

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: «Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400
м3/год»

Здобувача(ки) групи СУ-91

Дудка Данил Миколайович

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

(підпис)

Данил ДУДКА

Керівник: доцент кафедри КСУ, к.ф-м. н., доцент, Сергій СОКОЛОВ

(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	A4		Завдання кафедри	1		
			<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	T3	Технічне завдання	2		
3	A4	СУ-91 6.151.00 ПЗ	Пояснювальна записка	50		
			<u>Документація конструкторська</u>			
			<u>Новорозроблена</u>			
5	A2	СУ-91 6.151.00 А2	Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м ³ /год. Функціональна схема автоматизації	1		
6	A4	СУ-91 6.151.00 ПЕ	Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м ³ /год. Перелік елементів	1		
7	A3	СУ-91 6.151.00 Е3	Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м ³ /год. Схема принципово-електрична	4		
8	A4	СУ-91 6.151.00 С1	Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м ³ /год. Схема інформаційно-матеріальних потоків	1		

					СУ-91 6.151.00.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.					Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.						1	1
Реценз.					СумДУ, СУ-91		
Н. Контр.							
Затверд.							
					Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м ³ /год Перелік документації		

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Дудка Данил Миколайович

1. Тема проєкту: автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год.

Затверджено наказом ректора університету. № 0236-VI від "14" березня 2023р.

2. Термін здавання студентом закінченого проєкту " __ " _____ 20 __ р.

3. Вихідні дані до проєкту: звіт з переддипломної практики, публікації, статті.

4. Зміст пояснювальної записки: огляд системи, автоматизація станції генерації медичного кисню, вибір ТЗА, розробка ЕЗ, розробка інтерфейсу оператора.

5. Перелік графічних матеріалів: __ рисунків, __ таблиць, __ додатків.

6. Календарний план проєктування

Номер етапу	Зміст етапу проєктування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	
2	Аналіз предметної області. Область застосування.	
3	Розробка автоматизованої системи генерації медичного кисню	

4	Розробка основних схем автоматизації.	
5	Розробка SCADA системи	
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації	

7. Дата видачі завдання “__” _____ 20__р.

Керівник проекту:

доцент кафедри КСУ,
к.ф-м. н., доцент

Сергій СОКОЛОВ

Здоюувач:

студент гр. СУ-91

Данил ДУДКА

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

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизованої станції генерації медичного кисню
продуктивністю 400 м³/год

Розробник:
студент групи СУ-91

Данил ДУДКА

Погоджено:
доцент кафедри КСУ,
к.ф-м. н., доцент

Сергій СОКОЛОВ

1. Назва і галузь застосування: автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год; медицина, лікарні.

2. Підстави для проектування: Наказ ректора Сумського державного університету № _____ від _____, інші договори або замовлення.

3. Загальний опис об'єкта автоматизації:

а) установка призначена для виробництва медичного кисню та постачання кисню до медичних систем, має автоматичний та ручний режим роботи, складається з компресора, ресиверів та адсрберів.

4. Основні частини системи та структурна схема:

а) описує основні частини системи, дає опис про їх функції та взаємозв'язки, повинен мати графічне зображення структури системи;
б) повинна містити не лише блоки пов'язані із технологічним процесом а ще й блоки електрошафи та пультав керування;
в) показує читачеві загальний план вашої системи з віддаленого ракурсу, як наприклад карта земної кулі на якій ми бачимо розміщення частин світу;

5. Опис блоків системи керування :

а) розділ повинен мати підрозділи, у кожному підрозділі описується окремий блок;
б) опис блока повинен містити список функцій які повинен виконувати блок, після списку потрібно описати як саме буде реалізована кожна функція;
в) підрозділ детально описує елементи блока до найменших деталей включаючи моделі виконавчих механізмів та давачів, при необхідності повинен мати графічні зображення для кращого розуміння;
г) кожен підрозділ показує читачеві конкретну частину системи великим планом, наче знімок військової бази з супутника.

6. Опис алгоритмів та режимів роботи системи:

а) повинен описувати алгоритм роботи системи у тому числі алгоритм взаємодії з оператором;
б) опис алгоритму повинен бути чітким та не повинен мати непередбачений результат при виникненні нештатних ситуацій;
в) при необхідності може бути доповнений графічними елементами, наприклад блок-схемою;
г) даний розділ дає розуміння про алгоритм роботи системи в цілому.

7. Умови експлуатації системи керування:

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

а) температура навколишнього середовища – від плюс 5 до 50°C

б) відносна вологість до 80% при температурі до 25°C;

в) атмосферний тиск від 84 до 106,7 кПа (від 630 до 800 мм рт. ст.);

г) живлення БЖ для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення ПЛК – 220В 50 Гц; живлення панелі оператора – 24В;. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 54.

8. Технічні вимоги:

Склад технічних засобів системи:

- а) первинні перетворювачі (давачі);
- б) вимірювачі, що встановлюються безпосередньо на обладнанні;
- в) мікропроцесорний контролер;
- г) засоби відображення і представлення інформації;
- д) засоби введення оперативної і керуючої інформації;
- е) виконавчі механізми;
- є) регулюючі органи;
- ж) перетворювачі сигналів

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

9. Стадії та етапи проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	1.05.23 - 05.05.23
2	Аналіз предметної області. Область застосування.
3	Розробка автоматизованої системи генерації медичного кисню
4	Розробка основних схем автоматизації.
5	Розробка SCADA системи
6	Оформлення дипломного проекту та супровідної документації

10. Додатки:

Додаток А. Конструкторська документація:

- СУ-91 6.151.000.00 С1 Схема інформаційно – матеріальних потоків системи автоматизованої станції генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год

- СУ-91 6.151.000.00 А2 Функціональна схема системи автоматизованої станції генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год
- СУ-91 6.151.000.00 Е3 Схема принципова електрична автоматизованої станції генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год
- СУ-91 6.151.100.00 С1 Структурна схема системи автоматизованої станції генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год

АНОТАЦІЯ

Дудка Данил Миколайович. Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год. Дипломний проєкт. Сумський державний університет. Суми, 2023.

Дипломний проєкт містить 53 аркуші пояснювальної записки, 31 рисунок, 15 таблиць та 4 схеми. При виконанні дипломної роботи було використано 12 літературних джерел.

Дана дипломна робота присвячена автоматизації станції генерації медичного кисню потужністю 400 м³/год. Метою роботи є розробка ефективної та надійної системи автоматизації, яка забезпечить безперебійне та ефективне виробництво медичного кисню з високою якістю.

У роботі будуть розглянуті різні аспекти автоматизації станції генерації медичного кисню, включаючи види систем та їх призначення, характеристики системи, принцип роботи генератора кисню методом PSA (Pressure Swing Adsorption), контури підготовки повітря, адсорбції та видачі кисню.

Основна цінність даної дипломної роботи полягатиме у розробці технічного рішення для автоматизації станції генерації медичного кисню, що може бути використане в медичних установах для забезпечення потреб пацієнтів у високоякісному кисні.

Ключові слова: станція генерації кисню, система керування, кислородна станція, автоматизована станція кисню.

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2023 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проєкту

«Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год»

Керівник проєкту:

к. ф.-м., доцен

Сергій СОКОЛОВ

Здобувач:

Студент групи СУ-91

Данил ДУДУКА

ЗМІСТ

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД СИСТЕМИ	6
1.1 Основне призначення та типи систем	6
1.2 Технологічні об'єкти.....	8
1.3 Характеристики системи та умови експлуатації.....	10
РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАНЦІЇ ГЕНЕРАЦІЇ МЕДИЧНОГО КИСНЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ 400 М ³ /ГОД	13
2.1 Аналіз технологічного процесу виробництва медичного кисню технологією Pressure Swing Adsorption – адсорбція при змінному тиску	13
2.2 Функціональні задачі керування.....	14
2.3 Опис контурів керування.....	14
2.3.1 Контур підготовки повітря.....	15
2.3.2 Контур генерації кисню.....	16
2.3.3 Контур розподілу кисню	19
2.3.4 Контур протипожежної безпеки	20
РОЗДІЛ 3 ПІДБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	22
3.1 Вибір логічного контролера, модулів розширення, панелі оператора та електроніки для ЩК.....	22
3.2 Вибір датчиків.....	28
3.3 Вибір виконавчих механізмів	32
РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНО-ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ	36
4.1 Вибір програмного забезпечення.....	36
4.2 Розробка схеми	37
РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА МНЕМОСХЕМИ ТА ЗАСОБІВ КЕРУВАННЯ.....	44
5.1 Загальні поняття	44
5.2 Проектування інтерфейсу	44
ВИСНОВКИ	50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	52

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Дудка Д.М.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.						2	48
Реценз.					СумДУ, СУ-91		
Н. Контр.							
Затверд.		.Леонтьев П.В.					
					Автоматизована станція генерації медичного кисню продуктивністю 400 м3/год Пояснювальна записка		

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

САК – Система автоматичного керування;

ВМ – виконавчий механізм;

ПЛК – програмований логічний контролер;

ТЗА – технічні засоби автоматизації;

ЩК – щит керування;

НМІ – human machine interface;

ФСА – функціональна схема автоматизації;

AI – Analog input;

DI – digital input;

DO – digital output;

AO – Analog output;

САПР – система автоматизованого проектування;

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>3</i>

ВСТУП

В сучасному світі медичний кисень є одним із найважливіших компонентів медичної терапії. Він використовується в лікарнях, клініках та медичних закладах для забезпечення кисневої терапії пацієнтів з різними захворюваннями. З метою забезпечення стабільного постачання якісного медичного кисню, станції генерації медичного кисню стали широко використовуватися у медичній індустрії.

Однак, для ефективного та безперебійного функціонування станцій генерації медичного кисню необхідна автоматизація процесів виробництва. Це дозволить забезпечити постійний контроль над якістю та кількістю виробленого кисню, а також забезпечити аварійне відключення системи у разі виявлення неполадок.

Метою даної дипломної роботи є розробка та впровадження системи автоматизації станції генерації медичного кисню потужністю 400 м³/год.

Завданням дипломного проєкту є:

- 1.Огляд системи;
- 2.Формування функціональних задач керування, розробка схеми інформаційно-матеріальних потоків, функціональну схему автоматизації, опис контурів керування;
- 3.Підбір технічних засобів автоматизації, а саме: контролер, датчики, виконавчі механізми. А також формування верхнього рівня;
- 4.Розробка електрично-принципової схеми;
- 5.Розробка інтерфейсу оператора.

Методи дослідження, які використовувалися в дипломному проєкті.

1. Проведення аналізу літератури, наукових статей, книг та інших джерел, що стосуються автоматизації систем генерації медичного кисню.
2. Аналіз технології виробництва медичного кисню, а також розробка схем автоматизації, електрично-принципових схем.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

3. Огляд технічних засобів автоматизації та їх вибір.

Очікується, що результати даної дипломної роботи сприятимуть покращенню процесів виробництва медичного кисню, забезпеченню його стабільної якості та кількості, а також зменшенню ризику виникнення аварійних ситуацій. Автоматизація станції генерації медичного кисню потужністю 400 м³/год є актуальною та важливою задачею в контексті сучасних вимог до медичної індустрії.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД СИСТЕМИ

1.1 Основне призначення та типи систем

У світі існує велика кількість людських захворювань, особливо ті, лікування яких потребує кисневої терапії. На жаль світ зіштовхнувся з глобальною пандемією COVID – 19, від якої померло дуже багато людей. В найважчих формах цього захворювання людина потребує додаткового кисню. На превеликий жаль, не усім лікарням вистачало кисню для пацієнтів, а у деяких лікарень взагалі немає можливості виробляти кисень.

Автоматизована установка з генерації медичного тиску призначена, для вироблення медичного кисню продуктивністю 400 м³/год. Цього цілком достатньо для медичних закладів. Система зазвичай забезпечує:

- ефективність та точність;
- безперебійне функціонування;
- безпеку;
- моніторинг та контроль якості;
- збір та зберігання інформації про виробництво кисню.

Ефективність та точність досягається шляхом автоматичного контролю та регулювання різни параметрів, таких як тиск, температура, вологість та концентрація кисню, що дозволяє досягти стабільного та відповідного якості виробленого кисню.

Безперебійне функціонування зазвичай дозволяє автоматично виявляти та реагувати на неполадки, помилки або відхилення в роботі системи. Наприклад, у разі перевищення допустимих меж параметрів, система може автоматично відключати процес виробництва, запобігаючи випуск неконтрольованого або низької якості кисню.

Одним із основних призначень систем автоматизації є забезпечення безпеки як для персоналу, так і для пацієнтів. Вони включають системи безпеки,

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		6

які виявляють можливі небезпеки, наприклад, викиди газів або пожежні ризики, та автоматично ініціюють заходи безпеки, такі як автоматичне відключення або сповіщення операторам та пожежним службам.

Моніторинг та контроль якості потрібен для перевірки концентрації кисню, показників чистоти, вологості та інші важливі параметри згідно з встановленими стандартами та нормами. Це дозволяє гарантувати, що кінцевий продукт відповідає всім медичним вимогам та безпечним для використання пацієнтами.

Збір та зберігання інформації про виробництво кисню забезпечує можливість проведення детального аналізу, виявлення трендів, виявлення проблемних місць та вдосконалення процесу виробництва. Крім того, ці системи можуть автоматично генерувати звіти, сертифікати якості та іншу необхідну документацію.



Рисунок 1.1 – Приклад системи

Є різні типи установок з генерації медичного кисню. Є об'єкти, які знаходяться у спеціальних приміщеннях, але проблемою є те, що необхідно або побудувати або знайти приміщення для установки. Також є установка з генерації медичного кисню контейнерного типу. Контейнерний тип досить зручний, він має щит автоматики, ресівери, адсорбери та фільтра. Контейнер можна перевозити, можна встановити в будь-якій точці світу.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1.2 Технологічні об'єкти

Автоматизована станція генерації медичного кисню - це комплекс певних технологічних об'єктів, в яких за допомогою фізичних та хімічних процесів відбувається виробництво кисню.

Установка з генерації кисню складається з:

- компресора;
- колони з активованим вугіллям;
- ресіверів;
- фільтрів;
- запірної арматури;
- адсорберів;
- наповнювальної рамп.

Також до системи входить щит керування, в якому розміщуються автоматичні вимикачі, блоки живлення, контролер, модулі контролера, підключення давачів та інші електронні пристрої призначені для керування станцією. Також на станції присутня панель оператора, за допомогою якої здійснюється контроль та ручне керування станцією генерації кисню.

Установка повинна бути обладнана протипожежними засобами безпеки, а саме вуглекислотним пристроєм пожежогасіння. Також необхідно використовувати ручний сповіщувач «Пожежа!» та світловий сигналізатор «Пожежа!».

Система має знаходитися у вентильованому приміщенні. Наприклад якщо система знаходиться у контейнері, то необхідно вмонтувати двигун з вентилятором.

На рисунку 1.2 зображено приклад виконання установки генерації медичного кисню.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8



Рисунок 1.2 Установа генерації медичного кисню

На рисунку 1.2 зображено ресивери, адсорбери, щит керування та фільтра. Це по суті і є основний блок, для виробництва кисню.

На рисунку 1.3 зображено контейнерне виконання установки генерації медичного кисню

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9



Рисунок 1.3 – Контейнерне виконання установки з генерації медичного кисню

На рисунку 1.3 зображено фільтра, адсорбери, запірну арматуру та ресивер.

1.3 Характеристики системи та умови експлуатації

Щоб повною мірою описати характеристики системи нам необхідно розібратися, де буде знаходитися система, в яких умовах вона експлуатуватиметься. Також характеристики системи залежать від продуктивності установки.

Характеристики автоматизованої станції генерації медичного кисню можемо побачити у таблиці 1.1.

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

Таблиця 1.1 – Характеристики автоматизованої станції генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год:

Назва	Параметр
Живлення системи	380 В 50Гц
Випробування тиском	15 бар
Робоча температура	5...40 *С
Робочий тиск	10 бар
Давачі	Температури, тиску, точки роси, чистоти кисню, витратомір.
Компресор, тип	З частотним регулюванням
ТО	Раз на півроку
Продукт	Медичний кисень 93 ±3% чистоти
Розмір панелі	7” або 10”
Продуктивність	400 м ³ /год

З умовами експлуатації системи можна ознайомитися у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Умови експлуатації автоматизованої станції з генерації медичного кисню

Назва	Параметр
Температура навколишнього середовища	5...50 *С
Вологість повітря	5...70%
Живлення системи	380В 50Гц
Захист ЩК	не нижче IP55
Захист від витоку струму та КЗ	так
Кнопка аварійної зупинки	так

У першому розділі було проаналізовано предметну область системи, детальніше розібрали призначення її та з яких технологічних об'єктів складається та наведено характеристики системи та умови експлуатації.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

РОЗДІЛ 2 АВТОМАТИЗАЦІЯ СТАНЦІЇ ГЕНЕРАЦІЇ МЕДИЧНОГО КИСНЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ 400 М³/ГОД

Здійснивши огляд станції генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год, а саме її призначення та типи виконання системи, з якого саме технологічного обладнання складається система та визначивши технічні характеристики системи та умови її експлуатації можемо ознайомитися з технологічним процесом виробництва медичного кисню розробивши схему інформаційно – матеріальних потоків, сформувавши функціональні задачі керування та розробивши функціональну схему автоматизації.

2.1 Аналіз технологічного процесу виробництва медичного кисню технологією Pressure Swing Adsorption – адсорбція при змінному тиску

Технологічний процес отримання медичного кисню можна представити у вигляді схеми інформаційно – матеріальних потоків СУ-91 6.151.00 С1, або зобразити на рисунку 2.1.

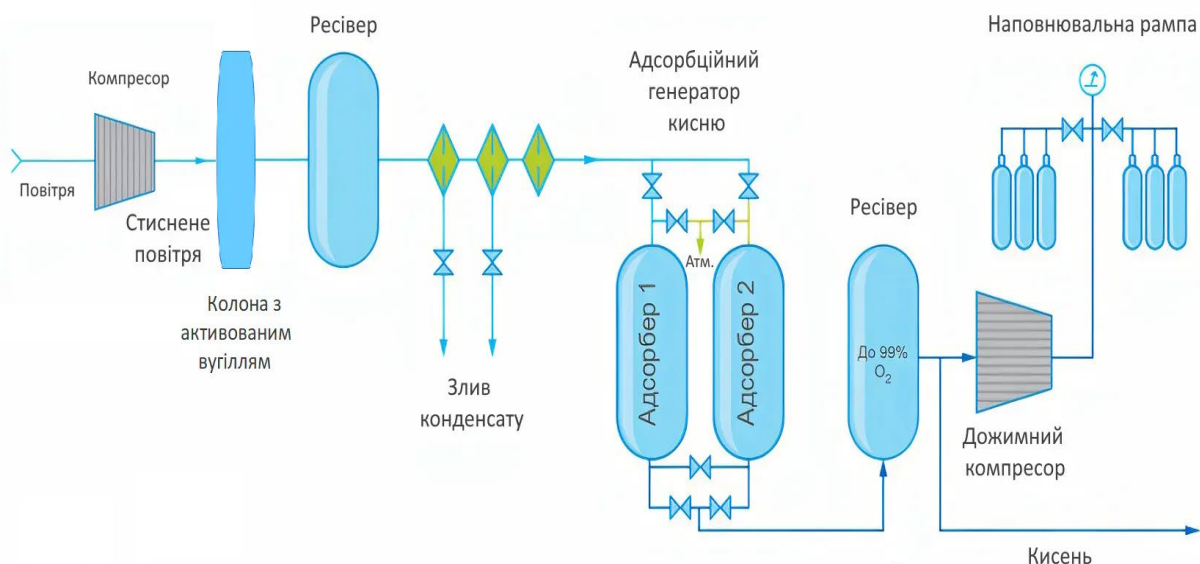


Рисунок 2.1 – Схема інформаційно – матеріальних потоків системи

Принцип роботи генератора кисню PSA полягає в фільтрації повітря за допомогою мембрани або молекулярного сита. Повітря пропускається через адсорбери, заповнені адсорбентом, який найчастіше є вугільно-молекулярним ситом. В цьому процесі кисень адсорбується більш ефективно, ніж азот, тому газове середовище збагачується азотом. Після насичення першого адсорбера киснем, повітря переключається на другий адсорбер, а перший регенерується шляхом зниження тиску, видалення адсорбованого кисню та відновлення властивостей сита. Цей процес базується на різниці швидкості проникнення азоту та кисню через фільтруючий матеріал. Таким чином, генератор PSA виробляє чистий кисень, який може бути використаний у медичних пристроях для лікування різних захворювань, які потребують додаткової кисневої терапії.

2.2 Функціональні задачі керування

Формуємо функціональні задачі керування автоматизованою системою трекінгу сонячною електростанцією:

1. Контроль та регулювання тиску.
2. Контроль та регулювання температури.
3. Контролю та керування процесом адсорбції.
4. Моніторинг якості та витрати кисню.
5. Реалізація протиаварійних заходів.

2.3 Опис контурів керування.

Спираючись на схему інформаційно – матеріальних потоків та на функціональні задачі керування можемо окремий контур системи та розробити функціональну схему автоматизації.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		14

2.3.1 Контур підготовки повітря

Контур підготовки повітря є важливою складовою автоматизованої станції генерації медичного кисню на основі технології PSA. Його головна функція полягає в забезпеченні вхідного повітря необхідної якості та параметрів перед подальшою обробкою для виробництва медичного кисню.

Контур підготовки повітря зазвичай включає наступні компоненти та процеси:

1. Фільтрація. Повітря, яке входить у систему, проходить через фільтри для видалення твердих частинок, пилу, бактерій та інших забруднень. Це допомагає забезпечити чистоту вхідного повітря і запобігає пошкодженню наступних компонентів системи.

2. Сушіння. Повітря має бути відсушене перед проходженням через молекулярне сито або адсорбери. Це досягається за допомогою сушильних пристроїв, які видаляють вологу з повітря, зменшуючи його точку роси.

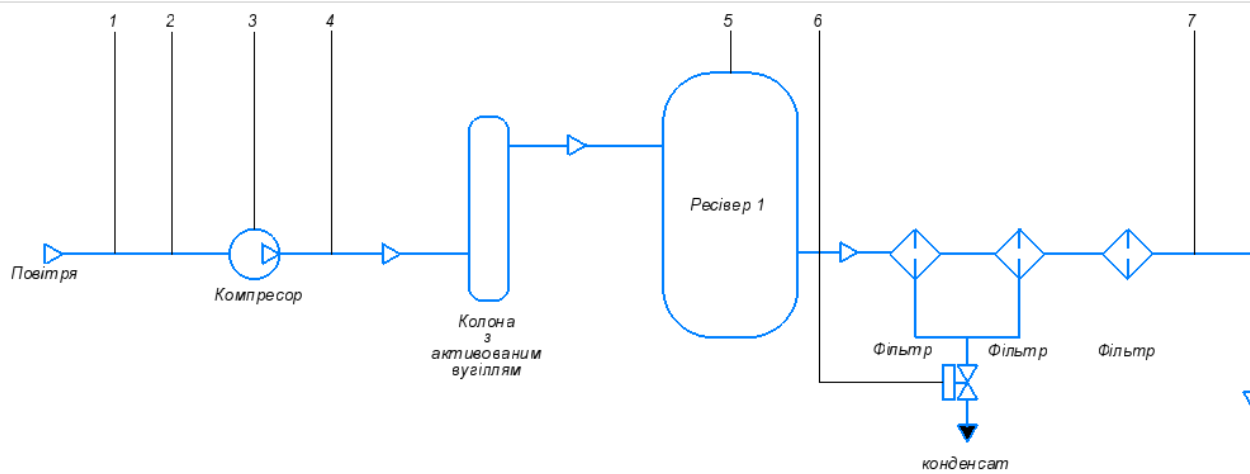
3. Регулювання тиску. Контур підготовки повітря також забезпечує регулювання тиску перед входом у молекулярне сито або адсорбери. Це дозволяє оптимально налаштувати параметри для ефективної роботи процесу адсорбції та десорбції кисню.

4. Моніторинг параметрів. Контур підготовки повітря має вбудовану систему моніторингу, яка контролює різні параметри, такі як тиск, температура, вологість та якість повітря. Це дозволяє виявляти будь-які відхилення або проблеми в режимі реального часу і приймати відповідні заходи.

5. Запобіжні заходи. Контур підготовки повітря може також включати систему запобіжних заходів, яка автоматично відключає або переключається на резервні компоненти у разі виникнення аварійних ситуацій або відхилень в параметрах роботи.

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>		15

Контур підготовки повітря автоматизованої станції генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год зображено на рисунку 2.2.



		1	2	3	4	5	6	7
ПОЛЕ		TE	PE	PCU	PE	PE	PCU	PE
ПЛК	AI	●	●		●	●		●
	DI		●	●			●	●
	DO	●		●			●	
	AO							
Панель	DI	●						
	DO		●					

Рисунок 2.2 – Контур підготовки повітря

2.3.2 Контур генерації кисню

Контур адсорбції є ключовим компонентом автоматизованої станції генерації медичного кисню на основі технології PSA (Pressure Swing Adsorption). В цьому контурі відбувається процес видалення вуглекислого газу з повітря та одночасне збереження кисню, що становить кінцевий продукт.

Основні етапи та компоненти контуру адсорбції включають:

Адсорбери. Адсорбери є ключовими елементами контуру адсорбції. Вони заповнені адсорбентом, яким часто є вугільно-молекулярне сито. Повітря, яке пройшло попередню підготовку, подається через адсорбери, які працюють по черзі. Адсорбент здатний притягувати вуглекислий газ, тоді як кисень проходить крізь систему.

Адсорбція. Під час проходження повітря через адсорбери відбувається процес адсорбції, внаслідок якого вуглекислий газ затримується адсорбентом, а кисень проходить через систему. Цей процес здійснюється під підвищеним тиском.

Регенерація. Після насичення адсорберів вуглекислим газом, потрібно відновити їхню адсорбційну спроможність. Це досягається шляхом зниження тиску у контурі, що дозволяє відокремити адсорбований вуглекислий газ від адсорбенту. Отриманий газ може бути відведений або використаний в інших процесах.

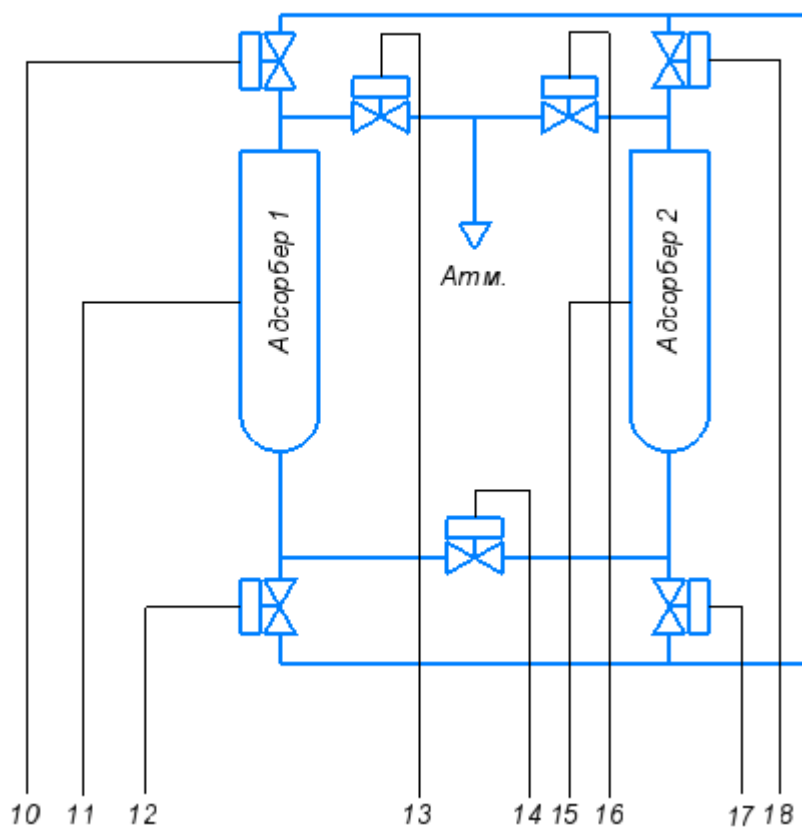
Керування процесом. Контур адсорбції включає систему керування, яка контролює та регулює параметри процесу, такі як тиск, час адсорбції та регенерації, для забезпечення ефективності та стабільності роботи станції.

Цей контур дозволяє ефективно використовувати технологію PSA для виробництва медичного кисню з високою чистотою та надійністю.

Контур генерації кисню, або ще можна назвати контур адсорбції зображено на рисунку 2.3.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		17

Адсорбційний генератор кисню



ПОЛЕ		10	11	12	13	14	15	16	17	18
ПЛК	AI		●				●			
	DI	●		●	●	●		●	●	●
	DO	●		●	●	●		●	●	●
	AO									
Панель	DI									
	DO									

Рисунок 2.3 – Контур генерації кисню

2.3.3 Контур розподілу кисню

Цей контур відповідає за постачання та розподіл виробленого кисню до медичних пристроїв та систем, де він буде використовуватися для лікування пацієнтів.

Контур має дожимний компресор, який потрібен для заправки балонів з киснем.

Після генерації кисню він зберігається в спеціальних резервуарах або цистернах під контрольованим тиском та умовами, щоб забезпечити його стабільність та чистоту.

Контур видачі кисню включає систему керування та моніторингу, яка контролює параметри постачання кисню, моніторить рівні тиску та інші важливі показники для забезпечення безперебійного та безпечного функціонування станції генерації кисню.

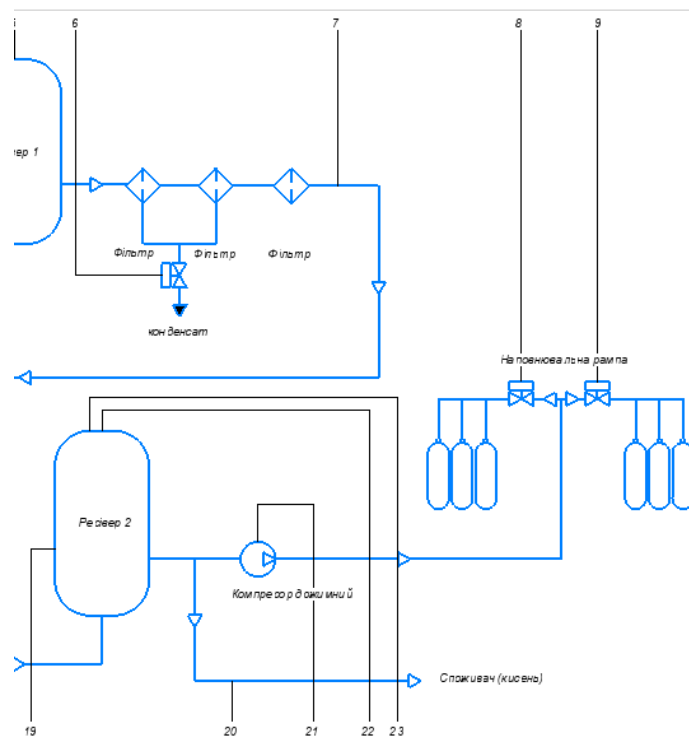


Рисунок 2.4 - Контур видачі кисню

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУ-91 6.151.00.ПЗ

Лист

19

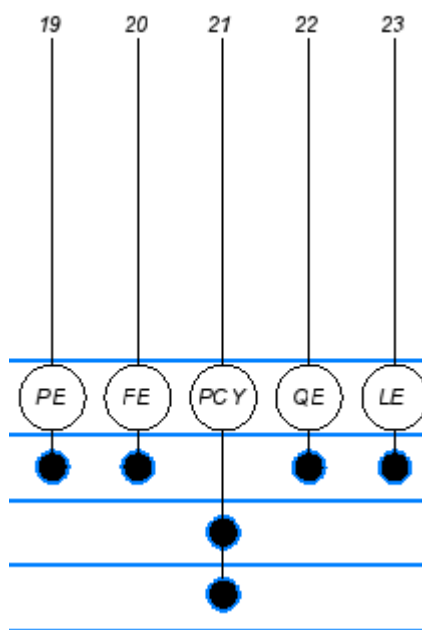


Рисунок 2.5 – Канали контуру видачі кисню

2.3.4 Контур протипожежної безпеки

Контур протипожежної безпеки досить простий, містить в собі датчик концентрації CO₂ в повітрі та резервуар з вуглекислотою. У випадку коли почнеться пожежа, піротехнічний клапан повинен спрацювати та погасити пожежу.

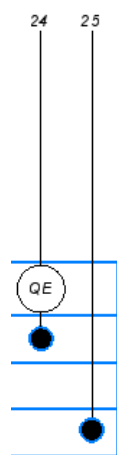


Рисунок 2.6 - Контур протипожежної безпеки

Таблиця 2.1 – Таблиця вхідних сигналів

Таблиця вхідних сигналів			
№	Назва сигналу	Діапазон вим.	Тип сигналу
1	Температура, 1 канали	-50...+150	аналоговий
2	Тиск, 7 каналів	0...10 бар	аналоговий
3	Кінцеві вимикачі, 10 каналів	0...1	дискретний
4	Стан компресора, 2 канали	0...1	дискретний
5	Витрата, 1 канал	0...1000 м ³ /год	аналоговий
6	Концентрація CO ₂ , 1 канал	0...100%	аналоговий
7	Концентрація O ₂	0...100%	аналоговий

Таблиця 2.2 – Таблиця вихідних сигналів

Таблиця вихідних сигналів			
№	Назва сигналу	Тип сигналу	ВМ
1	Електромагнітний клапан; 10 каналів	DO, DI	Електромагнітний клапан 220 В 50 Гц
2	Компресор; 2 канали	DO, ETHERNET	Компресор 380 В 50 Гц

У другому розділі сформовано функціональні задачі керування, розроблено схему інформаційно-матеріальних потоків, на основі схеми інформаційно-матеріальних потоків розроблено функціональну схему автоматизації, описано кожен контур керування та розроблено таблиці вхідних-вихідних сигналів.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		21

РОЗДІЛ 3 ПІДБІР ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Поставлені задачі керування можна виконати технічними засобами автоматизації. Потрібно знайти та обрати контролер, модулі, контрольно – вимірювальні прилади, виконавчі механізми та панель оператора.

3.1 Вибір логічного контролера, модулів розширення, панелі оператора та електроніки для ЩК.

ПЛК (програмований логічний контролер) - це електронний пристрій, який використовується для керування автоматичними системами та процесами. Він складається з процесора, який має спеціальне апаратне і програмне забезпечення, що дозволяє виконувати логічні операції, керувати входами та виходами, а також взаємодіяти з різними пристроями та сенсорами.

ПЛК зазвичай використовується в промисловості для автоматизації і керування різними процесами, такими як виробництво, машинобудування, енергетика і т.д. Він може здійснювати моніторинг, контроль та керування пристроями та системами з використанням сигналів з датчиків, вводу/виводу, а також різноманітних комунікаційних інтерфейсів.

ПЛК дозволяє здійснювати автоматичну регуляцію параметрів процесу, моніторинг стану системи, діагностику несправностей і виконання інших функцій, необхідних для ефективного управління технологічним процесом.

Щоб обрати логічний контролер, було проаналізовано ринок, розглядалися рішення фірми SIEMENS, SE electric, HONEYWELL та Emerson. Мій вибір зупинився на контролері фірми Schneider Electric, модель M241 24 ВХ/ВИХ РЕЛЕ 2RS485 1ETH зображений на рисунку 3.1. Контролер має достатньо низьку ціну, і гарні параметри, які добре підходять для нашої системи. З характеристиками контролера можна ознайомитися у таблиці 3.1.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



Рисунок 3.1 - Програмований логічний контроллер SE M241CE24R

Таблиця 3.1 - Технічні характеристики M241CE24R

Характеристики	Значення
Живлення, В	220В 50 Гц
Кількість входів, DI	14;
Кількість входів, DO	6R; 4T.
Пам'ять	8 МВ для програми 64 МВ для system memory RAM
Вбудовані інтерфейси	serial з RJ45 роз'ємом и RS232/RS485 Порт USB з mini B USB 2.0 роз'ємом Ethernet з RJ45 роз'ємом

Оскільки даний контролер не має аналогових входів, має недостатню дискретних виходів потрібно підібрати модулі розширення.

До аналогового модуля підключаємо давачі 4..20мА, в кількості 11 шт. Аналоговий модуль, який підходить для нашого контролера, а саме ТМ3АІ8 (рис. 3.2) може обробити лише 8 каналів. Тому необхідно встановити 2 модуля.



Рисунок 3.2 - Аналоговий модуль TM3AI8

Характеристики модуля TM3AI8 вказані у таблиці 3.2

Таблиця 3.2 - Технічні характеристики аналогового модуля TM3AI8

Характеристики	Значення
Живлення, В	24В
Кількість каналів	8;
Тип підключення	струм 4...20мА струм 0...20мА напруга 0...10В напруга -10...10В
Доступна перегрузка	13 В по напрузі 40 мА по струму
Діапазон напруги	20.4...28.8В

Дискретний модуль вихідних сигналів потрібен для керування електромагнітними клапанами та компресором, частину вхідних дискретних сигналів сигналів садимо на клеми контролера, а частину на клеми дискретного модуля. Такий модуль потрібен один - TM3DQ8R (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 - Модуль дискретних вихідних сигналів TM3DQ8R

З характеристиками дискретного модуля можна ознайомитися у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики TM3DQ8R.

Характеристики	Значення
Живлення, В	24В
Кількість каналів	8;
Тип дискретного входу	Замикаюче реле
Механічна зносостійкість	20000000 цикли
Час спрацьовування	10 ms (вкл)
	5 ms (викл)

Нам необхідно обрати також захисні автоматичні вимикачі. Вони запобігають виникненню перевантаження в системі та короткого замикання. Для нашої системи підійде двохполюсний 10 амперний автомат з С кривою. Зображено його на рисунку 3.4.



Рисунок 3.4 - Автоматичний вимикач SE EZ9F34210

Оскільки постає необхідність керувати електромагнітними клапанами, які живляться від 220 В 50Гц, то для цього необхідно обрати реле. Реле можемо використати TRS 24-230VUC 1CO фірми WEIDMULLER. Контролер видає логічну одиницю лише 24 В. Тому щоб подати сигнал на клапан ми і використовуємо реле. За допомогою реле комутується велика напруга.

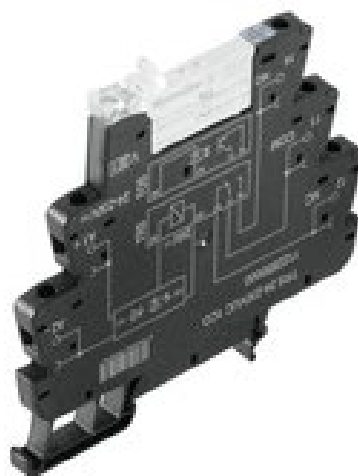


Рисунок 3.5 - Реле TRS 24-230VUC 1CO

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Для живлення датчиків, необхідно обрати блок живлення. Непоганим варіантом є PRO ECO 240W 24V 10 A від фірми WEIDMULLER, який зображено на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 - Блок живлення PRO ECO 240W 24V 10 A

Також необхідно обрати панель оператора. Панель фірми SE HMISTW6400 7” (рис. 3.7) є оптимальним рішенням для нашої системи.



Рисунок 3.7 – Панель оператора HMISTW6400

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Таблиця 3.4 - Технічні характеристики панелі НМІСТW6400.

Характеристики	Значення
Живлення, В	24В
Діагональ	7”;
Інтерфейс	Ethernet x2
Степінь захисту	IP 54

3.2 Вибір датчиків

Нам необхідно обрати датчики температури, тиску, витрат, концентрації.

В якості датчика температури добре підійде датчик від виробника Гідромаксимум зображеного на рисунку 3.8.



Рисунок 3.8 – Датчик температури Гідромаксимум

Характеристики датчиків описано в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Технічні характеристики датчика температури:

Характеристики	Значення
Живлення, В	18...32 В
Тип сигналу	4...20 мА
Чутливий елемент	1 x Pt 1000; (to DIN EN 60751, клас А)
Среда вимірювання	Рідина, газ
Діапазон вимірювання	-50...+150*С

Для вимірювання тиску, також необхідно обрати датчик з аналоговим виходом 4..20 мА. Тому обираємо Датчик тиску з нержавіючої сталі GENEBRE 8081E 025 4-20 мА, який зображено на рисунку 3.9.



Рисунок 3.9 - GENEBRE 8081E 025 4-20 мА

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики датчика GENEBRE 8081E 025 4-20 мА

Характеристика	Значення
Робоче середовище	Вода, повітря, неагресивне середовище
Діапазон вим. тиску	0...25 бар
Вихідний сигнал	4...20 мА
Живлення	12...28 VDC
Степінь захисту	IP 65

Даний датчик можна використовувати на кожному контурі керування.

Датчик витрат можна встановити від фірми KRONE моделі H250 M40 зображеного на рисунку 3.10. З характеристиками датчика ознайомимося у таблиці 3.7.



Рисунок 3.10 – Ротаметр H250 M40

Таблиця 3.7 – Характеристики ротаметра H250 M40

Характеристика	Значення
Робоче середовище	Вода, повітря, неагресивне середовище
Діапазон вим. витрат	0...500 м ³ /год
Вихідний сигнал	4...20 мА
Живлення	12...28 VDC
Степінь захисту	IP 65

В якості датчика CO₂ підійде ВЕНТС CO2 зображений на рисунку 3.11. Він потрібен для виміру концентрації CO₂ в приміщенні де знаходиться установка. Характеристики його можна побачити у таблиці 3.8.



Рисунок 3.11 – Датчик ВЕНТС CO2

Таблиця 3.8 – Характеристика давача тиску MBS 3000 DANFOSS

Характеристика	Значення
Робоче середовище	Газ, повітря
Діапазон вим. витрат	0...100%
Вихідний сигнал	4...20 мА
Живлення	24 VDC
Степінь захисту	IP 65

Для вимірювання концентрації кисню в ресивері, щоб упевнитися в якості продукту, необхідно обрати газоаналізатор. Непоганим варіантом для цього можемо обрати газоаналізатор Honeywell Sensepoint XCD, що зображений на рисунку 3.12. Його характеристики описано у таблиці 3.9.



Рисунок 3.12 – Газоаналізатор Honeywell Sensepoint XCD

Таблиця 3.9 – Характеристика Honeywell Sensepoint XCD

Характеристика	Значення
Робоче середовище	Газ, повітря
Діапазон вим. витрат	0...100%
Вихідний сигнал	4...20 мА
Живлення	24 VDC
Степінь захисту	IP 66

3.3 Вибір виконавчих механізмів

Обравши такі засоби автоматизації як контролер, модулі розширення, автоматичні вимикачі та датчики, постає задача обрати виконавчі механізми, які необхідні для керування процесом виробництва медичного кисню.

Якщо уважно поглянути на ФСА СУ-91 6.151.000.00 А2 можна побачити, що в системі присуті електромагнітні клапани. Тому необхідно їх обрати. Для наших завдань керування гарним варіантом буде клапан Madas M16/RM N.C. 6 бар, який зображено на рисунку 3.13. Характеристики клапана описано в таблиці 3.10.



Рисунок 3.13 – Клапан Madas M16/RM N.C. 6 бар

Таблиця 3.10 – Технічні характеристики Madas M16/RM N.C. 6 бар

Характеристика	Значення
Робоче середовище	Газ, повітря
Напруга спрацювання	200...250 В
Напруга відпускання	150...180 В
Живлення	220В 50Гц
Степінь захисту	IP 65
Робочий тиск	6 бар

Наступним кроком необхідно обрати винтовий компресор з прямим приводом китайської фірми KESHIDI KSD 30A зображеного на рисунку 3.14. Даний компресор підходить для нашої установки, тому і обираємо його. Він вже обладнаний усією необхідною автоматикою, такою як пристрій плавного пуску, контактора, кнопки аварійної зупинки та відповідно датчиків.



Рисунок 3.14 – Компрессор KESHIDI KSD 30A

Таблиця 3.11 – Характеристики компресора KESHIDI KSD 30A

Характеристика	Значення
Робоче середовище	Газ, повітря
Напруга живлення	380В 50Гц
Максимальний тиск	10 бар
Продуктивність	4 м ³ /хв
Степінь захисту	IP 54
Рівень шуму	67 дБ
Інтерфейс	Ethernet
Вбудовані датчики	так
Панель керування	так
Автоматика	є

В якості дотискного компресора, можна використовувати такий самий компресор, який описано вище.

Також необхідно обрати засоби протипожежної безпеки. Можемо встановити в середині приміщення, де знаходитемється система – модуль порошкового пожежогасіння (МПП), а саме - Буран-8. Коли датчик концентрації CO₂ відслідкує велику кількість вуглекислого газу в повітрі, спрацює

піротехнічний клапан. На нього подають 24 В і при цьому він вибухає, в наслідок чого розпилюється порошок, який знаходиться в середині. Виглядає він як показано на рисунку 3.15



Рисунок 3.15 – МПП Буран – 8

У третьому розділі здійснювався підбір технічних засобів автоматизації, для вирішення поставлених перед нами задач керування. Кожний елемент описано та визначено його технічні характеристики.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>35</i>

РОЗДІЛ 4 РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНО-ПРИНЦИПОВОЇ СХЕМИ

4.1 Вибір програманого забезпечення

Eplan - це система автоматизованого проектування електротехнічних і електронних систем (САПР), розроблена компанією Eplan Software & Service. Вона надає інструменти для створення електричних схем, кабельних трасувань, планів монтажу, документації і керування проектами.

Eplan спрощує процес проектування електротехнічних систем шляхом використання високорівневих символів, модульної структури та автоматичного генерування документації.

Eplan дозволяє розробляти деталізовані електричні схеми з використанням графічного інтерфейсу. Він має бібліотеку символів, яка містить широкий спектр елементів, таких як контактори, перемикачі, датчики, з'єднувальні елементи тощо.

Він має декілька переваг, серед яких:

1. Ефективність проектування: Eplan надає широкий набір інструментів та функцій, які сприяють швидкому та точному проектуванню. Він забезпечує автоматизацію повторюваних завдань, таких як генерація схем, списків матеріалів та кабельних розрахунків, що дозволяє значно скоротити час проектування.

2. Єдинообразність та стандартизація: Eplan дозволяє створювати шаблони, бібліотеки та стандарти, що сприяють єдинообразному та консистентному підходу до проектування. Це допомагає уникнути помилок, покращити якість проектів та спростити процеси змін та оновлень.

3. Висока точність та надійність: Завдяки використанню електронних схем та документів, Eplan дозволяє уникнути помилок, що можуть виникнути при ручному проектуванні. Він забезпечує автоматичну перевірку сумісності та

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>36</i>

дотримання правил проектування, що сприяє високій точності та надійності проектів.

4. Інтеграція з іншими системами: Eplan може бути легко інтегрований з іншими програмними засобами, такими як системи автоматизації, САД-програми, системи управління даними тощо. Це забезпечує зручний обмін даними та спільну роботу з іншими відділами або підрозділами підприємства.

5. Зручний документування та архівація: Eplan дозволяє легко створювати документацію проекту в різних форматах, таких як PDF, DWG, DXF тощо. Він забезпечує зручний доступ до документації та можливість швидкого пошуку та оновлення інформації. Крім того, Eplan забезпечує можливість архівації та зберігання документації для подальшого використання.

4.2 Розробка схеми

Коли ми обрали САПР, в якому будемо займатися розробкою електрично-принципової схеми ЕЗ автоматизованої станції генерації медичного кисню, може створити проєкт та розробити схему живлення, яка зображена на рисунку 4.1.

На схемі зображено 3 фази, нейтраль, заземлення, контактну групу на живлення компресорів, автоматичні захисні вимикачі та блок живлення. Для роботи компресора необхідно 3 фази, оскільки він оснащений 3х фазним асинхронним двигуном. Для отримання 220В для живлення блока живлення, контролера та клапанів, беремо нейтраль та одну фазу. Таким чином ми отримаємо 220 В 50Гц.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		37

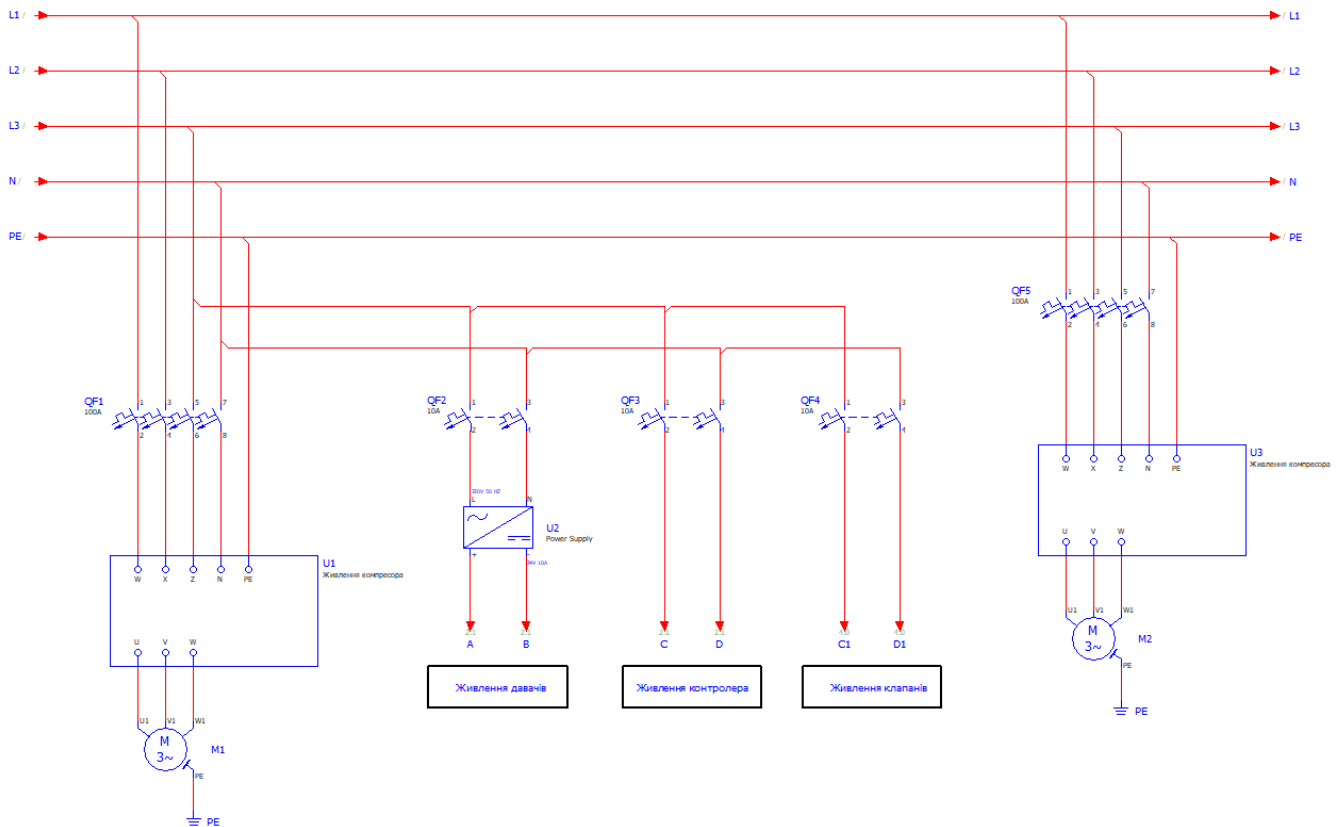


Рисунок 4.1 – Електрично-принципова схема живлення

Далі нам необхідно розробити схему підключення до контролера. На схемі зображено сам контролер, вхідні та вихідні дискретні сигнали та реле. Контролер виконує логічні операції, а саме збір та обробку сигналів. Schneider M241CE24R підключається до різноманітних пристроїв і компонентів для забезпечення автоматизації промислових систем. Основні способи підключення до цього контролера включають:

1. Комунікаційні порти: M241CE24R зазвичай має вбудовані комунікаційні порти, такі як порти Ethernet, RS-485 або RS-232. Ці порти можуть бути використані для підключення контролера до інших пристроїв, таких як інші ПЛК, комп'ютери або НМІ-панелі, за допомогою відповідних комунікаційних протоколів, наприклад, Modbus TCP/IP або Modbus RTU.

2. Мережеві з'єднання: M241CE24R може бути підключений до мережі Ethernet для забезпечення зв'язку з іншими пристроями в мережі. Це може бути використано для збір даних, керування віддаленими пристроями або надання доступу до контролера через мережу.

3. Модулі розширення: M241CE24R має можливість розширення за допомогою різних модулів розширення. Ці модулі можуть включати цифрові або аналогові вхідні/вихідні модулі, спеціальні комунікаційні модулі або модулі для спеціальних функцій. Вони можуть бути підключені до контролера через спеціальний роз'єм або мережеву шину, таку як Modbus. на рисунку 4.2

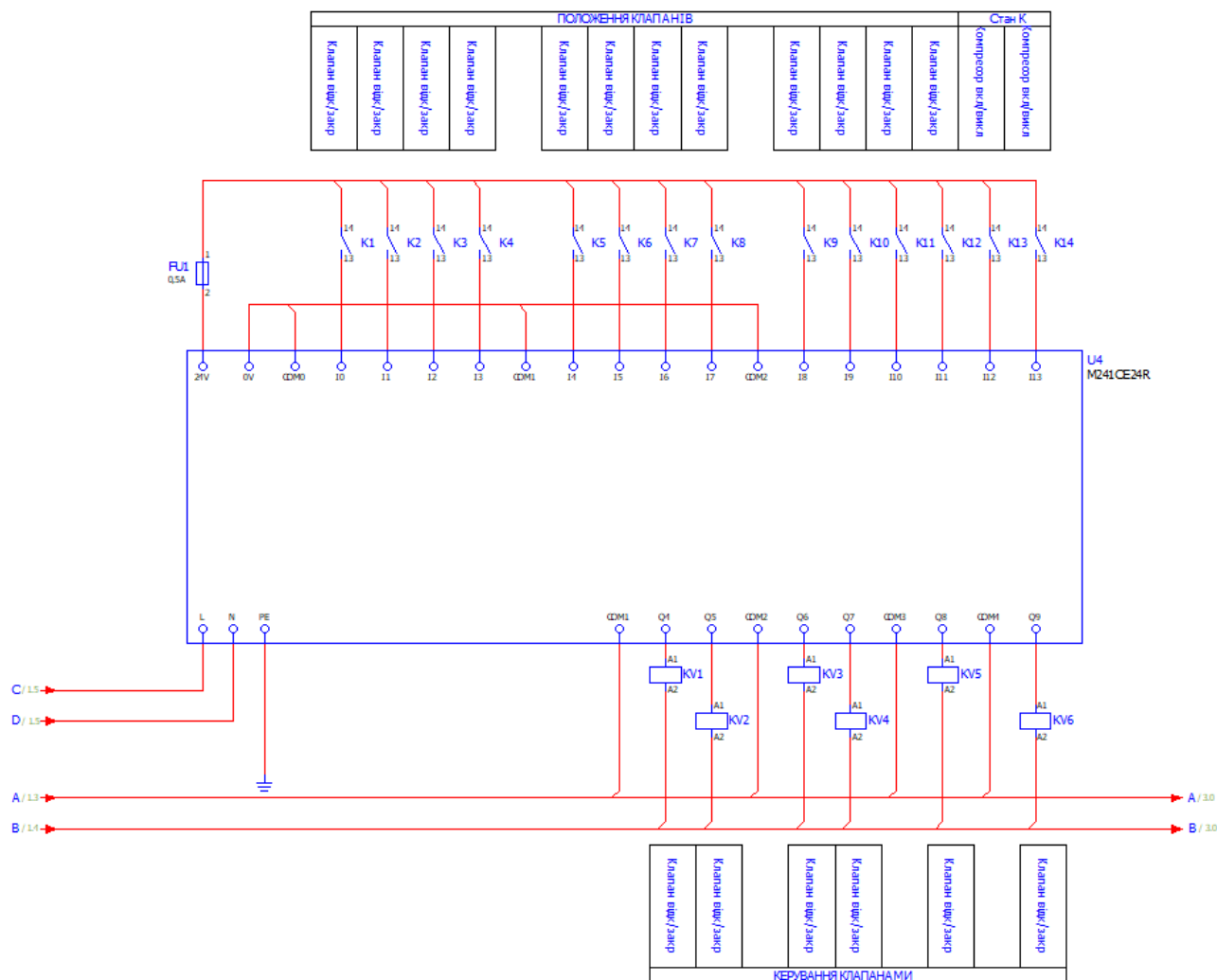


Рисунок 4.2 – Електрично-принципова схема підключення до контролера

Наступним кроком, необхідно розробити схему підключень до аналогового модуля, а саме підключити аналогові давачі. Оскільки наші давачі підтримують пасивне з'єднання, то під'єднувати ї треба відповідно.

Аналогові давачі з пасивним живленням - це пристрої, які вимірюють фізичні величини і передають їх у вигляді аналогового сигналу, але без потреби в окремому джерелі живлення. Зазвичай, ці давачі використовують пасивні елементи, такі як резистори, конденсатори або індуктивності, для перетворення фізичних величин на вимірювальні сигнали.

Наприклад, резистивний давач температури використовує зміну опору резистора залежно від температури. При зміні температури, опір резистора також змінюється, що призводить до зміни вимірювального сигналу. Аналогові давачі з пасивним живленням зазвичай працюють на основі фізичних принципів, таких як опір, ємність, індуктивність, термічна експансія тощо.

Одна з переваг аналогових давачів з пасивним живленням полягає в тому, що вони не вимагають окремого джерела живлення і можуть бути простішими в установці та експлуатації. Однак, їхні можливості можуть бути обмеженими в порівнянні з активними давачами, які можуть мати додаткові функції та можливості, такі як підсилення сигналу або компенсація шумів. На схемі зображено 2 АІ модуля, та аналогові вхідні сигнали. Схему можна оглянути на рисунку 4.3.

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

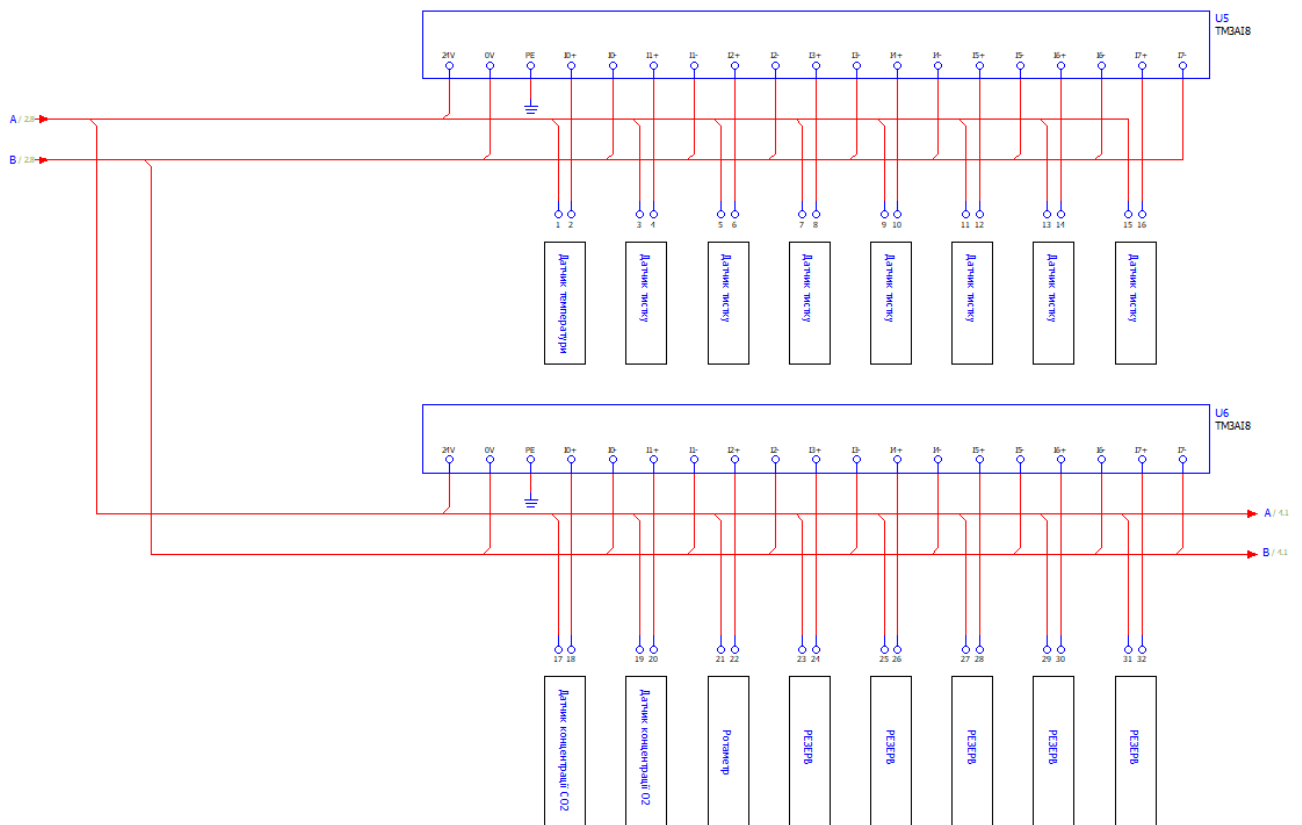


Рисунок 4.3 – Електрично-принципова схема підключення датчиків до аналогових модулів

Також необхідно розробити схему підключень до дискретного модуля. Нам потрібно зобразити контакти модуля, контактну групу датчика, та відповідно живлення клапанів, і як ми будемо ними керувати. Керування клапанами буде відбуватися через електромагнітне реле.

Електромагнітне реле є типом реле, яке використовує електромагнітну взаємодію для керування контактами і перемикання електричних сигналів. Воно складається з котушки, яка генерує електромагнітне поле, та контактів, які перемикаються під впливом цього поля.

Коли електричний струм проходить через котушку реле, вона створює магнітне поле. Це магнітне поле впливає на контакти, залежно від їхнього типу і

конфігурації. Внаслідок цього контакти можуть замикатися або відмикатися, змінюючи стан реле.

Електромагнітні реле використовуються для керування великими струмами та високими напругами в електричних системах. Вони можуть застосовуватись для автоматичного перемикавання кола, захисту від перевантажень, керування моторами, керування освітленням та в різних інших промислових та комерційних застосуваннях, де потрібно керувати електричними сигналами з високою точністю та надійністю.

Це все зображено на рисунку 4.4.

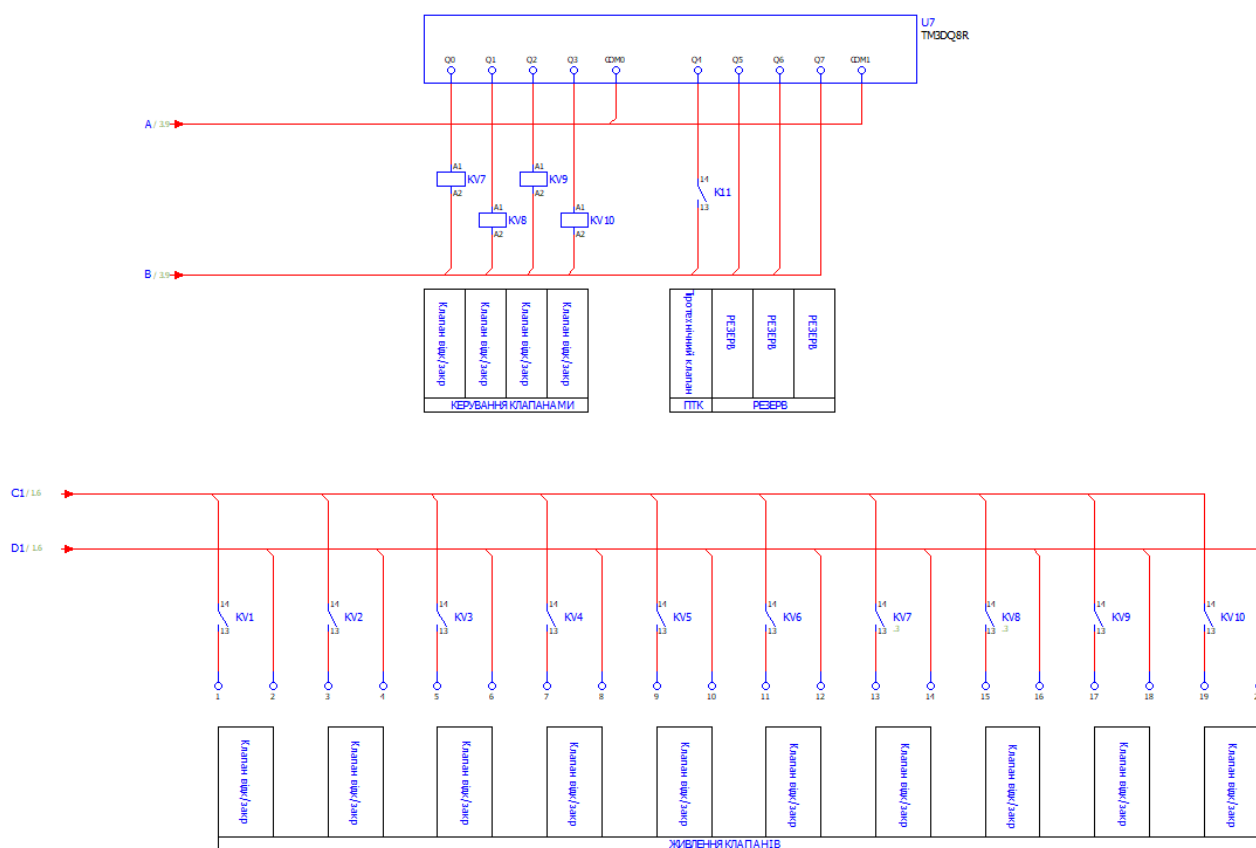


Рисунок 4.4 – Електрично-принципова схема підключення дискретних сигналів

В цілому, Еrplan допомагає покращити ефективність, точність та якість електротехнічного проектування, спрощує процеси роботи та забезпечує єдинообразність та стандартизацію проектів.

Більш детально з електрично-принциповою схемою СУ-91 6.151.000.00 ЕЗ можна ознайомитися нижче.

Четвертий розділ був пресвячений розробці електрично – принципової схеми. Описано кожну сторінку схеми, та описано принцип роботи кожного пристрою. Схеми виконувалися відповідно до стандартів ГОСТ 2.701 – 2008, ГОСТ 2.710-81, ГОСТ 2.702– 20011.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		43

РОЗДІЛ 5 РОЗРОБКА МНЕМОСХЕМИ ТА ЗАСОБІВ КЕРУВАННЯ

5.1 Загальні поняття

Керувати процесом виробництва кисню в можна за допомогою панелі оператора, але лише маючи панель недостатньо для керування процесом і контролем параметрів системи. Необхідно розробити інтерфейс оператора. Інтерфейс оператора (НМІ, Human Machine Interface) - це система або пристрій, який дозволяє взаємодіяти між оператором та автоматизованою системою. Це інтерфейс, через який оператор може спостерігати, контролювати та керувати процесом або системою.

Інтерфейс оператора зазвичай включає в себе графічну частину, яка відображає інформацію про стан системи у зручному для сприйняття вигляді, такий як візуалізація процесу, графіки, таблиці, індикатори, сигнальні лампи тощо. Оператор може спостерігати параметри, стани, тривоги та іншу інформацію, що стосується системи.

Крім відображення інформації, інтерфейс оператора також надає можливість введення команд та даних для керування системою. Це може бути здійснено за допомогою сенсорного екрана, клавіатури, миші або інших пристроїв введення. Оператор може змінювати параметри, запускати або зупиняти процеси, встановлювати режими роботи та взагалі взаємодіяти з автоматизованою системою.

5.2 Проектування інтерфейсу

Для розробки інтерфейсу оператора, я використовував програмне забезпечення Promotic SCADA.

Основні характеристики та функціональні можливості Promotic SCADA включають:

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>		44

1. Збір та моніторинг даних: Promotic може підключатись до різних джерел даних, включаючи промислові пристрої, датчики, контролери та бази даних. Він забезпечує збір інформації в реальному часі, її моніторинг та архівацію для подальшого аналізу.

2. Візуалізація даних: Програмне забезпечення надає потужні інструменти для створення графічного інтерфейсу, що дозволяє візуалізувати дані з промислових систем у вигляді графіків, діаграм, таблиць, анімацій тощо. Користувачі можуть налаштовувати вигляд інтерфейсу згідно своїх потреб та зручності.

3. Керування процесами: Promotic SCADA дозволяє виконувати керування та керувати промисловими процесами з використанням зібраних даних. Це може включати автоматичне регулювання параметрів, виконання скриптів та сценаріїв, встановлення логічних правил та спрацьовування аварійних ситуацій.

4. Аналіз та звітність: Програмне забезпечення надає можливості для аналізу даних, створення звітів та статистики. Користувачі можуть виконувати різноманітні аналітичні операції, порівнювати дані, спостерігати за трендами та генерувати звіти для прийняття рішень.

5. Інтеграція та комунікація: Promotic підтримує різні комунікаційні протоколи, що дозволяє взаємодіяти з різними промисловими пристроями та системами. Він також забезпечує можливість інтеграції з іншими програмними засобами та системами управління.

Promotic SCADA є потужним інструментом для автоматизації промислових процесів, забезпечуючи контроль, моніторинг та керування різними системами та пристроями. Він дозволяє збільшити ефективність, надійність та безпеку роботи промислових установок.

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>		45

Розробку починаємо з першої сторінки, а саме з контуру підготовки повітря. З чого вона складається можна побачити у другому розділі дипломного проєкту. Сам інтерфейс контуру підготовки повітря зображено на рисунку 5.1.

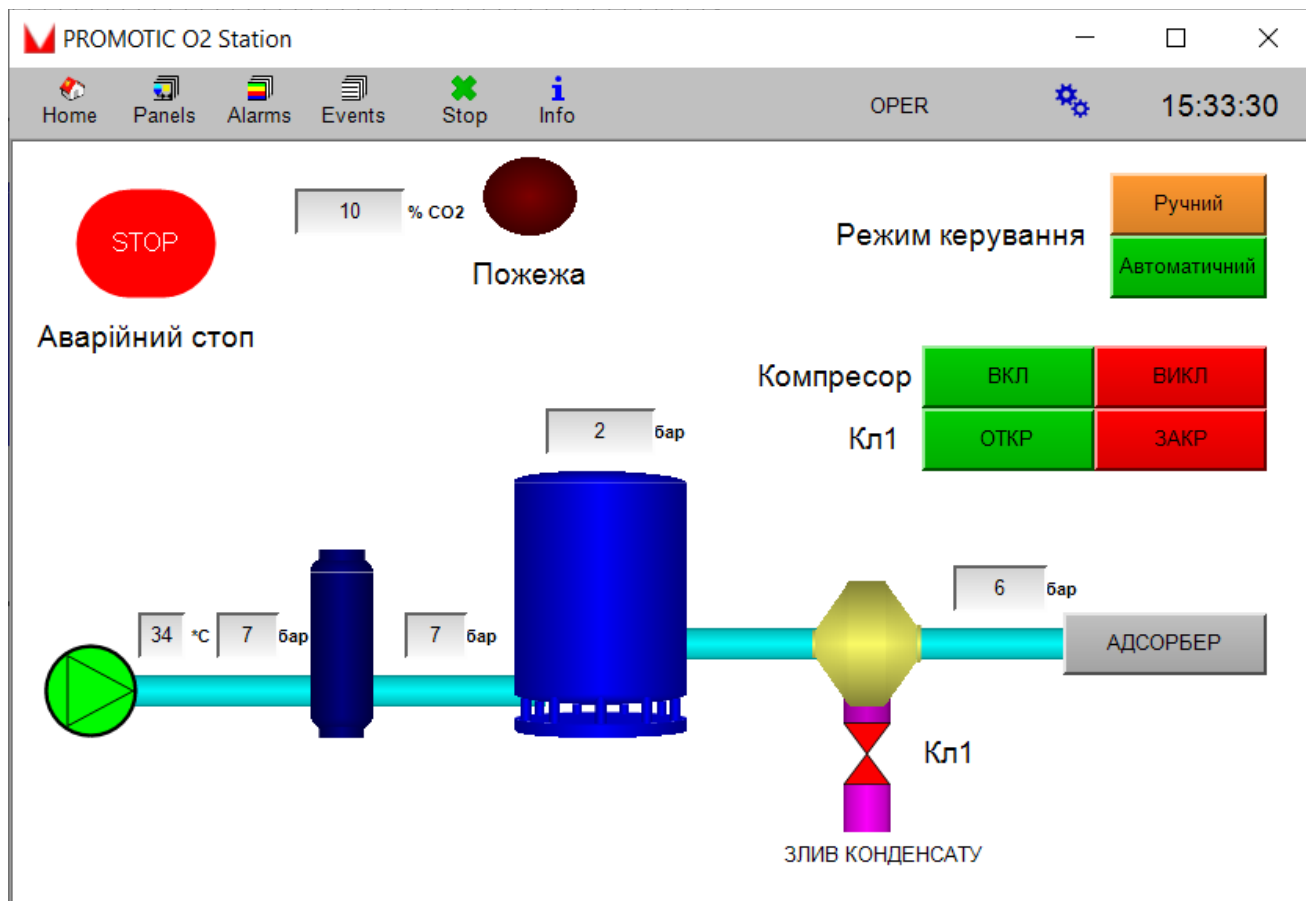


Рисунок 5.1 – Інтерфейс контуру підготовки повітря

Як бачимо тут присутня вся потрібна інформація для оператора, також є засоби керування компресором та клапанами. Також присутня інформація з давача концентрації CO2 та кнопка аварійної зупинки. Можна обрати режим керування: ручний або автоматичний. В автоматичному режимі програма буде керувати виконуючими механізмами самотійно. В ручному, оператор має змогу сам керувати ВМ. Натискаючи на кнопку «АДСОРБЕР» ми переходимо на наступну сторінку.

Наступним кроком було розроблено та показано роботу процесу адсорбції, де кисень і відділяється від інших домішок. Інтерфейс контуру адсорбції зображено на рисунку 5.2.

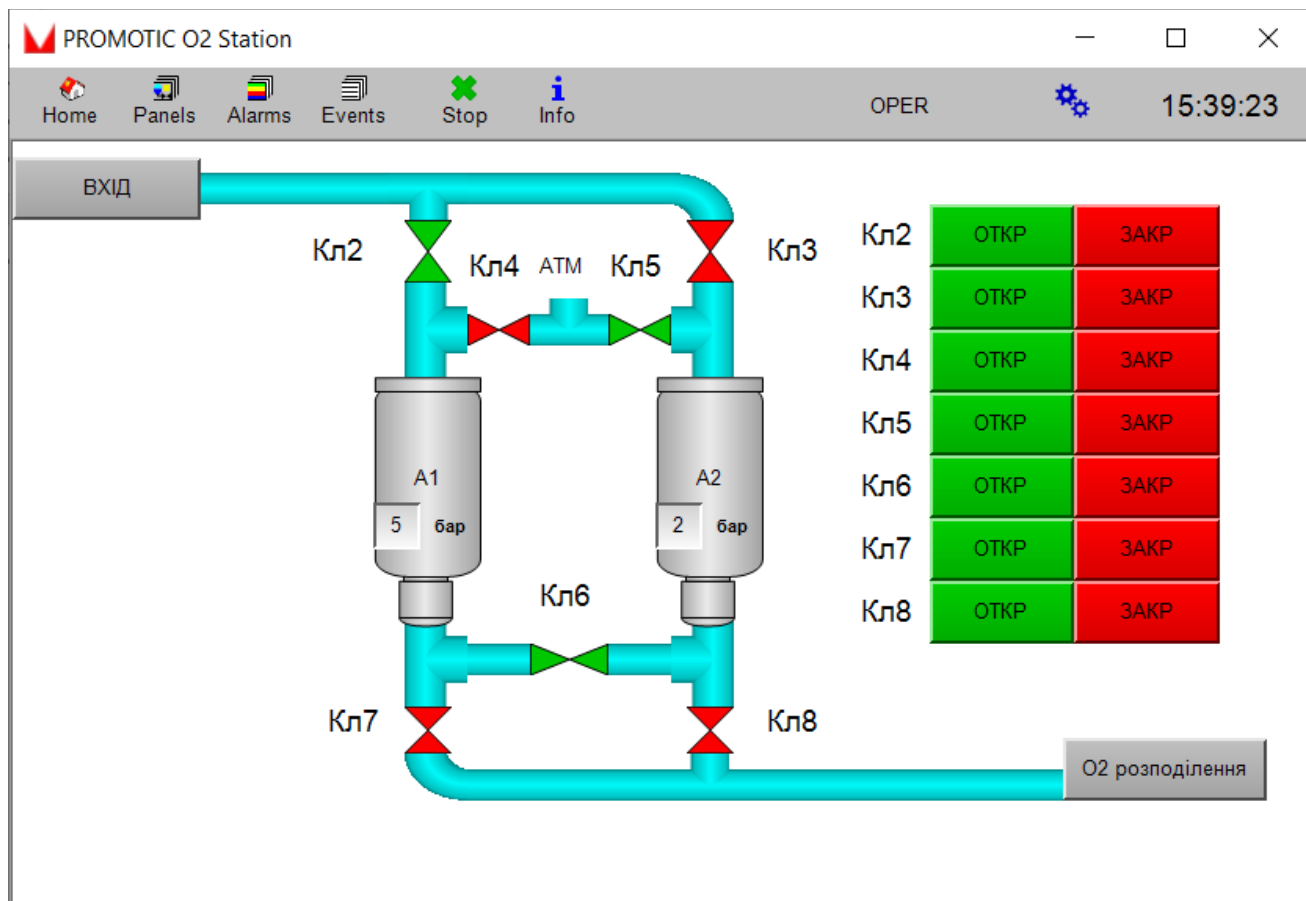


Рисунок 5.2 – Інтерейс оператора контуру адсорбції

Як бачимо на рисунку зображені кнопки переходу на сторінку «ВХІД» - це контур підготовки повітря, а також на сторінку «O2 розподілення», де вже зображено як і куди розподіляється медичний кисень. Також зображено блок електромагнітних клапанів, якими можна керувати у ручному режимі. Адсорбери також відображаються на даній сторінці, можна слідкувати за тиском у кожному з них. Адсорбери працюють по чергово. Далі переходимо на сторінку розподілення кисню.

На третій сторінці було зображено контур розподілення кисню, де кисень можна подавати в систему, або до наповнювальної рампи. Зображено даний інтерфейс оператора на рисунку 5.3.

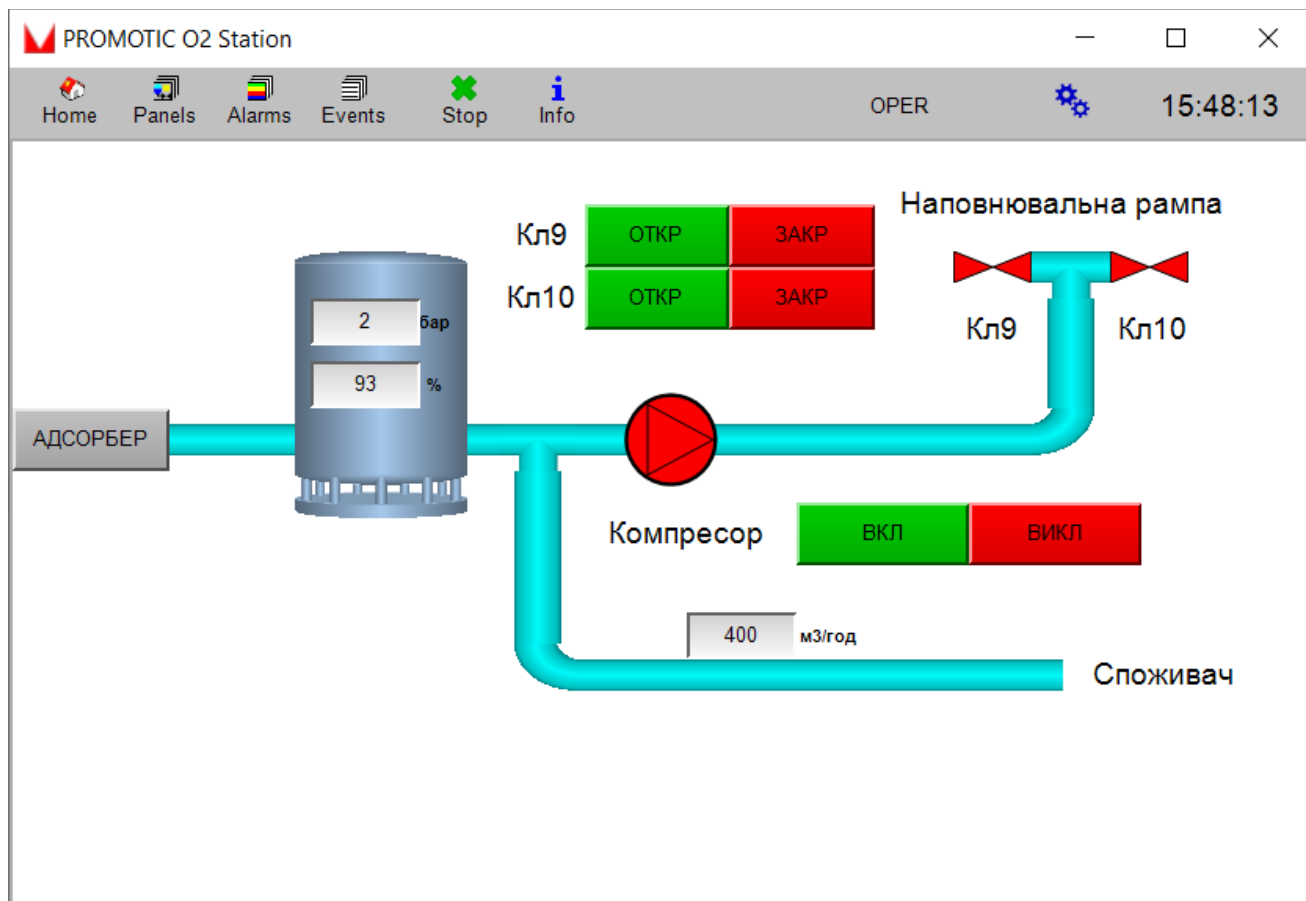


Рисунок 5.3 – Інтерфейс оператора контуру розподілення кисню

На сторінці зображено кнопку «АДСОРБЕР», за допомогою неї можна повернутися на попередню сторінку. Далі зображено ресівер, а також параметри кисню, який в ньому знаходиться, а саме тиск та концентрацію. Також зображено дожимний компресор, він необхідний для заправки балонів. Зображаємо запірну арматуру. Щоб заповнити балони необхідно відкрити клапани Кл9 та Кл10. Можемо слідкувати за значеннями з ротаметра, який показує витрати кисню.

У п'ятому розділі була проведена розробка інтерфейсу оператора в ПЗ Promotic SCADA для автоматизованої станції генерації медичного кисню. Метою

роботи було створення зручного, інтуїтивно зрозумілого та ефективного інтерфейсу, який дозволяє оператору здійснювати контроль, моніторинг та управління різними аспектами роботи станції.

У результаті розробки було створено інтерфейс, який має наочну та інформативну візуалізацію різних параметрів, станів та подій, пов'язаних з роботою станції. Оператор має можливість в реальному часі спостерігати за станом системи, виконувати різні управлінські дії та отримувати необхідну інформацію для прийняття рішень.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		49

ВИСНОВКИ

Автоматизована станція генерації медичного кисню забезпечує високу чистоту та якість кисню, що дозволяє використовувати його для лікування пацієнтів з різними захворюваннями легень та іншими медичними станами, для яких необхідна додаткова киснева терапія.

Отже, автоматизація станції генерації медичного кисню є важливим напрямом розвитку медичної індустрії, що дозволяє покращити якість лікування пацієнтів та забезпечити надійне та безперебійне постачання медичного кисню.

У дипломному проєкті було розроблено автоматизовану станцію генерації медичного кисню продуктивністю 400 м³/год, а саме: здійснено огляд системи, розглянуто призначення установки, з яких технологічних об'єктів складається, а описано характеристики системи.

На основі огляду системи керування, було розроблено схему інформаційно-матеріальних потоків, на основі якої розроблено функціональну схему автоматизації та поставлено ряд задач керування. Було описано принцип роботи кожного контуру керування: контур підготовки повітря, контур адсорбції, контур розподілення кисню та контур протипожежної безпеки.

Розглянувши та описавши контури керування, було здійснено вибір технічних засобів автоматизації, якщо говорити конкретніше то це ПЛК, модулі розширення, автоматичні вимикачі, блок живлення, компресори, реле, різні датчики та запірну арматуру. За допомогою цих засобів автоматизації вирішуються поставлені задачі керування.

Після вибору усіх пристроїв, було розроблено електричну-принципову схему за допомогою САПР Eplan. У роботі також було описано цей САПР і продемонстровано розроблені схеми.

Для розробки інтерфейсу оператора, було задіяно програмне забезпечення Promotic SCADA, в якому легко вирішується питання розробки мнемосхеми на

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>50</i>

засобів керування. Інтерфейс оператора розроблявся для кожного контуру керування.

					<i>СУ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>51</i>

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Коваленко В.О., Іванова О.В. Автоматизація систем генерації та постачання медичного кисню // Медична техніка і технологія. – 2017. – Т. 4, № 1. – С. 7-14.
2. Шевченко С.М., Баранов В.О., Степаненко О.В. Сучасні підходи до автоматизації станцій генерації кисню // Наукові праці Донецького національного технічного університету. – 2018. – Вип. 27, Ч. 2. – С. 80-86.
3. Johnson R., Smith J. Automation of Medical Oxygen Generation Systems for Enhanced Efficiency and Patient Safety // Journal of Healthcare Engineering. – 2019. – Vol. 10, Article ID 6850924.
4. Kanhere, R., Kumar, N., & Das, A. (2020). Oxygen supply in hospitals and homecare. Indian Journal of Anaesthesia, 64(Suppl 2), S114-S120.
5. Kim, Y. J., & Lee, J. E. (2019). The role of oxygen therapy in patients with chronic obstructive pulmonary disease. Tuberculosis and Respiratory Diseases, 82(1), 18-26.
6. Іванова Н.О., Дмитрієв О.І. "Аналіз інтегрованої системи генерації та постачання медичного кисню" - наукова стаття.
7. Петренко Ю.В., Власенко А.В., Бутенко О.С. "Автоматизація системи генерації медичного кисню в лікарнях" - наукова стаття.
8. R. Gupta, S. A. Ansari, S. Kumar, "Development of Medical Oxygen Concentrator with Pressure Swing Adsorption Technology: A Review," Journal of Medical and Biological Engineering, vol. 40, no. 1, pp. 1-9, 2020.
9. R. L. Siegel, L. R. Fauci, W. C. Wang, "The Design and Implementation of a Medical Oxygen Generation and Delivery System for Resource-Limited Settings," Healthcare, vol. 7, no. 4, p. 126, 2019.
10. D. Flynn, "Oxygen Concentrators for Medical Use: Guidelines and Standards," Respiratory Care, vol. 63, no. 6, pp. 734-740, 2018.

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

11. Nandini, R., Kanakaraju, S., Nagaraj, S., & Joseph, B. (2020). A Review on Medical Oxygen Concentrators: Materials, Design, and Performance. Journal of Medical Devices, Transactions of the ASME, 14(1), 011009.

12. Zhang, Y., Wu, G., Wang, X., & Wang, X. (2020). Intelligent Control Strategy for Medical Oxygen Generator Based on Machine Learning. IEEE Access, 8, 44803-44812.

					<i>СЧ-91 6.151.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>53</i>

