

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

КРБ.СІ-04.00.00.000 ПЗ

Група СІ-21-1

Олександр ІЛЬКІВ

2025

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут інформаційних технологій
Кафедра інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Ільків Олександр Володимирович

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК _____
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

**Розроблення автоматизованої системи управління притічно-витяжної
вентиляції на базі контролера Раут-Автоматик**

(назва роботи)

Системна інженерія – інтернет речей

(назва освітньої програми)

151-Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і
текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:**

Здобувач освітнього ступеня _____ **О.В. Ільків**
(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник _____ **Левицький Іван Теодорович, к.т.н.**
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри

_____ **Заміховський Л.М.**
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут Інформаційних технологій

Кафедра Інформаційно-телекомунікаційних технологій та систем

Освітній рівень бакалавр

Спеціальність 151-Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ІТТС д.т.н., проф.

Л.М.Заміховський

«___» _____ 2025 року

**З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Ільківу Олександрову Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення автоматизованої системи управління притічно-витяжної вентиляції на базі контролера Рарт-Автоматик

керівник роботи Левицький Іван Теодорович, к.т.н.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від " 5 " травня 2025 року № 281/7

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Матеріали та результати отримані під час проходження переддипломної практики, технічні вимоги, методичні вказівки.

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

Порівняльний аналіз існуючих систем вентиляції

Вибір апаратних технологій та середовища розробки

Розробка апаратної частини

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____

Структурна схема

Функціональна схема

Результати розробки

6. Дата видачі завдання _____

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка: 59 сторінок, 29 рисунків, 14 посилань.

Об'єктом дослідження є притічно-витяжна система вентиляції з електрокалорифером.

Мета роботи – розробка автоматизованої системи управління вентиляції з електрокалорифером.

Розглянуто особливості реалізації, функціонування та контролю систем вентиляції та контролю кліматичних показників.

В першій частині роботи проведено аналіз проблеми моніторингу і контролю системи вентиляції.

В другій частині здійснено вибір та дослідження компонентів, виконання принципової електричної схеми, що дозволило виконати розробку системи в цілому.

В третій частині проведено розробку програмно-алгоритмічної складової системи управління та аналіз отриманих результатів.

СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ, КОНТРОЛЕР, ДАВАЧ, АЛГОРИТМИ.

ABSTRACT

Calculation and explanatory note: 59 pages, 29 figures, 14 references.

The object of the study is a supply and exhaust ventilation system with an electric heater.

The purpose of the work is to develop an automated ventilation control system with an electric heater.

The features of the implementation, operation and control of ventilation systems and control of climatic indicators are considered.

In the first part of the work, the problem of monitoring and controlling the ventilation system is analyzed.

In the second part, the selection and study of components, the execution of a schematic electrical diagram, which allowed the development of the system as a whole, were carried out.

In the third part, the development of the software and algorithmic component of the control system and the analysis of the results obtained were carried out.

VENTILATION SYSTEM, CONTROLLER, SENSOR, ALGORITHMS.

ЗМІСТ

с.

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1 АНАЛІЗ СИСТЕМ ПРОМИСЛОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ	10
1.1 Види промислової вентиляції.....	10
1.2 Реалізація механічної вентиляції на виробництві	13
1.3 Постановка задачі	16
2 СХЕМОТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ	23
2.1 Розроблення структурної схеми.....	23
2.2 Розробка функціональної схеми управління вентиляції	30
2.3 Розробка принципової схеми системи вентиляції.....	32
2.4 Вибір давачів	35
2.5 Вибір блоку живлення	40
3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ СИСТЕМИ.....	42
3.1 Розроблення програмного забезпечення	42
3.2 Розробка графічного інтерфейсу контролера	48
ВИСНОВКИ	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА	57
БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА	59

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Розроблення автоматизованої системи управління притічно-втяжної вентиляції на базі контролера Раут-Автоматик</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Ільків</i>						5	59
<i>Перев.</i>	<i>Левицький</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Возний</i>					ІФНТУНГ ар.СІ-21-1		
<i>Затв.</i>	<i>Заміховський</i>							

ПЕРЕЛІК ОСНОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

АСУ	—	автоматизована система управління;
МК	—	мікроконтролер;
ПЛК	—	програмований логічний контролер;
ПТК	—	програмно-технічний комплекс;
СУПВВ	—	система управління притічно-витяжної вентиляції;
ЛМІ	—	людино-машинний інтерфейс;
ШУ	—	шафа управління;

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

ВСТУП

Під час роботи промислових установок необхідно видаляти забруднене повітря (пил, дим, газ та надлишкове тепло) з приміщення, для цього використовується витяжна вентиляція. Приплив чистого повітря можна забезпечити припливною вентиляцією, при цьому до приміщення не повинні проникати пил, пилок або інші алергени. Забезпечення захисту та зменшення концентрації газів є функцією системи керування припливною та витяжною вентиляцією промислових приміщень.

Широке впровадження систем кондиціювання повітря в житлових і виробничих приміщеннях зумовлене низкою об'єктивних факторів. Зокрема, стрімкий розвиток електронної, електротехнічної, машинобудівної, хімічної, текстильної та інших галузей промисловості потребує стабільного контролю параметрів повітряного середовища. Крім того, зростають вимоги до умов праці, особливо в гарячих або вологих цехах, шахтах, рудниках тощо, де необхідне підтримання відповідного мікроклімату для підвищення продуктивності. Також системи кондиціювання стають необхідними в закритих громадських просторах, призначених для масового перебування людей — театрах, кінотеатрах, концертних залах, стадіонах, вокзалах, ресторанах тощо.

Вентиляція — це комплекс технічних заходів і пристроїв, що забезпечують організований повітрообмін у приміщеннях з метою підтримки відповідних параметрів повітря відповідно до встановлених норм і стандартів. Системи вентиляції забезпечують належні метеорологічні умови для комфортної та безпечної діяльності у приміщеннях різного призначення.

Кондиціювання повітря полягає у створенні й автоматичному регулюванні таких параметрів повітря, як температура, вологість, чистота та швидкість руху, на визначеному рівні. Це необхідно для забезпечення

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

сприятливих умов для перебування людей, підтримки технологічних процесів, а також збереження культурних цінностей.

Темою роботи є розробка системи керування припливною та витяжною вентиляцією промислового приміщення. Розробка включає підбір датчиків і виконавчих механізмів, реалізацію локального блоку управління на базі програмованого логічного контролера. Розроблена система управління автономна і надійна, вона фільтрує повітря в приміщенні, очищаючи від пилу, запахів та потенційно шкідливих речовин, є можливість впливати на фізичні властивості довкілля: охолоджувати повітряний потік, знижувати рівень вологості.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						9
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

1 АНАЛІЗ СИСТЕМ ПРОМИСЛОВОЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ

1.1 Види промислової вентиляції

Промислова вентиляція — це комплексна організація пристроїв і технічних приладів, які здійснюють повітрообмін між промисловим приміщенням і вулицею.

Чим ефективніше видаляється забруднене повітря, подається чистий свіжий повітря, підтримується оптимальна температура і мікроклімат, при дотриманні всіх екологічних, пожежобезпечних і санітарних норм, тим якісніше функціонує вентиляційна система [1].

Приклад розміщення промислової вентиляції представлений на рис. 1.1.

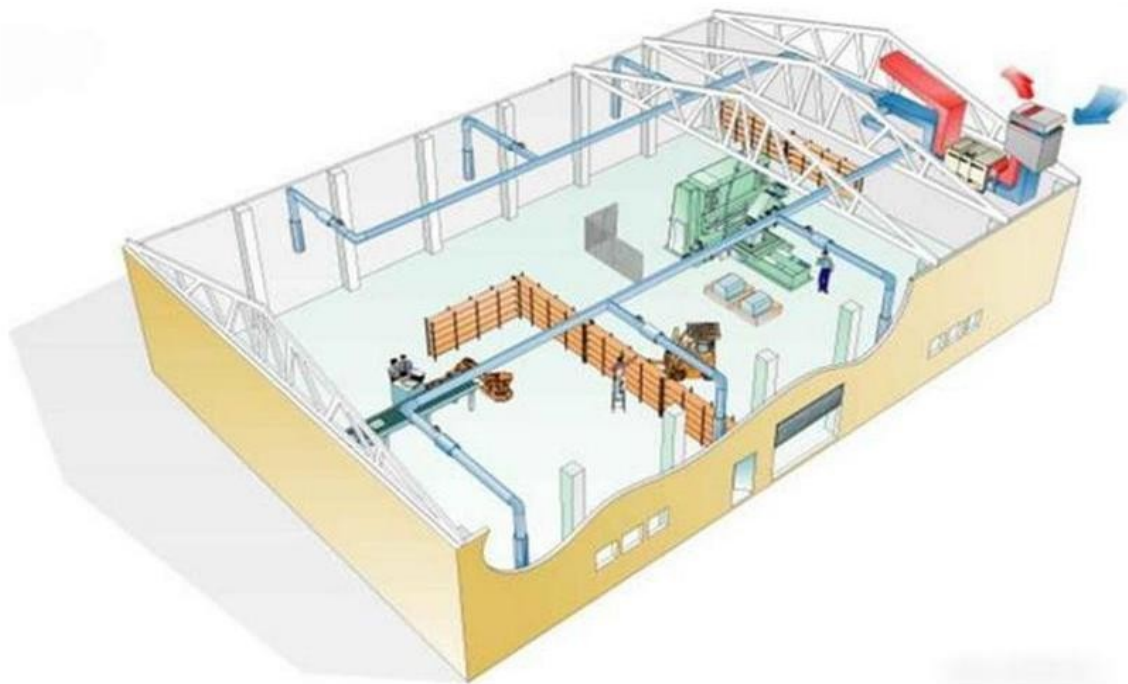


Рисунок 1.1 — Схема розміщення елементів промислової вентиляції

Головна функція промислової вентиляції — забезпечення обробки великого обсягу повітря, при роботі під тиском і з необхідною швидкістю.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

При розрахунку систем промислової вентиляції беруть до уваги наступні норми:

- санітарні і гігієнічні, вони визначають найменший час на локалізацію, а також видалення шкідливих речовин у промисловому приміщенні, створення найбільш комфортної обстановки для персоналу;
- звукові, шум від робочого обладнання і приладів не повинен перевищувати існуючі норми;
- протипожежні, всі елементи промислової вентиляції для приміщень вибирають і встановлюють строго з урахуванням норм протипожежної безпеки;
- експлуатаційні, тобто при монтажі всіх елементів вентиляційної системи повинно враховуватися необхідність регулярних оглядів і технічного обслуговування;
- енергозберігаючі;
- екологічні (захист від викидів шкідливих речовин в атмосферу).

Розрахунок вентиляції проводиться з допомогою наступних параметрів: продуктивність ($\text{м}^3/\text{год}$); робочий тиск (Па); швидкість потоку повітря в повітропроводах ($\text{м}/\text{с}$); допустимий рівень шуму (дБ); потужність калорифера (кВт).

Норматив забезпечення необхідним об'ємом повітря в приміщенні регламентується будівельними, санітарними нормами і правилами [2].

Основні вимоги до вентиляційної системи промислових об'єктів виконуються в період проектування, а значить і безпосереднього будівництва промислових об'єктів. Норми проектування вентиляції повітря обговорені в будівельних нормах і правилах «Опалення, вентиляція і кондиціонування».

Кожен прилад, наприклад кондиціонер, вибирається виходячи з основного призначення обслуговуваного приміщення, розмірів об'єкта і вимог, по внутрішньому мікроклімату.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Прийнято виділяти наступні види промислової вентиляції по способу повітрообміну [3]:

- аерація (провітрювання) приміщень;
- загально обмінна (механічна) вентиляція і її системи кондиціонування повітря (приточна і витяжна);
- повітряні завіси і струї;
- місцеві вентиляційні відсоси;
- ежекція (стиснення і розрідження) повітря для подальшої передачі по повітроводах.

Якщо ж за основу класифікації видів промислової вентиляції брати спосіб переміщення повітря, то вентиляцію підрозділяють на:

- природну;
- штучну (механічну);
- комбіновану.

Природна система вентиляції працює за рахунок фізичних властивостей, таких як коливання тиску, температури повітря в приміщенні і на вулиці. Ще в Римській імперії інженери встановлювали в деяких будинках дещо на зразок природної вентиляційної системи (вентиляційні шахти) [4,5].

Природна вентиляція розрізняється на:

- організовану;
- неорганізовану.

Неорганізована природна вентиляція здійснюється при потраплянні повітря в приміщення через негерметичні щілини в самому будинку, коли промислові приміщення не обладнані пристроями для вентилявання [6].

Організована природна вентиляційна система робочих приміщень виконується з допомогою витяжних шахт, каналів, форточок (рис. 1.2), за допомогою яких контролюється об'єм поступаючого потоку повітря. Над шахтами вентиляції зазвичай встановлюють спецпристрій, такий як дефлектор, який збільшує тягу .

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		



Рисунок 1.2 — Організована природна вентиляція

1.2 Реалізація механічної вентиляції на виробництві

Механічна вентиляція забезпечує приток і витяжку певного об'єму повітря з допомогою вентиляторів (рис. 1.3).

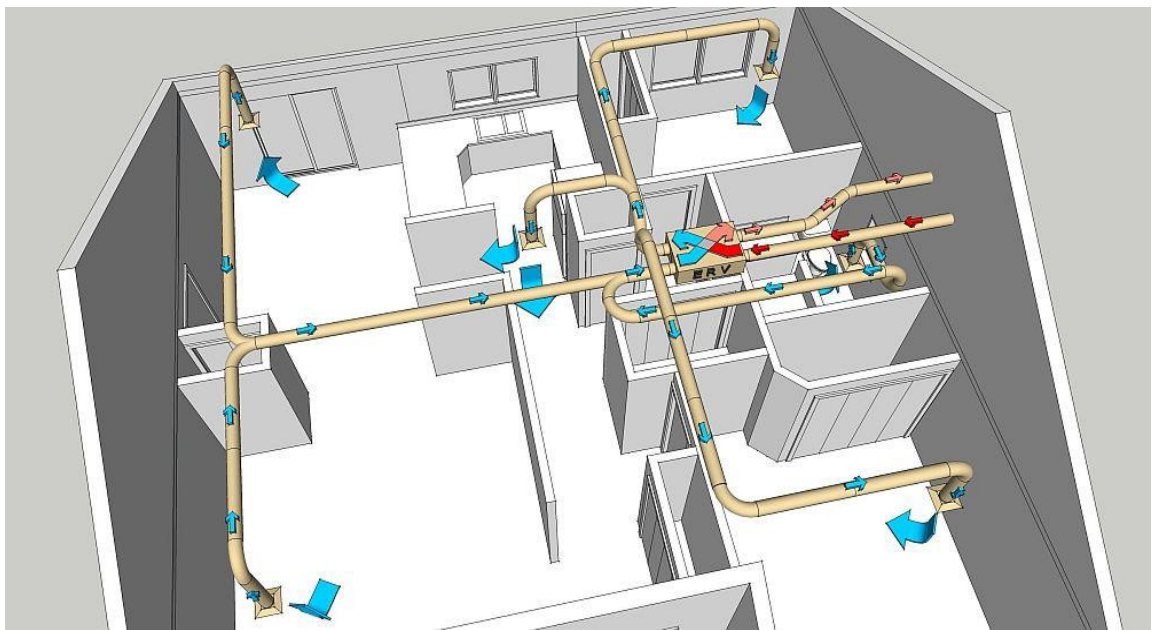


Рисунок 1.3 – Механічна вентиляція

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ

Арк.

13

Організація такої системи має свої переваги та недоліки. Переваги механічної системи:

- здійснює забір повітря з потрібного місця;
- впливає на фізичні властивості: охолоджує/підігріває повітряний потік, підвищує/понижує рівень вологості в промисловому приміщенні;
- здійснює підведення повітряного потоку одразу на робоче місце;
- здійснює відведення повітряного потоку з подальшою фільтрацією;
- видаляє «брудне» повітря з робочих приміщень (це обов'язкова умова на виробництві).

Недоліки механічної системи:

- великі витрати енергоресурсів;
- економічні витрати (вартість).

Механічна система в залежності від завдань, цілей і конструкції, поставлених перед нею, різниться:

- притічна;
- витяжна;
- притічно-витяжна.

В виробничих приміщеннях повітряна система вибирається виходячи з специфіки та потреб об'єктів експлуатації.

Притічна вентиляція на виробництві. Основна задача притічної вентиляційної системи — подача свіжого потоку повітря в робоче приміщення. Встановлюється в основному в об'єктах з підвищеним робочим температурним режимом і малою концентрацією шкідливих газів і речовин. Забруднене повітря видаляється через відвід природної вентиляції (вентиляційні шахти), в яку додатково подається (створюючи тиск) повітряний потік притічної вентиляційної системи [7].

За типом пристроїв ділять на: моноблочну; наборну (модульну).

Моноблочна — це коли пристрій в одному корпусі, він простий в експлуатації та технічному обслуговуванні, але має відносно вищу вартість.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

При монтажі закріплюють основний блок, до якого підводяться повітроводи і підключається електричне живлення.

Набірна (модульна) — пристрій, частина якого або всі блоки вводу-виводу можуть бути конструктивно відокремлені від центральної частини, відносно недорогі, але необхідні спеціалізовані навички для встановлення на об'єкті.

Притічна вентиляція дозволяє впливати на середовище в приміщенні: нагріти, осушити, зволожити (залежить від типу виробництва).

Витяжна вентиляція на виробництві. Основна задача витяжної вентиляції це відведення відпрацьованого повітря з приміщення. В виробничих об'єктах вентиляція застосовується для точкового відведення повітря з великою концентрацією пилу, диму, газу та надмірного тепла.

Витяжні вентиляції ділять на: загальнообмінні та місцеві.

Загальнообмінна витяжна вентиляція — потік повітря переміщується по робочому приміщенню, охоплюючи весь його об'єм.

Місцева витяжна вентиляція видаляє забруднене повітря з локальної ділянки робочого приміщення.

Витяжна вентиляція в основному встановлюється на складських, підсобних приміщеннях, в місцях, де невелика концентрація шкідливих речовин. Притічне повітря надходить через каркас будівлі, фрамуги, вікна.

Притічно-витяжна вентиляція в виробничих приміщеннях.

При використанні комбінованої (притічну і витяжну разом) вентиляції в приміщенні, при фіксуванні наявності газу, визначальну роль має: об'єм притічного свіжого повітря і видалення «брудного» повітря.

Притічно-витяжна вентиляційна система (рис. 1.4) це найбільш розповсюджена промислова вентиляція [8].

Обов'язково необхідно правильно розрахувати всю установку протічно-витяжної вентиляції, щоб повітряні потоки не потрапляли в суміжні приміщення, і не було відтоку звідти.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

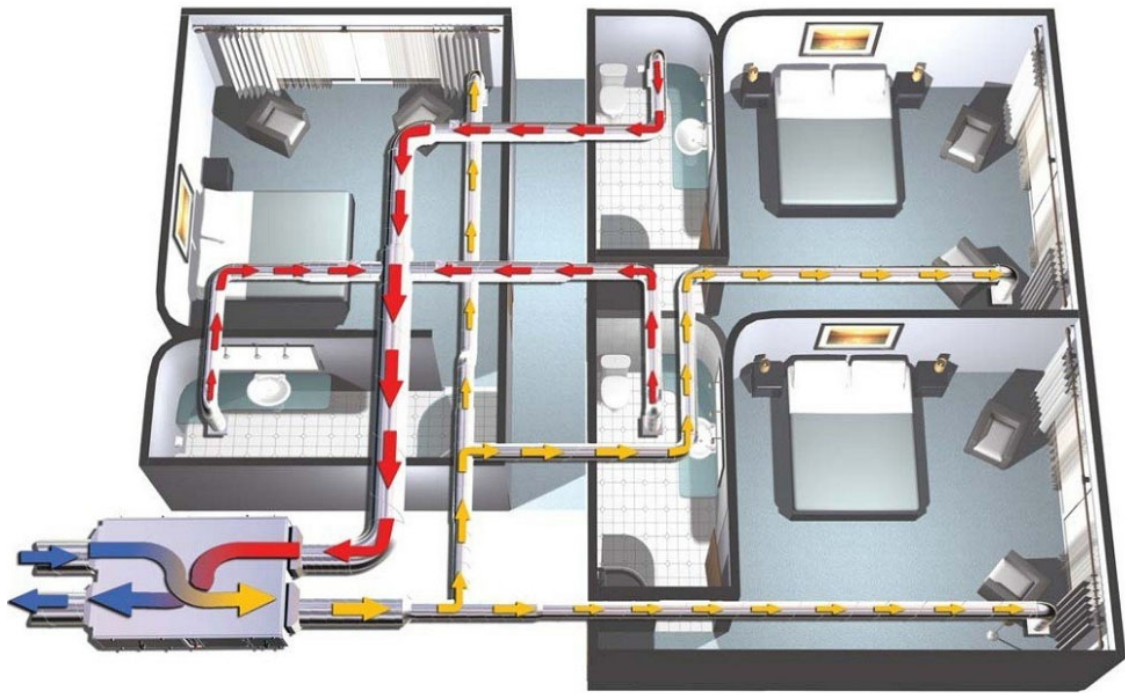


Рисунок 1.4 — Притічно-витяжна вентиляційна система

Вентилятори розміщують зі сторони приладів і обладнання, щоб шкідливі гази і речовини, різного роду пари не були направлені на персонал.

1.3 Постановка завдання

Призначення і цілі створення автоматизованої системи управління (АСУ). Система управління припливно-витяжною вентиляцією (СУПВВ) призначена для подачі зовнішнього повітря в приміщення будівлі і підтримання заданої поточної температури приміщення в літній і зимовий час.

Основним призначенням СУПВВ є провітрювання і видалення забрудненого повітря з приміщення.

В рамках роботи автоматизується система вентиляювання в промисловому приміщенні.

СУПВВ створюється з метою:

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		16

забезпечення своєчасного провітрювання приміщення;
забезпечення своєчасного видалення забрудненого повітря з приміщення;

підтримання температури повітря на встановленому рівні.

В результаті створення автоматизованої системи управління (АСУ) повинні бути покращені значення наступних показників:

- збільшення обсягу «чистого» повітря в приміщенні;
- зниження рівня загазованості;
- забезпечення комфортної температури, в тому числі на рівні, що не перевищує заданої уставки верхнього межі (уставка задається оператором);
- забезпечення комфортного рівня вологості, в тому числі на рівні, не перевищуючому заданого порогового значення (порогове значення задається оператором).

Характеристики об'єкта автоматизації. Об'єктом автоматизації буде промислове приміщення. Розмір приміщення не регламентується.

СУПВВ повинна мати двохрівневу архітектуру: центральний управляючий програмований блок - контролер; периферійні пристрої.

В СУПВВ пропонується виділити наступні функціональні підсистеми: підсистема збору, обробки даних і видачі відповідного впливу, яка призначена для реалізації процесів збору даних з периферійних пристроїв, обробки, згідно програми, отриманих значень, видачі відповідних програмі сигналів на виконавчі пристрої; підсистема людино-машинного інтерфейсу, яка призначена для формування наглядної інформації по роботі системи управління і задання оператором параметрів роботи системи управління.

Система управління повинна підтримувати наступні режими функціонування: автоматичний режим; ручний режим [9].

В автоматичному режимі функціонування система повинна забезпечувати: автоматичне управління вентиляторами, згідно програми, здійснюється по даним, що надходять з датчиків температури і вологості;

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

візуалізацію поточного стану елементів системи і значень вимірюваних параметрів (температури, вологості).

В ручному режимі система повинна забезпечувати можливість проведення:

- включення/вимкнення вентиляторів оператором;
- візуалізації поточного стану елементів системи і значень вимірюваних параметрів (температури, вологості).

В будь-якому режимі функціонування система управління повинна реагувати на забруднення вхідного і вихідного фільтрів і на наявність газу (метану або вуглекислого газу) в приміщенні.

Для всіх технічних компонентів необхідно забезпечити регулярний контроль стану і технічне обслуговування.

В склад персоналу, необхідного для забезпечення експлуатації системи, необхідно виділення наступних відповідальних осіб: інженер - 1 людина; оператор - 1 людина.

Дані особи повинні виконувати наступні функціональні обов'язки: інженер - забезпечує регулярний контроль стану технічного обладнання і його своєчасний ремонт; оператор - здійснює оперативне управління системою..

До кваліфікації персоналу, що експлуатує СУПВВ, пред'являються наступні вимоги: інженер - навички і вміння в технічному обслуговуванні щитових пристроїв; оператор - знання про експлуатацію системи управління вентиляцією.

Рівень надійності має досягатися узгодженим застосуванням організаційних, організаційно-технічних заходів і програмно-апаратних засобів [10].

При роботі системи можливі наступні аварійні ситуації, які впливають на надійність роботи системи:

- збій в електропостачанні СУПВВ;

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		18

- помилки СУПВВ, не виявлені при налагодженні і випробуванні системи.

Надійність апаратних і програмних засобів має забезпечуватися за рахунок наступних організаційних заходів:

- попереднього навчання обслуговуючого персоналу;
- дотримання правил експлуатації і технічного обслуговування програмно-апаратних засобів.

Перевірка виконання вимог по надійності має проводитися на етапі випробувань і експлуатації.

Умови експлуатації, а також види і періодичність обслуговування технічних засобів системи повинні відповідати вимогам по експлуатації, технічному обслуговуванню, ремонту і зберіганню, викладеним у документації заводу-виробника на них.

Кожен технічний засіб живиться однофазною напругою 220 В частотою 50 Гц через мережеві розетки з заземлюючим контактом.

Система повинна бути захищена від електромагнітного випромінювання у радіодіапазоні, яке виникає під час роботи побутових електроприладів, електричних машин, установок та приймально-передавального обладнання, що функціонує в безпосередній близькості [11].

Розміщення компонентів системи управління має виключати можливість негативного впливу на роботу інших підсистем.

Вимоги до стійкості та надійності під впливом зовнішніх факторів:

Система повинна стабільно функціонувати за умови коливань напруги живлення в межах 155–265 В (що відповідає $220 \text{ В} \pm 20 \dots 30 \%$).

Робота системи має бути гарантована в межах температурного діапазону навколишнього середовища, визначеного виробником відповідного обладнання.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Система повинна забезпечувати працездатність при рівні вологості, що не перевищує граничні значення, встановлені виробником апаратних компонентів.

Робота системи повинна зберігатися при дії вібрацій у межах, визначених технічною документацією на обладнання.

Вимоги до безпеки при використанні:

Під час впровадження, експлуатації та технічного обслуговування елементів системи слід дотримуватись норм електробезпеки відповідно до вимог «Правил улаштування електроустановок» (ПУЕ) та «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів» [12].

Вимоги до пожежної безпеки:

Апаратна частина системи повинна відповідати нормам пожежної безпеки, встановленим для виробничих приміщень згідно з документом «Пожежна безпека. Загальні вимоги».

Система управління притічно-витяжної вентиляції є стаціонарною і після монтажу та проведення пусконаладжувальних робіт транспортуванню не підлягають.

Функції, що виконуються АСУ системи управління притічно-витяжної вентиляції. СУПВВ повинна забезпечувати:

а) подачу зовнішнього повітря в приміщення будівлі (притічна вентиляція) і видалення повітря (витяжна установка);

б) вимірювання поточної температури в приміщенні;

в) ручний (включення/вимкнення по натисканню кнопок «Пуск»/«Стоп») або автоматичний режим — на основі встановленого зимового періоду (з 01 листопада до 30 березня) і літнього (інше час року), а також включення, в залежності від температури в приміщенні і від показань датчиків наявності газу, систем приточної і витяжної вентиляції;

г) ручне управління (включення/вимкнення) вентиляторів і жалюзями системи для проведення регламентних робіт і в екстрених ситуаціях;

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

д) управління жалюзьями системи вентиляції за заданим алгоритмом;
е) включення всіх систем (включення вентиляторів, відкриття жалюзі повітроводів) при надходженні сигналу «Аварійна ситуація» (спрацьовування датчика наявності метану або датчика наявності вуглекислого газу);

ж) видачу сигналу тривоги «Забруднення фільтра» при забрудненні хоча б одного фільтра повітроводу (при надходженні сигналу від датчиків наявності потоку в повітроводі);

з) вимкнення вентиляторів при видачі сигналу «Забруднення фільтра» (датчики наявності потоку);

і) відображення всіх вимірюваних параметрів і сигналів про роботу всіх виконавчих і вимірювальних елементів систем.

к) роботу людино-машинного інтерфейсу.

Система управління притічно-витяжної вентиляції працює за наступним алгоритмом управління. Управління притічно-витяжною вентиляцією здійснюється за сигналами з аналогових датчиків температури і вологості в приміщенні, а також дискретних датчиків метану і вуглекислого газу. Вентиляція повинна здійснюватися з допомогою притічного і витяжного вентиляторів. Система повинна управляти двигунами і жалюзьями приточної і витяжної вентиляції в залежності від встановленого зимового режиму (з 01 листопада до 30 березня) і літнього (інше час року), температури в приміщенні, від показань датчиків наявності газу. Повітроводи з зовнішньої сторони приміщення оснащені жалюзьями з механізмами їх відкриття/закриття. Управління відкриттям/закриттям жалюзі здійснюється дискретним сигналом. Управління вентиляцією здійснюється в автоматичному режимі, однак необхідно передбачити можливість в будь-який час вручну вмикати обидва вентилятори кнопкою «Пуск» і вимкати їх кнопкою «Стоп». В зимовий період вентиляція за рахунок природної конвекції повітря не використовується (в зимовий період відповідні жалюзі відкриваються тільки на час роботи вентилятора).

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

В повітроводах кожного вентилятора включені датчики наявності потоку через вхідні і вихідні фільтри. Робота будь-якого вентилятора припиняється (крім режимів аварійного провітрювання приміщення), якщо відповідний датчик протягом 10 секунд після вмикання вентилятора або в будь-який час під час роботи вентилятора буде показувати відсутність потоку.

Після спрацьовування будь-якого датчика наявності потоку система управління в подальшому забороняє вмикання всіх вентиляторів (крім режимів аварійного провітрювання приміщення) до усунення забруднення фільтрів і підтвердження цього стану з панелі оператора.

Притічні і витяжні вентилятори вмикаються незалежно від часу року, незалежно від показань датчиків температури і вологості, незалежно від показань датчиків наявності потоку, якщо спрацьовує датчик наявності метану або датчик наявності вуглекислого газу.

Вентиляція здійснюється до зняття сигналу з датчика/датчиків або до натискання кнопки вимкнення «Стоп».

Система управління повинна бути автономною, надійною і розроблена відповідно до концепції мінімізації апаратних засобів.

Вимоги до підготовки об'єкта автоматизації перед введенням системи в експлуатацію

Для забезпечення належного функціонування СУПВВ та гарантованого дотримання вимог, визначених цим технічним завданням, а також для досягнення ефективності використання системи, необхідно виконати наступні підготовчі заходи у промисловому приміщенні [13]:

- провести адаптацію приміщення для встановлення автоматизованої системи управління (АСУ) відповідно до встановлених вимог технічного завдання;
- здійснити придбання та монтаж усіх необхідних елементів і обладнання, що входять до складу АСУ.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

2 СХЕМОТЕХНІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ

2.1 Розроблення структурної схеми

Проектування будь-якої системи управління починається з розробки структури (рис. 2.1). Для управління виконавчими пристроями (вентиляторами і жалюзьями), відповідно до вхідних сигналів з датчиків, необхідний програмований керуючий блок (контролер). Для відображення інформації про роботу системи і управління нею необхідний блок людино-машинного інтерфейсу. Програмований керуючий блок і блок людино-машинного інтерфейсу конструктивно будуть входити в комплектацію електричної шафи (виділено пунктирною лінією).

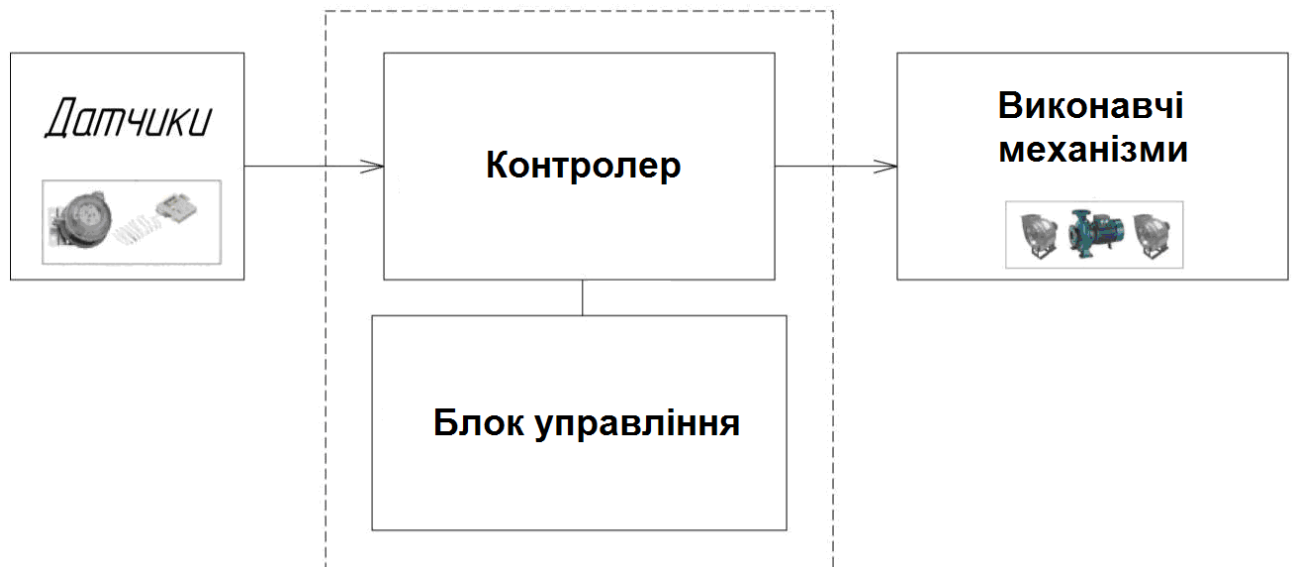


Рисунок 2.1 – Структурна схема системи вентиляції

Перш ніж перейти до вибору підходів до реалізації програмованого керуючого блоку і інших блоків, необхідно чітко уявляти вимоги до їх параметрам.

Для управління системою притічно-витяжною вентиляцією використовуються:

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

шість датчиків:

- датчик наявності потоку через вхідний фільтр (дискретний сигнал);
- датчик наявності потоку через вихідний фільтр (дискретний сигнал);
- датчик температури (аналоговий сигнал);
- датчик вологості (аналоговий сигнал);

дві кнопки:

- кнопка «Пуск» (дискретний сигнал);
- кнопка «Стоп» (дискретний сигнал);

чотири виконавчих пристрої:

- двигун притічної вентиляції (дискретне управління);
- двигун витяжної вентиляції (дискретне управління);
- жалюзі притічної вентиляції (дискретне управління);
- жалюзі витяжної вентиляції (дискретне управління).

Таким чином, для управління системою вентиляції, необхідно, щоб в конфігурацію контролера включалося не менше чотирьох цифрових, двох аналогових входів і чотирьох дискретних виходів.

Блок управління повинен здійснювати індикацію стану всіх входів і виходів контролера, а також управління системою вентиляції за допомогою кнопок.

Для визначення зимового і літнього часу контролер повинен включати в себе години реального часу.

Програмований керуючий блок (контролер) можна реалізувати самостійно на базі жорсткої логіки або на мікроконтролері (МК). В цих випадках блок буде представляти спеціалізовану електронну систему, процедури якої потрібно написати з нуля.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Перевага програмованого управляючого блоку на базі жорсткої логіки або мікроконтролера - висока швидкодія, недолік — при зміні умов задач проектувати схему потрібно заново .

При розробці одиничного варіанту системи зручніше використовувати універсальне рішення, яке дозволить при задіянні мінімальної кількості зусиль в плані розробки електричної схеми і конструктиву корпусу створити систему, що вирішує необхідні задачі.

Програмований управляючий блок можна реалізувати на основі готових типових пристроїв. Одним з таких пристроїв є програмований логічний контролер (ПЛК), його на протязі багатьох років розробляють для систем автоматизації.

Переваги програмованого керуючого блоку на основі ПЛК в тому, що кожен споживач, на відміну від використання на базі мікроконтролера, звільняється від необхідності виготовлення пристрою управління (розробки схем, друкованих плат, конструктиву, налагодження), що в кінцевому підсумку скорочує кошти і час, витрачені ним на реалізацію і впровадження конкретного проекту .

Усі без винятку ПЛК дозволяють працювати в реальному масштабі часу. Це досягається тим, що наступні один за одним алгоритмічні кроки і процедури виконуються за строго визначений час (цикл ПЛК). Така концепція дозволяє легко оцінити максимальний час реакції системи управління.

Також виробники намагаються випускати не просто ПЛК, що мають різні параметри, а цілі програмно-технічні комплекси. У рамках цих комплексів випускаються готові рішення у вигляді операторних панелей, перетворювачів частоти тощо, що мають можливість працювати в одній мережі з даними ПЛК . При цьому для налаштування зв'язку і роботи цих комплексів необхідно докласти мінімальну кількість зусиль.

Внаслідок явних переваг ПЛК перед іншими варіантами вибір впав саме на ПЛК.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Для реалізації поставленої задачі і здійснення управління системою вентиляцією не вимагається використання дорогих високопродуктивних програмованих засобів. Оптимальний вибір ПЛК блоку для конкретної задачі базується на відповідності його функціональних характеристик вирішуваній задачі і його мінімальній вартості.

Увага була звернена на продукцію компанії Раут-Автоматик. Ця українська фірма має широкий модельний ряд контролерів. З представлених у каталозі на сайті фірми Раут-Автоматик пристроїв вибрали програмований логічний контролер МахуСоп Flexy (рис. 2.3), який з мінімальною і з мінімальною надлишковістю покриває необхідний нам функціонал [14]. Його функціональна схема представлена на рис. 2.4.

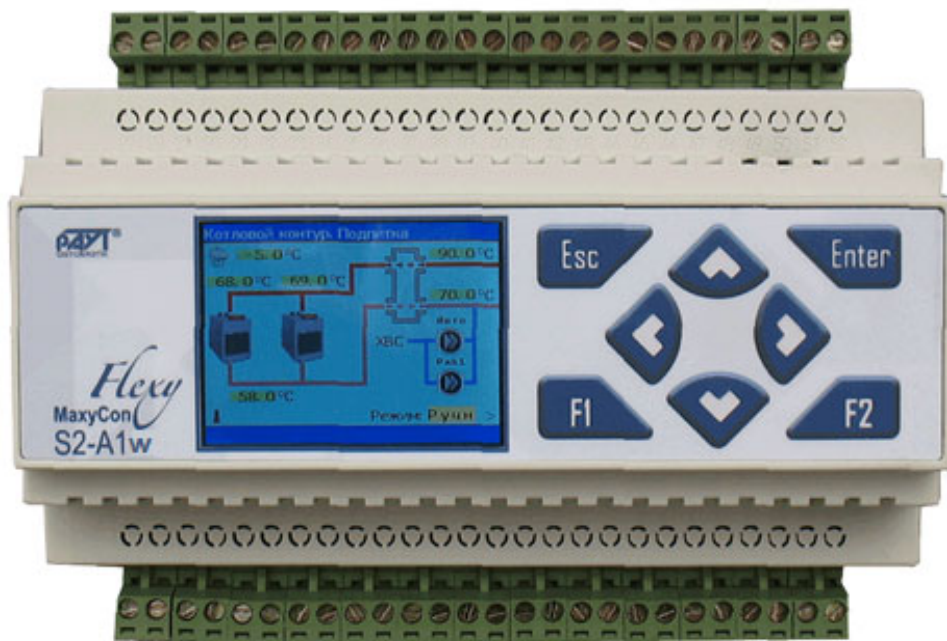


Рисунок 2.3 — Програмований логічний контролер МахуСоп Flexy фірми Раут-Автоматик

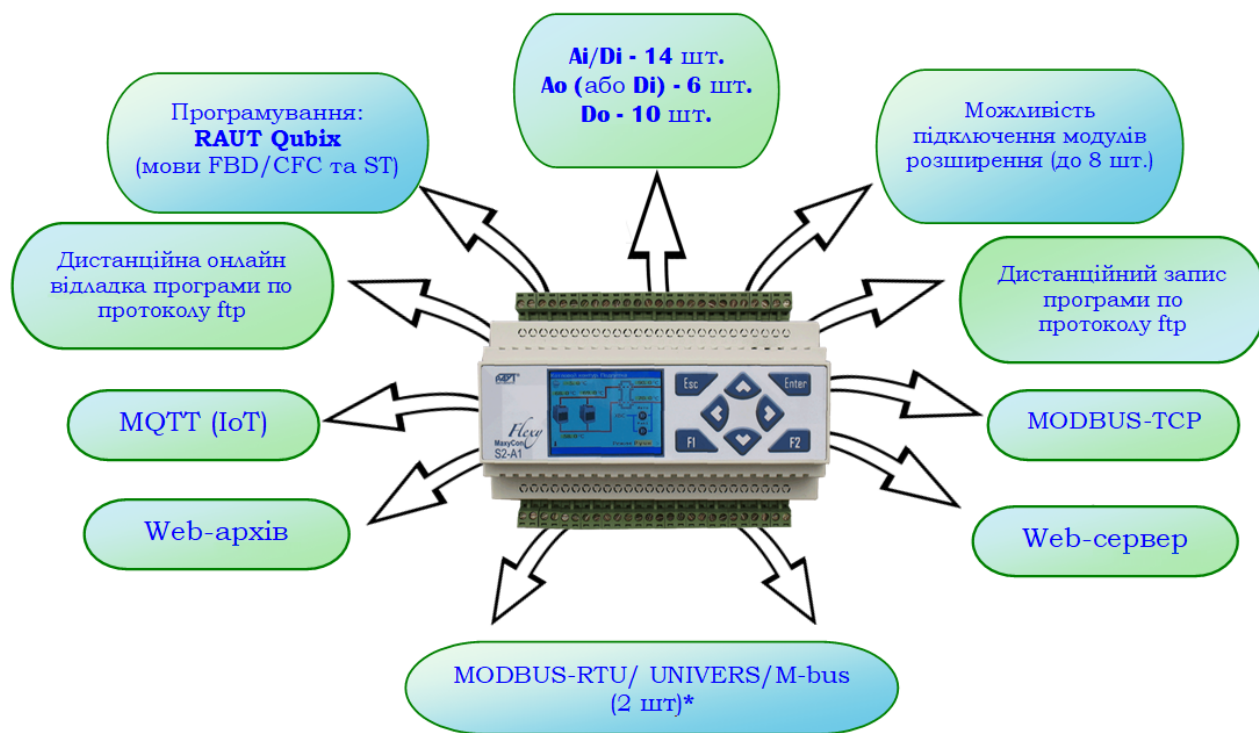


Рисунок 2.4 — Функціональна схема контролера MaxuCon Flexu фірми Раут-Автоматик

Параметри та конфігурація даного контролера [14]:

- 4 аналогові входи;
- 10 дискретних входів;
- 10 дискретних виходів;
- 2 аналогові виходи;
- розрядність вбудованого АЦП 16 біт;
- розрядність вбудованого ЦАП 10 біт;
- годинник реального часу;
- внутрішній опір аналогового входу в режимі вимірювання струму 50 Ом, в режимі вимірювання напруги 0 ... 10 близько 10 кОм;
- опір навантаження від 2 кОм;
- час опитування одного аналогового входу займає 0,5;

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

- наведена похибка вимірювання аналоговими входами до 0,5%;
- кріпиться на DIN-рейку.

Система керування вентиляцією працює у двох основних режимах – автоматичному та ручному. Основна інформація дублюватиметься на кожній екранній формі. Необхідно розмістити інформацію на екрані контролера так, щоб людина інтуїтивно розуміла, як керувати вентиляцією. Інформація про поточну температуру та вологості в приміщенні розміщуватимемо в центрі дисплея. У лівій частині дисплея – про те відкриті або закриті жалюзі, про включення або вимкнення двигуна припливної вентиляції. У правій частині - про те відкриті або закриті жалюзі, про включення або вимкнення двигуна витяжної вентиляції. Двигун вентилятора з лопатями на екрані представлятиметься спеціальним динамічним анімаційним зображенням, а жалюзі — динамічним зображенням, яка показуватиме, відкриті вони чи закриті. Стрілки позначатимуть напрямок потоку повітря. Дані та час розмістимо у дисплеї, а виклик налаштувань для зміни вставок дати, часу, температури, вологості та для налаштування параметрів аналогових датчиків у одному з кутів екрану. Основну технологічну інформацію відокремлюватимемо від іншої інформації на екрані [14].

Для кожного режиму розробимо власний ескіз. Основний екран «Автоматичний режим», який здійснює роботу системи в автоматичному режимі. Внизу розмістимо кнопку «Перехід до ручного режиму», після натискання якої здійснюється перехід з автоматичного режиму на ручний і відкривається екран "Ручний режим".

При замалюванні ескізу «Ручний режим» кнопки керування системою вентиляції розмістимо знизу з необхідними підписами «Пуск» та «Стоп», вони здійснюють окреме включення припливної та витяжної вентиляції. Як у екранній формі «Автоматичний режим» розмістимо кнопку «Перехід до автомат. режиму» знизу в центрі. Ця кнопка відповідає за перехід із ручного режиму на автоматичний та відкривається екран «Автоматичний режим».

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

У вікні «Температура» об'єднаємо налаштування датчика температури та налаштування нижньої та верхньої межі для включення вентиляції. Все, що стосується датчика, відокремлено сірою заштрихованою областю. Прямокутниками з синім штрихуванням позначимо область для введення інформації. У цьому вікні також передбачено закриття вікна після натискання кнопки «Вихід».

Як і у вікні «Температура» у вікні «Вологість» об'єднаємо налаштування датчика вологості та налаштування межі для увімкнення вентиляції. Використовуватимемо заштриховані області аналогічно ескізу вікна «Температура». У цьому вікні також буде передбачено закриття вікна після натискання кнопки «Вихід».

Відповідно до параметрів даного контролера, до його конфігурації включений годинник реального часу. Однак, щоб при зміні уставки дати та часу оператору, або іншому співробітнику, не доводилося змінювати час і дату через ПЛК-Браузер (для цього необхідні спеціальні знання для роботи з системою управління вентиляцією), краще якби годинник реального часу входив до складу технічних засобів операторної панелі.

Вибір контролера визначає склад цифрових мережевих інтерфейсів, одним з яких повинна мати операторна для організації зв'язку з цим контролером. Цими інтерфейсами є:

- Modbus RTU, Modbus ASCII;
- Ethernet;
- DCON.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

2.2 Розробка функціональної схеми управління вентиляції

Розробка функціональної схеми включає вирішення питань щодо розподілу апаратних і програмних засобів і ресурсів системи для виконання її конкретних окремих завдань. При створенні системи управління з урахуванням промислового контролера може значно залежати від топологічного розподілу вузлів системи. Розглянемо варіанти та особливості побудови функціональної схеми системи залежно від віддаленості датчиків та виконавчих механізмів від контролера.

Якщо система створюється для невеликого приміщення, то датчики та виконавчі пристрої розташовані поблизу пристроїв, що утворюють ядро системи управління вентиляцією. Всі компоненти системи управління при цьому конструктивно розташовуються в одній шафі - в шафі управління вентиляцією (ШУВ). Розроблена функціональна схема такої локальної СУПВВ переважно повторює структурну схему (рисунок 2.1). Датчики та виконавчі пристрої в локальній системі підключаються до відповідних клем шафи управління вентиляцією.

Якщо система створюється для великого приміщення, то датчики і виконавчі пристрої можуть бути розташовані на відносно великій відстані від СУПВВ. У такому разі раціональнішим функціональним рішенням буде підключення датчиків і виконавчих пристроїв до модулів віддаленого вводу/виводу, що розташовуються в безпосередній близькості від них. Розроблена функціональна схема СУПВВ представлена на рис. 2.5.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

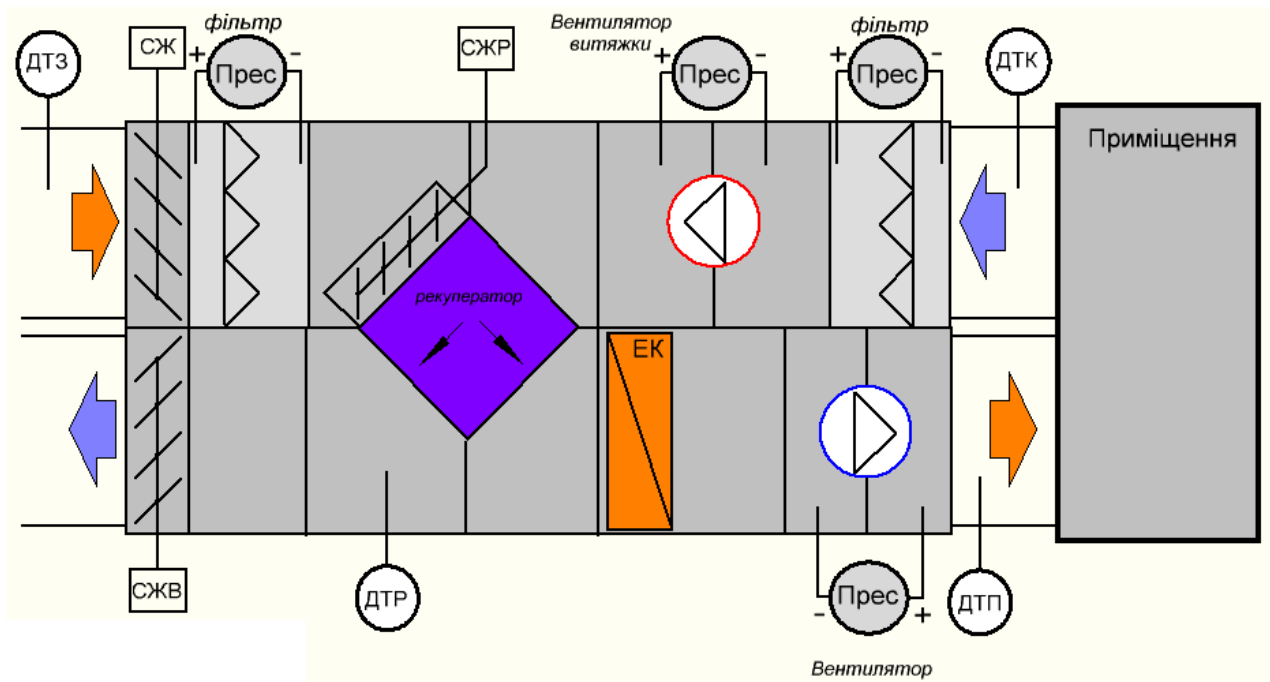


Рисунок 2.5 - Функціональна схема системи управління вентиляції

Функціональна схема включає зображення основних технолоічних елементів:

- вхідні і вихідні жалюзі;
- фільтри вхідні і вихідні
- рекуператор;
- електрокалорифер;
- вентилятор витяжний
- вентилятор притічний

Датчики температури:

- зовнішнього повітря;
- повітря в приміщенні;
- викидного повітря;
- припливного повітря.

Дискретні датчики:

- датчик потоку через вхідний фільтр;
- датчик потоку через вихідний фільтр;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ

Арк.

31

- датчик роботи притічного вентилятора;
- датчик роботи витяжного вентилятора.

2.3 Розробка принципової схеми системи вентиляції

Як уже вказувалося вище функціональні схеми локальної та розподіленої систем управління відрізняються один від одного лише у способі підключення датчиків та виконавчих пристроїв до ШУВ. Це дозволяє для локальної та розподіленої систем управління як ШУВ використовувати один і той самий пристрій, принципову електричну схему, якого необхідно розробити. Необхідно розробити також важливі електричні схеми шаф, у яких розташуються модулі вводу/виводу.

Силова частина містить підключення основних елементів системи вентиляції, рис.2.6.

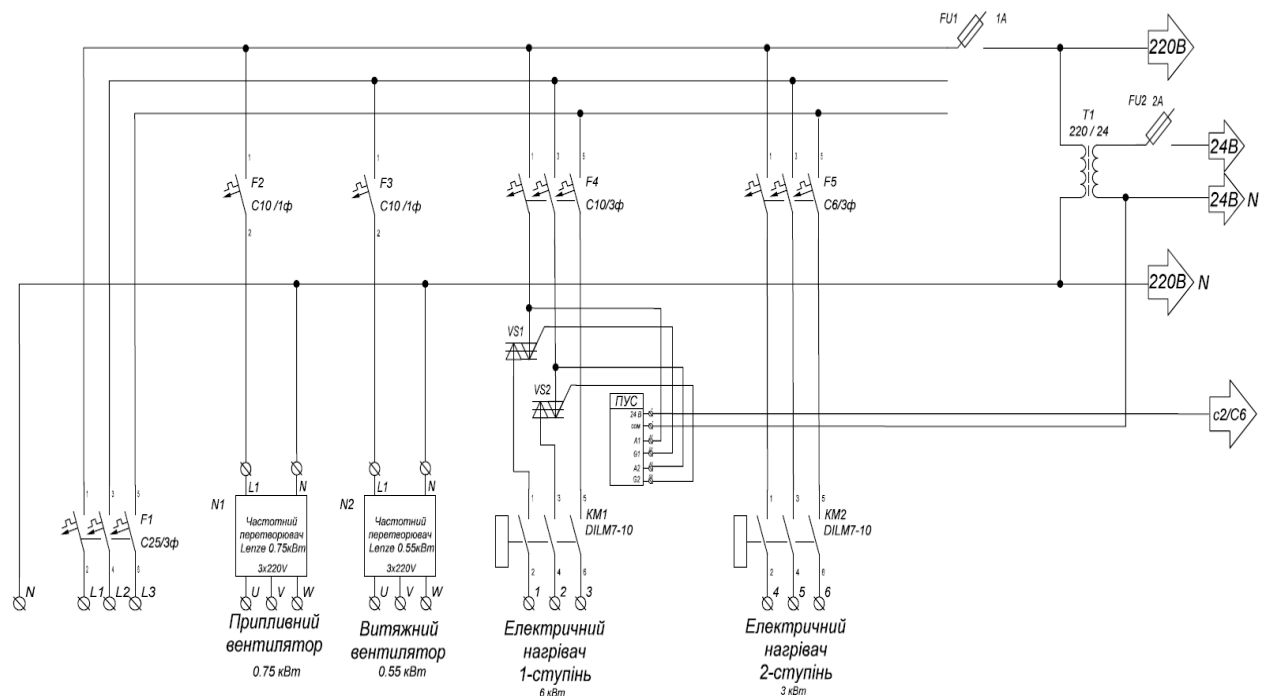


Рисунок 2.6 – Схема електрична силова

Нагрівним вузлом системи служить електрокалорифер виконаний по схемі 2 контурів, що дозволяє більш плавно регулювати вихідну температуру.

									Арк.
									32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ				

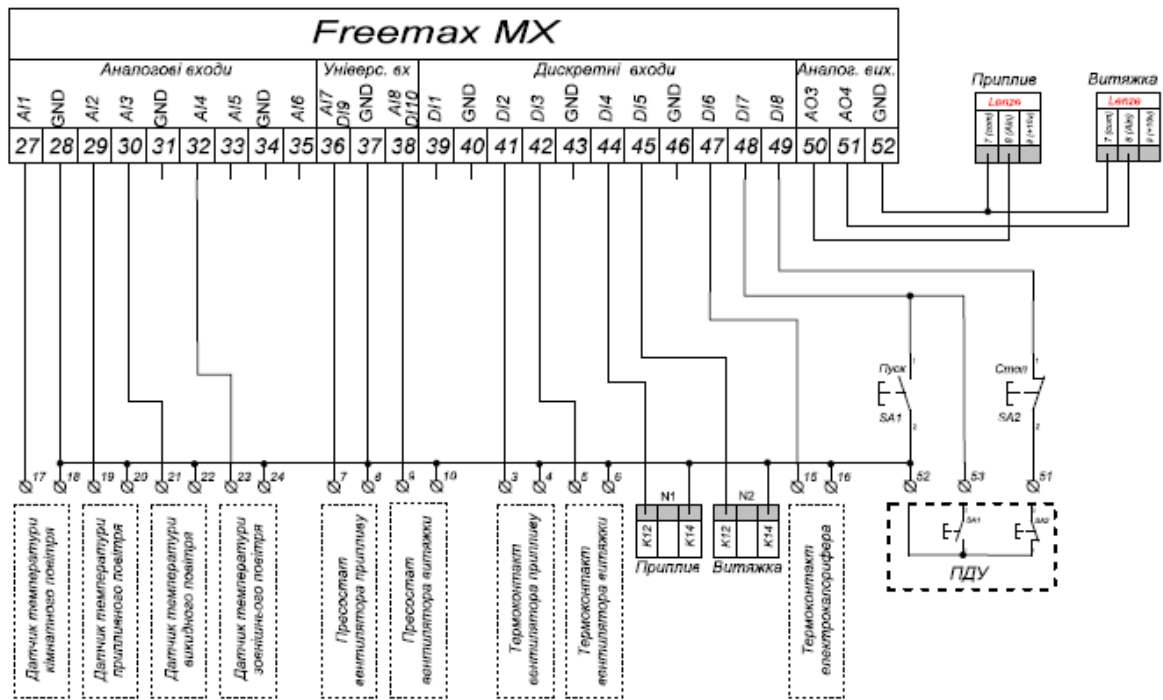


Рисунок 2.8 – Схема електрична підключення датчиків

Окрім датчиків температури у схемі передбачено підключення датчиків потоку повітря, термоконтакти вентилятора, що сигналізують про перегрів електродвигуна. На рис. 2.9 зображено силове підключення виконавчих механізмів.

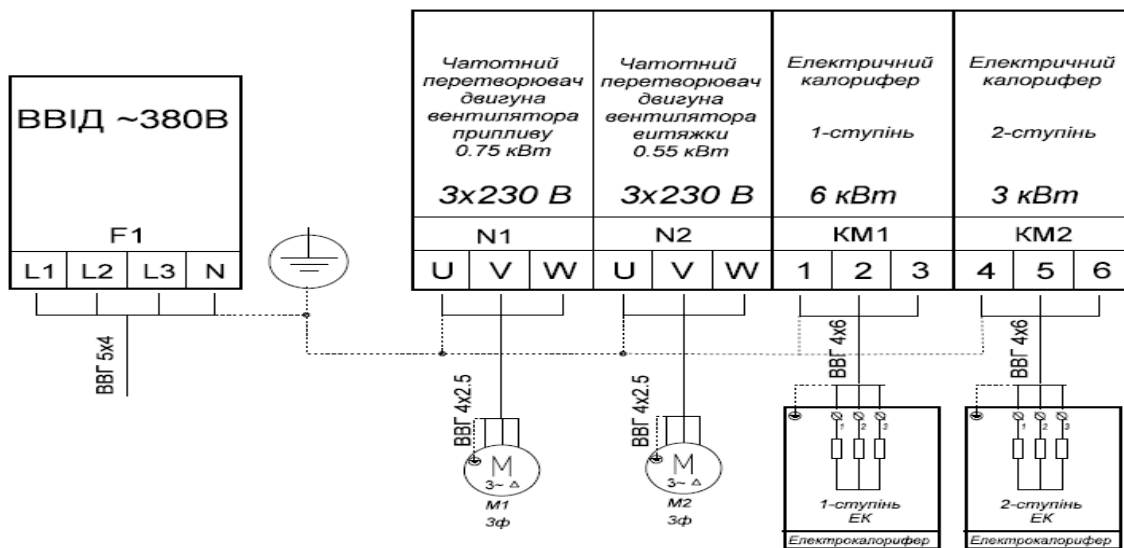


Рисунок 2.9 – Схема електрична силова

Для зручного підключення датчиків і інших елементів у щиті передбачено нумерацію усіх контактів, що дозволяє проводити швидкий ремонт і налагодження системи в цілому, рис. 2.10.

Щит автоматики

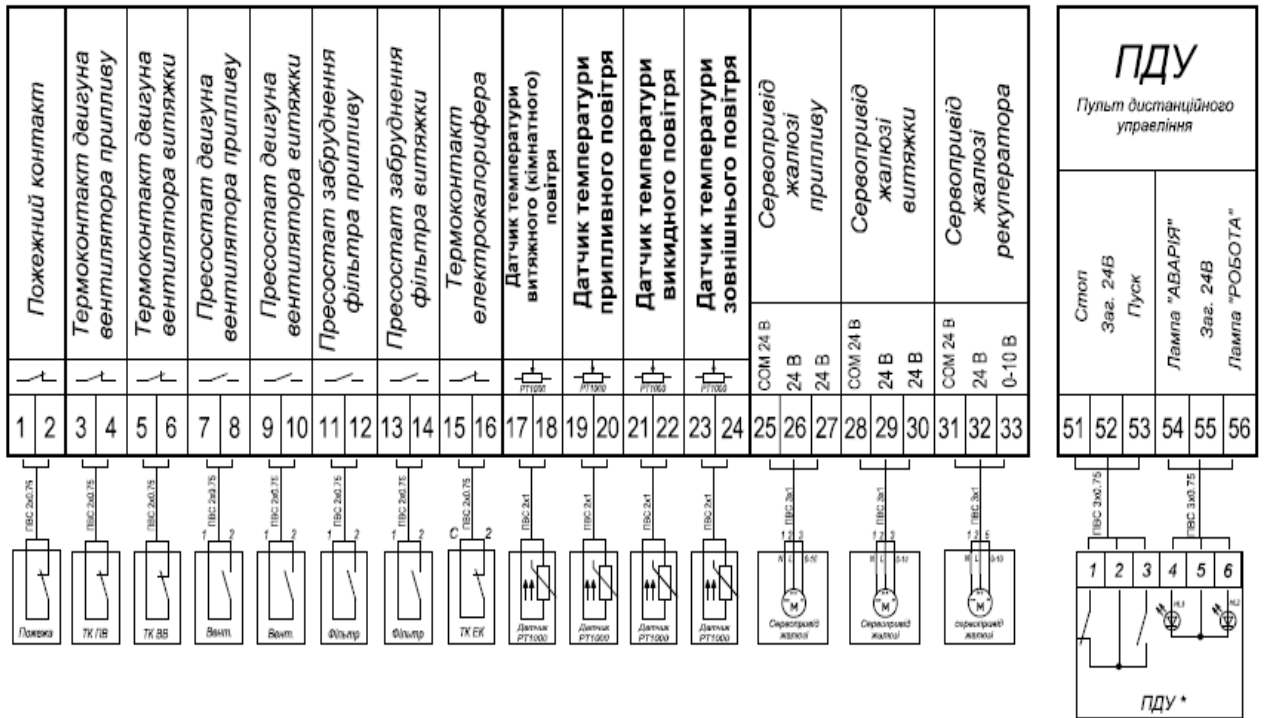


Рисунок 2.10 – Схема підключення щита управління

2.4 Вибір давачів

В системі використовується кілька типів давачів, які призначені для збору інформації і можуть бути як аналоговими так і дискретними, в залежності від потреби. Це перш за все давачі температури та давачі потоку повітря, які є основними носіями інформації в даній системі.

Основним дискретним датчиком є датчик потоку повітря. В його ролі обрано давач ДППР-1.

Датчики-реле потоку повітря ДППР-1(загальнопромислове виконання) та ДППР-1В (вибухозахищене виконання) призначені для контролю наявності потоку (протоки, протікання, витрати) повітря та газів на прямих ділянках повітроводів круглого та прямокутного перетину від механізму припинення параметрів, рис. 2.11.



Рисунок 2.11 – Датчик-реле потоку повітря ДППР-1

Датчики-реле ДППР-1 і ДППР-1В широко застосовуються в системах вентиляції в різних галузях, у тому числі у вибухонебезпечних умовах (ДППР-1В має вибухозахист Exd - вибухонепроникна оболонка).

Датчики реле потоку повітря ДППР-1 і ДППР-1В можуть бути використані для контролю витрати в умовах сейсмічних навантажень.

Вартість датчиків-реле ДППР-1, -1В (потоку/витрати повітря) залежить від загального обсягу замовлення та додаткових опцій.

Принцип роботи датчиків-реле потоку/витрати повітря ДППР-1 і ДППР-1В заснований на рівновазі сил, що розвиваються динамічним натиском повітря на заслінку, і сил, що розвиваються елементами механізму приладу. Контрольований потік повітря впливає на заслінку. При збільшенні швидкості потоку повітря заслінка під дією динамічного тиску, подолавши зусилля пружини, повернеться навколо стрижня і займе положення, що відповідає динамічній рівновазі сил потоку та пружини. При досягненні встановлених

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

значень швидкості потоку повітря замикаються нормально розімкнені контакти мікроперемикача.

При зниженні швидкості потоку повітря до значення, встановленого за шкалою уставок, заслінка повернеться до початкового положення. При подальшому зменшенні швидкості потоку повітря заслінка продовжить рух у зворотному напрямку, і коли швидкість потоку зменшиться на величину диференціала спрацьовування, відбудеться зворотне спрацьовування контакту мікроперемикача датчика.

Технічні характеристики ДППР-1:

- температура робочого середовища $-50 \dots +50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- швидкість потоку повітря від 4 до 10 м/сек;
- вихідний сигнал релейний;
- електричне навантаження на контакти 0,05...0,5 А постійного струму 27 В при індуктивному навантаженні ($\tau \leq 0,015 \text{ с}$), до 1 А змінного струму 220 В (50 Гц) при індуктивному навантаженні ($\cos \varphi \geq 0,5$);
- ступінь захисту IP54;
- температура навколишнього повітря $-10 \dots +50 \text{ }^\circ\text{C}$;
- відносна вологість навколишнього середовища 98% (при $+35 \text{ }^\circ\text{C}$).

Кріплення датчика-реле ДППР-1 (-1В) до повітропроводу має бути герметичним та надійним. Під час регламентних робіт ущільнюючу прокладку слід замінити новою за необхідності.

Датчик-реле встановлюється на прямих ділянках горизонтальних, похилих або вертикальних повітроводів на відстані не менше одного діаметра повітропроводу від місцевого опору в положенні з горизонтально розташованою віссю заслінки. Напрямок потоку повітря вказано кришці корпусу приладу. Перед встановленням потрібно зняти кронштейн, що оберігає заслінку, та звільнити стрижень від гумових втулок.

Датчик реле потоку повітря кріпиться чотирма болтами. Для герметизації з'єднання з повітроводом рекомендується постановка прокладки

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

товщиною від 1 до 1,5 мм з металу, стійкого до дії навколишнього та контрольованого повітря.

Датчик температури повітря Pt1000. Канальний датчик температури (Pt1000) ТТ-14.04

Канальний датчик температури (Pt1000) ТТ-14.04 – це промисловий (ТСП) вимірник широкого спектру застосування.



Рисунок 2.11 — Датчик температури Pt1000

Технічні особливості:

- термоопір – Pt1000;
- висока точність - 0,5%;
- індивідуальний підбір довжини детектора;
- регульована довжина сенсора.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		38

Канальний датчик температури (Pt1000) ТТ-14.04 призначений для промислових вимірювань температури у сільському господарстві, гідравліці, вентиляції, різних ємностях та місцях виробництва.

Окремо для вимірювання кімнатної температури і вологості оберемо датчик THD-M, рис. 2.12.



Рисунок 2.12 – Датчик температури і вологості THD-M

Даний датчик поєднаний в одному корпусі з модулем мережного вводу. Модуль працює за інтерфейсом RS-485 (Modbus RTU). Налаштування швидкості передачі здійснюється перемикачем SW1. Налаштування параметра адреси зв'язку – CAL та SW1.

Параметри цього блоку:

- діапазон вимірювання температури $-20 \dots +60 \text{ }^\circ\text{C}$;
- точність вимірювання температури $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$;
- діапазон вимірювання вологості $0 \dots 99,9 \%$;
- точність вимірювання вологості $\pm 3\%$;
- періодичність вимірювання 0,5 секунд;
- комбінований вихідний сигнал: два канали 4...20 мА та інтерфейс RS-485 (Modbus RTU);
- живлення 24 В.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

2.5 Вибір блоку живлення

Розроблена електрична принципова схема автоматики системи керування вентиляцією (ШУВ) показана у графічному матеріалі.

Основу принципової схеми ШУВ утворюють програмно-логічний контролер MaxiCon Flexu, що кріпиться на DIN-рейку, отже, при виборі компонентів, що входять до складу шафи, необхідно враховувати, що кріплення повинне здійснюватися таким же способом. Підбір ПЛК був зроблений раніше.

Для контролера потрібне джерело живлення на 24 В. Оптимальний вибір блоку живлення для промислової автоматики базується на відповідності параметрів та мінімальній вартості. З представлених у каталозі на сайті фірми Мікрол пристроїв вибрали блок живлення для промислової автоматики БП-30-1к. Зовнішній вигляд блоку живлення показаний малюнку 2.20.



Рисунок 2.13 – Блок живлення

Блок живлення призначений для живлення стабілізованою напругою 24В постійного струму різних приладів та промислового обладнання.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Область застосування:

- живлення нормуючих перетворювачів та блоків перетворення сигналів, у тому числі блоків та перетворювачів виробництва підприємства МІКРОЛ;
- живлення електронних схем та кіл дискретних входів, імпульсних входів та дискретних виходів мікропроцесорних контролерів та регуляторів;
- живлення контакторів, пускачів, механічних та твердотільних реле;
- живлення електромагнітних клапанів.

Параметри даного блоку:

- потужність 30Вт;
- вихідна напруга 24 В;
- максимальний вихідний струм 1,2 А;
- амплітуда пульсацій напруги 120 мВ.

Умови експлуатації:

- температура навколишнього повітря -20 ... +50 ° С;
- атмосферний тиск 86...106,7 кПа;
- відносна вологість повітря трохи більше 80 %.

Для забезпечення захисту ШУВ від короткого замикання будемо використовувати запобіжник, а для ввімкнення/вимкнення подачі живлення однофазної мережі — вимикач (SA1).

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

3 РОЗРОБЛЕННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТА АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ СИСТЕМИ

3.1 Розроблення програмного забезпечення

Проект буде створюватися серед програмування Raut Qubix. У цьому середовищі програмування спочатку співвідносяться входи та виходи контролера.

Під час створення конфігурації мережевих змінних вказуємо режим роботи Modbus RTU (ПЛК-master) і налаштовуємо RS-485 інтерфейс прийом/передачу даних. Швидкість передачі 115200, кількість біт даних 8, кількість стоп-біт 1, біт паритету відсутня.

Перш ніж реалізувати програму, розробимо її алгоритм. Під час розробки алгоритму враховувалося, що програма ПЛК має виконуватися циклічно.

Робота програми початку кожного циклу починається з опитування датчиків. Відповідно до завдання, при спрацюванні хоча б одного датчика потоку повітря система вентиляції переводиться на аварійний режим роботи. Опитування датчиків температури і потоку повітря реалізується на початку кожного нового циклу програми.

У будь-який момент часу можна перейти до керування роботою системи вентиляції в ручному режимі, натиснувши кнопку «Пуск» або «Перехід до ручного режиму» і вийти за натисканням «Стоп» або «Перехід до автомат. режиму». При натисканні на кнопку «Пуск» (змінна *pusk*), встановлену на дверцятах щитового пристрою, вмикається вся система вентиляції, при натисканні кнопки «Стоп» (змінна *stop*), встановлену на дверцятах щитового пристрою, система продовжує роботу в автоматичному режимі. При натисканні кнопки "Пуск" (змінна *start_v*) система витяжної вентиляції включається при натисканні кнопки "Стоп" (мережна змінна *stop_v*) -

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

вимикається. Щоб фіксувати в програмі необхідний стан системи вентиляції після короткочасного натискання кнопок «Стоп» та "Пуск" введемо в неї змінну *man_mode_v*, яка встановлюється за натисканням кнопки "Пуск" (змінна *start_v*) і скидається за натисканням кнопки "Стоп" (змінна *stop_v*). При натисканні кнопки "Пуск" (змінна *start_pr*) система витяжної вентиляції включається при натисканні кнопки "Стоп" (мережна змінна *stop_pr*) - вимикається. Щоб фіксувати в програмі необхідний стан системи вентиляції після короткочасного натискання кнопок «Стоп» та "Пуск" введемо в неї змінну *man_mode_pr*, яка встановлюється за натисканням кнопки "Пуск" (змінна *start_pr*) і скидається після натискання кнопки "Стоп" (змінна *stop_pr*). У цьому режимі відбувається стеження станом вихідних сигналів датчиків наявності потоку в повітроводі.

У штатному режимі роботі проводиться опитування аналогових датчиків температури (її значення відображається у програмі змінної *temp*) та цифрових датчиків наявності потоку через вхідний та вихідний фільтри (змінні *in* та *out*). За допомогою годинника реального часу відстежується настання зимового та літнього періодів роботи системи вентиляції. При вологості в приміщенні більш встановленого (як і верхньої межі температури) працює припливно-витяжна вентиляція. При температурі більше мінімально встановленої, але менш максимально встановленої працює припливна система вентиляції. При роботі хоча б одного з вентиляторів йде стеження зміною сигналу з датчиків *in* і *out*. У літній період за будь-якої температури в приміщенні відкриті жалюзі припливної вентиляції.

Якщо при опитуванні датчиків наявності потоку через вхідний або вихідний фільтр система керування визначить, що повітряний потік відсутній протягом 10 секунд (при забрудненні вхідного або вихідного фільтра), то робота вентиляторів припиняється (крім режиму аварійного провітрювання приміщення). Фіксація факту забруднення вхідного або вихідного фільтра здійснюється установкою в одиницю змінної *n_potok* за сигналами з датчиків

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						43
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

in або out. Подальше включення вентиляторів системою керування буде заборонено до усунення забруднення фільтрів. Підтвердження факту очищення фільтрів (і скидання в нуль змінну p_potok) здійснюється натисканням кнопки «ОК» (змінна zam).

З метою корекції вимірювання температури датчиків, що може бути пов'язано із місцем їх розміщення, використовується блок корекції, який здійснює корекцію температури як в додатному так і у від'ємному форматі, рис. 3.1.

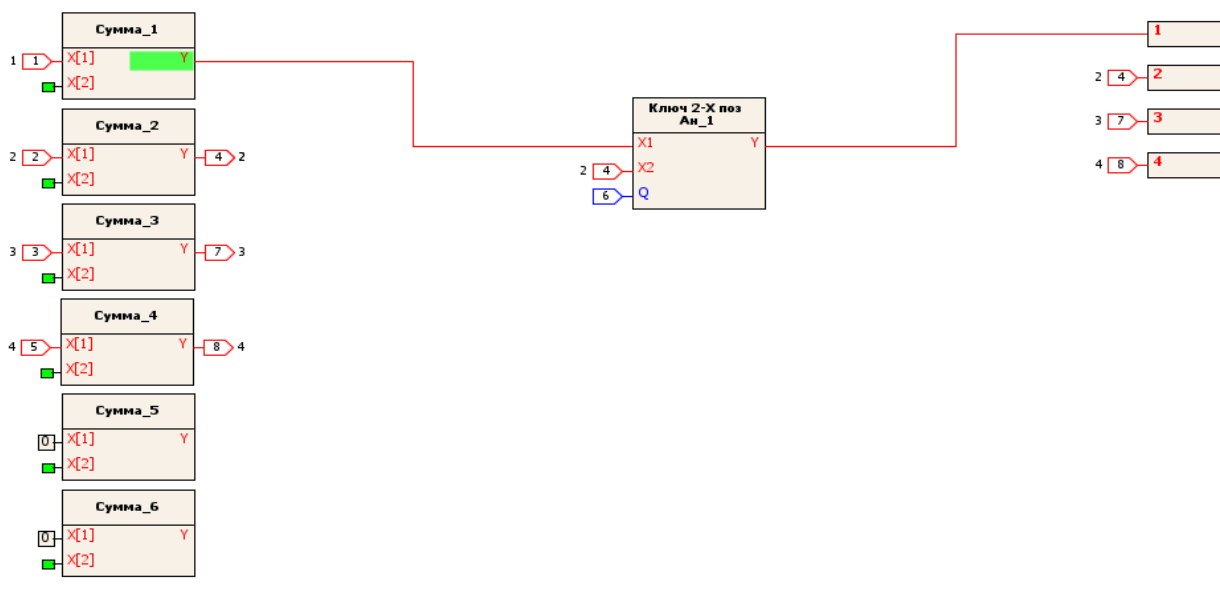


Рисунок 3.1 - Підпрограма корекції датчиків температури

Для коректної роботи системи літом чи зимою передбачено відповідну підпрограму, рис. 3.2

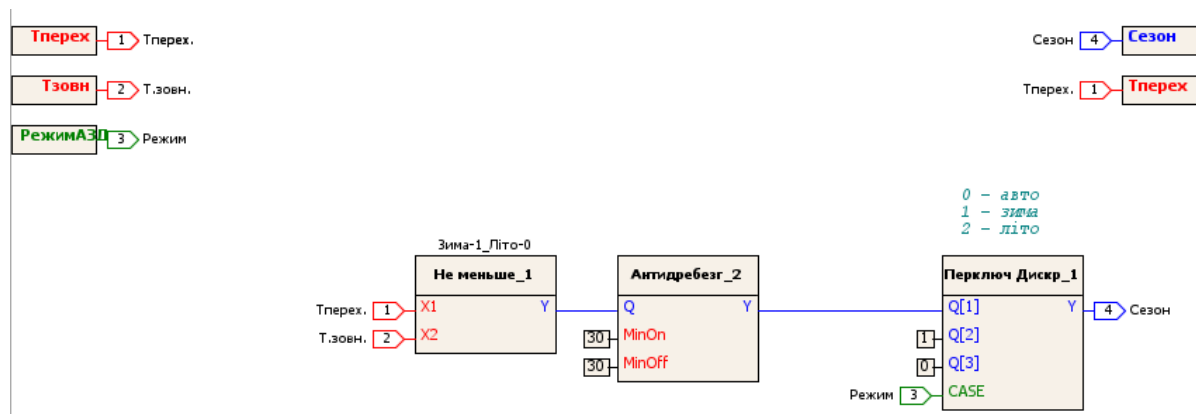


Рисунок 3.2 - Підпрограма пори року зима-літо

В залежності від обраного режиму роботи блоку, обирається відповідна пора року. У випадку обрання в меню ручного режиму визначення пори року, користувач в ручному режимі встановлює пору року (зима-літо). У випадку обрання автоматичного режиму, система автоматично визначить пору року виходячи із температури зовнішнього повітря і температури, яка встановлена як температура переходу – літо-зима. При цьому з метою стабільності роботи блоку, у підпрограмі передбачено антидребізг переключення.

Для обробки аварійних сигналів призначений відповідний блок, рис.3.3.

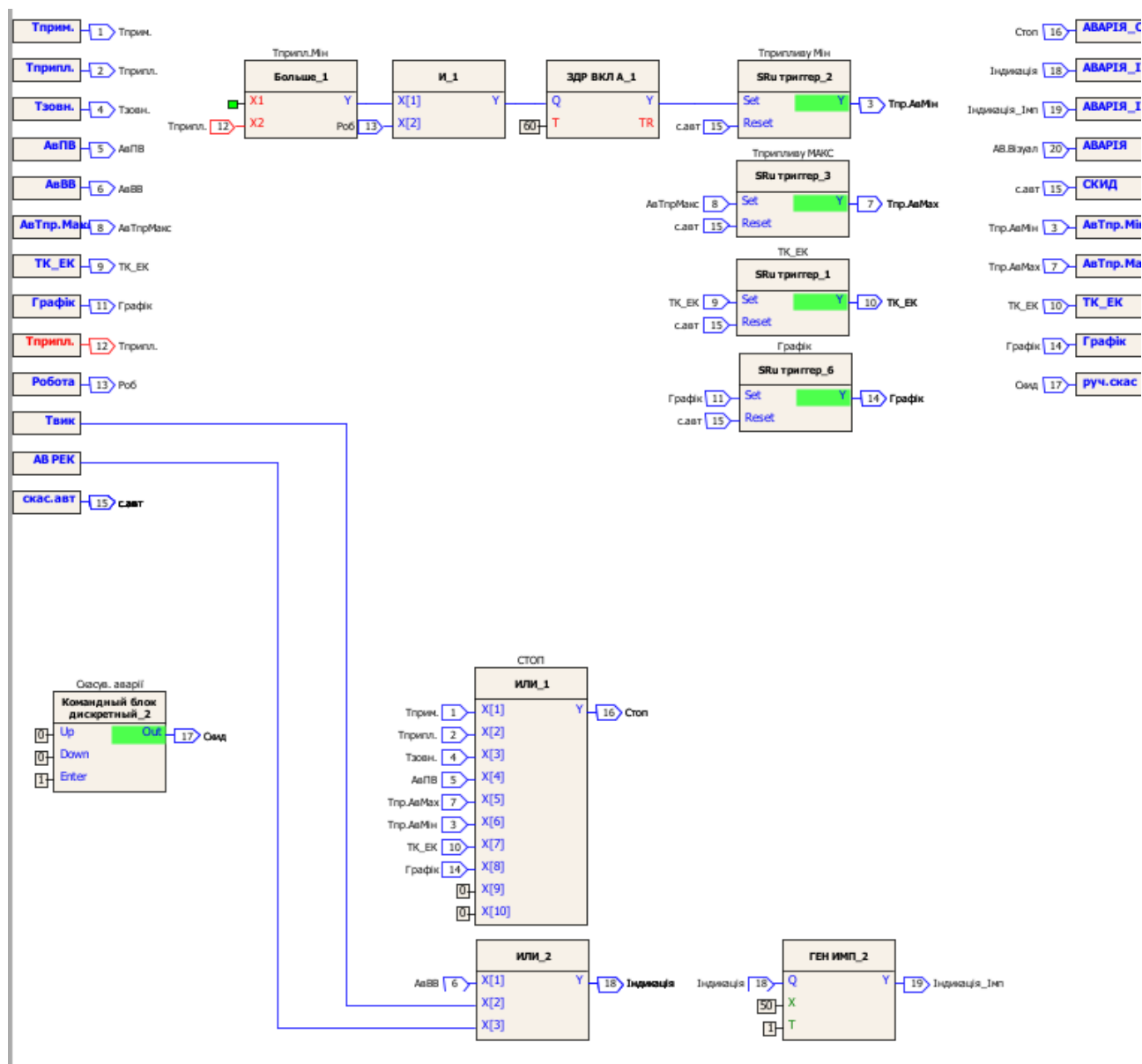


Рисунок 3.3 – Блок обробки аварійних сигналів

У системі вентиляції передбачено використання рекуператора, задачею якого є збільшення енергоефективності за рахунок відбору температури викидного повітря з наступним нагріванням притічного повітря. Таке рішення значно економить електроенергію для роботи електрокалорифера. Для роботи даного обладнання використовується відповідний блок програми, рис. 3.7.

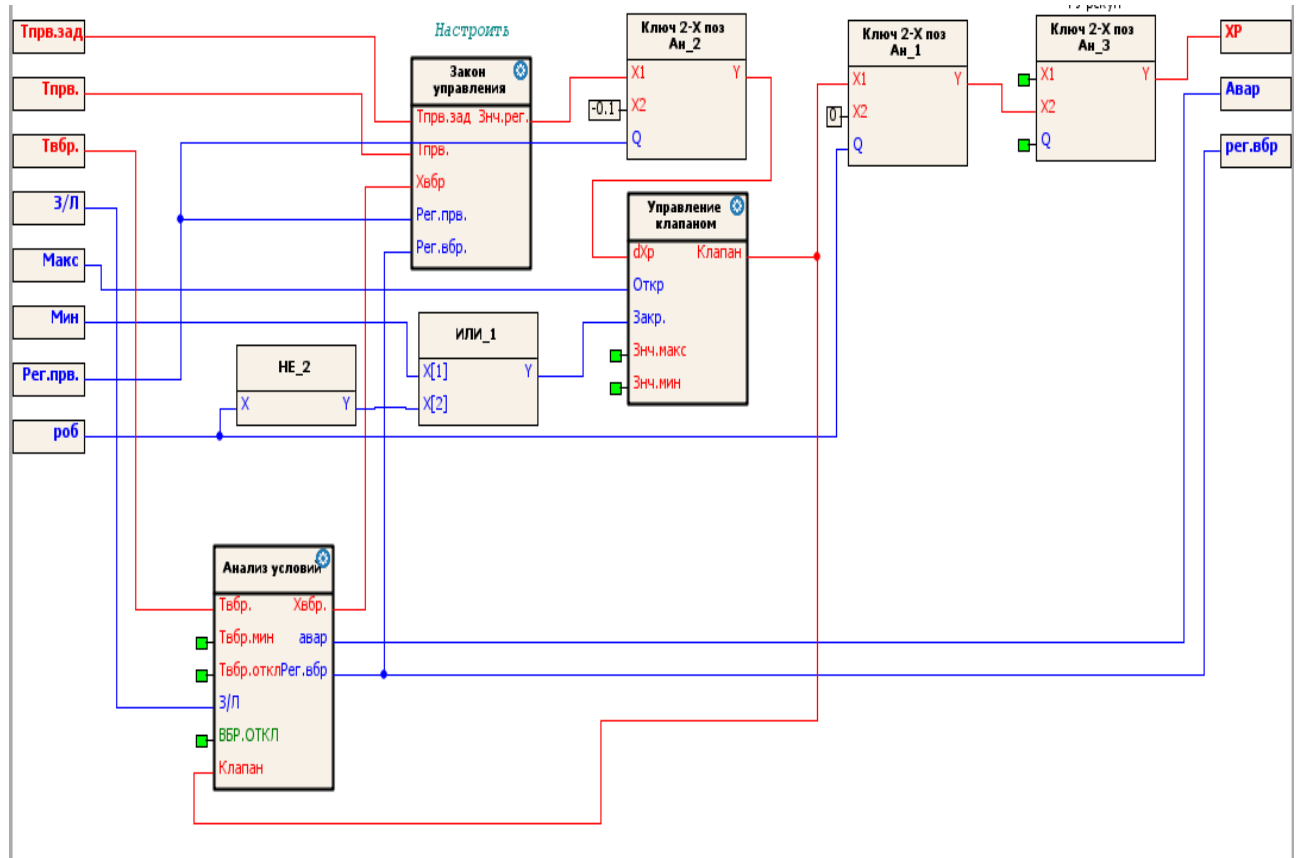


Рисунок 3.7 – Блок роботи рекуператора

3.2 Розробка графічного інтерфейсу контролера

Для зручного функціонування системи в цілому. В контролері передбачено невеликий графічний інтерфейс управління. Хоча його розмір є невеликим за роздільною здатністю для повсякчасного моніторингу, проте його розміру цілком достатньо для періодичного управління, налаштування, ліквідації аварійних ситуацій.

Для відображення поточних даних системи використовується розроблене відповідне меню дисплею, рис. 3.8.

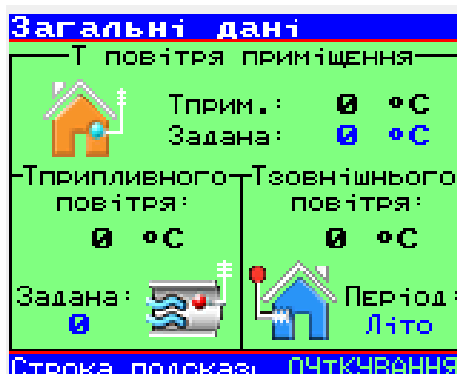


Рисунок 3.8 – Вікно загальних даних

В загальному вікні відображається температура приміщення, задана температура, температура притічного повітря, зовнішня температура повітря, задана температура притічного повітря, період пори року – літо-зима, а також відображають стан системи в цілому – робота, аварія, очікування, інші.

У цьому вікні відображені наступні параметри:

- «Т повітря приміщення» – це температура повітря у приміщенні. Здійснюється відображення реального значення температури (25°C) та «Задана» – 22 °C.

- «Т припливного повітря» – це температура повітря, що подається в приміщення. Здійснюється відображення реального значення температури (22°C) та «Задана» – 22 °C.

- «Т зовнішнього повітря» – це температура повітря на вулиці. Здійснюється відображення реального значення температури (5°C) та відображається поточний «Період» – Зима/Літо.

В цьому вікні відображається поточна зовнішня температура та є можливість налаштування двох параметрів:

«Поточний режим» – відображення поточного сезону «Зима/Літо»:

«АВТО» – програма автоматично визначає режим «Зима/Літо» по температурі переходу: «Температура переходу»;

«ЗИМА» – примусове переключення у режим «Зима», тобто незалежно від «Температура переходу» постійно встановлений зимовий режим – система вентиляції працює лише на підігрів (*Якщо «Режим Нагрів/Охолодження» встановлений в «Період Зима/Літо», див.П8.2 «ПІ-закон потужності»);

«ЛІТО» – примусове переключення у режим «Літо», тобто незалежно від «Т переходу З-Л» постійно встановлений літній режим – система вентиляції працює лише на охолодження(*Якщо «Режим Нагрів/Охолодження» встановлений в «Період Зима/Літо», див.П8.2 «ПІ-закон потужності»);

«Т переходу» – температура зовнішнього повітря, нижче якої система переходить у режим «Зима», вище – «Літо»; (по замовчуванні 10°C);

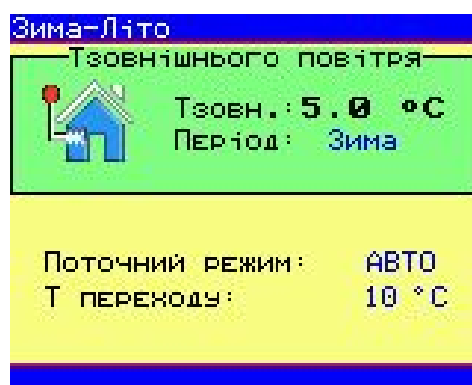


Рисунок 3.9 – Вікно режиму Зима-літо

Після запуску системи при низькій температурі зовнішнього повітря $T_{\text{зовн.}} < -10^{\circ}\text{C}$ (по замовчуванні) відбувається режим «Швидкого прогріву», в якому калорифер вмикається на повну потужність.

Швидкий прогрів – це встановлення першого контуру регулювання – 1-ої ступені електрокалорифера в 100% при потребі нагріву припливного повітря. Таким чином забезпечується швидший підігрів холодного зовнішнього повітря в зимовий період.

Статус системи (нижній напис) – відображаються основні чотири параметри системи автоматики, а саме:

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

“ОЧІКУВАННЯ” – автоматика не працює, але готова до запуску після натискання кнопки “ПУСК”;

“РОБОТА” – автоматика працює і здійснює контроль заданих параметрів;

“РОБОТА ЗА ГРАФІКОМ” – автоматика запустилась по налаштованому часовому графіку і здійснює контроль заданих параметрів у зимовий період;

“АВАРІЯ” – система не працює і попереджає про виникнення аварійної ситуації.

“Система вентиляції:” – цей параметр детальніше відображає процеси, що відбуваються всередині системи, а саме:

“Очікування” – автоматика не здійснює ніяких дій, наприклад не здійснює нагріву, охолодження і т.д. Якщо параметр «Стан системи вентиляції:» є в стані «РОБОТА» то лише відбувається вентиляція приміщення.;

“Рестарт” - автоматика здійснює перезапуск системи у випадку попередньої втрати живлення при роботі системи;

“Прогрів” – автоматика запустилась у режимі «швидкого прогріву» повітря при низькій зовнішній температурі;

“Обдув” – автоматика здійснює обдув електрокалорифера, оскільки відбулась зупинка системи, а електрокалорифер працював;

“Аварійний стан” – автоматика здійснює індикацію аварійного стану, при цьому система продовжує працювати;

“Нагрів” – автоматика здійснює нагрів припливного повітря;

“Охолодження” – автоматика здійснює охолодження припливного повітря;

“Рестарт (Графік)” – автоматика здійснює перезапуск системи, оскільки система була зупинена при роботі за часовим графіком;

“Скасування аварії” – автоматика здійснює автоматичне скасування аварії та запускає систему, якщо вона працювала до того;

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

Для визначення аварійних станів датчиків температури використовуються його крайні точки вимірювання, а саме – температура 149 градусів Цельсія вважається обривом датчика, а температура -39 градусів Цельсія вважається коротким замиканням датчика. Хоча такий підхід є не цілком вірним, але його використання спрощує аналіз аварій.

Для режиму швидкого прогріву використовується відповідне вікно налаштувань, рис. 3.10.

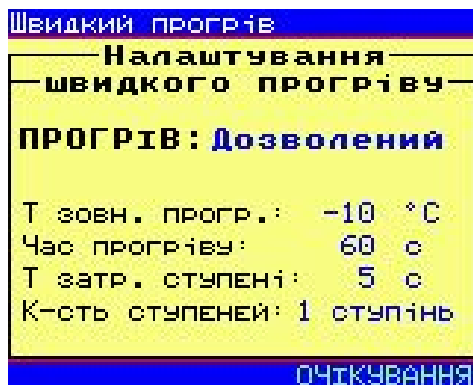


Рисунок 3.10 – Вікно налаштування швидкого прогріву

Тут можна дозволити/заборонити та налаштувати режим швидкого прогріву.

«ПРОГРІВ» – цей параметр дозволяє/забороняє функціонування швидкого прогріву.

«Т зовн. прогр.» – температура зовнішнього повітря, нижче якої буде відбуватись швидкий повітря холодного припливного повітря в момент запуску системи;

«Час прогріву» – тривалість роботи швидкого прогріву, по завершенні якого система переходить у нормальний режим функціонування;

«Т затр. ступені» – затримка включення кожної наступної ступені після включення попередньої у режимі швидкого прогріву;

«К-сть ступенів» – кількість ступеней, що включатимуться у режимі швидкого прогріву.

Окрім цього здійснюється налаштування регуляторів системи, рис. 3.11.

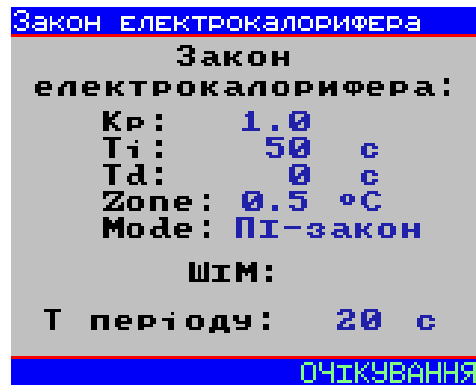


Рисунок 3.11 – Вікно налаштування регулятора

Тут можна налаштувати роботу закону електрокалорифера, а саме такі його параметри:

- «Kp» – коефіцієнт пропорційності;
- «Ti» – постійна часу інтегрування;
- «Td» – постійна часу диференціювання;
- «Zone» – зона нечутливості.
- «Mode» – вибір закону регулювання.

Нижче зображено приклад роботи трьох ступеней електрокалорифера. Як видно із рисунку 3.11, при потребі нагріву регулятор плавно збільшує загальну потужність роботи першої ступені електрокалорифера в діапазоні від 0 до 100%, відповідно до цього відбувається її періодичне включення-виключення різної тривалості – так звана Широтно-Імпульсна Модуляція (ШИМ). Це дає змогу з великою точністю підтримувати заданий параметр. Наступні ступені електрокалорифера підключаються до роботи тоді, коли 1-а ступінь працює на 100% і заданий параметр ще не досягнутий. При включенні кожної наступної ступені, перша ступінь на декілька секунд відключається і починає працювати з 0%. У випадку, коли необхідно зменшувати потужність нагріву, ступені відключаються у зворотному порядку, а перша ступінь після відключення попередньої починає працювати із 100%.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

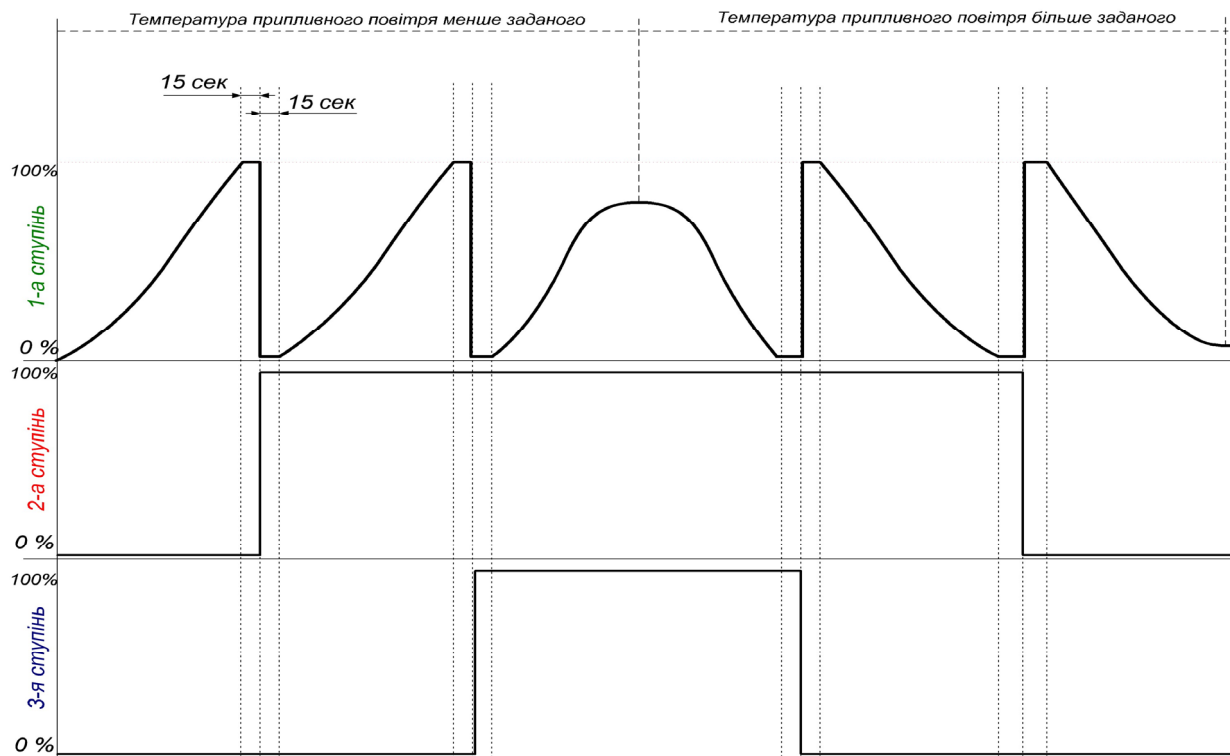


Рисунок 3.12 – Графік режиму роботи нагрівача повітря – електрокалорифера

Графік роботи – дає можливість запрограмувати автоматичне включення/виключення вентиляційної установки у певний час по днях тижня.

У цьому вікні можна налаштувати такі параметри:

«Графік роботи» – параметр призначений для встановлення заборони або дозволу роботи системи відповідно до запрограмованого графіка роботи:

У разі значення “заборонений” – включення/виключення системи відбувається з допомогою натискання кнопок “Пуск” і “Стоп” користувачем.

У разі значення “дозволений” – система буде включатися і виключатися відповідно до того, як запрограмований графік роботи по днях тижня.

Слід пам'ятати, що коли натиснути кнопку “стоп” при дозволеному графіку роботи – система автоматики перейде у режим аварії, про що з'явиться відповідний напис у вікні “Аварії” та світлова індикація на лицевій панелі щита!

“Рестарт системи” – перезапуск системи після збою по живленню:

У разі значенні “дозволений” – якщо під час роботи системи автоматики зникло живлення, то при його відновленні, система починає відлік (60 с), по закінченні якого автоматично включається, якщо не виникло жодних аварійних ситуацій,.

У значенні “заборонений” – після відновлення живлення система переходить у режим очікування. Для запуску потрібно натиснути кнопку “Пуск”.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		55

ВИСНОВКИ

Розглянуто основні принципи роботи систем вентиляції та кондиціонування повітря, їх область застосування, функції, технічні характеристики, схеми монтажу та підключення.

На основі розглянутих аналогів для розробки з метою практичної реалізації автоматизованої системою вентиляції було обрано структуру системи для візуалізації параметрів системи керування, розглянуто принцип роботи контролера та основних вузлів системи, досліджено технічні характеристики та особливості системи. Обрано програмований логічний контролер, здійснено розробку програмного забезпечення, алгоритм управління, особливості функціонування.

За результатами біло розроблено схему електричну принципову підключення, силову частину системи і вузлів.

В результаті виконання бакалаврської роботи було спроектовано систему вентиляції з використанням сучасного обладнання. Алгоритм системи передбачає широку функціональність, наявність широкого переліку захисту від нештатних ситуацій. Система вигідно вирізняється серед інших своєю функціональністю і надійністю.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						56
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ НА ДЖЕРЕЛА

1. Джеджула В. В. Вентиляція та кондиціонування громадських об'єктів. Навчальний посібник. Вінниця.: ВНТУ, 2021.
2. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. – Чинний від 01.01.2014. – Київ: Мінрегіонбуд, 2013. – 141 с.
3. Зінич П. Л. Вентиляція громадських будівель і споруд: навчальний посібник / Зінич П. Л. – К. : КНУБА, 2002. – 256 с .
4. Джеджула В. В. Енергоефективність систем вентиляції: критерії оцінювання та фактори впливу / В. В. Джеджула // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2016. – № 1. – С. 110–113.
5. Кравченко В.С., Саблій Л.А., Зінич П.Л. Санітарно-технічне обладнання будинків: Кондор, Київ, 2022. — 458 с.
6. Возняк О.Т., Савченко О.О., Миронюк Х.В., Шаповал С.П., Сподинюк Н.А., Гулай Б.І. Теплогазопостачання та вентиляція: Видавництво Львівської політехніки, Львів, 2013. — 276 с.
7. Росковшенко Ю.К., Степанов М.В. Теплогазопостачання і вентиляція. ІВНВКП "Укреліотех", Київ, 2008. — 256 с.
8. Панкевич О.Д., Ободянська О.І., Титко О.В. Теплопостачання Видавництво: ВНТУ, Вінниця, 2021. — 85 с.
9. Афанасьєв Р. Вентиляція. Обладнання та технології. Довідник: Стройінформ, Київ, 2018. — 428 с.
10. Василенко С.М., Павелко В.І., Форсюк А.В. та ін. Теплохолодотехніка: Ліра-К, Київ, 2019. — 258 с.
11. Ливчак І.Ф., Наумов А.Л. Вентиляція багатоповерхових житлових будівель: АВОК-Пресс, Київ, 2005. — 136 с.
12. Інгольф Тіатор Опалювальні системи: Підручник. Техносфера, Київ, 2006. — 272 с.

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

13. Ливчак І.Ф., Наумов А.Л. Вентиляція багатоповерхових житлових будівель: АВОК-Пресс, Київ, 2005. — 136 с.

14. Raut-Automatic [Електронний ресурс]: Контроллер МахуСон Flexy. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.raut-automatic.kiev.ua/kontroll-ua/multipurpose-ua/easily-programming-ua/maxyson-flexy-s2-platform-ua/maxyson-flexy-s2-a1-ua.html>.

					<i>КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ</i>	Арк.
						58
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підп.</i>	<i>Дата</i>		

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема: Розроблення автоматизованої системи управління притічно-вигляжної вентиляції на базі контролера Раут-Автоматик.

Обсяг ПЗ складає 59 аркушів

Перелік креслень графічної частини:

КРБ.СІ-04.00.00.000Е1 – Схема структурна (аркушів 1);

КРБ.СІ-04.00.00.000Е2 – Схема функціональна (аркушів 1);

КРБ.СІ-04.00.00.000Е3 – Схема електрична принципова (аркушів 1);

КРБ.СІ-04.00.00.001 – Фото пристрою (аркушів 1);

Дата закінчення виконання бакалаврської роботи: _____

Студент-дипломник _____

					КРБ.СІ-04.00.00.000ПЗ	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		