічні вимоги:**

Привод в контурах повинні забезпечувати:

- зміна полярності(реверс), зупинка, щоб отримати точність позиціонування засувки – 5%;
- захист електроприводу від перевантажень, перегріву;
- захист приводу від тиску/температури – застосувати матеріал корпусу з ливарної сталі;
- регулювання тиску в апараті повинен бути в діапазоні – 2.35 – 2.6 +/- 8% МПа;
- регулювання рівня конденсату повинен бути в діапазоні – 140 – 560 +/- 5% мм;
- регулювання рівня розчину повинен бути в діапазоні – 120 – 480 +/- 5% мм;

Засоби автоматизації повинні забезпечувати візуалізацію процесу, індикацію параметрів та сигналізувати про аварійні ситуації – відображення на панелі оператора.

**Стадії та етапи проектування:**

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури та джерел	1.05.23 - 05.05.23

2	Конструктивно-технологічний аналіз об'єкта керування	5.05.23 - 10.05.23
3	Розробка функціональної схеми автоматизації	10.05.23 - 15.05.23
4	Вибір засобів автоматизації. Розробка електрично принципової схеми	16.05.23 - 19.05.23
5	Розробка SCADA системи процесу розділення газоконденсатної суміші	20.05.23 - 24.05.23
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	25.05.23 - 28.05.23

***Додатки:***

Конструкторська документація:

***Додаток А.*** СУ-01 6.151.07 А2 Функціональна схема системи автоматизації процесів розділення компонентів газоконденсатної суміші С3+.

***Додаток Б.*** СУ-01 6.151.07 Е3 Схема електрична принципова автоматизації процесів розділення компонентів газоконденсатної суміші С3+.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет електроніки та інформаційних технологій  
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

\_\_\_\_\_ Петро ЛЕОНТЬЄВ

\_\_\_\_\_ 2024 р.

### **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

до дипломного проекту

зі спеціальності 151 – Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

на тему:

«Автоматизація процесів розділення компонентів газоконденсатної суміші  
СЗ+»

Керівник проекту:

Доцент, к.т.н. Кулінченко Г.В.

Здобувач:

Студент групи СУ-01 Лавриненко І.О.

Суми – 2024





## Скорочення та умовні позначення

СУ – система управління;

ОК – об'єкт керування;

ФСА – функціональна система автоматизації

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПК -пульт керування.

ПО – панель оператора

					СУ-01 6.151.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

## Вступ

В наш час виробничі процеси зазнають значних змін, спрямованих на підвищення якості продукції, ефективності процесу та зменшення втрат продукції або компонентів. Одним із процесів є стабілізація газоконденсатної суміші в нафтогазовій промисловості. Газоконденсатна суміш являє собою розчин(аерозоль) з вмістом рідких вуглеводнів ( $C_3H_8$  і вище). Методом стабілізації конденсату є: ступінчате(дегазація, сепарація), ректифікація та комбінація сепарації та ректифікації.[1]

Для забезпечення ступінчастої стабілізації використовують сепаратори різних видів. Одним із них є Трифазний сепаратор/роздільник, при подачі сумішей в апараті відбувається процес розділення(сепарація) сумішей на три фази: легка, середня та важка.[2]

Фінальним етапом стабілізації є продукція стабільного конденсату, яка використовується в хімічній промисловості, як сировина для виробництва різних хімічних сполук, тобто від добрив і пластмас до синтетичних речовин і розчинників.

Впровадження АСУ ТП служить базою для оптимізації роботи обладнання. Автоматизація на базі мікропроцесорної техніки дозволяє підвищити ефективність виробництва за рахунок:

- підвищення обсягу продукції;
- зниження витрат сировинних та енергетичних ресурсів;
- забезпечення високого рівня безпеки та надійності функціонування;
- зменшення ручного впливу на процес.

Тому метою дипломної роботи є забезпечення ефективності технологічного процесу, збільшення техніко-економічних показників за рахунок розробки автоматизованої системи керування блока розділення суміші в установці стабілізації конденсату.

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01 6.151.07.ПЗ	

# 1. Аналіз об'єкта керування

## 1.1. Аналіз об'єкта керування

Ми проаналізуємо метод ступінчастої стабілізації. За допомогою цього методу стабілізація газового конденсату відбувається сепарацією, основою є зниження розчинності низькокиплячих вуглеводнів в конденсатах при збільшенні температури та зниженню тиску. Для стабілізації конденсату використовують 1-, 2- та 3-ступінчасті схеми сепарації.

Задля забезпечення стабілізації конденсату використовують установку, в якій використовують ступінчасту схему, який має: вхідний сепаратор, низькотемпературний сепаратор-роздільник, трифазний роздільник, установка деетанізованого конденсату та блоком разгазування конденсату.[3]

Проаналізуємо об'єкт керування(Трифазний сепаратор/роздільник).

Газоконденсатна суміш C3+ поступає з установки низькотемпературної сепарації. Разом з цим поступає: нестабільний конденсат, водометанольний розчин. Трифазний роздільник призначений для підготовки та збору нестабільного конденсату C3 + C4(пропан бутанова фракція), а також розділення рідинної фракції по щільності – на легку(попутний газ), середню(конденсат) та тяжку(вода). Підготовка конденсату полягає в її дегазуванні, зневоднення.

Конструкція Трифазного сепаратора реалізовані технології відцентрової очистки газу, заснованою на фізичній відцентрованій закрутці потоку з наступним видаленням краплинної рідини та гравітаційної, заснованою на різності вагових параметрів компонентів середовища. Попутний газ, який виділився дотискається на компресорній установці. Водометанольний розчин надходить до резервуару водометанольного розчину. Конденсат надходить до установки стабілізації конденсату.[4]

									Арк.
									12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01 6.151.07.ПЗ				

## 1.2. Технологічний процес

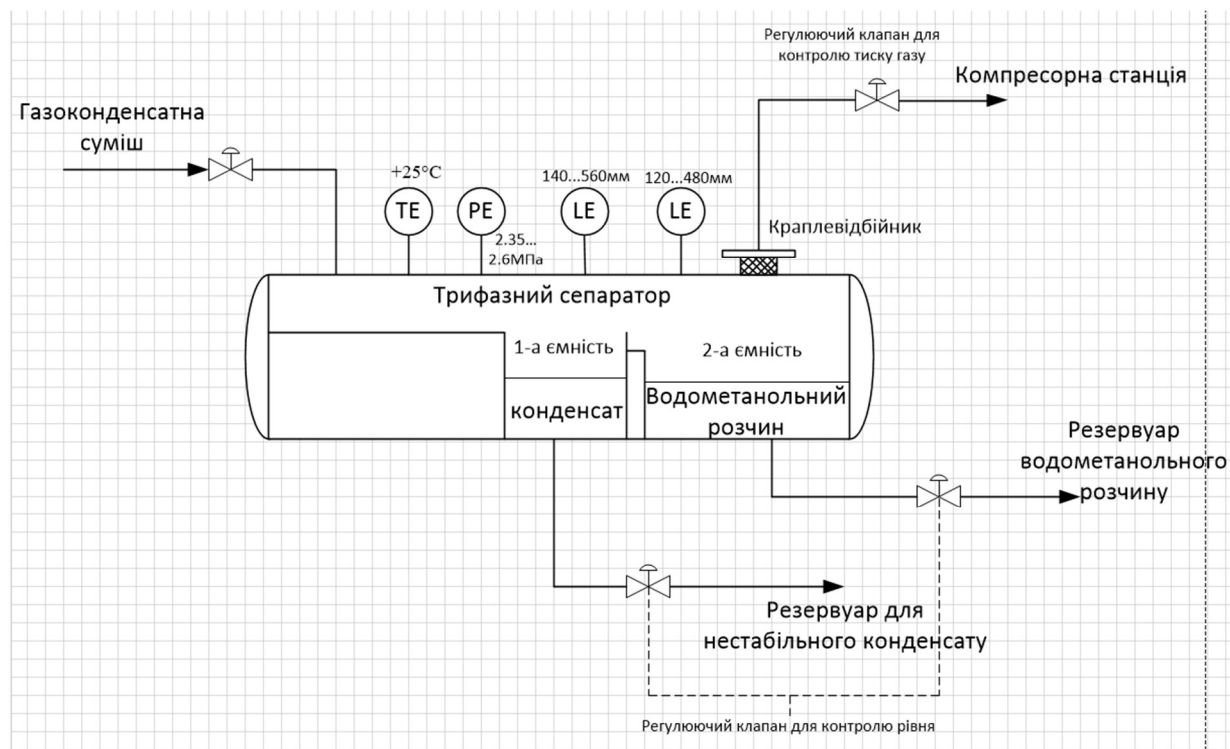


Рис.3 – схема інформаційно-матеріальних потоків

Газоконденсатна суміш вводиться в сепаратор через штуцер, обладнаний пристроєм прийому газоконденсатної суміші, в якому відбувається виділення газу. Газ, що відокремився, збирається в верхній частині апарату, проходить пристрій уловлювання крапельної рідини (краплевідбійник) та виводиться через штуцер виходу газу. Сепаратор розділений перегородками на дві ємності. В першій ємності конденсат зневоднюється, утворюючи нестабільний конденсат, який накопичується в нижній частині першої ємності, де скидається через штуцер виходу конденсату. Далі розташовується друга ємність для збору водометанольного розчину.[5]

Треба враховувати кожен параметр при процесі розділення, так як це може призвести до втрат компонентів або призведе шкоду для об'єкта та/або засобів автоматизації. При збільшенні тиску відносно технологічного завдання може призвести до:

- аварійної ситуації (відказ засобів автоматизації, змінення форми та/або його складу);
- надлишкове накопичування конденсату в 1-й ємності, що призводить до змішування компонентів (конденсат та розчин);
- в 1-й ємності збирається газоконденсатна суміш, а не конденсат.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01 6.151.07.ПЗ

Арк.

13

Збільшення рівня нестабільного конденсату відносно технологічного завдання, призводить до змішування компонентів шляхом надходження надлишкового конденсату до 2-ї ємності, та зменшення значення тиску в апараті. При зменшенні рівня конденсату – збільшення значення тиску та/або підвищення рівня водометанольного розчину в 2-й ємності.

Збільшення рівня водометанольного розчину в 2-й ємності призведе до того, що розчин буде надходити до 1-ї ємності. При зменшенні рівня розчину – підвищення значення тиску.

Параметри трифазного роздільника такі:

Таблиця 1

Об'єм сепаратора, м <sup>3</sup>	12.5
Довжина циліндру, мм	8221
Висота, мм	1600
Робочий тиск(не більше), МПа	3
Температура внутр. середовища, °С	+25
Продуктивність по конденсату, кг/час	11 940
Продуктивність газу, нм <sup>3</sup> /час	6546
Продуктивність водометанольного розчину, кг/час	3760

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

## 2. Функціональні завдання керування

На базі схеми інформаційно матеріальних потоків було сформовано функціональні задачі керування автоматизованою лінією виробництва конденсату, а саме:

1. Контроль рівнем конденсату;
2. Контроль рівнем розчину;
3. Контроль тиску в об'єкті;
4. Відображення температури в сепараторі;
5. Відображення кількості подачі газоконденсатної суміші.

Передбачене дистанційне керування оператором за допомогою ПК/ПО.

### 2.1. Опис контурів керування

Зі схеми інформаційно матеріальних потоків можем скласти контури керування.

#### Контроль рівня конденсату.

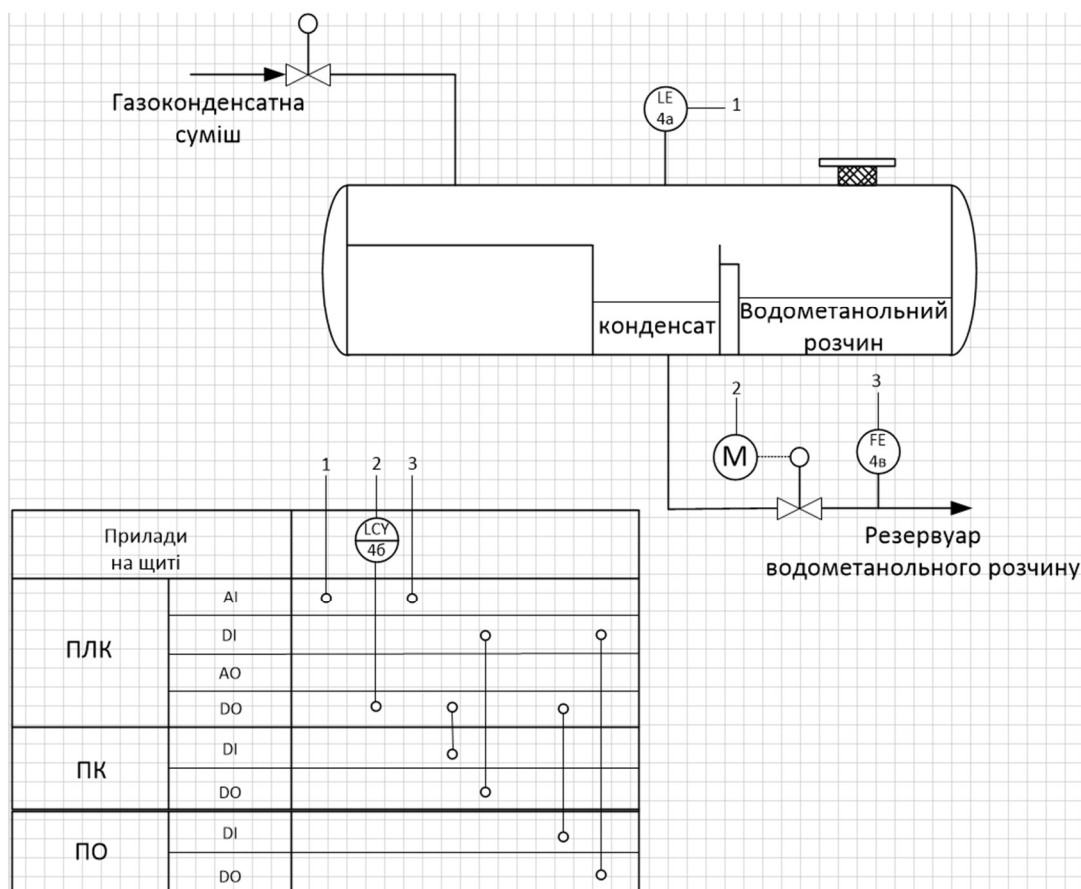


Рис.4 – контур керування рівня конденсату

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

Задачею контуру є регулювання/підтримка рівня конденсату в 1-й ємності сепаратора. Для забезпечення необхідного рівня використовується виконавчий механізм(кроковий двигун) М ,регулюючий орган(клапан), для його контролю - драйвер LCU. Клапан встановлений на трубопроводі, який іде шляхом до резервуару для нестабільного конденсату. Зворотним зв'язком є давач рівня LE 4а, FE 4в – відстеження витрати компоненту(конденсат). ПЛК опитує весь час давач рівня та зрівнює з заданою величиною та при необхідності подає керуючий сигнал на клапан. Передбачений сигнал тривоги при мінімального та максимального рівня конденсату.

### Контроль рівня розчину.

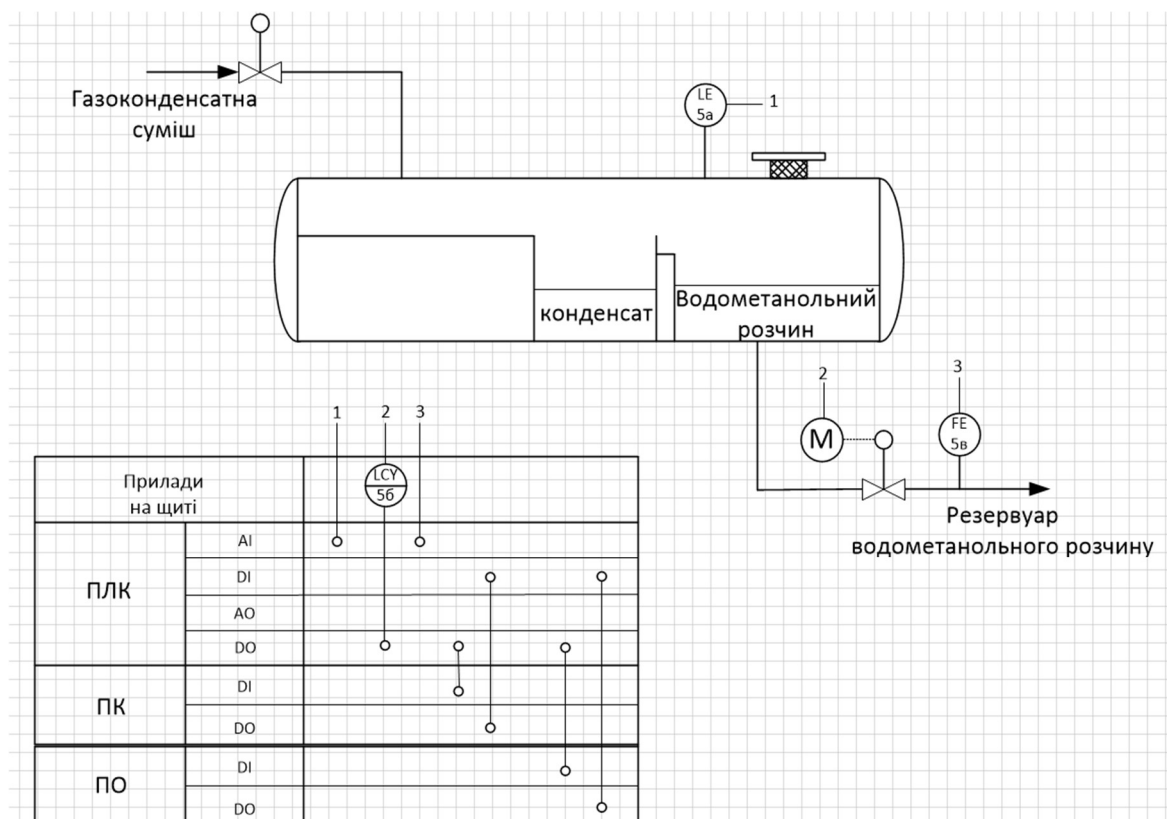


Рис.5 – контур керування рівня розчину

Задачею контуру є дотримання рівня розчину в 2-й ємності сепаратора. Для забезпечення необхідного рівня використовується виконавчий механізм(кроковий двигун) М ,регулюючий орган(клапан), для його контролю - драйвер LCU. Клапан встановлений на трубопроводі, який іде шляхом до резервуару для водометанольного розчину. Зворотним

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



зв'язком є давач рівня LE 5a, FE 5в – відстеження витрати компоненту(розчину). Передбачений сигнал тривоги при мінімального та максимального рівня розчину.

### Контроль тиску в сепараторі.

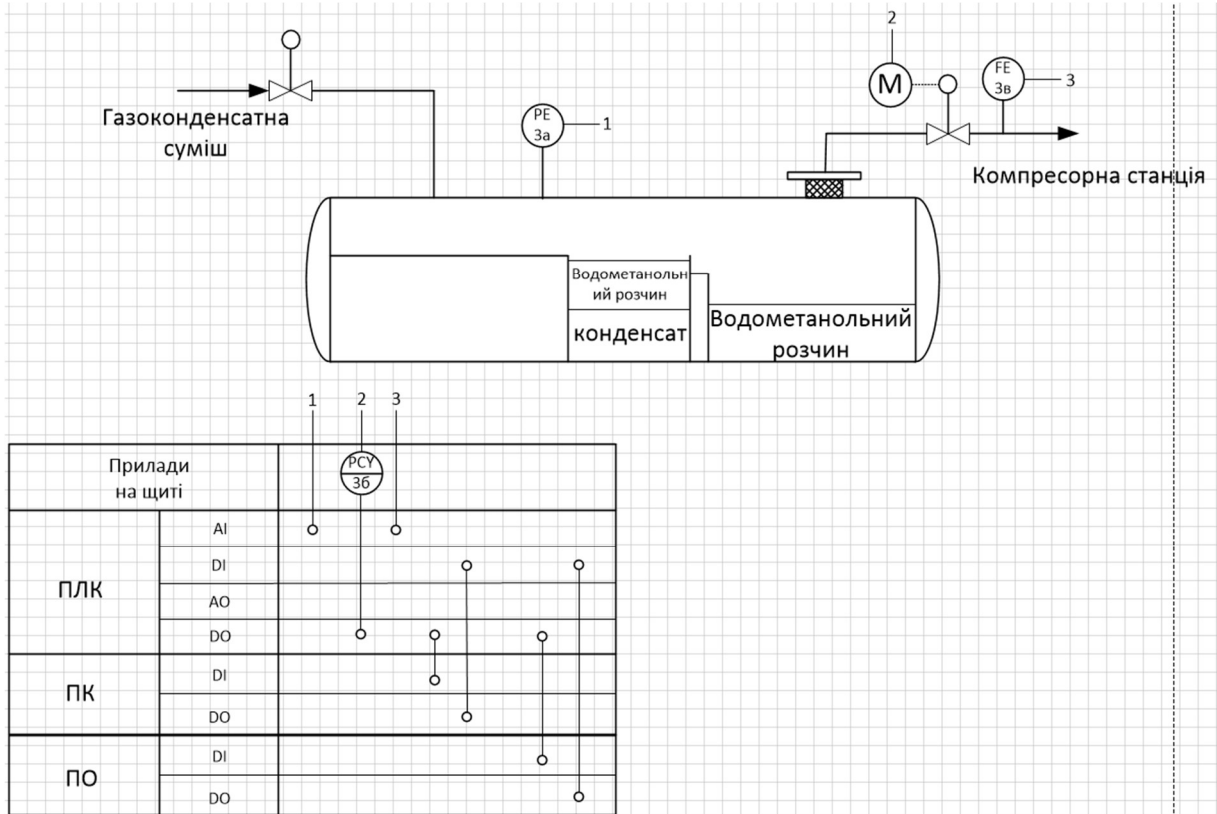


Рис.6 – контур керування тиску в сепараторі

На даному контурі відбувається регулювання тиску в установці за допомогою виконавчого механізму М та драйверу РСУ, клапан встановлений на трубопроводі, який зв'язується з компресорною станцією. Давач тиску PE 3a виступає зворотним зв'язком. FE 3в – відстеження витрати компоненту(газ). Передбачений сигнал тривоги при максимальному значенні тиску.

### Відображення температури в сепараторі.

В цій функції буде відображатися температура в сепараторі, досягається функція за допомогою давача температури TE 2a.

### Відображення кількості подачі газоконденсатної суміші.

В цій функції буде відображатися витрата суміші, який надходить в сепаратор, досягається функція за допомогою давача витрати FE 1a.

Виходячи з контурів керування та деяких функцій керування було складено функціональну схему(додаток А) та таблицю вхідних та вихідних сигналів.[6]

Таблиця 2 – вхідні сигнали

№	Найменування параметра	Діапазон вимірювання	Характеристика сигналу
1	Витрата суміші	0...10000 кг/час	4...20мА(AI)
2	Температура в ємності	-50...450	4...20мА(AI)
3	Тиск в сепараторі	0...4МПа	4...20мА(AI)
4	Витрата газу	0...8000 нм <sup>3</sup> /час	4...20мА(AI)
5	Рівень конденсату в 1-й ємності	0...800 мм	4...20мА(AI)
6	Витрата конденсату	15000 кг/час	4...20мА(AI)
7	Рівень розчину в 2-й ємності	0...800 мм	4...20мА(AI)
8	Витрата розчину	5000 кг/час	4...20мА(AI)

Таблиця 3 – вихідні сигнали

№	Найменування параметра	Діапазон вимірювання	Характеристика сигналу
1	Положення клапана на трубопроводі скидання газу	0...100%	Лог.0/1(DO)
2	Положення клапана на трубопроводі скидання конденсату	0...100%	Лог.0/1(DO)
3	Положення клапана на трубопроводі скидання розчину	0...100%	Лог.0/1(DO)

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01 6.151.07.ПЗ

Арк.

18

### 3. Вибір засобів автоматизації

#### 3.1. Вибір давачів

##### Вибір давачів тиску

Для підтримки робочого тиску в сепараторі необхідно встановити датчик тиску (РЕ 3-1). Оскільки Метран-150CG за всіма характеристиками перевершує традиційні датчики тиску; маючи стандартні приєднувальні розміри, Метран-150CG (рис. 7) повністю замінює їх. Датчик відповідає вимогам до технічного забезпечення.

Таблиця 4 – характеристика давачів тиску

Давачі тиску	Метран-150CG	Rosemount 3051	Сапфир-22
Діапазон виміру	0...10МПа	0...13,7 МПа	0...2,5 МПа
Похибка	±0,075%	±0,04%	±0,5 %
Діапазон температур вимірюючого середовища	-40...+80°C	-40...+150°C	30...+50°C
Вихідний сигнал постійного струму	4-20 мА с HART протоколом 0-5 мА	4-20 мА с HART протоколом	0...5 мА 0...20 мА 4...20 мА
Середній строк служби	20 років	10 років	15 років
Степінь захисту	IP66	IP68	IP65
Ціна	від 13 000 грн	від 12000 грн	від 24000 грн

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис.7 – давач тиску Метран-150CG

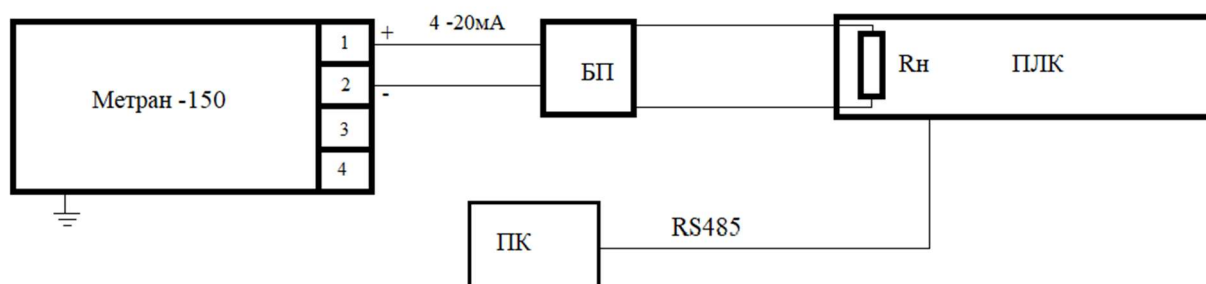


Рис.8- схема підключення давача тиску

Датчики тиску Метран-150CG призначені для безперервного перетворення вимірюваної величини – тиску надлишкового, абсолютного, різниці тисків – в уніфікований струмовий вихідний сигнал та/або цифровий сигнал на базі HART-протоколу в системах автоматичного управління, контролю та регулювання технологічними процесами на об'єктах АС.

HART протокол може використовуватись у різних режимах зв'язку від або до інтелектуальних польових пристроїв та до центрального пульта управління чи контролюючого обладнання. Цифрова передача master/slave у поєднанні з аналоговим сигналом 4-20 мА дуже поширені. У цьому режимі, в той час як основний параметр стабільно передає по аналоговій

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

мережі 4-20 мА для організації контролю та управління процесом, паралельно двічі на секунду оновлюється інформація щодо додаткових параметрів.[7]

### Вибір давачів рівня

Для контролю рівня та граничних рівней конденсату та водометанольного розчину був обраний Rosemount 3301. Рівнеміри(LE 4-1 LE 5-1) відповідають вимогам до технічного забезпечення. Також давач рівня виконує функції рівнеміра та сигналізатора рівня

Таблиця 5 – характеристика давачі рівня[8]

Давачі рівня	Rosemount 3301	ДУУ2М	ОВЕН ПДУ-И
Тип виміру	Хвилеводний радарний	Поплавковий	Поплавковий
Діапазон вимірювання	0,1...23,5 м	4000 мм	300 мм
Похибка	±5 мм для зондів менш 5 м; ±0,1/0,15% для жорстких/гнучких зондів більше 5м	±3 мм	±(10 + 0,01·L )
Температура процесу	-40...+150°C	-55...+75°C	-60...+125°C
Температура зовн. середовища	-20...+85°C	-50...+75°C	-40...+85°C
Степінь захисту	IP66	IP68	IP65
Тиск процесу	До 4 МПа	0...2 МПа	0...4 МПа
Вихідний сигнал	4-20мА/HART,RS485 Modbus	4...20 мА 0...20 мА	4-20 мА

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Ціна	Від 30 000 грн	від 24000 грн	від 12000 грн
------	----------------	------------------	------------------



Рис.9 – давач рівня Rosemount 3301

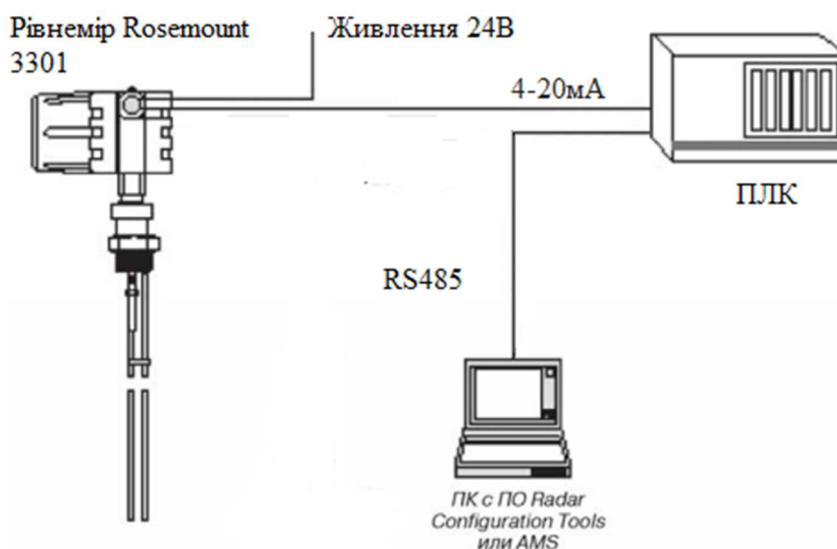


Рис.10 – схема підключення давача рівня

Рівнемір 3300 (хвильоводний радарний рівнемір) – це інтелектуальний двопровідний прилад, призначений для безперервного виміру рівня. Принцип його дії ґрунтується на технології рефлектометрії з тимчасовою роздільною здатністю (TDR). Радіоімпульси малої потужності тривалістю кілька наносекунд прямують вниз по зонду, зануреному в

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

технологічне середовище. Коли імпульс досягає поверхні середовища, рівень якого необхідно виміряти, частина енергії відбивається у зворотньому напрямку. Часовий інтервал між моментом передачі імпульсу та моментом прийому ехосигналу пропорційний відстані до поверхні або до межі розділу двох рідин.

Можливість вимірів головним чином залежить від коефіцієнта відображення середовища. Чим вище діелектрична постійна, тим потужніший відбитий сигнал і тим ширший діапазон вимірів. Спокійна поверхня відбиває мікрохвилі краще, ніж турбулентна.

Рівномір 3300 може застосовуватися для вимірювання рівня більшості рідин, суспензій та межі розділу рідина/рідина.

Керована НВЧ-техніка забезпечує найвищу надійність та точність вимірювань, несприйнятливість до температури, тиску, присутності пари, щільності, турбулентності, освіти бульбашок або кипіння, низького рівня, коливань діелектричної постійної, рН і в'язкості. Технологія хвилеводних радарів та вдосконалені методи обробки сигналу забезпечують можливість застосування рівнемірів 3300 для різних завдань.[9]

### **Вибір витратоміру**

Контроль витрати конденсату, розчину та газу був обраний Rosemount 8800. Витратоміри (FE 1-1 FE 4-5 FE 5-5 FE 3-5) відповідають вимогам до технічного забезпечення.

Таблиця 6 – характеристика витратоміру[10]

Витратоміри	Rosemount 8800	Метран-350	Rosemount 8700
Тип виміру	Вихровий	Електромагнітний	Електромагнітний
Умовний прохід	15...300мм	50...2400	4...900

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Надлишковий тиск вимірюваного середовища	До 25МПа	до 25 МПа	до 40 МПа
Температура вимірюваного середовища	- 40...+232°C	-40...+400°C	-29...+177°C
Температура зовн. середовища	-50...+85°C	-40...+85°C	-50...+74°C
Похибка	для рідини - ±0,65%; газ - ±1%	±0,8 %	±0,25 %
Вихідний сигнал	4- 20мА/HART , частотно- імпульсний, Foundation fieldbus	4-20 мА /HART, Foundation Fieldbus, WirelessHART	4-20 мА /HART, Foundation Fieldbus, Profibus PA
Ступінь захисту	IP66	IP68	IP67
Ціна	від 45 000 грн	-	від 35000 грн

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01 6.151.07.ПЗ

Арк.

24





Рис.11 – витратомір Rosemount 8800

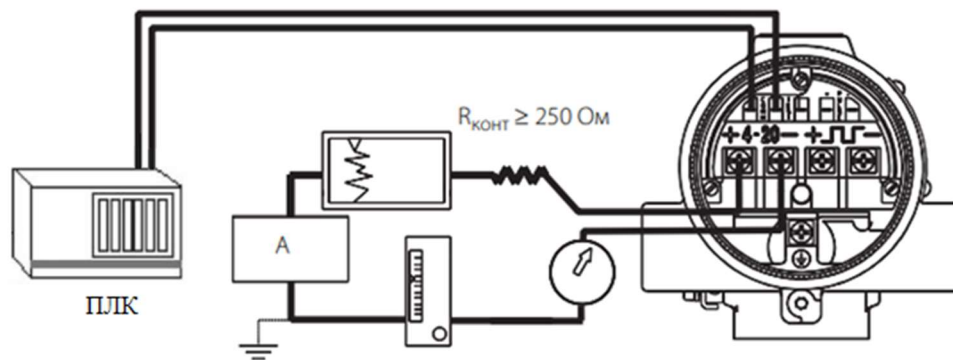


Рис.12 – схема підключення витратоміру

Вихровий витратомір виконує вимірювання на підставі такого природного феномену як явище кишені фону.

При русі рідини вздовж округлого тіла (тіла обтікання) її потік поділяється, внаслідок чого на протилежному боці округлого тіла формуються зони неоднорідного змінного тиску (вихори). Частота змінних вихорів лінійно пропорційна швидкості технологічної середовища. [11]

### Вибір давача температури

Для запобігання появі відкладення парафінів, замерзання або утворення гідратів повинен бути встановлений датчик температури

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Rosemount 0065 (TE 2-1). Давач відповідає вимогам до технічного забезпечення.

Таблиця 7 – характеристика давача температури

Давач температури	Rosemount 0065	WIKA R10-F	KOBOLD TTL
Діапазон виміру	-50...+450°C	-200...+1600	-200...+1600
Тип сенсора	Pt100	Pt100	Pt100
Температура зовн. середовища	-40...+85°C	-60...+80°C	-60...+80°C
Кількість ЧЕ	1/2	1/2	-
Схема для термоопору	3-х,4-х проводна	-	-
Ступінь захисту	IP68	IP66	IP66
Вихідний сигнал	4-20 мА/HART,Foundation Fieldbus, WirelessHART	4-20 мА	4-20 мА /HART, Foundation Fieldbus, Profibus
Похибка	±0,08°C	±0,5 %	±1 %
Ціна	Від 10 000 грн	від 4000 грн	-



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

СУ-01 6.151.07.ПЗ

Арк.

26

Рис.13 – давач температури Rosemount 0065

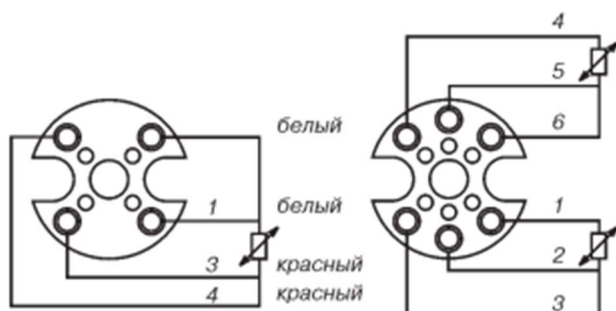


Рис.14 – схема підключення давача температури

Принцип виміру ґрунтується на залежності опору металевого дроту, або плівки на діелектричній підкладці від температури.

Датчик може бути виготовлений у різних виконаннях:

1. Вимірювальний елемент – Pt100, Pt1000
2. 2-провідний, 3-провідний, 4-провідний

Pt100 – позначення термометра опору, де 100 – це 100 Ом при температурі 0°C, а Pt – виготовлений із платини.[12]

### 3.2. Вибір виконавчих механізмів

#### Вибір виконавчих механізмів

Виконавчий пристрій - пристрій в АСУ, що реалізує керуючі впливи з регулятора на об'єкт управління, переміщуючи регулюючий орган.

Для стабілізації регульованої величини потрібно змінювати процес у необхідному напрямку. За допомогою регулюючого впливу виконавчого устрою.

У ролі виконавчого механізму буде використано регулюючий клапан з електроприводом із каталогу продукції компанії «LDM».

Для вибору регулюючого клапана необхідно визначитися з його параметрами – матеріалом корпусу, температурою робочого середовища, температурою навколишнього середовища, типом конструкції, ходом штока та пропускну здатність.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



затвор. Завдяки цьому клапан можна використовувати під диференціальним тиском з лінійним приводом. Клапан спеціально розроблений для приводів різних марок таких як: Siemens, Ekorex и LDM.

Витратна характеристика, яку видає LDMspline®, є майже ідеальною та вважається оптимальною для термодинамічних процесів, тому цей клапан ідеально підходить для застосування в опаленні і вентиляції, подачі сировини.

Для того, щоб керувати клапаном був підібраний електропривід LDM ANT 40.11 з того ж каталогу, що і регулюючий клапан.

Таблиця 9 – технічні характеристики електропривода

Напруга живлення	24V AC/DC / 230 V AC 50 Hz
Керування	0 – 10V, 4-20mA, 3-х/2-х позиційний
Умовне зусилля	2500N
Хід	20 та 40 мм
Ступінь захисту	IP65
Температура раб. середовища	200°C
Гранична вологість повітря	<95% відносна вологість повітря
Температура зовн. середовища	-10...55°C

Стандартне виконання ЕІМ:

1. електричне приєднання реалізується на клемну колодку;
2. механічне приєднання – фланець[13]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

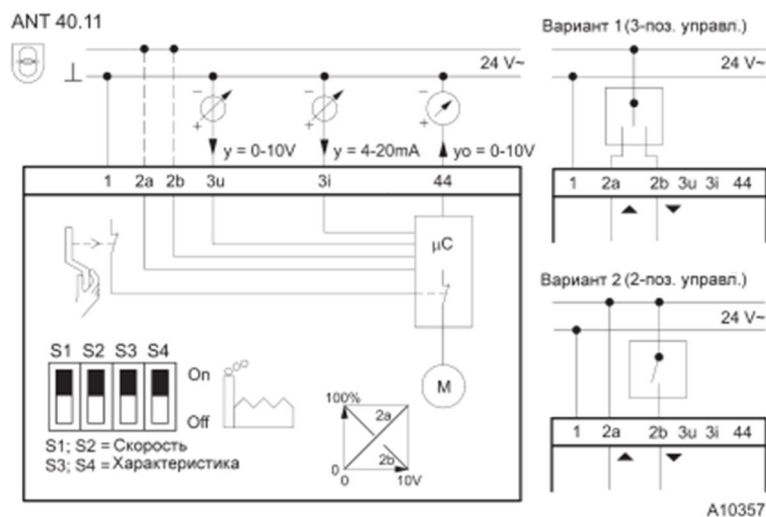


Рис.16 – схема підключення електроприводу

### 3.3. Вибір ПЛК

Особливості ПЛК:

1. Модульність.
2. Простота програмування.
3. Надійність.
4. Гнучкість.
5. Віддалений доступ.
6. Економічність.

Для вибору визначитись з виробником, було проаналізовано Siemens, ОВЕН, Mitsubishi. Обрали контролер від виробника Siemens:

Таблиця 10 – характеристика контролерів

Контролери	Siemens S7-300	ОВЕН ПЛК154-220.У-М	Mitsubishi Electric FX2N
Робоча температура	-40 - +70 °C	-10°C ~ +55°C	0°C ~ +50°C
Інтерфейси	Ethernet, RS232, RS485, USB	Ethernet, RS232, RS485	Ethernet, RS232, RS485

Протокол передачі даних	PROFINET IO, PROFIBUS DP, AS-Interface	DCON, GateWay, (CoDeSys), Modbus, TCP/RTU/ASCII	PROFIBUS DP, AS Interface, CANopen
Цифровий вхід/вихід	10/6	4/4	8/8
Аналоговий вхід/вихід	8/4	4/4	-
Час виконання операції	0,1 мкс	1 мс	0,065 мкс
Робота на відказ	350 000 ч	10 000 ч	100 000 ч
Ціна	від 28000 грн	від 16000 грн	від 17000 грн



Рис. 17 – Siemens S7-300

Обраний ПЛК відповідає умовам експлуатації, та забезпечує безвідмовну цілодобову роботу за графіком. Має більш простий інтерфейс програмування, що дозволяє швидко налаштувати систему та знизити час налагодження.

Також, контролер має більш широкі можливості з підключення до різних пристроїв та систем, що дозволяє налаштувати більш складну систему автоматизації.[14] Для системи автоматизації нам необхідно один

Siemens S7-300, та модуль входів аналогових сигналів SM331, та модуль виходів дискретних сигналів SM322;DO16 x DC24V/0,5A.[15]



Рис.18 – модуль аналогових входів SM331



Рис. 19 – модуль дискретних виходів SM322

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



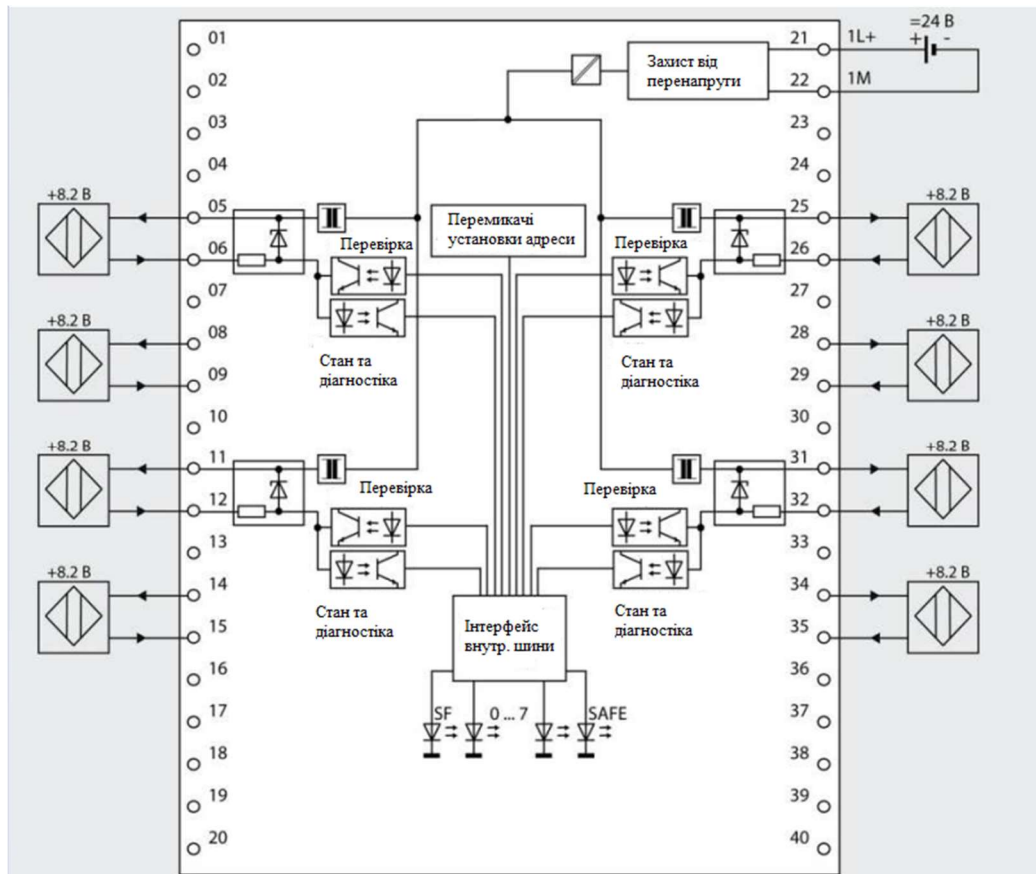


Рис.20 – електрична схема ПЛК

### 3.4. Допоміжні засоби

Основою електроприводу є кроковий двигун постійного струму. Для забезпечення таких функцій ми використовуємо драйвер DM556:

- зміна полярності(реверс), зупинка, щоб отримати точність позиціонування засувки;
- захист електроприводу від перевантажень, перегріву;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис. 21 – драйвер DM556

Характеристика:

Номинальний струм: 5.6А

Номинальна напруга: 20-45В

Температура навколишнього середовища: -20 до +65°C[16]

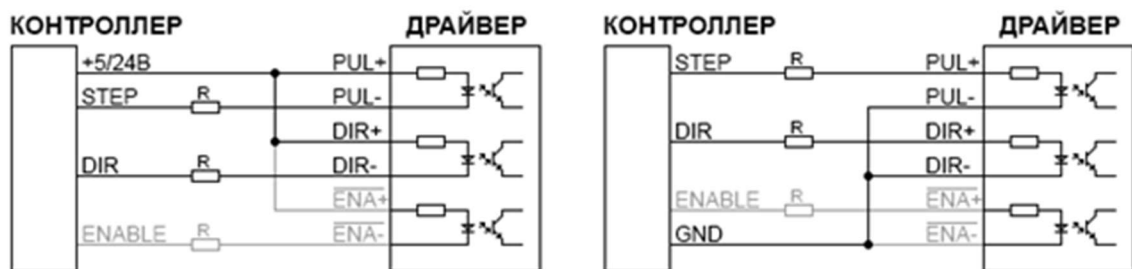


Рис.22 – схема підключення драйверу

Для живлення наших засобів автоматизації, використаємо блок живлення MEAN WELL NDR-240-24.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис.23 -блок живлення

Характеристика:

Номінальна напруга виходу – 24В DC

Номінальний струм – 10А

Потужність – 240W

Робоча температура – від – 20 до + 75°C

Відносна вологість – 20 - 95% без конденсату[17]

Для візуалізації системи використовують графічні панелі оператора. Задля забезпечення візуалізації ми використовуємо КТР600 DP Basic. Ця панель підтримує спільну роботи з ПЛК сімейства Siemens, модулями лінійки Siemens, а також приладами і контролерами інших виробників. Випускається в корпусі 197x141x44 мм, ступінь захисту IP65.

Основні функції панелі:

- робота в мережі RS-485 RS-422;
- сумісність з контролерами інших фірм-виробників;
- підтримка протоколу Profibus DP, MPI/Profinet;
- дисплей з роздільною здатністю 320x240;

Загальний вигляд панелі на рис.24.[18]

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



Рис.24 – панель КТР600 DP Basic

Технічні характеристики панелі наведені в таблиці 11:

Таблиця 11

Напруга живлення	19.2...28.8 постійного струму
Споживана потужність	9Вт
Інтерфейс зв'язку	RS-422, RS-485
Протокол обміну	Profibus DP, MPI/Profinet
Ступінь захисту	IP65
Температура навколишнього середовища	-20...+60°C

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



- Автоматичне управління пристроями та перевірку його роботи
- Формування керуючих впливів на виконавчі механізми та приймання даних з верхнього рівня системи автоматизації
- Зв'язок з системами автоматичного регулювання параметрів

До складу верхнього рівня входять: автоматизоване робоче місце оператора-технолога, що реалізоване на базі ПК та знаходиться в операторській; інженерна станція, завдяки якій, забезпечується проектування та розв'язання таких постановок як конфігурація, документування та здійснення пошуку помилок. Виконання інженерних функцій відбувається на операторських станціях.

Верхній рівень підтримує:

- Отримання даних про стан об'єкта
- Стеження за технологічним процесом та приймання трендів визначених ТП
- Нагляд нормативних параметрів згідно з регламентом
- Оперативне керування ТП
- Розробку бази даних
- Архівацію дій та ходу ТП на нижніх рівнях

Структура системи керування показана на рис.21:

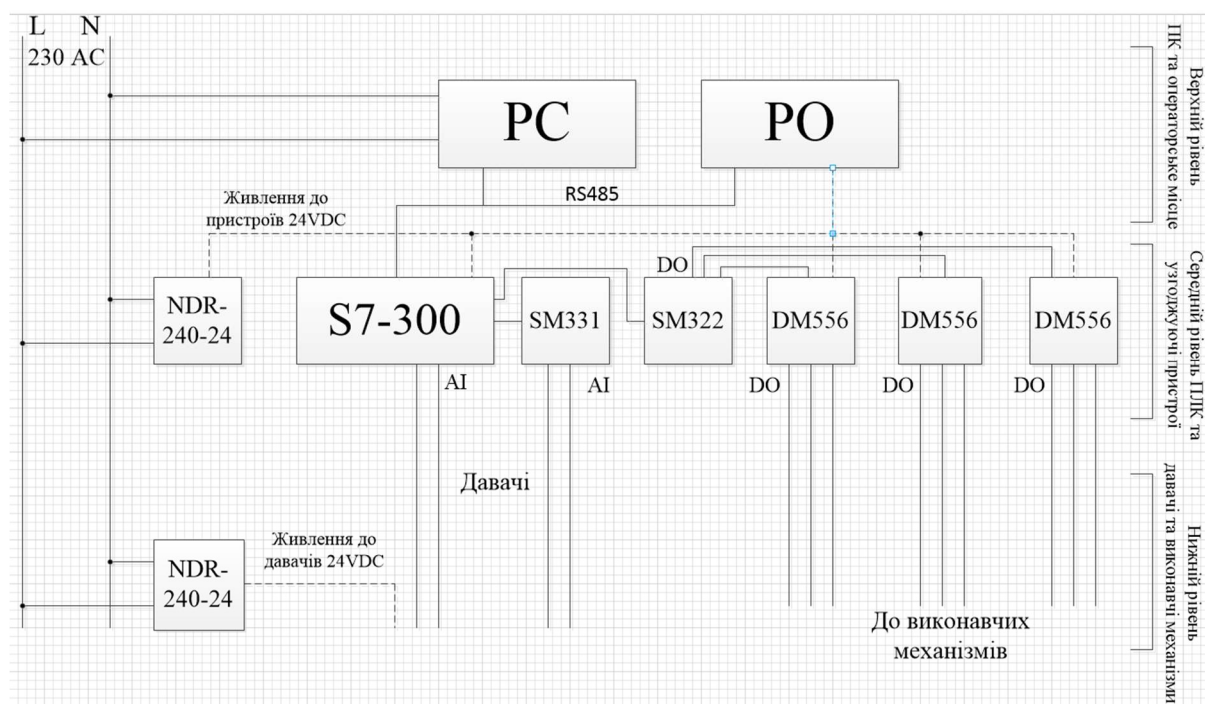


Рис.25 – структура системи керування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 4.3. Розробка та проектування SCADA системи

При розробці SCADA системи використовується таке програмне забезпечення, як Simple SCADA. Програма слугує для обробки, збору, архівації та візуалізації технологічних процесів. Має зручний та простий інтерфейс і не потребує додаткових інсталяцій.

За допомогою потрібних бібліотек та файлів розпочнемо побудову системи на базі схеми інформаційних та матеріальних потоків.

#### SCADA система об'єкта керування

Програмне забезпечення верхнього рівня системи автоматизації представлено у вигляді SCADA-програми. SCADA-програма включає наступні розроблені вікна: стартове вікно, мнемосхема, тренди, налаштування.

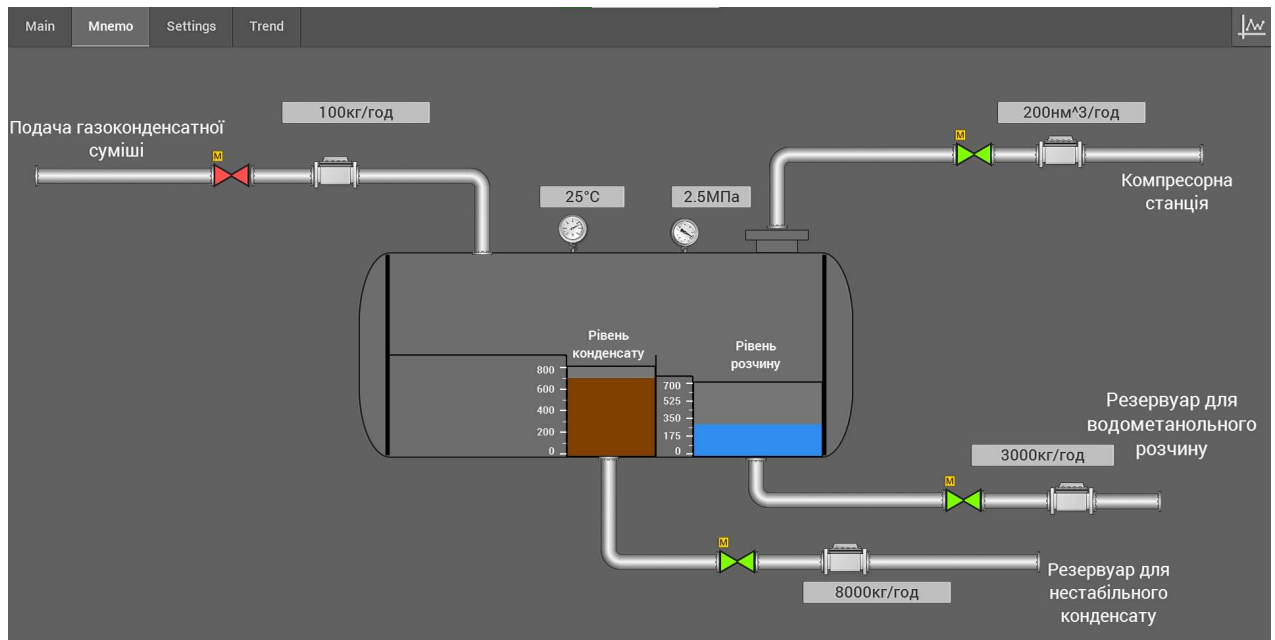


Рис.26 – Мнемосхема процесу розділення

На рис.26 – мнемосхема, на якій відображено Трифазний сепаратор, де відбувається розділення газоконденсатної суміші, його секції та трубопроводи. До сепаратора надходить газоконденсатна суміш з низькотемпературного сепаратора, витрата компонента візуалізується за допомогою витратоміра. Також є, відображення параметрів(рівень конденсату та розчину, температура, тиск та витрати компонентів розділення) за допомогою давачів, виконавчі механізми(регулюючі клапани з електроприводами). Процес розділення на мнемосхемі візуалізується наступними операціями.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

### 1-й контур:

Коли в секції нестабільного конденсату збирається певна кількість цього конденсату, давач рівня відображає цю кількість. Відносно інформації, яку зчитає давач, ПЛК подає керуючий сигнал на виконавчий механізм, і на мнемосхемі ми можемо побачити що відбувається з цією арматурою, тобто відкривається, закривається, відкритий чи закритий клапан. Також на схемі відображається витрата нестабільного конденсату, яка надходить до резервуару нестабільного конденсату.

### 2-й контур:

Коли в секції водометанольного розчину збирається певна кількість цього компоненту, давач рівня відображає цю кількість. Відносно інформації, яку зчитає давач, ПЛК подає керуючий сигнал на виконавчий механізм, і на мнемосхемі ми можемо побачити що відбувається з цією арматурою, тобто відкривається, закривається, відкритий чи закритий клапан. Також на схемі відображається витрата розчину, яка надходить до резервуару водометанольного розчину.

### 3-й контур:

Протягом процесу розділення газоконденсатної суміші, в агрегаті підвищується тиск, який відображається на мнемосхемі за допомогою давача. Відносно рівня тиску, на мнемосхемі відображається стан регулюючого клапана(відкритий, закритий, відкривається чи закривається). Також на схемі відображається витрата тиску, яка надходить до компресорної станції.

На кожному контурі відображається аварійний стан кожного виконавчого механізму при неправильній роботі механізму, також відображається аварія при досягненні аварійних рівнів компонентів(рівень розчину та конденсату, тиску).

Автоматизована система має два режими: автоматичний та ручний. На мнемосхемі відображається режими роботи системи. При ручному режимі можна регулювати параметри процесу за допомогою зміни положення засувки(або змінювати самі параметри в схемі), а саме: рівні конденсату та розчину, тиск.

Для реалізації SCADA системи, ПК/ПО та контролер локально з'єднуються за допомогою інтерфейсу RS485.

									Арк.
									40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СУ-01 6.151.07.ПЗ				



## Висновок

Під час виконання курсової роботи було проаналізовано та розроблено автоматизовану систему керування трифазним сепаратором. У роботі реалізовано три контури регулювання: регулювання рівнем конденсату С3 + С4, регулювання рівнем водометанольного розчину та регулювання тиску в сепараторі.

На основі контурів керування було розроблено функціональну схему автоматизації.

Було підібрано технічні засоби автоматизації: давач тиску, давач температури, витратоміри, рівнеміри; виконавчі механізми такі, як клапани з електроприводом; ПЛК. Після цього розробили електричну принципову схему автоматизації.

Задля забезпечення керування процесом ОК, та обробки, збору, відображення інформації, було розроблено SCADA систему. Проаналізували архітектуру системи керування: нижній, середній та верхній рівень. Розробили SCADA систему в програмному середовищі Simple SCADA.

					СУ-01 6.151.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

## Перелік джерел інформації

1. Білецький Володимир Стефанович, Орловський Віталій Миколайович, Вітрик Віталій Григорович Основи нафтогазової інженерії, 2018р., с. 387- 404
2. Emmanuel G. Sinaiski J. Lapiga Separation of Multiphase, Multicomponent Systems, 2007, p: 463-736
3. Thomas H. Wines Saeid Mokhatab Contamination Control in the Natural Gas Industry, 2021, p: 25-47
4. Jahanbin, Shahpour; Hosseini, Seyed Nooroldin Improving a Process Design for the Condensate Stabilization Unit, 2021
5. James G. Speight Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes, 2019, p:140-189
6. Технічні характеристики «Установки комплексної підготовки газу» - UZLE-85\_ПЗ\_ТХ\_Мингбулак 21.03.2023. 19-20с., 52-53с.
7. Характеристика Метран-150CG  
[https://assets-global.website-files.com/628d403339f07c625d3842f8/62d7f4cedd2e62349dd5e4ac\\_Интеллектуальные%20датчики%20давления%20Метран-150.pdf](https://assets-global.website-files.com/628d403339f07c625d3842f8/62d7f4cedd2e62349dd5e4ac_Интеллектуальные%20датчики%20давления%20Метран-150.pdf)
8. Характеристика давача рівня  
<https://trade-control.com.ua/products/rosemount-3301>
9. Експлуатація давача рівня  
<https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-3300-level-transmitter-en-73582.pdf>
10. Експлуатація витратоміру  
<https://kecocontrols.com/uploads/Rosemount-8800D-Ref-Manual-287-18-29.pdf>
11. Технічні характеристики витратоміру  
<https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-8800d-vortex-flowmeter-en-73468.pdf>
12. Характеристика термодавача  
<https://www.emerson.com/documents/automation/rosemount-0065-0185-en-454868.pdf>

						СУ-01 6.151.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			42

13. Характеристика клапану та електроприводу

<https://vexil.ru/storage/files/shares/products/38/3794/01028GB.pdf>

14. Siemens S7-300 Manual Data

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/629/8859629/att\\_55794/v1/s7300\\_module\\_data\\_manual\\_en-US\\_en-US.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/629/8859629/att_55794/v1/s7300_module_data_manual_en-US_en-US.pdf)

15. Simens S7-300 Automation System, Hardware and Installation

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/415/15390415/att\\_41918/v1/S7-300\\_IHB\\_e.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/415/15390415/att_41918/v1/S7-300_IHB_e.pdf)

16. DM556 Manual

<https://torden.ru/wp-content/uploads/2020/04/dm556-digital-stepping-driver-manual-v1.0.pdf>

17. MEAN WELL NDR-240-24 manual

<https://www.meanwell.com/Upload/PDF/NDR-240/NDR-240-SPEC.PDF>

18. KTP600 DP Basic manual

[https://static.rapidonline.com/pdf/543842\\_v1.pdf](https://static.rapidonline.com/pdf/543842_v1.pdf)

					СУ-01 6.151.07.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43



