

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

_____ 2023 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 процесу осушення газу»

Здобувача групи СУ-91

Руденко Денис Ігорович

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

(підпис)

Денис РУДЕНКО

Керівник Завідувач кафедри КСУ, Петро ЛЕОНТЬЄВ
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Консультант _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

(підпис)

Ном. Поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			<u>Документація загальна</u>			
			<u>Застосована</u>			
1			Завдання кафедри	2		
			<u>Новорозроблена</u>			
2		ТЗ	Технічне завдання	3		
3			Анотація	1		
4	A4	СУ-91 6.151.01 ПЗ	Пояснювальна записка	51		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A3	СУ-91 6.151.01 С1	Схема інформаційно-матеріальних потоків	1		
6	A3	СУ-91 6.151.01 А2	Функціональна схема автоматизації	1		
7	A3	СУ-91 6.151.01 Е3	Схема електрична принципова	6		

					<i>СУ-91 6.151.01.ДП</i>							
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Автоматизація процесу осушення газу. Відомість проекту</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>		
<i>Розроб.</i>	<i>Руденко Д.І.</i>									<i>1</i>	<i>1</i>	
<i>Перев.</i>	<i>Леонтьєв П. В.</i>											
<i>Рецензент</i>								<i>СумДУ СУ-91</i>				
<i>Н. контр.</i>												
<i>Затр.</i>	<i>Леонтьєв П. В.</i>											

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти

_____ Руденко Денис Ігорович _____

(Прізвище, Ім'я, По-батькові повністю)

1. Тема кваліфікаційної роботи: Автоматизація процесу осушення газу.

затверджена наказом ректора СумДУ № 0263 VI від " 14 " березня

2023 р.

2. Термін здачі студентом закінченої роботи " 4 " червня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:

звіт з переддипломної практики, статті, публікації, технічна документація.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню):

конструктивно-технологічний аналіз об'єкту керування, вибір та опис контурів керування, вибір засобів автоматизації, розробка алгоритмів роботи, створення панелі керування Scada, розроблення електричної принципової схеми, висновок.

5. Перелік графічних матеріалів:

33 рисунків, 15 таблиць, 8 схем.

6. Календарний план проєктування

Номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1.	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	18.04.23 – 21.04.23
2.	Аналіз технологічного процесу. Призначення об'єкту.	22.04.23 – 25.04.23
3.	Розробка системи автоматичного керування.	26.04.23 – 29.04.23
4.	Підбір засобів автоматизації.	30.04.23 – 05.05.23
5.	Розробка алгоритмів роботи.	06.05.23 – 10.05.23
6.	Створення Scada системи.	11.05.23 – 15.05.23
7.	Розробка електричної принципової схеми.	16.05.23 – 21.05.23
8.	Технічне оформлення проєкту. Здавання проєкту керівнику.	22.05.23 – 31.05.23

7. Дата видачі завдання " 16 " квітня 2023 р.

Керівник проєкту:

Завідувач кафедри КСУ
(науковий ступінь, вчене звання, посада)

_____ (підпис)

Петро Леонтєв
(ім'я та прізвище)

Здобувач:

студент гр. СУ-91
(шифр групи)

_____ (підпис)

Руденко Денис
(ім'я та прізвище)

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

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування системи керування установкою осушки газу

Розробник:

студент групи СУ-91

Денис РУДЕНКО

Погоджено:

Завідувач кафедри

комп'ютеризованих системи управління

Петро ЛЕОНТЬЄВ

1. Назва і галузь застосування: Автоматизація процесу осушення газу. Нафтогазова промисловість, газовидобувна промисловість, газопереробна промисловість;

2. Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету № 0263 VI від “14” березня 2023р.;

3. Мета і призначення проекту: створення автоматизованої системи автоматизації процесу осушення газу.

4. Джерела розроблення: Sunarso J. Revamping existing glycol technologies in natural gas dehydration to improve the purity and absorption efficiency: Available methods and recent developments, конструкторська та технічна документація отримана під час проходження переддипломної практики.

5. Режим роботи об'єкта: запуск, зупинення, автоматичний контроль та регулювання технологічних параметрів процесу осушення газу.

6. Умови експлуатації: Живлення об'єкту – 220В, частота 50Гц. Вибухонебезпечний перебіг процесу та дотримання правил роботи з установкою відповідно до техніки безпеки.

7. Технічні вимоги: ДСТУ 21.404 – 85 Автоматизація технічних процесів; ДСТУ 12.2.016 – 81 Система стандартів безпеки праці. Загальні вимоги безпеки.

8. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1.	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	18.04.23 – 21.04.23
2.	Аналіз технологічного процесу. Призначення об'єкту.	22.04.23 – 25.04.23
3.	Розробка системи автоматичного керування.	26.04.23 – 29.04.23
4.	Підбір засобів автоматизації.	30.04.23 – 05.05.23
5.	Розробка алгоритмів роботи.	06.05.23 – 10.05.23
6.	Створення Scada системи.	11.05.23 – 15.05.23
7.	Розробка електричної принципової схеми.	16.05.23 – 21.05.23

8.	Технічне оформлення проєкту. Здавання проєкту керівнику.	22.05.23 – 31.05.23
----	--	---------------------

9. Додатки:

Додаток А. Конструкторська документація:

- 1) Схема інформаційно-матеріальних потоків – СУ-91 6.151.01 С1;
- 2) Функціональна схема автоматизації – СУ-91 6.151.01 А2;
- 3) Електрична принципова схема – СУ-91 6.151.01 Е3.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота містить 51 аркушів пояснювальної записки, 33 рисунки, 15 таблиць, 1 додаток. При виконанні дипломного проекту було використано 19 літературних джерел.

Тема дипломного проекту автоматизація процесу осушення газу. Застосування даної теми можливе у таких галузях, як нафтогазова, газопереробна та газовидобувна промисловість. Сутність проектування автоматизації процесу осушення газу полягає у розробці та впровадженні комплексної системи, яка забезпечує контроль, керування та моніторинг процесу осушення газу з метою досягнення оптимальних параметрів роботи та забезпечення безпеки та ефективності.

Мета даної роботи забезпечити автоматичне керування процесу, що дасть змогу досягнути отримати на виході газ із заданими значеннями. У ході проектування було проведено конструктивно-технологічний аналіз об'єкту керування на основі якого розроблено схему інформаційно-матеріальних потоків. Наступним етапом стало створення автоматичної схеми автоматизації та таблиць вхідних, вихідних сигналів. Завершальною частиною стало створення алгоритмів роботи та панелей керування для кращої взаємодії між об'єктом та оператором.

Ключові слова: абсорбція, алгоритм, виконавчий механізм, давач, осушення, природний газ, система керування.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

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

на тему:

«Автоматизація процесу осушення газу»

Керівник проекту:

Завідувач кафедри

комп'ютеризованих системи управління

Петро Леонтєв

Здобувач:

студент групи СУ-91

Денис Руденко

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	4
ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ	7
1.1 Призначення об'єкта керування	7
1.2 Метод осушення газу	8
1.3 Структура та опис технологічного процесу.....	9
РОЗДІЛ 2 ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ, УПРАВЛІННЯ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ .	12
2.1 Завдання та критерії керування процесом	12
2.2 Вибір контурів керування	12
2.2.1 Контур сепарації газу	13
2.2.2 Контур абсорбції газу.....	14
2.2.3 Контур дегазації.....	15
2.2.4 Контур регенерації	16
2.3 Таблиця вхідних та вихідних сигналів об'єкта керування.....	17
РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	19
3.1 Вибір пристроїв нижнього рівня	19
3.1.1 Вибір давачів.....	19
3.1.2 Вибір виконавчих механізмів	26
3.2 Вибір пристроїв верхнього рівня.....	29
РОЗДІЛ 4 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ	36
4.1 Розробка алгоритму роботи	36
4.2 Розробка SCADA системи	42
4.2.1 Призначення SCADA системи.....	42
4.2.2 Програмне забезпечення для реалізації SCADA	42
4.2.3 Робота у програмному середовищі	43

					<i>СУ-91.6.151.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Руденко Д.І.</i>			Автоматизація процесу осушення газу. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Леонтьєв П. В.</i>				2	51	
<i>Реценз.</i>						СумДУ, СУ-91		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затвердив</i>		<i>Леонтьєв П. В.</i>						

РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ.....	47
5.1 Призначення електричної принципової схеми	47
5.2 Створення електричних принципових схем	47
ВИСНОВОКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ.....	49
Додаток А	51

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ПСГ – підземні сховища газу;

ДЕГ – діетиленгліколь;

БЖ – блок живлення;

НМІ – графічний інтерфейс користувача;

ЧП – частотний перетворювач;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ПК – персональний комп'ютер;

ВП – виконавчий пристрій.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						4
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

У сучасному індустріальному світі, що швидко змінюється з високою конкуренцією кожен, хто хоче досягти успіху повинен бути гнучким, економічно ефективним та продуктивним. У промисловості, яка розвивається це призвело до великого попиту на промислові системи керування та автоматизацію, щоб оптимізувати операції з точки зору швидкості, надійності та довговічності. Як наслідок, автоматизація грає велику роль у світовій економіці та в повсякденному досвіді.

Автоматизована система управління – це система, яка здатна керувати процесом за допомогою мінімальної кількості людей або без їх втручання та вона має можливість ініціювати, регулювати, надавати керуючі впливи чи вимірювати параметри в технологічному процесі, щоб отримати бажаний результат.

В рамках індустріалізації, автоматизація є кроком вперед у сфері механізації. Тоді як механізація дала можливість людині керувати технічним процесом при зменшенні фізичного навантаження, як наслідок підвищується ефективність виконання роботи людиною. Крім того, автоматизація процесу значно зменшує потребу людини у розумовому навантаженні, що сприяє зменшенню втомленості людини при виконанні поставленої задачі.

З розвитком інформаційних технологій та самої індустрії в нафтовій та газовій промисловості відбулися значні зміни тому, що технологічні процеси в цій галузі не можуть бути реалізовані без автоматизації. Як наслідок, при роботі у цій сфері стало важливим вимірювати та контролювати основні технологічні показники процесів, стежити за їх відхиленнями, мати можливість дистанційно керування виконавчими механізмами та забезпечувати режими роботи установок за допомогою підтримки найважливіших параметрів, завдяки заздалегідь розрахованим значенням спеціалістами у нафтовій та газовій промисловості [1].

Саме процес осушення газу є одним із важливіших у ланці газової промисловості. Тому, що цей процес тісно пов'язаний зі зберіганням природного

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						5
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

газу. Є дві основні причини, чому зберігання природного газу є важливим. По-перше, це може зменшити залежність від постачання природного газу. З огляду на це створюються національні стратегічні резерви. По-друге, зберігання природного газу дозволяє використовувати максимальну потужність розподільних ліній. Газ зберігається в літній період, коли попит на нього менший і відбирається в зимовий період, коли значні обсяги газу використовуються для опалення. Зберігає плавні сезонні піки, а також короткочасні піки споживання природного газу. ПСГ є найбільш вигідним варіантом для зберігання великих обсягів газу. Тому, автоматизація процесу осушення газу є вирішальним елементом для покращення, удосконалення газової промисловості.

Метою розроблення автоматизації даного технологічного процесу є:

- забезпечення стабільної якості осушеного газу за заданими параметрами, що забезпечують належний перебіг технології осушення;
- зниження ризику аварій та непередбачуваних ситуацій в процесі осушення за рахунок автоматичної системи контролю та сигналізації;
- підвищення продуктивності людини шляхом мінімізації її втручання у технологічний процес;
- створення сучасної системи контролю та управління із виваженим вибором засобів автоматизації;
- розробка графічного інтерфейсу користувача для спрощення керування технологічним процесом.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						6
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1 КОНСТРУКТИВНО - ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ОБ'ЄКТУ

1.1 Призначення об'єкта керування

Причиною, чому так важливо обробляти природний газ для подальшого використання є різні види забруднень. Ці складові газу можуть призвести до небажаних проблем при транспортуванні його по лініям сполучення. Ці проблеми включають в себе передчасний вихід з ладу труб або засмічення приладів вимірювання, що є наслідком вмісту твердих частинок у видобутому газі. Крім цього, можуть утворюватися гідрати, що здатні повністю перекрити прохід газу або може статися корозія цих самих труб. Це є наслідком надмірної кількості вологи, що міститься в газі [2].

Конденсація води з газу починається при температурі точки роси. Це температура до якої потрібно охолодити газ при постійних його параметрів, щоб утворилася водяна пара. Саме присутність вільної води сприяє утворенню корозії, утворення гідратів у трубопроводах та інших проблем, які з цим пов'язані. Зважаючи на ці проблеми, при використанні та транспортуванні газу існують технічні вимоги на показники газу, що транспортується. Ці вимоги можуть відрізнятися відповідно до умов транспортування та характеристик самих станцій.

Завдання вилучення вологи з газу не передбачає повне її усунення. На меті, видалити тільки ту частину, яка б могла конденсуватися при заданій температурі та спричинити проблеми пов'язані з вологою.

Зважаючи на всі проблеми пов'язані з вмістом вологи, газ потрібно осушувати до точки роси не вище – 5 °С при тиску 4,0 МПа. Це значення може коливатися від температури до якої газ буде охолоджуватися при транспортуванні. Це дозволить уникнути проблем пов'язаних з містом вологи в газі [3].

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						7
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Метод осушення газу

Відомі методи, які застосовуються для усунення проблем пов'язаних з вмістом вологи у газі. Це зниження тиску, впорскування інгібіторів або газове опалення. Ці методи дозволяють знизити температуру конденсації та утворення гідрат, але ці методи мають малу ефективність і найчастіше використовуються як спеціальні методи. В установках осушення газу можуть використовувати декілька методів, які осушують газ до заданого значення температури точки роси, а саме:

- метод абсорбції,
- метод адсорбції,
- метод охолодження газового потоку.

Саме метод абсорбції, найчастіше використовується в установках осушення газу. Абсорбція - це процес, під час якого один із компонентів газової суміші поглинається рідиною, що призводить до його вилучення зі загального вмісту самого газу [4].

Для абсорбційного методу осушення газу можуть обирати різні види абсорбенту, зважаючи на його ознаки. Сам абсорбент являє собою речовину, яка має властивість поглинати один або декілька компонентів із іншої рідини або газу. Сам процес поглинання абсорбентом може відбуватися в змішаній фазі. Тобто, частинки однієї речовини розподіляються в другій рівномірно. Існують різні види абсорбентів. До основних відносять хімічні та фізичні. Хімічні можуть реагувати з компонентами іншої речовини, цим самим утворювати нові хімічні з'єднання. Фізичні, в порівнянні з попереднім типом, поглинають конкретні компоненти з речовини або газу за рахунок взаємодії між їх поверхнею та частинками речовини.

Саме фізичні абсорбенти набули широкого використання в процесі осушення газу. Оскільки ці абсорбенти, а саме гліколі досить ефективні в поглинанні водяної пари з газів. Крім того, вони не змінюють склад самого газу і не впливають на нього, окрім вилучення потрібного компоненту з газу. У порівнянні, фізичні

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						8
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

абсорбенти є більш ефективними та вони не втрачають свою активність з часом на відміну інших речовин.

В якості осушувальної речовини для методу абсорбції використовується ДЕГ, зважаючи на його властивості, а саме:

- висока ефективність, яка є досить великою для забезпечення процесу осушення газу;
- низька токсичність у порівнянні з іншими речовинами, що можуть використовуватися для зневоднення;
- легка доступність речовини, що дозволяє оперативно та легко забезпечити потрібні її обсяги;
- стійкість речовини, яка дає можливість бути стабільним по відношенню до високих температур та розкладання;
- низька в'язкість, що дає гарний контакт з іншими речовинами, зокрема газом, під час перебігу процесу осушення [5].

1.3 Структура та опис технологічного процесу

Для забезпечення процесу осушення газу об'єкт має складатися з декількох технологічних частин:

- сепарація газу;
- абсорбція газу;
- дегазації абсорбенту;
- регенерація абсорбенту.

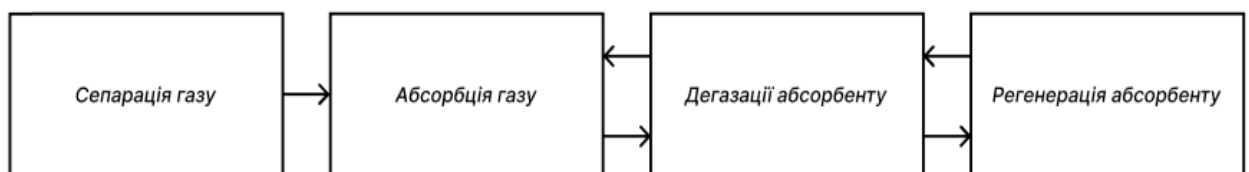


Рисунок 1.1 – Структурна схема осушення газу

На вхід установки осушення природного газу з продуктивністю 8200 м³/год поступає неочищений, вологий газ при тиску 5,5 МПа та температурі 35 °С. На першому етапі природний газ потрапляє до сепараційної частини, де за допомогою промивної води позбавляється від механічних домішок, що можуть пошкодити обладнання та інший вологий вміст, що дозволить зменшити обсяги газу який потрібно осушити, як наслідок використовується менший обсяг осушувача та зменшення розміру самого абсорбера. Витрати промивної води на вході до сепаратора становлять 1,6 м³/год, яка може регулюватися за допомогою крану при зміні обсягів осушеного газу. У нижній частині сепаратора відбувається збір та відвід пластової води до дренажної частини де рівень регулюється за допомогою клапану на рівні 400 мм та збір і відведення промивної води при відкритті клапану на лінії трубопроводу. Рівень промивної води не має перевищувати 480 мм. Сам газ відводиться у верхній частині сепаратора.

Газ, що був попередньо оброблений, направляється до нижньої частини абсорбера по лінії трубопроводу із температурою 35 °С та тиском 5,5 МПа. Сам абсорбер складається з секції допоміжної сепараційної частини та масообмінної частини. У першій частині газ частково відділяється від зайвого крапельного вмісту, який потім збирається та відводиться до дренажу по лінії трубопроводу при відкритті клапану. Рівень у нижній частині відводу не повинен перевищувати 450 мм. Далі газ потрапляє до масообмінної частини де починає контактувати з поглиначем. Абсорбент рухається в протилежному напрямку по відношенню до газу, де в насадках вбирає весь потрібний вологий вміст з газу, стікаючи в нижню частину абсорбера де він збирається і відводиться з апарату після відкриття клапану по лінії трубопроводу для регенерації. Рівень гліколю не має перевищувати 350 мм. Витрати поглинача, який був отриманий з частини регенерації для осушення потрібної кількості газу складають 1,1 м³/год і можуть коливатися від кількості самого газу та значення токи роси. Сам газ після осушення відводиться з верхньої частини апарату по лінії трубопроводу при значенні точки роси -10°C і зазначенням витрати 8100 м³/год.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						10
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після абсорбера насичений гліколь відводиться до апарату дегазації. У цій частині відбувається відділення від насиченого гліколю легких газових елементів при тиску 0,4 МПа, який регулюється клапаном. Газ, що був виділений відводять до свічі або може використовуватися для своїх потреб. Крім цього з гліколю видаляється конденсат. Це дозволяє зменшити піноутворення у частині регенерації. Рівень регулюється за допомогою клапану і не повинен перевищувати 290 мм. Після дегазації гліколь відводиться з апарату у нижній його частині і прямує на регенерацію. Рівень гліколю підтримується клапаном в межах від 100 мм до 270 мм.

Перед регенерацією насичений ДЕГ нагрівається в теплообміннику до температури 102 °С за рахунок відведеного регенерованого осушувача з випарника. Після нагрівання гліколь направляється до верхньої частини регенераційної колони де у секції розподілення починає взаємодіяти з парами води, що підіймаються йому на зустріч. Відбувається масовий теплообмін, як наслідок з насиченого гліколю відділяється частково вода та інші сполуки, які вбрав себе поглинач. Потім гліколь стікає у частину випарювання, де при температурі 155 °С та тиску 0,3 МПа повністю позбавляється від парів води та інших сполук. Температура підтримується краном, що регулює надходження палива до випарника. Відвід регенерованого розчину забезпечується насосом, що направляє його до теплообмінника де осушувач охолоджується до необхідної температури. Пари води та інших сполук, які були відведені у верхній частині, потрапляють до конденсатора. Після чого, в роздільнику відбувається відділення конденсату від рефлексної речовини, яка використовується для зрошення верхньої частини колони. Зрошення використовується для терморегуляції насиченого гліколю, що потрапляє у верхню частину колони і регулюється клапаном.

Сформуємо схему інформаційно - матеріальних потоків на основі перебігу технологічного процесу, яка представлена в додатку А.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						11
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2 ВИБІР КАНАЛІВ КОНТРОЛЮ, УПРАВЛІННЯ ТА СИГНАЛІЗАЦІЇ

2.1 Завдання та критерії керування процесом

До завдань керування технологічним процесом відносяться:

- контроль параметрів газу, які впливають на ефективність процесу осушення із дотримання заданого значення похибки;
- автоматичне керування процесом осушення здійснюючи відповідний вилив виконавчі механізми;
- візуалізацію основних показників процесу для кращого сприйняття оператором перебігу технологічного процесу;

Основними критеріями системи:

- ефективність: система повинна забезпечувати максимальну ефективність процесу осушення газу, тобто забезпечувати максимальний ступінь осушення при мінімальній витраті ресурсів;
- надійність: система повинна бути досить надійною, щоб забезпечувати безперебійну роботу завдяки сучасним засобам автоматизації;
- безпека: система повинна забезпечувати безпечну роботу технологічного процесу та відповідати вимогам технологічного процесу.

2.2 Вибір контурів керування

Проаналізувавши схему інформаційно - матеріальних потоків об'єкту можемо виділити чотири контури керування, що забезпечать виконання завдання процесу осушення газу. До цих контурів входять контур сепарації, контур абсорбції, контур дегазації та контур регенерації. Кожен з цих контурів має відповідне завдання забезпечення технологічного процесу.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						12
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.1 Контур сепарації газу

Завдання цього контуру є контроль та підтримання показників для забезпечення сепарації газу. А саме, вимірювання та реєстрація значень тиску, перепаду тиску у самому сепараторі та значення температури. При відхиленні за задане значення тиску на вході та перепаду тиску в сепараторі відбувається сигналізація. Забезпечується підтримка рівня промивної та пластової води у нижній частині сепаратора. ПЛК опитує датчі рівня, при досягненні потрібного значення відбувається керуючий вплив на клапани, що дає змогу знизити рівень у частині збору. Змінення значення витрати промивної води відбувається за допомогою крану. Відповідно до значення з датча витрати газу, що розташований на виході з абсорбера та датча витрати на лінії подачі промивної води на виконавчий механізм подається аналоговий сигнал, що дає змогу змінювати значення витрати.

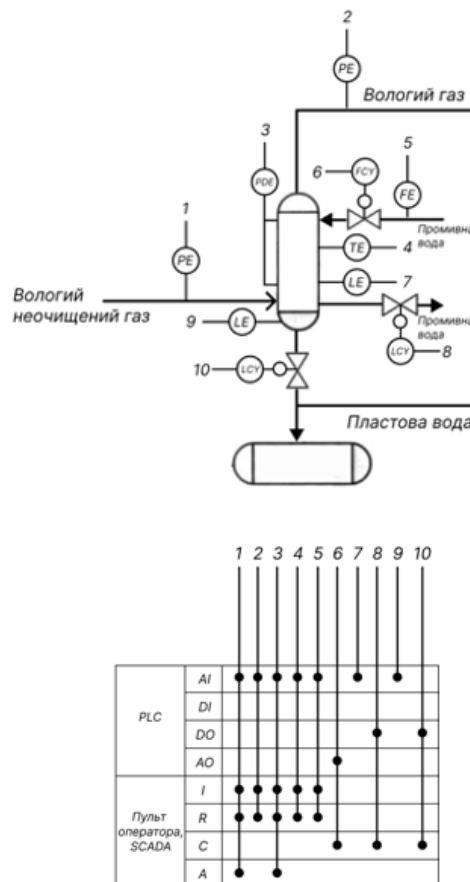


Рисунок 2.1 – Контур сепарації газу

2.2.2 Контур абсорбції газу

Контур абсорбції відповідає за отримання заданого значення токи роси газу. Контролер опитує давачі температури та перепаду тиску, що забезпечують належне протікання процесу. При відхиленні за задане значення відбувається сигналізація. Регулювання витратою регенованого гліколю забезпечується давачами витрати та точки роси, що розташовані на лінії відведення газу та давачем витрати осушувача. Відповідно до значень отриманих з цих давачів ПЛК керує краном на лінії подачі гліколю за рахунок аналогового сигналу, що надходить до нього. Підтримка рівня у секціях збору крапельного вмісту та насиченого гліколю забезпечується за допомогою давачів рівня. Відповідно до значення отриманих від цих давачів контролер відриває та закриває клапани на лінії відведення.

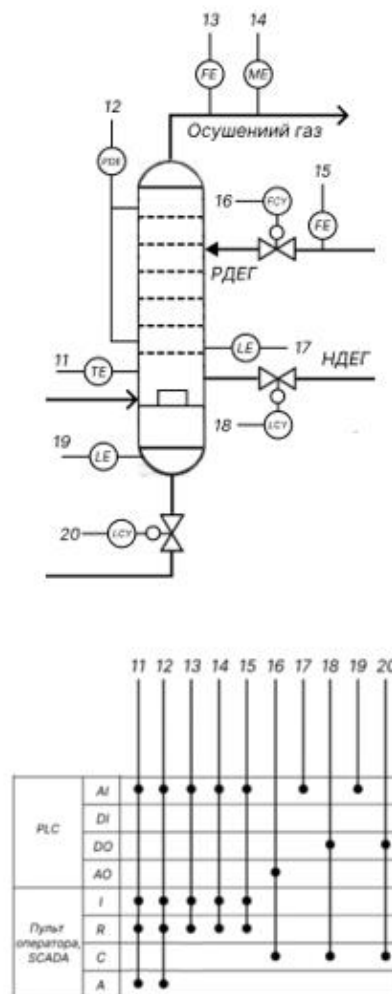
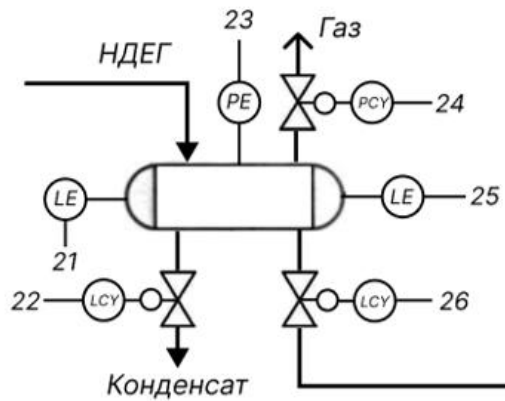


Рисунок 2.2 – Контур абсорбції газу

2.2.3 Контур дегазації

Завдання даного контуру полягає в контролі та підтриманні показників дегазації. Значення тиску підтримується клапаном, що розташований на виході з апарату. Відповідно до значення тиску з давача ПЛК може здійснювати керуючий вплив на цей пристрій. У частинах збору конденсату та гліколю розташовані давачі рівня, які опитуються контролером. Відповідно до цих значень відбувається підтримка заданого рівня за допомогою клапанів, що керуються дискретним сигналом на лінії відведення.



		21	22	23	24	25	26
PLC	AI	•		•		•	
	DI						
	DO		•		•		•
	AO						
Пульт оператора, SCADA	I			•			
	R			•			
	C	•			•		•
	A						

Рисунок 2.3 – Контур дегазації

2.2.4 Контур регенерації

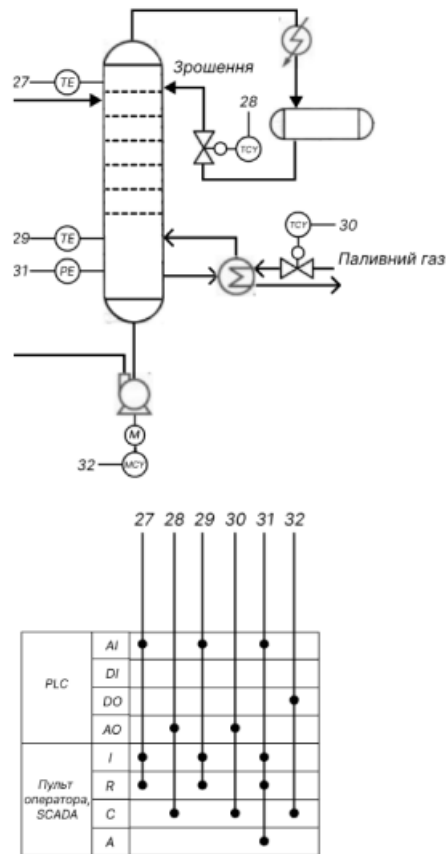


Рисунок 2.4 – Функціональна схема блоку регенерації

Даний контур відповідає за контроль та регулювання параметрів регенерації абсорбенту. Температура у верхній частині колони регулюється краном за допомогою аналогового сигналу з ПЛК, який опитує давач температури. У нижній частині колони відбувається контроль тиску, при відхиленні за задане значення відбувається сигналізація. Температура вимірюється давачем, який обпитується контролером. Він в свою чергу здійснює керуючий вплив на орган керування, що розташований на лінії подачі паливного газу. Відведення регенованого гліколю до абсорбційної колони здійснюється за допомогою насосу, який керується сигналом з ПЛК.

Виходячи з обраних контурів керування об'єктом розроблена функціональна схема автоматизації, яка представлена в додатку А.

2.3 Таблиця вхідних та вихідних сигналів об'єкта керування

Сформовано таблиці вхідних та вихідних сигналів об'єкта керування, які наведені в табл. 2.1 і табл. 2.2. Наявність цих таблиць дозволить здійснити правильний вибір засобів автоматизації.

Таблиця 2.1 – Таблиця вхідних сигналів

№	Назва параметру	Точка ОК	Діапазон вимірювань	Характеристика сигналу
1	Тиск на вході, на виході з сепаратора	Сепаратор	5 – 6 МПа +- 1 %	4 – 20 мА
2	Перепад тиску у сепараторі		0,01 – 0,2 МПа +- 0,5 %	4 – 20 мА
3	Температура у сепараторі		30 – 40 °С +- 1 %	4 – 20 мА
4	Витрати промивної води		0 – 1,6 м ³ /год +- 1 %	4 – 20 мА
5	Рівень пластової, промивної води		0 – 100 %	4 – 20 мА
7	Перепад тиску у абсорбері	Абсорбер	0,01 – 0,1 МПа +- 0,5 %	4 – 20 мА
8	Температура у абсорбері		30 – 40 °С +- 1 %	4 – 20 мА
9	Кількість осушеного газу на виході з абсорбера		0 – 8200 м ³ /год +- 1 %	4 – 20 мА
10	Точка роси на виході з абсорбера		- 10 °С +- 2 %	4 – 20 мА
11	Витрата абсорбенту		0 – 1,1 м ³ /год +- 1 %	4 – 20 мА
12	Рівень пластової води та абсорбенту		0 – 100 %	4 – 20 мА
13	Рівень конденсату та абсорбенту	Дегазатор	0 – 100 %	4 – 20 мА
14	Тиск у дегазаторі		0,1 – 1 МПа +- 1 %	4 – 20 мА

15	Температура у верхній частині регенераційної колони	Регенераційна колонна	90 – 110 °С +- 1 %	4 – 20 мА
16	Температура у частині випарювання		150 – 160 °С +- 1 %	4 – 20 мА
17	Тиск у нижній частині регенераційної колони		0,1 – 1 МПа +- 1 %	4 – 20 мА

Таблиця 2.2 – Таблиця вихідних сигналів

№	Назва параметру	Точка ОК	Діапазон	Характеристика сигналу
1	Положення клапану для регулювання рівня	Сепаратор	0 – 100 %	Лог«0»/ «1»
2	Положення крану для регулювання витрати		0 – 100 %	4 – 20 мА
3	Положення клапану для регулювання рівня	Абсорбер	0 – 100 %	Лог«0»/ «1»
4	Положення крану для регулювання витрати		0 – 100 %	4 – 20 мА
5	Положення клапану для регулювання рівня	Дегазатор	0 – 100 %	Лог«0»/ «1»
6	Положення клапану для регулювання тиску		0 – 100 %	Лог«0»/ «1»
7	Положення крану для регулювання терморегуляції	Регенераційна колонна	0 – 100 %	4 – 20 мА
8	Положення крану для регулювання температури випарювання		0 – 100 %	4 – 20 мА
7	Швидкість обертання двигуна		0 – 2900 об/хв	4 – 20 мА

Проаналізувавши таблиці вхідних та вихідних сигналів об'єкта видно, що ми маємо 20 вхідних аналогових сигналів, 7 вихідних дискретних сигналів, 5 вихідних аналогових сигналів.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						18
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3 ВИБІР ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

На основі розробленої функціональної схеми та таблиць вхідних, вихідних сигналів здійснимо вибір засобів автоматизації даного технологічного процесу. Розділено систему керування на два рівні, а саме нижній та верхній.

Нижній рівень системи керування осушення газу є найнижчим рівнем, який включає в себе датчики і виконавчі механізми. Він є важливим елементом у забезпеченні ефективної та надійної роботи установки осушення газу. На цьому рівні відбувається вимірювання та регулювання параметрів безпосередньо на заданих точках самого об'єкту керування.

До верхнього рівня відносяться пристрої що дозволять реалізувати завдання автоматичного контролю параметрів процесу керування, збір даних, їх зберігання та аналіз. Крім цього, ці пристрої дадуть можливість забезпечити взаємодію з оператором через НМІ. До цих пристроїв можна віднести ПЛК, ПК, пристрої зв'язку та інші елементи, що забезпечать їх роботу.

3.1 Вибір пристроїв нижнього рівня

3.1.1 Вибір давачів

Оберемо давач тиску. Порівнявши різні варіанти між собою, взявши до уваги необхідну точність та умови експлуатації було прийнято рішення обрати перетворювач тиску PSE-28.

Цей давач призначений для вимірювання абсолютного та надмірного тиску газів, парів та рідин. Він має чутливий елемент, що містить п'єзорезистивну кремнієву монолітну структуру. Його конструктивне виконання дозволяє використовувати його в різних умовах при захисті по стандарту IP65. Крім того, має можливість підключення по двох провідній схемі при вихідному сигналі 4 – 20 мА.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						19
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Порівняння давача тиску PCE-28 з аналогом

	PCE-28	BCT22
Діапазон вимірювання	0 – 40 МПа	0,1 – 60 МПа
Точність	± 0,05 %	± 0,5 %
Робоча температура	-50 °С – 170 °С	-40 °С – 100 °С
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Ступінь захисту IP	65	65



Рисунок 3.1 – Давач тиску PCE-28 [6]

При виборі давача перепаду тиску було розглянуто декілька варіантів. З поміж інших давачів обрав диференціальний давач тиску ФКС. Цей варіант задовольняє наші умови по точності та наявності вихідного сигналу 4 – 20 мА. Давач використовує унікальну мікрооброблену кремнієву частину для

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

вимірювання із швидкодіючим мікропроцесором. Це дозволяє забезпечити високу продуктивність та швидкодію.

Таблиця 3.2 – Порівняння давача перепаду тиску ФКС з аналогом

	ФКС	BFT210
Діапазон вимірювання	0,001 – 20 МПа	0.0001 – 2,5 МПа
Точність	± 0,065 %	± 0,5 %
Робоча температура	-30 °С – 80 °С	-20 °С – 85 °С
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Електроживлення	10,5 – 45 В	12 – 30 В



Рисунок 3.2 – Давач перепаду тиску ФКС [7]

Для вибору давача температури було враховано діапазон вимірювання при перебігу технологічного процесу та точність показання. При порівнянні з аналогами, було прийнято рішення обрати давач МВТ 3560. Даний перетворювач використовується для роботи у промислових умовах і має ступінь захисту по станату IP 65. Сам давач знаходиться в середній кожуху із нержавіючої сталі. Його діапазон вимірювання та точність задовольняють поставлені вимоги. Має

можливість підключення по двох провідній схемі підключення з вихідним сигналом 4 – 20 мА.

Таблиця 3.3 – Порівняння давача температури МВТ 3560 з аналогом

	МВТ 3560	Pt 1000
Діапазон вимірювання	-50 – 200 °С	-50 – 150 °С
Точність	± 0,5 %	± 0,3 %
Ступінь захисту IP	65	67
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Електроживлення	10 – 37 В	10 – 32 В



Рисунок 3.3 – Давач температури МВТ 3560 [8]

Для вимірювання витрати для нашого об'єкту будемо використовувати вихровий давач Rosemount 8800. Він є не поганим варіантом, порівнюючи його з аналогами. Його конструктивні особливості виконання дозволяють працювати в різних середовищах. Має досить широкий діапазон вимірювання при задовільній

похибці, що забезпечить належне виконання поставленої задачі. Крім цього, забезпечує легку доступність для діагностики та обслуговування.

Таблиця 3.4 – Порівняння давача витрати Rosemount 8800 з аналогом

	Rosemount 8800	ADMAG AXF
Діапазон вимірювання	0.3 - 2000 м ³ /год	0.01 - 30 м ³ /год
Точність	± 0,65 %	± 0,35 %
Електроживлення	24 В	24 В
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Температура робочого середовища	- 200 – 450 °С	- 40 – 180 °С
Вимірювані середовища	рідина, газ, пар	рідина



Рисунок 3.4 – Давач витрати Rosemount 8800 [9]

Проаналізувавши характеристики давачів рівня та доцільність їх використання було обрано давач PIL P43. У порівнянні з аналогом він має меншу похибку, меншу ціну та потрібний діапазон вимірювання.

Принцип роботи ультразвукового датчика дозволяє вимірювати рівень без фізичного контакту з середовищем, що позитивно впливає на його точність вимірювання та строк служби. Маючи вихідний сигнал 4 – 20 мА це забезпечить легке підключення та прийом сигналу промисловим контролером.

Таблиця 3.5 – Порівняння датчика витрати PIL P43 з аналогом

	PIL P43	M30
Діапазон вимірювання	50 – 500 мм	250 – 3500 мм
Точність	< 0,5 %	± 1 %
Електроживлення	15 – 30 В	10 – 30 В
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Температура робочого середовища	- 20 – 70 °С	- 20 – 70 °С



Рисунок 3.5 – Датчик рівня PИL P43 [10]

При виборі датчика точки роси я спирався на різні характеристики, а саме його похибку, діапазон вимірювання, умови експлуатації та наявність необхідних інтерфейсів зв'язку з контролером. Переглянувши характеристики сенсорів від різних виробників, я прийшов до висновку обрати саме FA 510/515. Цей датчик

призначений для використання у різного типу установках осушення газу, що є плюсом. Він є достатньо міцним, так як має захист по стандарту IP 66. Це забезпечить надійну та стабільну роботу пристрою. У порівнянні з аналогом він має меншу похибку, тому доцільніше обрати саме FA 510/515.

Таблиця 3.6 – Порівняння давача точки 510/515 з аналогом

	FA 510/515	FA 500
Діапазон вимірювання	- 80 – 20 °C	- 60 – 30 °C
Точність	± 1 %	± 1,5 %
Ступінь захисту IP	66	65
Вихідний сигнал	4 – 20 мА	4 – 20 мА
Температура робочого середовища	- 20 – 70 °C	- 20 – 50 °C
Робочий тиск	1 – 500 бар	1 – 350 бар
Навантаження аналогового виходу	<500 Ом	<500 Ом



Рисунок 3.6 – Давач точки роси 510/515 [11]

3.1.2 Вибір виконавчих механізмів

Для регулювання рівня і тиску будем використовувати клапан. Проаналізувавши різні види клапанів та враховуючи умови експлуатації та витрати на купівлю було обрано електромагнітний клапан GEVAX 1901.

Даний клапан призначений для автоматичного переривання або забезпечення потоку рідини, повітря, пару, нафтопродуктів, кислоти, газу і інших речовин. Виготовлений він з латунного корпусу та внутрішніх запчастин з нержавіючої сталі. Доступний в типі "Нормально закритий" це означає, що клапан автоматично закриється від знеструмленого стану. Даний клапан є продуктом від Gevax [12].

Таблиця 3.7 – Порівняння клапану GEVAX 1901 з аналогом

	GEVAX 1901	GAMA GF-125F
Матеріал	латунь	чавун
Вид клапана	нормально закритий	нормально закритий
Ступінь захисту IP	65	65
Тип	електромагнітний	електромагнітний
Температура робочого середовища	- 10 + 80 °C	- 5 + 80 °C
Напруга	12 В, 24 В, 220 В	24 В, 220 В



Рисунок 3.7 – Електромагнітний клапан GEVAX 1901 [12]

Для регулювання витратою було прийнято рішення обрати кульовий кран з електроприводом. Приймавши до уваги тип вихідного сигнал, тип виконавчого механізму обрав кран НК60-Q-3PS.

Це пристрій з електричним приводом, який забезпечує високий крутний момент для повного відкриття або закриття клапана без витіку рідини, газу чи інших речовин. Він пропонує три типи приводів: двопозиційний, модулюючий та інтелектуальний, які дозволяють легко керувати пристроєм як локально, так і здалеку. Електричні приводи COVNA можуть бути підключені до зворотного зв'язку сигналу 4-20 мА, що допомагає відрегулювати кут перемикання клапана та дистанційно перевіряти його положення [13].

Таблиця 3.8 – Порівняння крану НК60-Q-3PS з аналогом

	НК60-Q-3PS	НК3Q-GT
Підключення	Фланцеві	Різьбове
Температура	- 10 + 180 °С	- 10 + 150 °С
Ступінь захисту IP	65	65
Напруга	DC-12В, 24В; 220В	220В
Сигнал	4-20 мА,	1 – 5 В
Середовище	Стічні води, морська вода, нафту, газ, повітря, спирт	Вода, газ, повітря



Рисунок 3.8 – Кульовий кран НК60-Q-3PS [13]

Для відведення регенованого абсорбенту з колони регенерації оберасмо насос. Розглянувши декілька варіантів, що є на ринку було прийнято рішення обрати насос Calpeda TP 100/A зважаючи на доцільність використання та витрати на купівлю пристрою.

Цей насос є одномодульним із периферійною робочою частиною, корпусом з'єднувальної частини виготовленим з чавуну. Він призначений для перекачування чистих, невибухонебезпечних рідин, що не містять абразивних або зважених частинок, та не є агресивними до матеріалів [14].



Рисунок 3.9 – Насос Calpeda TP 100/A [14]

Таблиця 3.9 – Характеристики насосу

	Calpeda TP 100/A.
Продуктивність	до 2,4 м3/ч
Ступінь захисту IP	54
Напруга	220 В
Частота обертів	2900 об/хв
КПД	91,2 %
Потужність	2,2 кВт

3.2 Вибір пристроїв верхнього рівня

ПЛК (програмований логічний контролер) - це електронний пристрій для автоматизації технологічних процесів та керування обладнанням в різних галузях промисловості. Він складається з мікропроцесора, програмного забезпечення та входів/виходів для підключення до зовнішнього обладнання.

Основна функція ПЛК полягає у зчитуванні сигналів з датчиків та інших вхідних пристроїв, обробці цих сигналів за допомогою програмного забезпечення та передачі сигналів на вихідні пристрої, такі як мотори, клапани та інше обладнання. ПЛК може виконувати різні логічні операції та математичні обчислення для керування обладнанням з високою точністю та швидкістю.

При виборі ПЛК потрібно враховувати його функціональні можливості роботи. Потрібно знати, які завдання будуть виконуватися із промисловим контролером. Наприклад, управління промисловими процесами, взаємодія з іншими системами, збір інформації. Наступним критерієм є кількість вхідних і вихідних сигналів. Необхідно визначити їхню кількість, які будуть потрібні для контролю та управління системою. Іншим параметром є швидкодія контролера. Для більш складних систем можуть бути потрібні більш потужні ПЛК. Іншими, не мало важливими є критерії надійності та ціни. Контролер повинен бути стійкий до різних впливів умов експлуатації.

Проаналізувавши нашу систему, є зрозумілим, що у нашому випадку ми повинні мати можливість підключити конкретну кількість аналогових та дискретних входів/виходів, а саме AI: 20, DI: 0, AO: 5, DO: 7. Крім цього, візьмемо до уваги, що процес осушення газу є промисловим процесом. Тому, будемо надавати перевагу ПЛК, який орієнтовний на виконання таких завдань.

Порівнявши ПЛК, які є на ринку було прийнято рішення обрати Mitsubishi FX5U-32MT/ES. Контролер Mitsubishi Electric FX5U-32MT/ES є надійним і компактним рішенням для автоматизації різноманітних промислових процесів. До основних переваг цього контролера відносяться:

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						29
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Висока продуктивність: FX5U-32MT/ES має швидкість операцій до 0,042 мс/крок, що забезпечує швидку обробку вхідних сигналів та ефективне управління процесом.

2. Гнучкість: контролер підтримує різноманітні модулі введення-виведення, що дозволяє розширювати його функціональні можливості за потреби. Також FX5U-32MT/ES підтримує понад 1100 різних типів модулів, що забезпечує гнучкість і можливості розширення системи в майбутньому.

3. Простота в налаштуванні: контролер має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс програмування, що дозволяє швидко налаштувати і запустити систему.

4. Надійність: FX5U-32MT/ES має високу стійкість до шуму та перешкод, що дозволяє уникнути помилкових відповідей в системі. Також контролер має захист від перенапруги, що дозволяє зберегти його від негативних впливів електричних розрядів.

5. Інтеграція з програмним забезпеченням: FX5U-32MT/ES підтримує багато різних протоколів зв'язку, що дозволяє інтегрувати його з різноманітним програмним забезпеченням.

Таблиця 3.10 – Характеристики ПЛК Mitsubishi FX5U-32MT/ES

Характеристика	FX5U-32MT/ES
Кількість аналогових входів (AI)	2
Кількість аналогових виходів (AO)	1
Кількість дискретних входів (DI)	16
Кількість дискретних виходів (DO)	16
Живлення	220В
Розмір пам'яті	64,000 кроків RAM (внутрішня)
Інтерфейси	Ethernet, RS485



Рисунок 3.10 – ПЛК Mitsubishi FX5U-32MT/ES [15]

До контролера потрібно підібрати модуль аналогового входу, щоб розшири кількість аналогових входів. Для на нашого ПЛК обримо три модулі FX5-8AD. Це дозволить реалізувати підключення всієї кількості аналогових входів.

Основні характеристики:

1. Живлення 24 В;
2. Кількість вхідних каналів: 8;
3. Сумісність FX5U, FX5UC;
4. Робоча температура: від -10 до +55 °С;
5. Роздільна здатність: 16 біт.



Рисунок 3.11 – Модуль Mitsubishi FX5-8AD [16]

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						31
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обтираємо модуль розширення кількості аналогових виходів. Такий модуль для нашого ПЛК має назву FX5-4DA-ADP.

Основні характеристики:

1. Живлення 24 В;
2. Кількість вихідних каналів: 4;
3. Сумісність FX5U, FX5UC;
4. Робоча температура: від -10 до +55 °С;
5. Роздільна здатність: 16 біт.



Рисунок 3.12 – Модуль Mitsubishi FX5-4DA-ADP [17]

Далі оберемо ПК для реалізації системи керування із можливістю зображення графічного інтерфейсу. Такий варіант виконання має ряд переваг. По перше, персональний комп'ютер забезпечує зручний та ефективний інтерфейс для оператора, що дозволяє керування технологічним процесом у реальному часі та здійснювати моніторинг параметрів процесу. По друге, він дозволяє збирати, аналізувати та зберігати великий обсяг даних про технологічний процес, що дозволяє ефективніше контролювати та оптимізувати процес. Як додаток, з комп'ютера можливо створювати різноманітні звіти та графіки для аналізу результатів роботи системи управління технологічним процесом.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						32
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для нашої системи системо оберемо QUBE QB та монітор Acer SB241YBI. Даний варіант має оптимальне співвідношення ціни та характеристик для виконання поставлених завдань. Це доводить реалізувати швидку роботу та зручне робоче місце.

Таблиця 3.11 – Характеристики QUBE QB та Acer SB241YBI

Характеристика	Показник
Процесор	Core i5-10400F, 2,9 ГГц Turbo Boost
Оперативна пам'ять	8 ГБ
Накопичувач	HDD 1 ТБ
ОС	Windows 10
Живлення	100 - 240 В 50 Гц
Діагональ дисплея	23,8
Тип матриці	IPS
Інтерфейс	Ethernet, USB 2.0, клавіатура, комп'ютерна миша.



Рисунок 3.13 – QUBE QB та Acer SB241YBI

Для живлення компонентів нашої системи оберемо блок живлення. Проаналізувавши ринок та взявши до уваги такі характеристики як потужність, надійність та ціна було прийнято рішення обрати Mean Well.

Блок живлення Mean Well може бути використаний для підключення різноманітних пристроїв, наприклад, датчиків, пристроїв керування. Це рішення сприяє досягненню найвищого рівня ефективності та продуктивності всієї системи. Джерело живлення гарантує стабільну вихідну напругу, а також має вбудовану захист від короткого замикання і перевантаження.

Таблиця 3.12 – Характеристики блоку живлення Mean Well

Характеристика	Mean Well
Вхідна напруга	90 – 264В
Вихідна напруга	24V
Захист	IP33
КПД	88.5%
Захист	Коротке замикання, Перевантаження, Перенапруга
Робоча температура	- 20 – 70 °С



Рисунок 3.14 – Блок живлення Mean Well [18]

Для керування насосом обрав частотний перетворювач YINGSHIDA AE-200. Це частотний перетворювач, який призначений для керування асинхронними електродвигунами потужністю 2,2 кВт. Цей перетворювач може працювати з напругою живлення 220 В, а також підтримує частотний діапазон від 0 до 600 Гц. YINGSHIDA AE-200 має досить компактний дизайн, що дозволяє легко монтувати його на будь-яку поверхню. Частотний перетворювач має вбудований дисплей, який відображає поточні параметри роботи, такі як частота, струм, напруга, швидкість, тощо. Крім того, він має можливість програмування параметрів через клавіатуру або з використанням комп'ютера.

Таблиця 3.13 – Характеристики ЧП

	AE-200
Потужність	2,2 кВт
Вхідна напруга	220В
Вихідна напруга	три фази 220В
Вихідна частота струму	0 – 600 Гц
Вхідна частота струму	40-65 Гц
Захист від	короткого замикання, перегріву, перевантаження



Рисунок 3.15 – Частотний перетворювач AE-200 [19]

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

РОЗДІЛ 4 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ

4.1 Розробка алгоритму роботи

Алгоритм системи керування процесом осушення газу, який зображений на рисунку 4.1 (а) і (б) можна розділити на основну програму та підпрограмами. На початку відбувається ініціалізація системи керування. Тобто, встановлення зв'язку між зовнішніми пристроями системи, завантаження програми керування, налаштування модулів вводу-виводу і встановлення початкових значень змінних, адрес та таймерів. Перед запуском відбувається перевірка показників тиску, рівня, що дозволить коректний запуск роботи. Після запуску виконується ряд підпрограм. Наступним етапом є моніторинг критичних показників перебігу процесу. При їх відхиленні відбувається сигналізація із повідомленням оператору про дану ситуацію. Після повідомлення є можливість зупинки процесу. Якщо відхилення переходить критичний рівень і оператор не реагує на повідомлення то відбувається аварійне зупинення для запобігання надзвичайної ситуації.

Підпрограми включають виконання сепарації, абсорбції газу та дегазації, регенерації абсорбенту. Забезпечення керування сепарацією та абсорбцією відбувається завдяки стабілізації відповідних параметрів, рисунки 4.2 і 4.3. При регулюванні процесу сепарації використовується співвідношення витрати промивної води та газу. Якщо значення не є в межах норми відбувається вплив на регулюючий орган. Для регулювання витрати абсорбенту необхідно мати значення витрати осушувача, газу та його точку роси. Далі відбувається розрахунок керуючого впливу на регулюючий орган. При регулюванні рівня опитуються відповідні давачі рівня. Якщо отримані значення більше або менше за задані відбувається відкриття або закриття клапанів.

Для стабілізації показників дегазації та регенерації абсорбенту ПЛК опитує відповідні давачі і на основі отриманих значень надає керуючий вплив на виконавчі пристрої. Алгоритм роботи представлений на рисунку 4.4 та 4.5.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						36
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

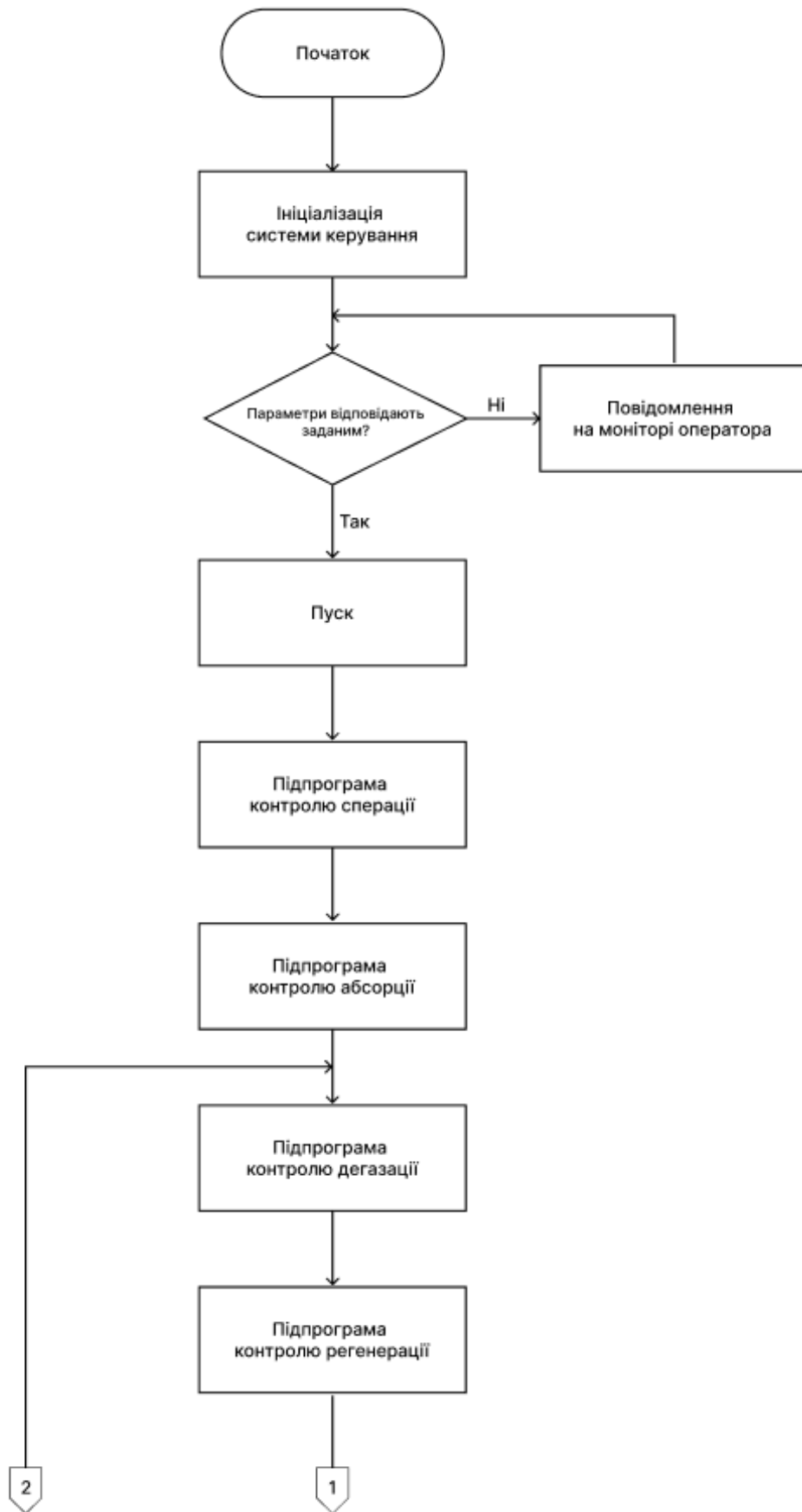


Рисунок 4.1 (а) – Алгоритм роботи основної програми

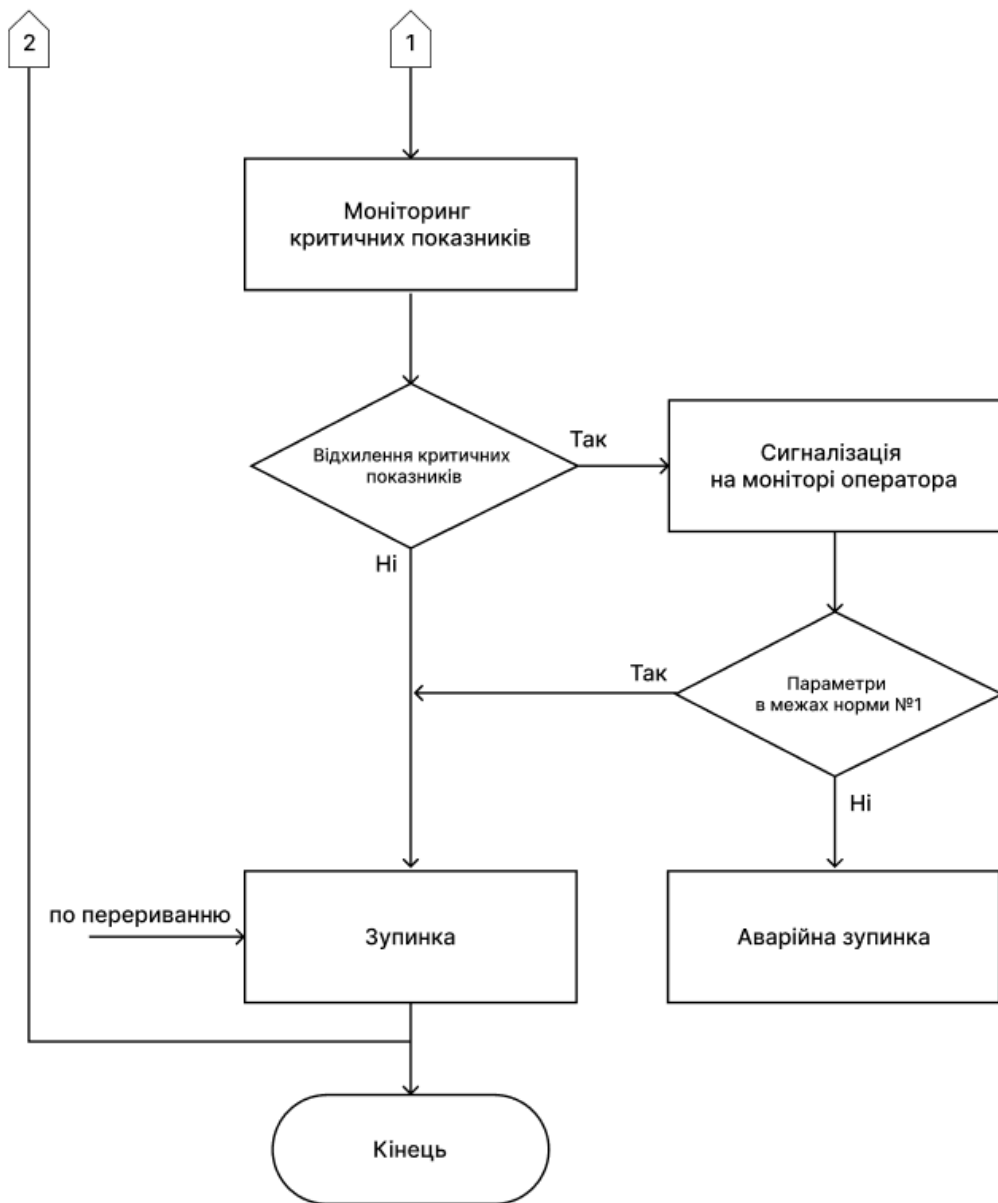


Рисунок 4.1 (б) – Алгоритм роботи основної програми

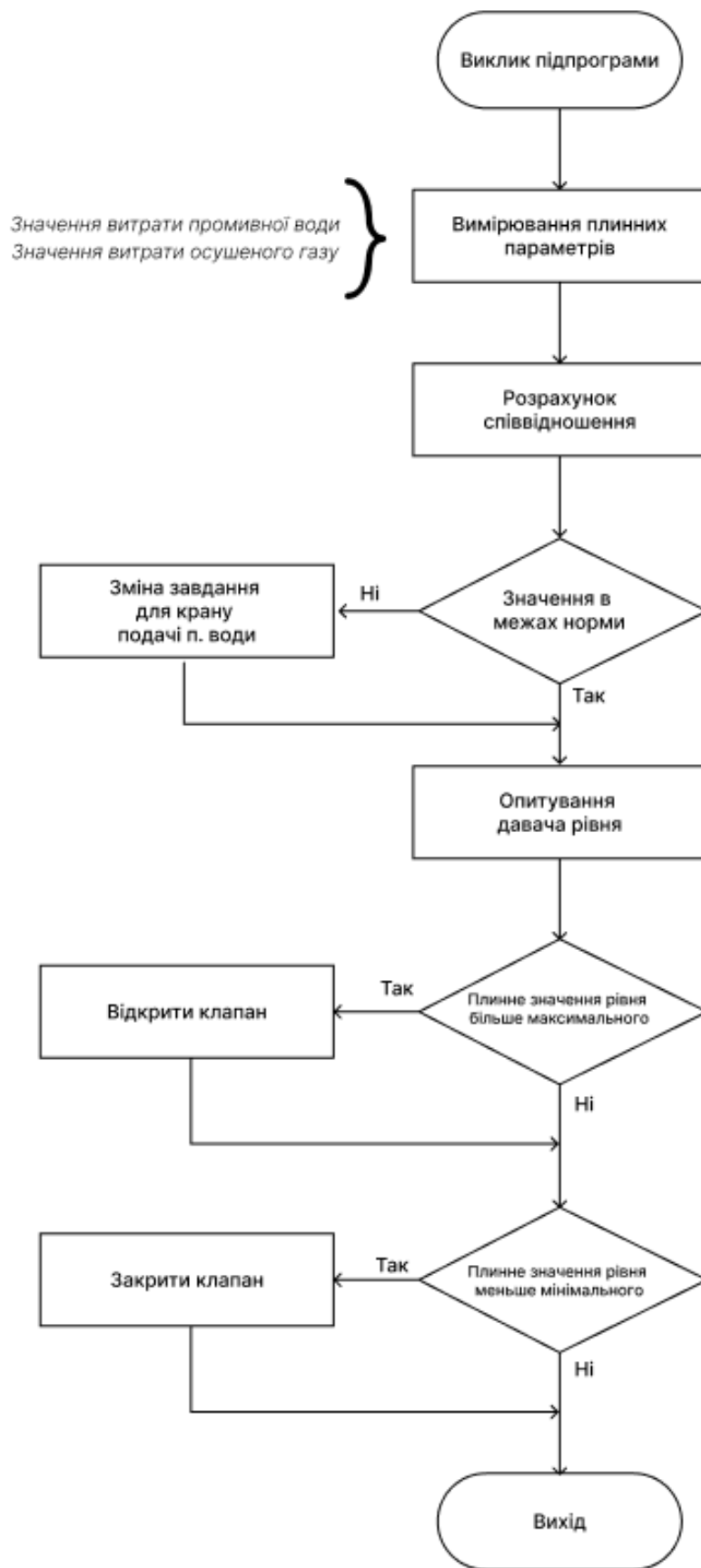


Рисунок 4.2 – Алгоритм підпрограми керування сепарацією

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

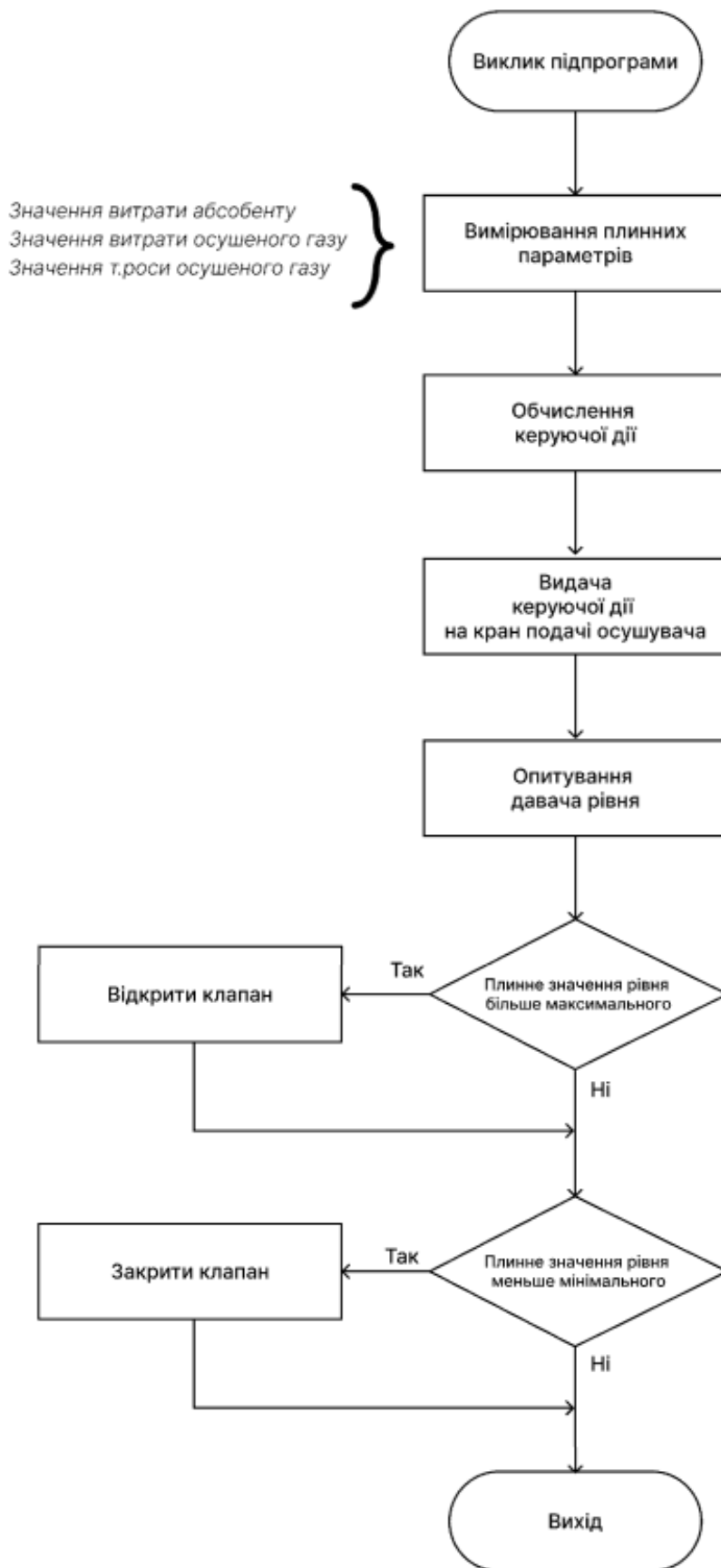


Рисунок 4.3 – Алгоритм підпрограми керування абсорбцією

Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

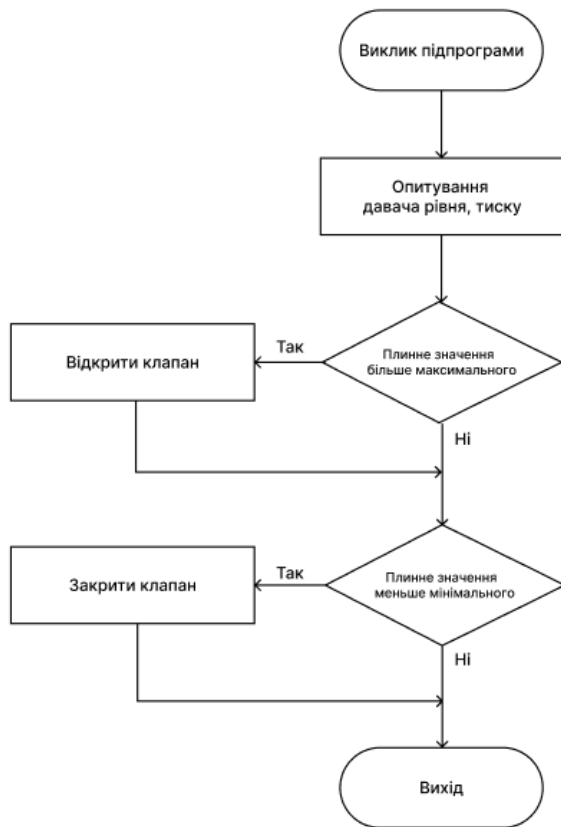


Рисунок 4.4 – Алгоритм підпрограми керування дегазацією



Рисунок 4.5 – Алгоритм підпрограми керування регенерацією

4.2 Розробка SCADA системи

4.2.1 Призначення SCADA системи

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) – це система контролю та збору даних, яка використовується для керування технологічними або виробничими процесами в режимі реального часу. Основне призначення цієї системи полягає у забезпеченні надійного та ефективного контролю над комплексним об'єктом керування.

Основні задачі SCADA системи:

- збір даних, що дає змогу, в подальшому, проводити аналіз та звітність щодо роботи системи, виявляти тренди, розраховувати ефективність та планувати оптимальні стратегії управління.

- контроль та керування виконавчими механізмами, що забезпечить належний перебіг технологічного процесу і підтримку його параметрів;

- моніторинг, що дозволяє вчасно попереджати про відхилення показників перебігу процесу для запобігання надзвичайних ситуацій;

- візуалізація технологічного процесу, дає змогу підвищити ефективність роботи оператора та зменшити його навантаження при роботі з об'єктом.

4.2.2 Програмне забезпечення для реалізації SCADA

На даний час існує досить велика кількість програмного забезпечення, що дають змогу реалізувати SCADA систему. Наприклад деякі з них:

- Ignition by Inductive Automation;

- Promotic SCADA;

- WinCC by Siemens;

- VTScada by Trihedral;

- InTouch by AVEVA.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						42
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серед всіх варіантів було прийнято рішення обрати Promotic SCADA. Це програмне забезпечення надає широкий функціонал для візуалізації даних, дозволяючи користувачам створювати гнучкі та ефективні інтерфейси для моніторингу та управління процесами. З його допомогою можна створювати інтуїтивно зрозумілі графічні схеми, діаграми, таблиці, графіки та інші візуальні елементи, що допомагають операторам швидко сприймати та аналізувати дані.

Ключовими факторами вибору Promotic SCADA є її вільний доступ для реалізації поставленої задачі та наявність різних комутаційних протоколів зв'язку. Це Modbus, OPC, Ethernet, та інші, що дозволяє підключати різні види ПЛК, зокрема той, що обраний для нашого проєкту.

4.2.3 Робота у програмному середовищі

Після встановлення програмного забезпечення з офіційного сайту запускаємо програму та створюємо новий проєкт.

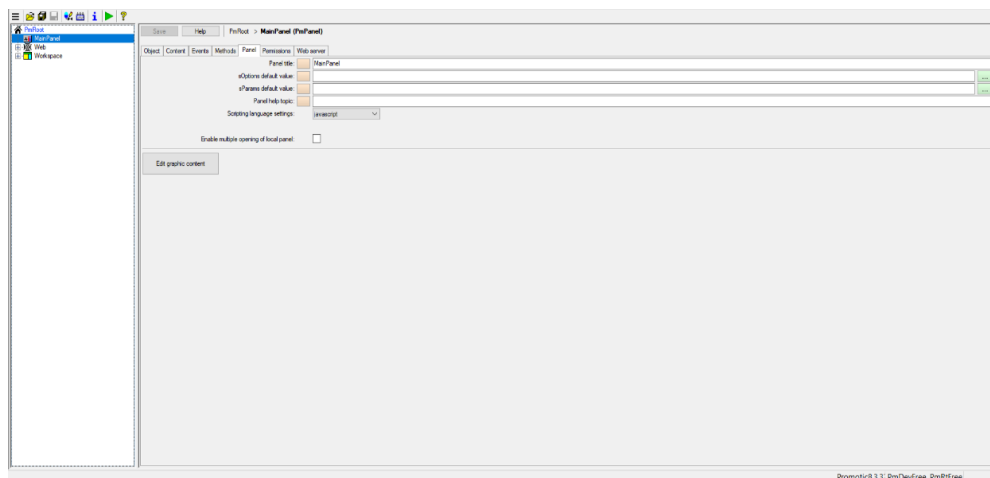


Рисунок 4.6 – Новостворений проєкт

Було прийнято рішення розділити систему на підпанелі для кращого сприйняття процесу. Для початку розроблюємо інтерфейс головної панелі керування. Із її допомогою можна запуснути або зупинити процес та забезпечити перехід до інших панелей за допомогою чотирьох кнопок. Вони дають змогу переходити до кожного підпроцесу керування.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						43
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.7 – Зображення головної панелі

Далі створюємо панель для підпроцесу сепарації газу. Для цього додаємо до дерева проекту файл data для збереження змінних для цієї панелі та саму панель. Її наповнення включає в себе схематичне зображення процесу сепарації, показання значень з датчиків та стан виконавчих механізмів. Крім того, можливе керування у ручному режимі завдяки кнопкам та слайдеру, які розташовані у правій частині. Є можливість переходу до головної панелі керування.

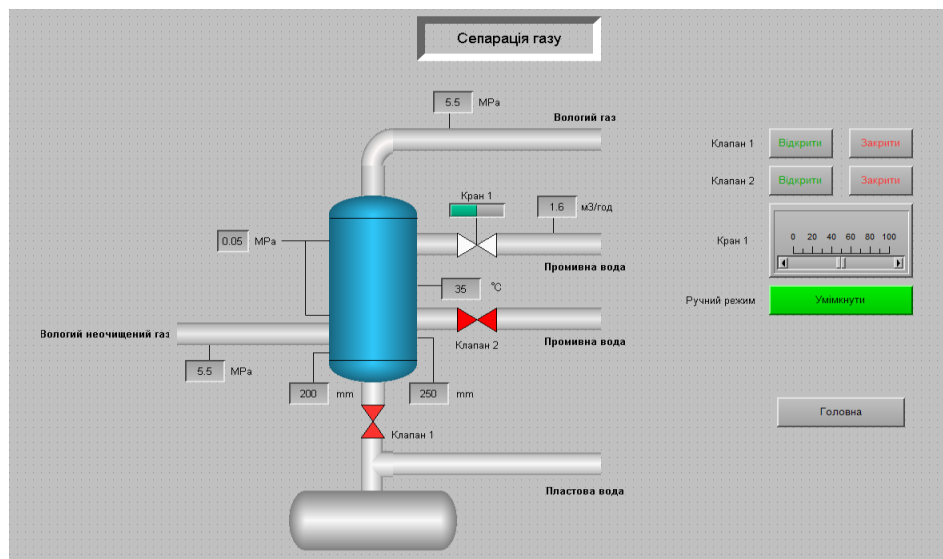


Рисунок 4.8 – Зображення першої панелі

Наступним кроком стане створення другої панелі, яка відповідає за абсорбцію газу. Алгоритм створення допоміжних файлів є таким же як і в попередньому випадку. На рисунку 4.9 видно, що панель складається з

схематичного зображення трубопроводу та абсорбера. Наявна індикація параметрів перебігу процесу та стану виконавчих механізмів, якими можна керувати у ручному режимі.

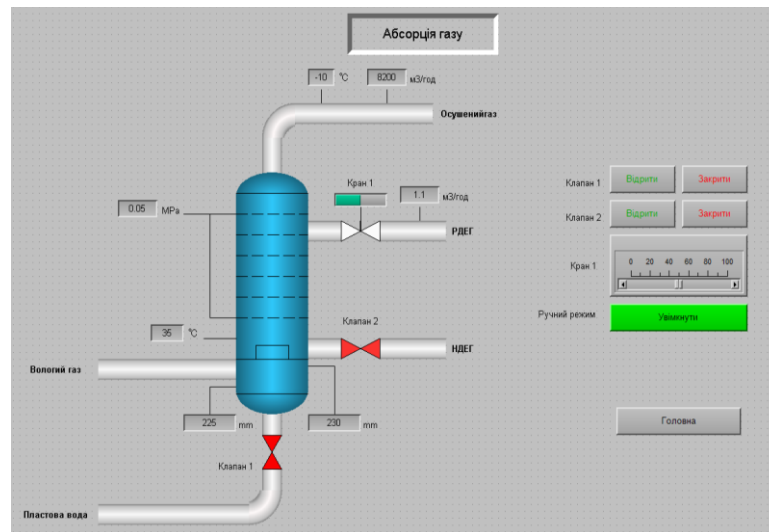


Рисунок 4.9 – Зображення другої панелі

Далі зображуємо елементи на третій панелі. Вона відповідає за підпроцес дегазації гліколю. Тут зображено три параметри, такі як тиск та показники рівня у двох секціях апарату. Крім індикації показників для оператора, він має можливість відкривати та закривати один з трьох клапанів та переходити до головної панелі керування.

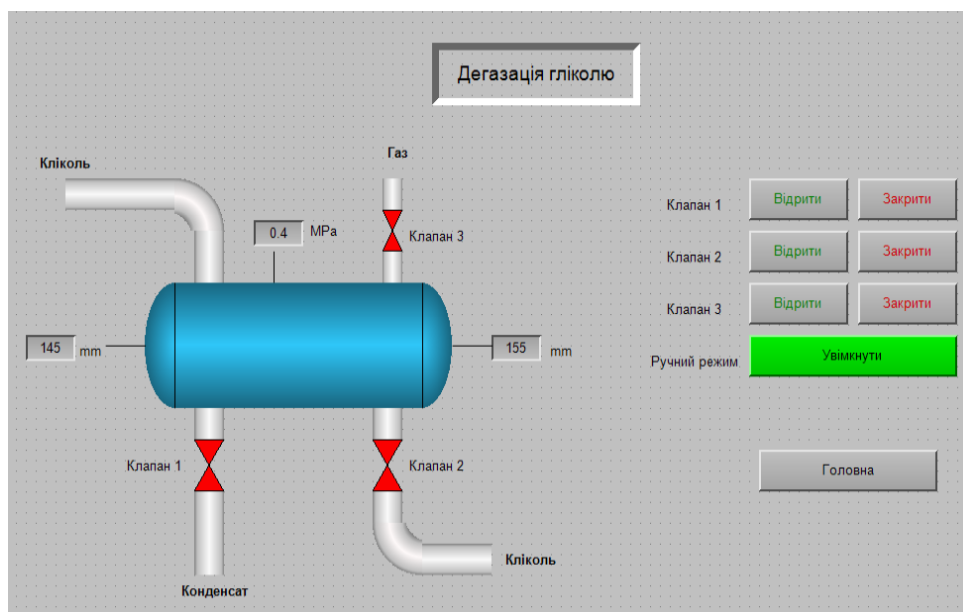


Рисунок 4.10 – Зображення третьої панелі

Остання панель відповідає за регенерацію гліколю. Вона має зображення регенераційної колони та відповідного трубопроводу, який приєднаний до неї. Оператор має можливість регулювати ступінь відкриття кранів. Відбувається виведення показників з датчиків тиску та температури, які розташовані у верхній та нижній частині колони. Крім цього є кнопка, яка дає можливість переходу до головної панелі.

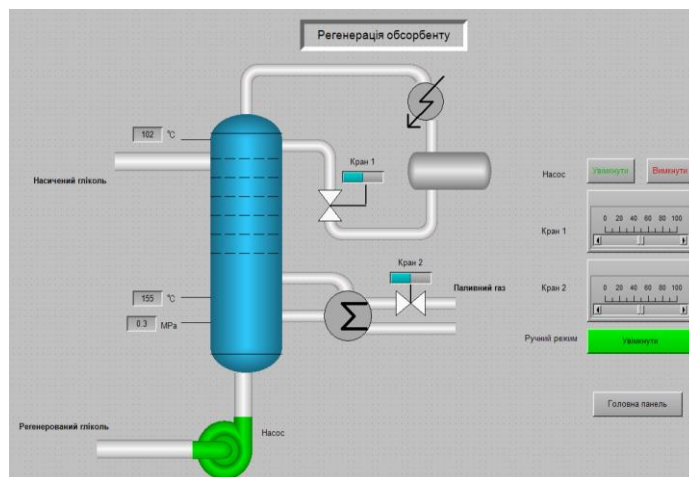


Рисунок 4.11 – Зображення четвертої панелі

У режимі моделювання є можливість відслідковування всіх створених змінних та змінення їх значення. Відбувається зміна кольору виконавчих механізмів при взаємодії з ними.

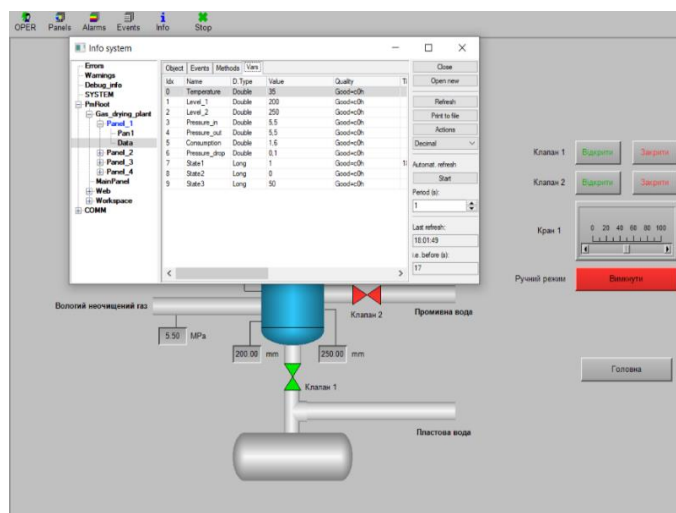


Рисунок 4.12 – Режим симуляції

РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА ПРИНЦИПОВОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ СХЕМИ

5.1 Призначення електричної принципової схеми

Основне призначення електричної принципової схеми полягає в тому, щоб підкреслити елементи схеми та їхні функції співвідношення один з одним. Схеми є надзвичайно цінним інструментом для усунення несправностей, які визначають, які компоненти мають підключення та як вони взаємодіють один з одним. Схема може включати в себе блоки, пристрої, сенсори, контролери та інші елементи, які взаємодіють між собою для контролю та управління процесом або системою.

Основні задачі електричної принципової схеми

- визначення структури системи;
- визначення функцій та завдань;
- визначення зв'язків та передачу сигналів;

5.2 Створення електричних принципових схем

Всі розроблені схеми представлені в додатку А. Першою схемою є схема живлення. Вона містить ряд пристроїв, зокрема пристрої захисту, пуску, зупинки та індикації аварії, подачі живлення. Від основного джерела живлення після силових контактів йде розгалуження напруги, які включають себе значення 220В та 24В. Відповідне значення напруги буде застосовуватися для конкретного пристрою, наприклад давачів або ПЛК.

Наступними схемами є схеми підключення давачів та виконавчих механізмів до ПЛК. Елементи схеми мають, як аналогове так і дискретні виходити. Залежно від значення сигналу є відповідні позначення.

Останньою схемою є схема підключення насоса. Він взаємодіє із ПЛК за допомогою частотного перетворювача. Живлення, яке під'єднане до ЧП має значення 220В.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						47
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОКИ

У дипломному проєкт було розроблено систему автоматичного керування процесу осушення газу.

У результаті розроблення було проведено конструктивно – технологічний аналіз об'єкту керування. На виході отримали схему інформаційно – матеріальних потоків. Далі було проведено вибір контурів керування процесом на основі яких розроблено схему автоматизації та таблиці вхідних, вихідних сигналів.

Проведено вибір засобів автоматизації нижнього та верхнього рівня. Їх вибір проводився на основі таблиць вхідних, вихідних сигналів та умов експлуатації. До пристрої нижнього рівня відносяться різного роду давачі та виконавчі механізми. У верхньому рівні засоби, що забезпечують автоматичне керування.

Наступним етапом розробки стало створення алгоритмів та SCADA системи. Було обрано програмне забезпечення, що дозволило виконати поставлене завдання по створенню панелей керування для роботи з об'єктом. Також була розроблена електрична принципова схема.

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ДЖЕРЕЛ

1. Martinotti S., Nolten J., SteinsbÃ, J. A. Digitizing oil and gas production. *McKinsey & Company* [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/digitizing-oil-and-gas-production>
2. Техніко-економічний аналіз сучасних методів осушення магістральних газопроводів | Ю Г Мельниченко | Ефективна економіка №3 2015. *Журнал «Ефективна економіка» - наукове фахове видання з питань економіки* [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=3876>
3. Дудля М.А. Процеси підземного зберігання газу: підручник / М.А. Дудля, Л.М. Ширін, Е.А. Федоренко. // Д.: Національний гірничий університет, 2012. 83 с.
4. Філімонова І.А. Процеси та апарати харчових виробництв: Навч.-мет.посібник для самостійної роботи студентів / І.А.Філімонова // – Умань: видавничо-поліграфічний центр «Візаві», 2014. – 64 с.
5. Осушення газу рідкими поглиначами [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу: <http://um.co.ua/8/8-2/8-28380.html>
6. Datasheet PCE-28 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.abacuskft.hu/pce-28-nyomastavado/letoltes/Aplisens/nyomastavado-PCE-28.pdf>
7. Datasheet FKC [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.georgin.com/pdf/files/fc-fkc-en.pdf>
8. Datasheet MBT 3560 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://ugov.ua/upload/iblock/645/66.pdf>
9. Datasheet Rosemount 8800 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://www.emerson.com/documents/automation/product-data-sheet-rosemount-8800d-vortex-flowmeter-en-73468.pdf>

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						49
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. PIL P43 ULTRASONIC SENSOR ANALOG OUTPUT CABLE CONNECTOR [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до https://www.oem.ee/products/sensor-,a-,switches/ultrasonic-sensors/pil-p43-ultrasonic-sensor-analog-output-cable-connector-_-608650

11. Datasheet FA 510/515 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до https://www.cs-instruments.com/fileadmin/cs-data/Datenblaetter/Data%20sheets%20-%20EN/Data_sheet_FA510_515_desiccant_driers_EN.pdf

12. GEVAX 1901 [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://prom.ua/p1175663855-gevax-elektromagnitnyj-klapan.html>

13. COVNA HK60-Q-3PS Series Electric Actuator 3PC Ball Valve [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://www.covnagroup.com/product/covna-hk60q-3ps-series-electric-3pc-ball-valve>

14. Datasheet Calpeda TP 100/A [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до https://www.calpeda.com/system/product/catalogue_50hz/63/en/T_TP_EN2021.pdf?1630489855

15. Контроллер Mitsubishi FX5U-32MT/ESS [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://trade-control.com.ua/mitsubishi-fx5u-32mt-ess>

16. Модуль Mitsubishi FX5-8AD [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://trade-control.com.ua/ua/products/mitsubishi-fx5-8ad>

17. Модуль Mitsubishi FX5-4DA-ADP [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://trade-control.com.ua/products/mitsubishi-fx5-4da-adp>

18. Блок живлення Mean Well [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до https://artled.com.ua/meanwell-ndr-240-24/?gclid=Cj0KCQjw9deiBhC1ARIsAHLjR2DEqrVKZMY65M5hvEAEjV39tN10QpdnujHdFdFu96jxi-H9L7lfqzQaAtlMEALw_wcB

19. Частотний перетворювач із векторним керуванням 2,2 кВт. Трифазний [Електронний ресурс]. – 2023. – Режим доступу до <https://npo-gidromash.com.ua/ua/p1690937155-chastotnyj-preobrazovatel-vektornym.html>

					СУ-91.6.151.01.ПЗ	Арк
						50
Зм..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

