

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

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри КСУ
_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

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

«Комп'ютеризовані системи управління та робототехніка»

на тему: «Автоматизована система керування припливно-витяжної вентиляції
харчового цеху»

Здобувача групи СУ-01

Хромушин Денис Валерійович

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

(підпис)

Денис ХРОМУШИН

Керівник проекту:

к. ф.-м. н., доцент

(підпис)

Андрій ПАВЛОВ

Консультант:

аспірант, асистент кафедри КСУ

(підпис)

Олександр ЛЕВКОВСЬКИЙ

Суми – 2024

Ном. поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ екз.	Примітки
			Документація загальна			
			Застосована			
1	A4		Завдання кафедри	2		
			Новорозроблена			
2	A4	T3	Технічне завдання	4		
3			Анотація	1		
4	A4	СУ-01.6.151.01.ДП	Пояснювальна записка	43		
			Документація конструкторська			
			Новорозроблена			
5	A4	СУ-01.6.151.01.ДП	Структурна схема	1		
6	A4	СУ-01.6.151.01.ДП	Функціональна схема автоматизації	1		
7	A4	СУ-01.6.151.01.ДП	Електрична принципова схема	7		

					СУ-01.6.151.01.ДП		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
		Денис ХРОМУШИН			Автоматизована система керування припливно-втяжною вентиляцією харчового цеху		
		Андрій ПАВЛОВ					
Реценз.		Петро ЛЕОНТЬЄВ					
Н. Контр.							
Затверд.					Літ.	Арк.	Аркушів
					СумДУ, СУ-01		

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ
_____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра здобувачу вищої освіти
Хромушину Денису Валерійовичу

1. Тема кваліфікаційної роботи: «Автоматизована система керування припливно-витяжною вентиляцією харчового цеху», затверджена наказом ректора СумДУ № 0312-VI від «29» березня 2024 р.
2. Термін здачі студентом закінченої роботи «01» червня 2024 р.
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, технічна документація та перелік літературних джерел з матеріалом про подібні системи.
4. Зміст кваліфікаційної роботи (питання, що підлягають розробленню): аналіз існуючих подібних систем керування, загальний опис системи, розробка структурної схеми системи, постановка задач, які потребують вирішення, опис контурів керування, розробка функціональної схеми автоматизації, підбір технічних засобів автоматизації, розробка програмного забезпечення, впровадження та створення електричної принципової схеми, створення системи керування.
5. Перелік графічних матеріалів: 36 рисунків, 3 додатки.
6. Календарний план виконання роботи

Номер етапу	Зміст етапу виконання роботи	Термін виконання
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Підбір та аналіз літератури і першоджерел.	24.02.2024– 03.03.2024
2	Короткий опис системи керування та її складових.	04.03.2024– 25.03.2024
3	Реалізація шафи керування та розробка функціональної схеми.	26.03.2024– 14.04.2024
4	Вибір та обґрунтування технічних засобів автоматизації.	05.04.2024– 25.04.2024
5	Розробка алгоритмів керування та програмного забезпечення.	26.04.2024– 15.05.2024
6	Розробка електричної принципової схеми. Перевірка створеної системи керування.	16.05.2024– 28.05.2024

7	Оформлення дипломного проекту та технічної документації.	01.06.2024
---	--	------------

7. Дата видачі завдання «24»лютого 2024 р.

Керівник проекту:

к. ф.-м. н., доцент

_____ Андрій ПАВЛОВ
(підпис)

Консультант:

аспірант, асистент кафедри КСУ

_____ Олександр ЛЕВКОВСЬКИЙ
(підпис)

Здобувач:

студент гр. СУ-01

_____ Денис ХРОМУШИН
(підпис)

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

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизованої системи керування припливно-
витяжної вентиляції харчового цеху

Розробник:
студент групи СУ-01

Денис ХРОМУШИН

Погоджено:
Зав. кафедри КСУ, к. т. н.

Петро ЛЕОНТЬЄВ

- 1. Назва і галузь застосування:** Автоматизована система керування припливно-витяжної вентиляції харчового цеху. Промислова галузь..
- 2. Підстави для проектування:** Наказ ректора Сумського державного університету № 0312-VI від «29» березня 2024 р.
- 3. Загальний опис об'єкта автоматизації:**

Припливно-витяжна вентиляція – це система, яка забезпечує як подачу свіжого повітря ззовні, так і видалення відпрацьованого повітря з приміщення. Складається з двох блоків: основний блок та блок пульта керування.
- 4. Основні частини системи та структурна схема:** система має декілька основних контурів керування: контур керування температурою; цей контур включає термостати, температурні датчики та автоматику, контур управління вологістю, використовуються гігрозстати та датчики вологості. Контур керування якістю повітря, включає датчики CO₂. Контур керування швидкістю повітря; цей контур включає в себе вентилятори з регульованою швидкістю обертання.
- 5. Опис блоків системи керування:** система керування припливно-витяжною вентиляцією складається з кількох ключових блоків: контрольний блок (центральний контролер), ядро системи, що забезпечує інтеграцію всіх компонентів системи, відповідає за збір даних із датчиків, обробку цієї інформації та виконання команд. Датчики вимірюють різні параметри, такі як температура, вологість, рівень CO₂ та тиск у системі. Інформація від датчиків передається до контрольного блоку для подальшого аналізу та прийняття рішень. Приводи та виконавчі механізми, включають вентилятори, клапани, демпфери, які регулюють потік повітря та його характеристики. Керуються сигналами з контрольного блоку для активації чи деактивації залежно від потреб системи. Інтерфейс користувача, забезпечує зручний доступ до управління системою для користувачів, включаючи налаштування параметрів та перегляд поточного стану системи. Комунікаційні інтерфейси, що забезпечують зв'язок між усіма компонентами системи. Блок живлення, забезпечує надійне електроживлення всіх компонентів системи, включаючи захист від перепадів напруги та перебоїв у електромережі.
- 6. Режими роботи об'єкта:** режим роботи з алгоритмом, з щоденними технічними роботами та регулярним плановим технічним обслуговуванням.
- 7. Умови експлуатації системи керування:** використання системи можливе при відповідних погодних умовах, а саме при температурі навколишнього середовища від –20° С до +40° С.
- 8. Технічні вимоги:** 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	Ознайомлення із завданням. Аналіз існуючих подібних систем.	21.02.2024– 01.03.2024
2	Розробка технічного завдання. Визначення основних елементів системи та побудова структурної схеми.	02.03.2024– 16.04.2024
3	Розробка функціональної схеми.	16.04.2024– 19.04.2024
4	Вибір засобів автоматизації.	20.04.2024– 25.04.2024
5	Розробка та проектування електричної схеми з'єднань та плати керування.	25.04.2024– 05.05.2024
6	Технічне оформлення проекту.	06.05.2024– 28.05.2024

10. Додатки:

Додаток А. Електрична схема підключення.

Додаток Б. Схема розміщення Е7.

Додаток В. функціональна схема автоматизації припливно-витяжної систем.

АНОТАЦІЯ

Тема роботи: «Автоматизована система керування припливно-витяжної вентиляції харчового цеху».

Автор: Хромушин Денис Валерійович; Сумський державний університет; 4 курс; Суми.

Науковий керівник: Левковський Олександр Вікторович; асистент кафедри КСУ.

Робота містить вступ, п'ять розділів та висновок в основному тексті, загальним обсягом 47 сторінки, 36 рисунків, 18 джерел.

Було проведено технічний розгляд процедур підготовки та видалення повітря у виробничому просторі. Система створена на основі кліматичного контролера Danfoss MCX20B2 та включає спеціально розроблені алгоритми управління. Також визначено основні технічні засоби, необхідні для створення автоматизованої системи вентиляції.

Ключові слова: система керування, алгоритм, сенсор, проточний вентилятор, шафа управління, датчик.

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри КСУ

_____ Петро ЛЕОНТЬЄВ

_____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту

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

на тему:

«Автоматизована система керування припливно-витяжної вентиляції харчового цеху»

Керівник проекту:

к. ф.-м н., доцент

Андрій ПАВЛОВ

Консультант:

аспірант, асистент кафедри КСУ

Олександр ЛЕВКОВСЬКИЙ

Здобувач:

студент групи СУ-01

Денис ХРОМУШИ

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ І УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ	3
ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 ОПИС СИСТЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ	6
1.1 Система вентиляцій виробничих приміщень.....	6
1.2 Система кондиціонування виробничого приміщення.....	8
1.3 Припливно-витяжна вентиляція харчового цеху	11
РОЗДІЛ 2 ШАФА КЕРУВАННЯ ТА КОНТУРИ УПРАВЛІННЯ ПВВ	14
2.1 Шафа керування	14
2.2 Контур керування спуском.....	15
2.3 Алгоритм керування виконавчими механізмами вентиляційної системи	17
РОЗДІЛ 3 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПВВ.....	23
РОЗДІЛ 4 ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ ПВВ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	27
4.1 Шафа автоматичного управління	27
4.2 Виконавчі механізми системи керування.....	31
4.3 Давачі для системи керування.....	37
РОЗДІЛ 5 ВПРОВАДЖЕННЯ НА ОБ'ЄКТІ.....	44
ВИСНОВОК	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	48
Додаток А.....	50
Додаток Б	54
Додаток В	54

					СУ-01.6.151.01.ДП			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Хромушин Д.В.</i>			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Аркш.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>		<i>Павлов А.В.</i>					3	
<i>Реценз.</i>		<i>Леонтьев П.В.</i>				СумДУ СУ-01		
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Утверд.</i>								

СКОРОЧЕННЯ І УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

СУ – система управління

САУ – система автоматичного управління

Д – давач

ПЗ – програмне забезпечення

ПЛК – програмований логічний контролер

ПВВ – припливно-витяжна вентиляція

СВ – система вентиляції

СКП – система кондиціонування повітря

СНіП – санітарні норма і параметри

ФСА – функціональна схема автоматизації

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

ВСТУП

Промислова вентиляція складається з набору сучасних спеціалізованих пристроїв та технологічних засобів, які забезпечують контрольований обмін повітря між виробничими просторами та зовнішньою середою. У процесі розробки систем вентиляції основна мета полягає у створенні оптимальних умов для проведення виробничих процесів та підтриманні належного мікроклімату на робочих місцях. Різноманітність якісних та кількісних характеристик повітря впливає на ефективність вентиляційних систем у промислових умовах, що безпосередньо відображається на якості продукції та продуктивності працівників.

Ефективність промислової вентиляційної системи вимірюється її здатністю якісно очищати повітря від забруднень та забезпечувати приміщення свіжим повітрям, утримувати температурний режим та мікроклімат у відповідності до встановлених стандартів, дотримуючись при цьому екологічних та санітарних норм.

Основна відмінність автоматизованої системи вентиляції та кондиціонування для виробничих приміщень від тієї, що встановлена в офісах, полягає у необхідності швидкого реагування на зміни мікроклімату. Це зумовлено специфікою виробничих процесів, під час яких відбувається виділення надлишкового тепла, газів, парів та пилу, що вимагає від системи миттєвого відкликання та адаптації для нормалізації умов праці.

Сучасні системи вентиляції та кондиціонування повітря висувають ряд вимог, таких як простота управління, надійність в експлуатації та висока функціональність. Основою технічної структури автоматизованого управління такими системами є наявність добре організованої функціональної схеми, що включає завдання захисту, регулювання та контролю.

Для автоматизації очищення повітря вибрано комплекс, що складається з:

- пристроїв впливу, таких як заслінки, вентилятори, рекуператори, повітрянагрівачі, охолоджувачі та зволожувачі;

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

- виконавчих механізмів, включаючи електроприводи та насоси;
- регулюючих пристроїв, таких як датчики та регулятори;
- керуючих пристроїв, таких як щити автоматики та управління, контролери.

Енергетична ефективність обладнання, яке виконує технологічні функції, є критичною для загальної ефективності системи. Завдання полягає у розробці та впровадженні автоматизованої структури управління, яка забезпечить автоматичне регулювання та підтримання необхідних умов у системі, відповідно до вибору компонентів.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

РОЗДІЛ 1
ОПИС СИСТЕМИ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ

1.1 Система вентиляцій виробничих приміщень

Система вентиляції та кондиціонування повітря у виробничих приміщенні є комплексним процесом, здійснюваним за допомогою спеціалізованого обладнання і пристроїв, спрямованим на забезпечення ефективного обміну повітря всередині цих приміщень. Система вентиляції промислових цехах є ключовим елементом архітектурної структури і технологічного устаткування будівлі, відіграючи значно більшу роль, ніж стандартні системи кондиціонування у звичайних приміщеннях. Однією з унікальних характеристик промислової вентиляції є те, що вона представляє собою комплекс інженерних розробок, які мають на меті неперервну фільтрацію повітря від шкідливих і токсичних елементів та забезпечують якісну циркуляцію повітря, не впливаючи на технологічний процес.

Вентиляція у виробничих цехах складається зі складної мережі процесів і обладнання, спрямованих на забезпечення ефективного обміну повітря у промислових просторах. Роль системи вентиляції в таких умовах значно перевищує важливість подібних систем у звичайних умовах. Основна мета промислової вентиляції полягає в забезпеченні неперервної фільтрації повітря від небезпечних і токсичних домішок, а також в своєчасному видаленні цих домішок з метою забезпечення безперебійного технологічного процесу і створення комфортних умов для роботи.

Основна мета автоматизованої системи вентиляції полягає у контролі метеорологічних параметрів усередині виробничого простору. Цей контроль здійснюється шляхом моніторингу поточних кліматичних умов у приміщенні, встановлення необхідних режимів роботи відповідно до технологічних вимог та управління мікрокліматичними параметрами у реальному часі. Враховуючи особливості виробничих умов, зокрема, виділення тепла та газів, система автоматично регулює видалення повітря, його охолодження або нагрівання та

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

керує швидкістю повітряних потоків у загальній та місцевій вентиляційних системах. Керування системою можливе через бездротове з'єднання або через панель оператора.

Вентиляційна система грає ключову роль підтримці мікроклімату всередині виробничих приміщень. Вона відповідає за розподіл повітря вентиляційними шахтами, щоб забезпечити доставку повітря в необхідні місця в приміщенні або зовні. Контроль за вентиляцією включає управління повітряними потоками, фільтрацію, підтримку заданої температури і швидкості потоку. Таким чином, автоматизована система управління вентиляцією забезпечує постійний моніторинг та регулювання мікрокліматичних параметрів відповідно до встановлених вимог.

Системи вентиляції виробничого приміщення класифікують за такими призначеннями:

1. Залежно від методу переміщення повітря, системи вентиляції у виробничих цехах поділяються на природні та механічні. Природна вентиляція забезпечує обмін повітря завдяки температурним різницям і різниці в тисках повітряних потоків без використання спеціального обладнання. Цей тип вентиляції може бути організованим, з використанням аераційних систем, або неорганізованим, що призводить до протягів, регулювання яких здійснюється за допомогою спеціальних заслінок для контролю потоку повітря. Механічна вентиляція, яка є домінантною в промислових умовах, включає використання обладнання для перед обробки припливного повітря, такого як охолодження, нагрівання, зволоження, а також фільтрацію повітря перед його введенням у приміщення та виведенням з нього.

2. Системи вентиляції класифікують за способом дії на такі типи: припливну, витяжну та припливно-витяжну вентиляцію. Припливна вентиляція призначена для забезпечення приміщень чистим повітрям, яке перед входом в приміщення проходить ряд обробок: очищення від пилу, регулювання температури та вологості. Витяжна вентиляція спрямована на видалення з приміщення забрудненого повітря, яке може містити вологу, пил, гази або надлишок тепла. Припливно-витяжна

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

вентиляція поєднує в собі обидві ці системи, забезпечуючи одночасний приплив свіжого та вивід забрудненого повітря. Важливо, щоб обсяги припливного та витяжного повітря були збалансовані, адже дисбаланс може призвести до надлишку забрудненого або нестачі свіжого повітря у приміщенні.

3. У вентиляційних системах виробничих приміщень розрізняють два основних типи, заснованих на методах організації повітрообміну: місцевий та загальнообмінний. Місцева вентиляція зосереджує свою діяльність на конкретних зонах, де вона або впроваджує чисте охолоджене повітря (припливна), або видаляє забруднене повітря прямо у місці його походження (витяжна). Місцева витяжна вентиляція використовується для недопущення поширення диму, тепла, газів безпосередньо з місця їх утворення, забезпечуючи таким чином ефективність в роботі, оскільки шкідливі речовини та високі температури не розповсюджуються по всьому простору. До елементів місцевої витяжної вентиляції належать витяжні зонти, бортові відсмоктувачі, а також спеціалізовані шафи та кожухи. Місцева припливна вентиляція подає повітря необхідної температури та вологості для створення комфортних умов для працівників, використовуючи для цього повітряні душі та завіси.

У свою чергу, загальнообмінна вентиляція виробничих приміщень слугує для регуляції повітря у всьому обсязі простору, ділячись на припливну, витяжну та припливно-витяжну системи. Загальнообмінна витяжна вентиляція забезпечує рівномірне видалення повітря з приміщення, тоді як припливна система вводить очищене, підігріте чи охолоджене повітря та розподіляє його рівномірно у просторі. Зокрема, у зимовий період, припливна загальнообмінна вентиляція займається опаленням робочих просторів.

1.2 Система кондиціонування виробничого приміщення

Для нормальної роботи всередині приміщення недостатньо тільки використання системи вентиляції. Для нормальної роботи технологічного обладнання необхідно, щоб мікроклімат всередині приміщення відповідав

					СУ-01.6.151.01.ДП	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

необхідним нормам На рисунку 1 зображена структурна схема формування мікроклімату всередині харчового цеху. У такому випадку окрім системи вентиляції в експлуатацію вводиться система кондиціонування повітря, яка оснащена електронним устаткуванням для точної роботи. Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, який називається система кондиціонування повітря.

Автоматизована система управління вентиляцією виконує такі функції:

- налаштування та моніторинг параметрів системи, включаючи виявлення помилок, режимних небезпек та можливих аварійних ситуацій. Сучасні контрольні пристрої, що працюють в режимі реальної години, дозволяють оператору контролювати систему і налаштовувати необхідні робочі параметри;

- запобігання замерзанню клапанів та водяних контурів. Система терморегуляції підтримує температуру в калорифері вище від критичної позначки;

- управління процесом роботи шляхом перемикання режимів відповідно до зміни навантажень на приміщення. Програма автоматичного керування, використовуючи дані з датчиків, може автоматично регулювати використання обладнання, змінювати швидкість або вимикати двигуни вентиляторів, а також вмикати чи вимикати інші механізми;

- індивідуальний аналіз роботи окремих механізмів чи процесів згідно з заданими параметрами через моніторинг. Система управління отримує дані з датчиків та аналізує їх, використовуючи обчислювальні ресурси та вносити корективи для підвищення загальної ефективності системи через активні механічні сигнали або систему «пуск-стоп»;

- блокування роботи механізмів у разі аварії для запобігання подальшим ушкодженням або небезпекам.

					СУ-01.6.151.01.ДП	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		9

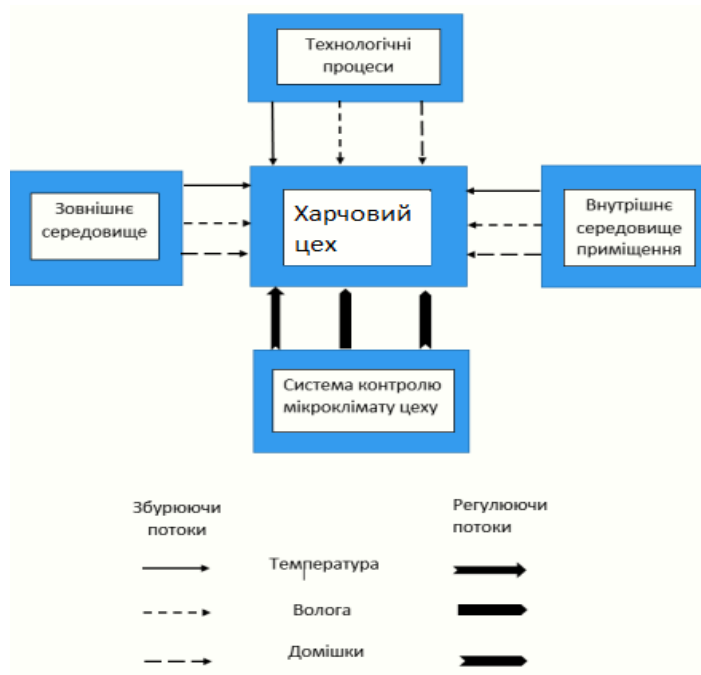


Рисунок 1 – Структурна схема формування мікроклімату в цеху

Ця система призначена для довготривалої, безперебійної роботи в забезпеченні параметрів чистого повітря в виробничому приміщенні, підтримки потрібної температури та вологи. Автоматизована СКП виконує регулювання та контроль температури повітря, вологи та швидкості руху повітря незалежно від того, як сильно коливаються мікрокліматичні параметри всередині приміщення. Основне обладнання системи кондиціонування для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонується в єдиному корпусі) в апарат, званий кондиціонером. У багатьох випадках всі технічні засоби для кондиціонування повітря скомпоновані в одному блоці або в двох блоках, і тоді поняття «СКП» і «кондиціонер» однозначні. До складу СКП входять технічні засоби для збору, підготовки, тобто надання необхідної комплектації (теплообмінники, зволожувачі, осушувач та фільтр), переміщення (вентилятори) і його розподілу а також засоби холодо- і тепlopостачання, автоматики, дистанційного керування і контролю.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист 10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Припливно-витяжна вентиляція харчового цеху

Припливно-витяжна вентиляція у харчовому цеху є критично важливою для забезпечення належних санітарних умов та ефективності виробничих процесів. На рис. 2 представлено будову припливно-витяжної вентиляції. Ця система дозволяє контролювати якість повітря, підтримувати оптимальний клімат та запобігати контамінації продуктів.

Правильно спроектована та ефективно функціонуюча система вентиляції життєва важлива для забезпечення санітарних норм виробництва, безпеки харчових продуктів та здоров'я працівників.

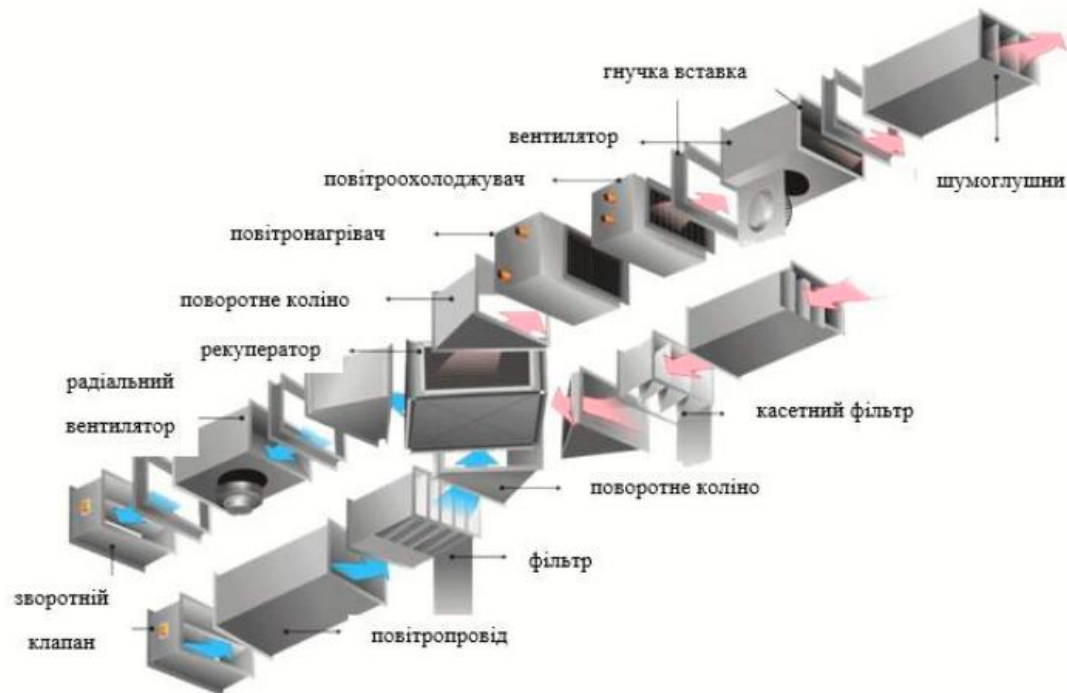


Рисунок 2 – Будова припливно-витяжної вентиляції

Основна ідея проточною-витяжної вентиляції полягає в тому, щоб у кожному приміщенні встановлювати індивідуальні вентиляційні пристрої (зазвичай, звані вентиляційними вузлами), які контролюють приплив та витяжку повітря на основі поточних потреб цього приміщення. У харчовому цеху буде використовуватись вентиляційна установка типу МС 30–20 (рис 3).

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

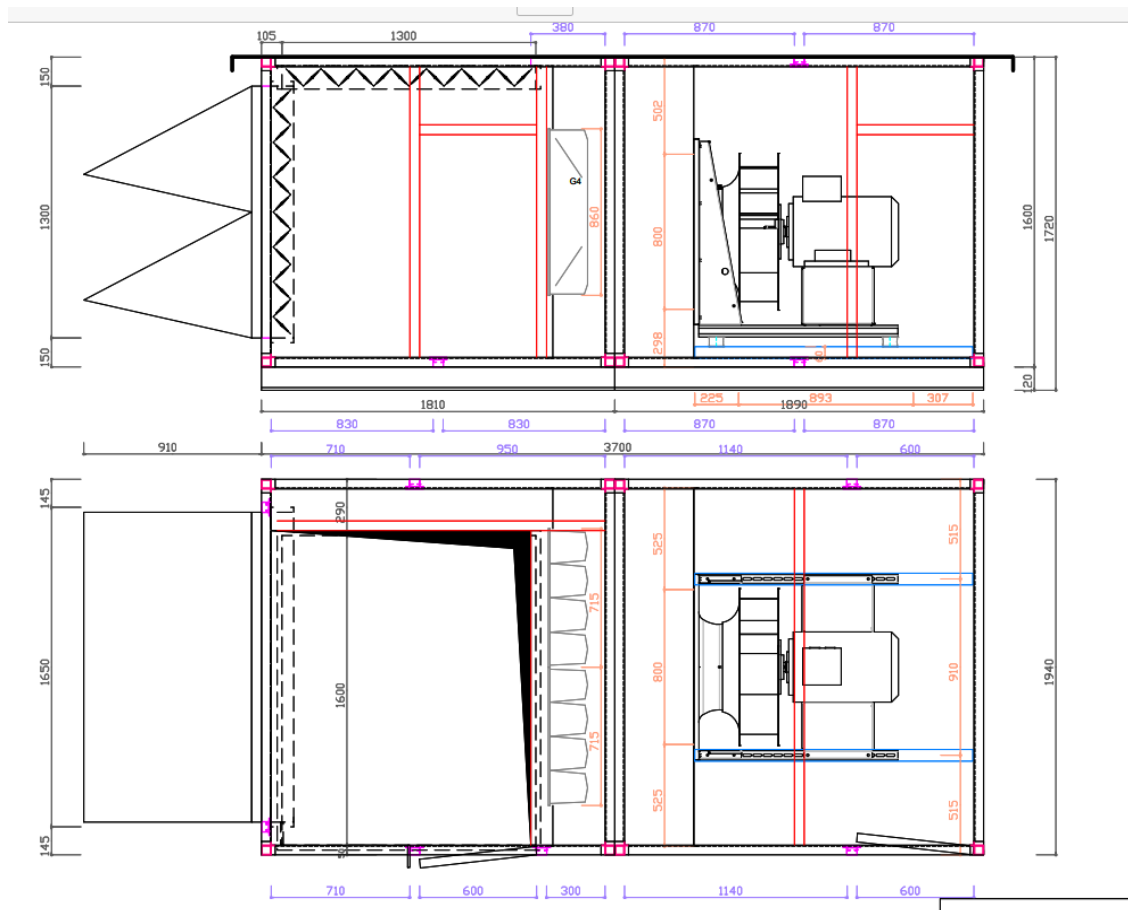


Рисунок 3 – Схема установки МС 30–20

Переваги:

1. Ефективність: така система забезпечує оптимальне співвідношення між надходженням свіжого повітря та видаленням відпрацьованого повітря, що дозволяє знизити енергоспоживання.
2. Комфорт: регульована вентиляція дозволяє створити комфортні умови в кожному приміщенні залежно від активності, кількості людей та інших факторів.
3. Екологічність: завдяки точному контролю вентиляції можна знизити споживання енергії та зменшити викиди вуглекислого газу.
4. Здоров'я: забезпечення надходження свіжого повітря покращує якість внутрішньої атмосфери та сприяє здоров'ю працівників цеху.
5. Адаптація: система може автоматично реагувати на зміни зовнішніх та внутрішніх умов, підлаштовуючись під них.

Витрата припливного повітря: 30000 m³/h.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Технічні характеристики:

Зовнішній стан. Тиск припливу: 300 Ра.

Ширина : 1940 mm.

Висота: 1600 + 120 mm.

Довжина :3700 mm.

Загальна вага: 1082 kg.

Сторона обслуговування: Праворуч.

Сторона під'єднання: Праворуч.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

РОЗДІЛ 2

ШАФА КЕРУВАННЯ ТА КОНТУРИ УПРАВЛІННЯ ПВВ

2.1 Шафа керування

Шафа керування вентиляцією – це електричний пристрій, призначений для керування системою вентиляції у приміщенні чи будівлі. Він відіграє важливу роль у забезпеченні комфортних умов усередині приміщення, контролюючи циркуляцію повітря, температуру, вологість та інші параметри.

Шафа ШКП-15 (рис. 4) призначена для автоматичного керування припливно-втяжною системою вентиляції з пластичним рекуператором та рідинним нагрівачем та охолоджувачем. Шафа облаштована автоматичними вимикачами захисту ланцюгів керування та лініями живлення силового обладнання, трансформатором живлення ланцюгів керування 24В, клемною колодкою для підключення датчиків та виконавчих механізмів. Вибір цієї шафи пов'язаний з її функціональними особливостями, які задовольняють потреби системи вентиляції: тип нагрівача – водяний, тип охолоджувача – водяний, тип рекуператора – пластичний, тип приводу вентилятору, потужність частотного перетворювача від 1,5 до 7,5кВт, інтерфейс і протоколи системи.

Функції регулювання необхідними параметрами клімату у виробничому приміщенні здійснюється контролером Danfoss MCX20B2. Для керування приводами двигуни вентиляторів комплектуються перетворювачами частоти або контактами для прямого керування.

До шафи управління відносяться:

- 1) контролер програмований (RTC, RS485), 8DI, 6DO, 4AI, 3AO;
- 2) виносний дисплей, 128x64 точки, CAN;
- 3) перетворювач частоти;
- 4) блок живлення;
- 5) автоматичний вимикач;
- 6) автомат захисту двигуна;

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

7) вимикач навантаження.

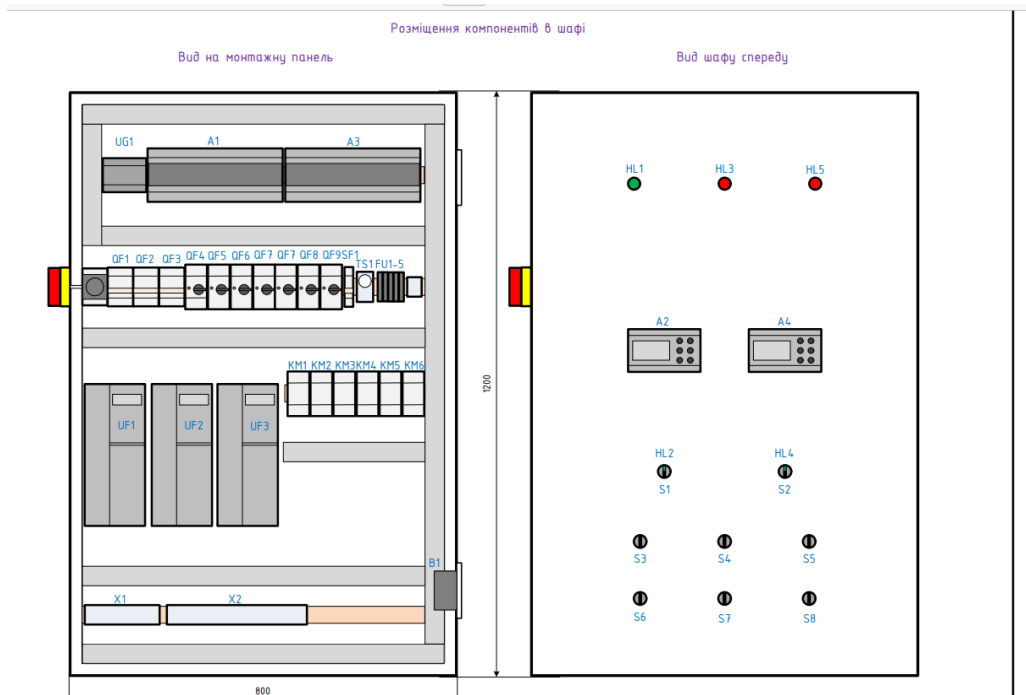


Рисунок 4 – Шафа керування ПВВ

Також до шафи управління відносяться додатковий контакт автоматичного вимикача, контактор, шафовий термостат, вентилятор охолодження шафи, лампа сигнальна в зборі, трипозиційний перемикач з фіксацією IP66 в зборі.

Список усіх компонентів шафи керування в системі проточно-витяжної вентиляції (ПВВ) зображений на рис. 5 та 6.

2.2 Контур керування спуском

Загалом, система складається з двох основних частин: апаратної та програмної. Апаратна частина включає в себе: Вентилятор, Двигун, Змішувальна камера, м'який кишеньковий фільтр, припливний клапан, рекуператор нагрівач охолоджувач. Програмна частина системи, у свою чергу, складається з програми, яка відповідає за обробку даних, отриманих від датчиків, та за керування ПВВ.

Однією з ключових особливостей системи є можливість дистанційного управління роботою вентиляції з шафи управління. Це дає можливість системі

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

забезпечувати оптимальне співвідношення між надходженням свіжого повітря та видаленням відпрацьованого повітря.

Позиція (позначення)	Назва і технічна характеристика	Тип, марка	Код обладнання, виробу, матеріалу	Виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
A1	Контролер програмований (RTC, RS485), 8DI, 6DO, 4AI, 3AO	MCX20B2_RTC_RS485		Danfoss	шт.	1		
A2	Виносний дисплей, 128x64 точки, CAN.	MMIGRS2		Danfoss	шт.	1		
UF1	Перетворювач частоти 1,5 кВт.	FC51		Danfoss	шт.	1		
UF2	Перетворювач частоти 5,5 кВт.	FC51		Danfoss	шт.	1		
UF3	Перетворювач частоти 3 кВт.	FC51		Danfoss	шт.	1		
UG1	Блок живлення 60VA 24V	MDR-100-24		Mean Well	шт.	1		
QS1	Вимикач навантаження, 63A 3п	Sirco M 63A		Socomec	шт.	1		*Висота ручки надб'є захист на клемі знизу на зборі
QF1	Автоматичний вимикач, 10A 3п	PL6-C10/3		Eaton	шт.	1		
QF2	Автоматичний вимикач, 16A 3п	PL6-C16/3		Eaton	шт.	1		
QF3	Автоматичний вимикач, 10A 3п	PL6-C10/3		Eaton	шт.	1		
QF4	Автомат захисту двигуна, 0-4 А, 400В	PKZM0-4		Eaton	шт.	1		
QF5	Автомат захисту двигуна, 0-0,4А, 400В	PKZM0-0,4		Eaton	шт.	1		
QF6-QF10	Автомат захисту двигуна, 400В	PKZM		Eaton	шт.	5		Вибрати по струму двигуна
SF1	Автоматичний вимикач, 6А 1п	PL6-C6/1		Eaton	шт.	1		
	Додатковий контакт автоматичного вимикача	NH-E-11-PKZ0		Eaton	шт.	7		Для PKZM
	З'єднувальний модуль	PZKM0-XDM15ME		Eaton	шт.	7		Для PKZM
KM1-KM7	Контактор	DILM7-10(24VDC)		Eaton	шт.	6-7		
TS1	Шафобий термостат, 5...30С	PTVT		Plastim	шт.	1		
B1	Вентилятор охолодження шафи 125x125, 230В	PTF1500		Plastim	шт.	1		* Решітка 125x125
UG1	Блок живлення 24В	HDR-150-24		Mean Well	шт.	1		
FU1-FU5	Тримач запобіжника на ДІН-рейку захист 24В лінії живлення	5x20		Phoenix Contact	шт.	5		
HL1,HL3,HL5	Лампа сигнальна в зборі, 24В	M22		Eaton	шт.	3		
HL2,HL4	Лампа сигнальна в зборі, 24В	M22		Eaton	шт.	2		

Рисунок 5 – Компоненти шафи керування в системі ПВВ

Позиція (позначення)	Назва і технічна характеристика	Тип, марка	Код обладнання, виробу, матеріалу	Виробник	Одиниця виміру	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
1	2	3	4	5	6	7	8	9
S1-S8	Трипозиційний перемикач з фіксацією IP66 в зборі	M22-WRK3-G		Eaton	шт.	8		
	Монтажні адаптери	M22-A		Eaton	шт.	12		
X1	Набір клем на ДІН-рейку двохжильних , 2,5мм	PTTB-2.5		Phoenix Contact	шт.	50		
X2	Набір клем на ДІН-рейку, 2,5мм	PT-10		Phoenix Contact	шт.	3		
	Кінцева кришка	D-PT 10		Phoenix Contact	шт.	1		
	Кінцева кришка	D-PTTB 2.5		Phoenix Contact	шт.	5		
	Кінцевий стопор	CLIPFIX 35		Phoenix Contact	шт.	12		
	Тримач маркування	KLM 2		Phoenix Contact	шт.	10		
	ДІН-рейка 35 мм.				м.	4		
	Лоток пластиковий перфорований	40x40			м.	4		
	Лоток пластиковий перфорований	25x40			м.	2		40-Висота
	Лоток пластиковий перфорований	60x40			м.	2		40-Висота
	Провід монтажний	ПВ-3 0,5 (чорний)			м.	150		
	Провід монтажний	ПВ-3 2,5 (чорний)			м.	15		
	Провід монтажний	ПВ-3 4 (чорний)			м.	6		
A5	Некерований контактор	DVS-005R00		DELTA ELECTRONICS	шт.	1		
	Шина нульова на дінрейку				шт.	3		7-10 отворів
	Шина заземлення PEN (земля-ноль)				шт.	3		12 отворів
	Шафа металева (ВХШГ)	1200x800x300			шт.	1		
	Кабельний в'їзд	PG21			шт.	5		
	Кабельний в'їзд	PG11			шт.	40		

Рисунок 6 – Компоненти шафи керування в системі ПБВ (продовження)

Також система може автоматично реагувати на зміни зовнішніх та внутрішніх умов, підлаштовуючись під них, що забезпечує створення комфортних умов у кожному приміщенні залежно від активності, кількості людей та інших факторів, дозволяє знизити споживання енергії та зменшити викиди вуглекислого газу.

Систему керування можна поділити на два блоки: основний блок та пульт керування.

Основний блок складається з таких контурів та елементів:

1) контур керування температурою:

- температурні датчики;
- теплообмінник;
- пристрої нагріву та охолодження;

2) контур керування вологістю:

- датчики вологості;
- зволожувачі;
- осушувачі;

3) контур керування швидкістю повітря та тиском:

- частотні перетворювачі (інвертори);
- датчики присутності та датчики якості повітря;
- датчики тиску.

Також до основного блоку можна віднести: вентилятори, систему керування, клапани та заслінки.

2.3 Алгоритм керування виконавчими механізмами вентиляційної системи

Щоб система вентиляції ефективно функціонувала під час експлуатації, важливо знати алгоритм її роботи у промислових умовах, оскільки регулювання

					СУ-01.6.151.01.ДП	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		17

мікрокліматичних параметрів має відбуватися своєчасно та з належною ефективністю. Розробка цього алгоритму повинна враховувати особливості технологічного процесу, що відбувається в приміщенні, а також кількість працівників, які там знаходяться (рис. 7).

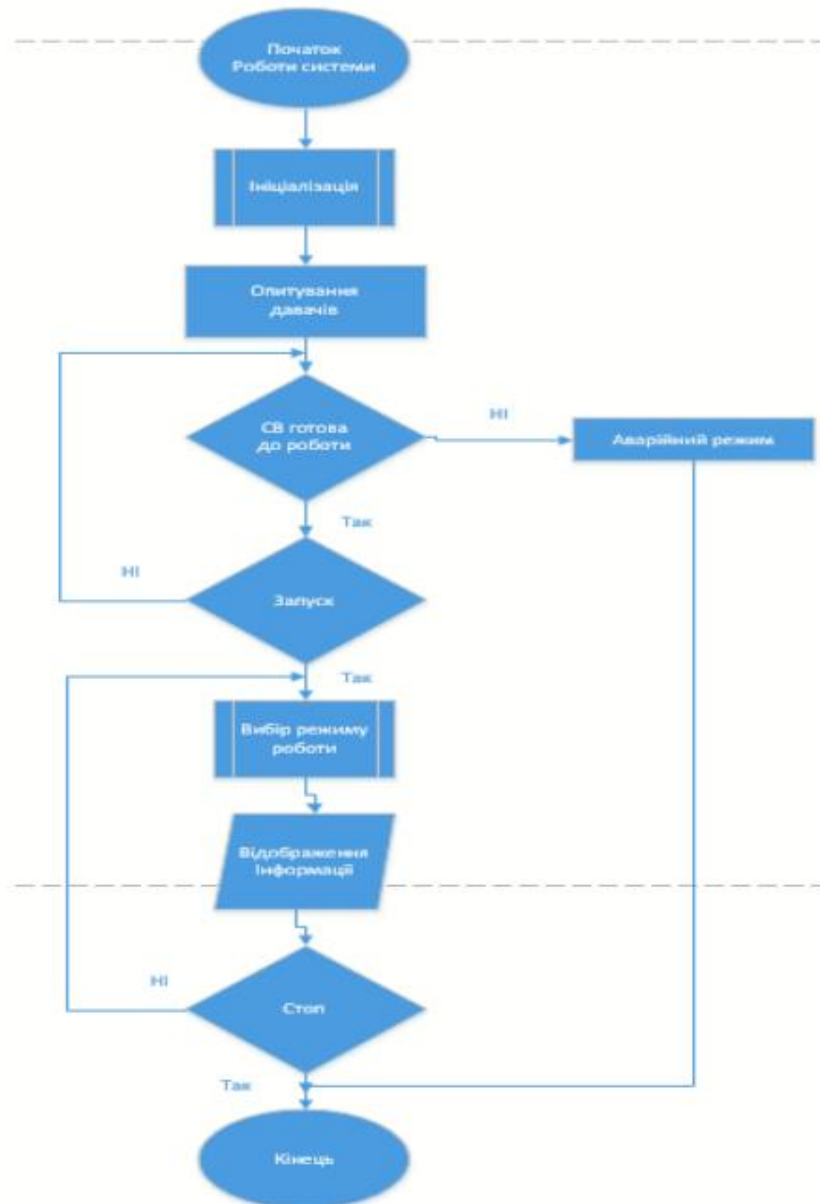


Рисунок 7 – Загальний алгоритм функціонування системи вентиляції

Робота системи вентиляції починається з процесу ініціалізації, яка переводить систему на стан готовності до роботи. Далі слід зчитування даних із датчиків, на основі яких формується база даних про поточний стан системи. Якщо

отримані дані відповідають нормативним параметрам, система вважається готовою до роботи. При розбіжностях із нормами система переходить в режим аварійної готовності. Після запуску відбувається перехід до режимів керування параметрами та відображення актуальної інформації про стан системи.

Для створення функціональної схеми автоматизації вентиляційної системи необхідно поділити її на кілька підсистем, кожна з яких відповідає за контроль певних метеорологічних параметрів:

- підсистема для моніторингу температури повітря у системі загальнообмінної вентиляції;
- підсистема моніторингу температури за допомогою місцевої системи вентиляції;
- підсистема контролю вологості повітря;
- підсистема для моніторингу концентрації шкідливих речовин у повітрі.

Алгоритм підсистеми контролю температури повітря наведений на рис. 8.

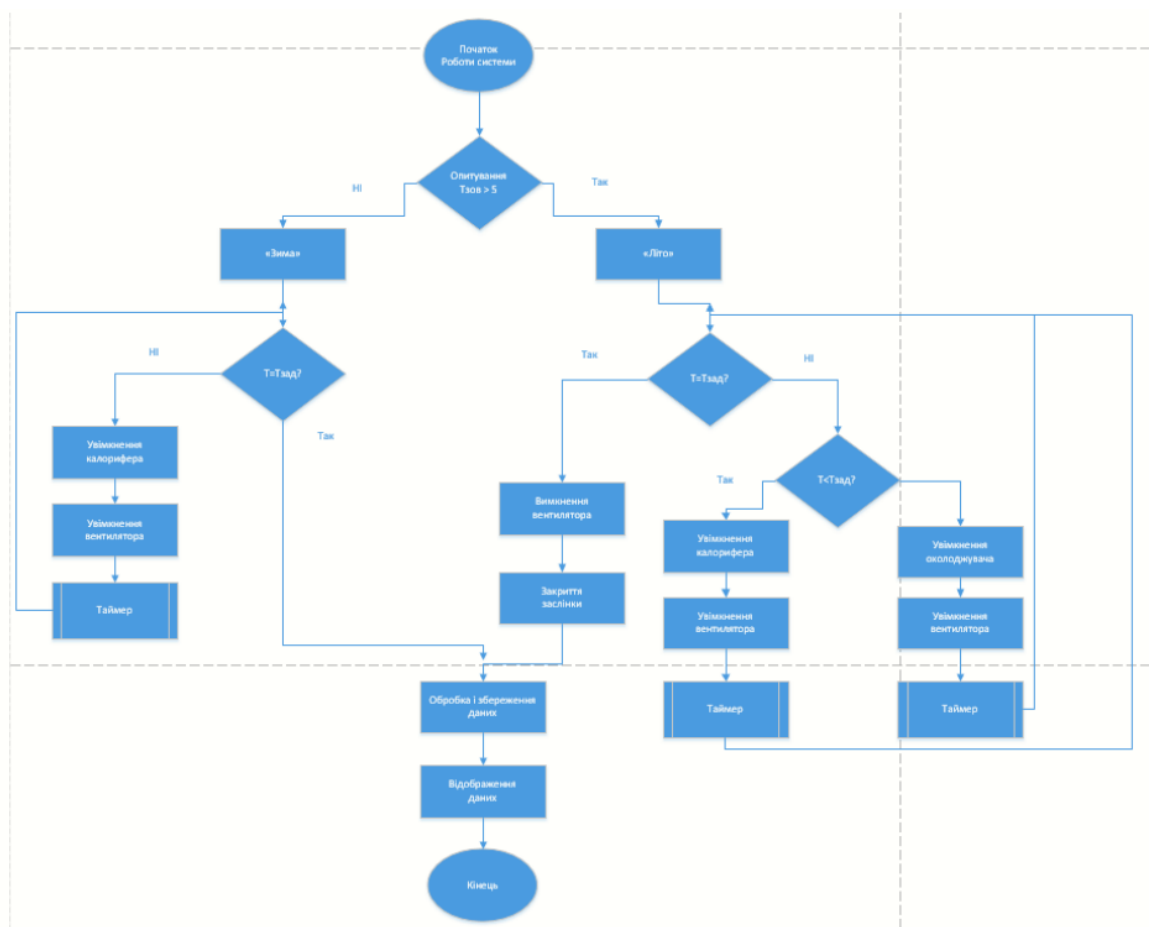


Рисунок 8 – Алгоритм підсистеми контролю температури повітря

Підсистема регулювання температури повітря починає свою роботу з опитування датчика зовнішньої температури, на основі якого система вибирає режим роботи відповідно до встановлених температурних параметрів. Наприклад, у «зимовому» режимі внутрішня температура в цеху має бути в межах 16–18° С. Повітря проходить через рекуператор, після чого система порівнює отримані дані із еталонними. Якщо температура не відповідає параметрам, активується водяний калорифер для нагрівання повітря, після чого відбувається повторне порівняння. Усі дані фіксуються та відображаються на пульті керування або на персональному комп'ютері. У «літньому» режимі, коли температура повинна бути 18–20° С, аналогічний процес відбувається з активацією охолоджувача зниження температури повітря.

Підсистема контролю температури локальної вентиляційної системи розпочинає свою роботу з моніторингу температури за допомогою датчиків, розташованих біля технологічного обладнання (рис. 9).

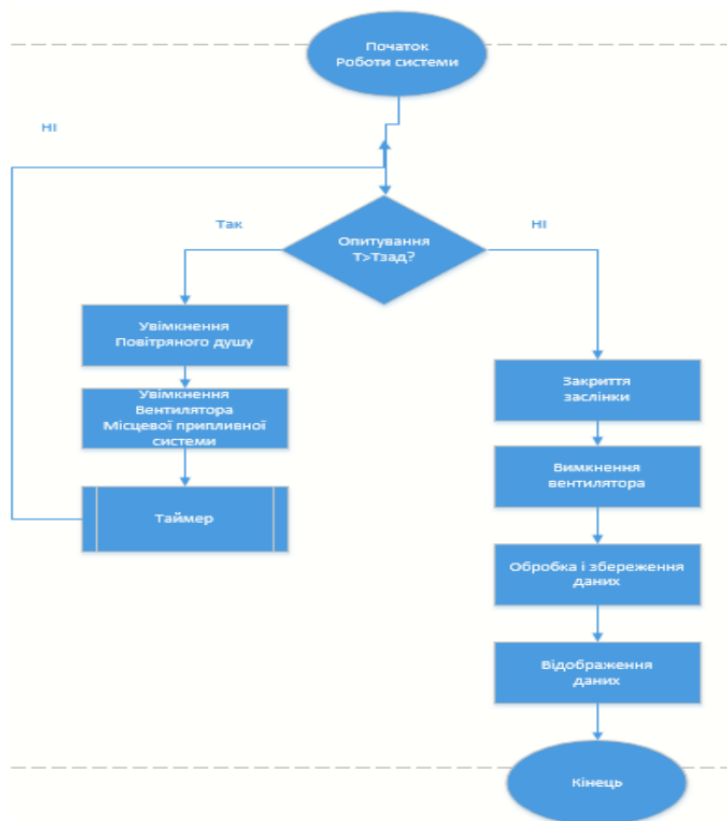


Рисунок 9 – Алгоритм роботи місцевої ПВВ

Якщо зафіксована температура не відповідає заданим параметрам, активується місцева припливна система, повітряні душі, які працюють доти, доки температура не досягне необхідних норм Уся зібрана інформація реєструється та відображається на операторському пульті управління або персональному комп'ютері.

Підсистема контролю концентрації шкідливих речовин у повітрі є важливою для забезпечення безпеки під час технологічних процесів, які можуть спричинити викиди небезпечних речовин. Для охорони здоров'я персоналу система постійно моніторить рівні цих речовин, використовуючи датчики. Робота алгоритму починається з опитування цих датчиків (рис. 10).

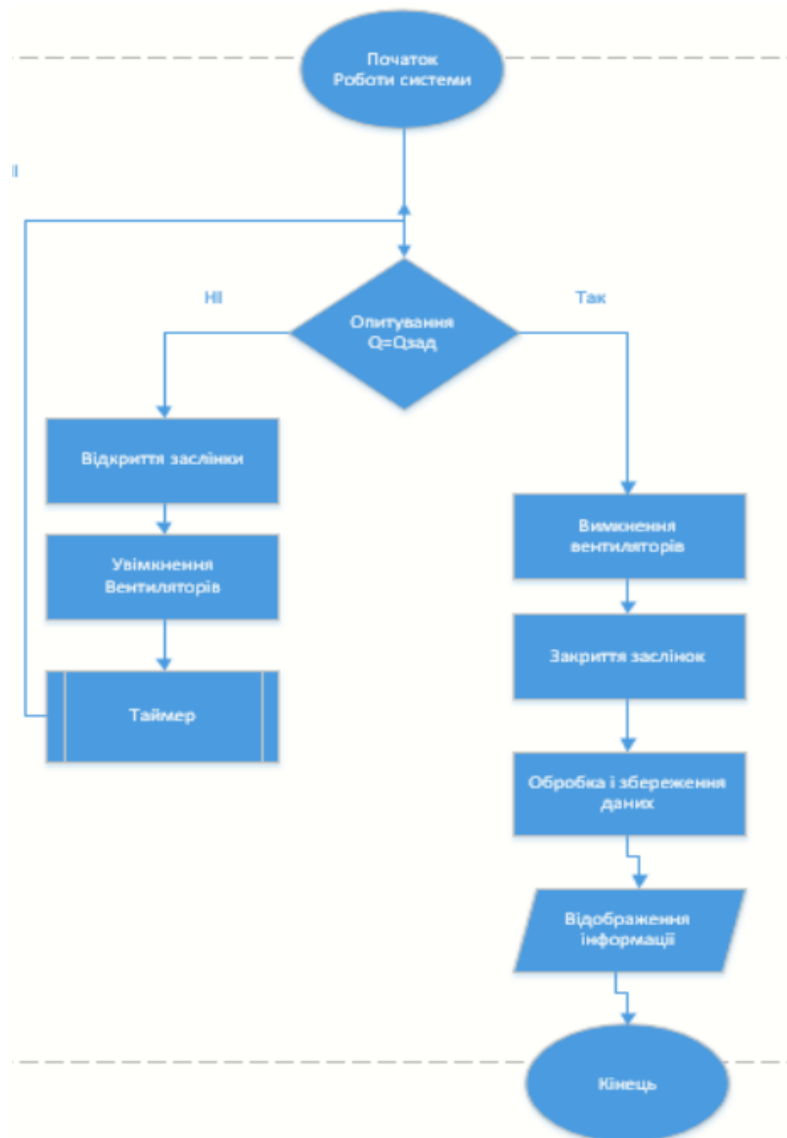


Рисунок 10 – Алгоритм підсистеми контролю вмісту шкідливих речовин

Якщо виявлені рівні шкідливих речовин залишаються у межах безпечних норм, система продовжує функціонувати у звичайному режимі. У разі перевищення норм, активується витяжна загальнообмінна чи місцева вентиляція. Після певного часу система знову перевіряє дані датчиків та порівнює їх з еталонними значеннями. Якщо результати відповідають встановленим критеріям, мікроконтролер відправляє сигнал на відключення вентиляторів. Уся інформація відображається на панелі оператора для моніторингу.

					<i>СУ-01.6.151.01.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

РОЗДІЛ 3

ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПВВ

Функціональна схема автоматизації (ФСА) вентиляційної системи виступає як ключовий технічний документ, який представляє спрощене представлення про автоматизовані технологічні процеси. У ФСА технологічне обладнання представлено у вигляді умовних графічних позначень, з'єднаних лініями, що ілюструють шляхи пересування речовин чи енергії.

Функціональна схема автоматизації вентиляційної системи в додатку В.

На функціональній схемі також представлені системи автоматичного контролю, регулювання, телемеханіки, дистанційного керування, сигналізації, захисту та блокування. Усі ці компоненти зображені символічно та пов'язані лініями функціонального зв'язку. На символах зазначені літерні позначення, які вказують на функції, що виконуються обладнанням керування.

ФСА розробляється на основі технічного завдання та включає використання сучасних засобів автоматизації, таких як програмовані логічні контролери (ПЛК), датчики, виконавчі механізми та комп'ютери. Залежно від технологічних потреб обирається рівень автоматизації. Під час розробки системи вентиляції передбачається взаємодія автоматики вентиляції з іншим технічним обладнанням та системами диспетчеризації та дистанційного керування, розробка яких здійснюється за спеціальним проектом.

Планування системи вентиляції передбачає такі кроки:

1. Вибір типу вентиляції.
2. Встановлення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин.
3. Визначення необхідного обсягу припливного або витяжного повітря та його швидкості для забезпечення нормативних умов;

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

4. Вибір технічних засобів, що будуть використовуватись для приводу вентиляторів, ефективності калориферів, розмірів фільтруючих установок та розташування повітророзподільних пристроїв

5. Вибір системи кондиціонування, яка повністю задовольнить потреби приміщення у холодному чи теплому повітрі.

Структурна схема системи вентиляції та кондиціонування зображена на рис. 11.

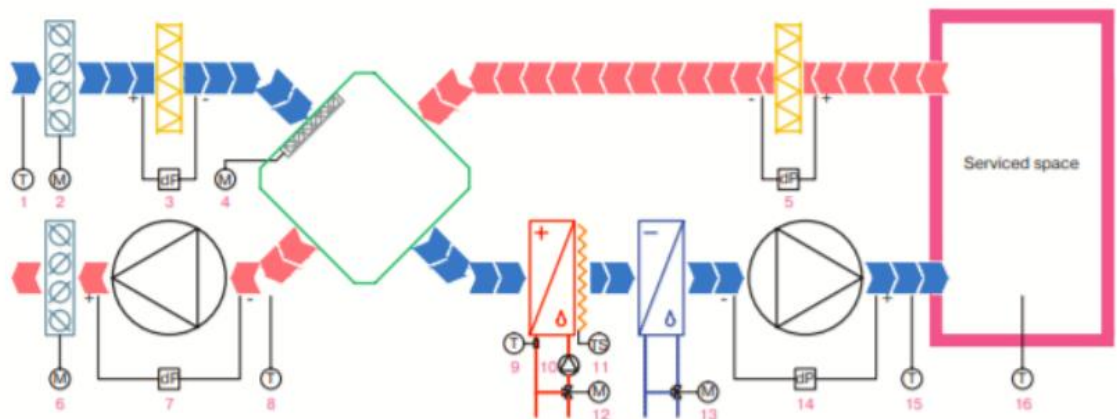


Рисунок 11 – Структурна схема системи вентиляції та кондиціонування

До складу СВ та СКП входять:

- заслінки припливного і витяжного повітря з електроприводом;
- фільтр для очищення повітря;
- пластикний рекуператор;
- електропривод байпасного клапану;
- вентилятор припливного і витяжного повітря;
- водяний калорифер (водяний нагрівач);
- водяний охолоджувач;
- змішувальний вузол;
- циркуляційний насос з давачем зворотної води;
- датчик температури повітря;

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- автоматизований щит управління;
- датчики швидкості потоку повітря, датчик концентрації газів;
- датчик вологи;
- ПЛК.

Датчик температури зовнішнього повітря визначає сезонний режим роботи системи вентиляції, автоматично переключаючи її між режимами «Літо» (температура в приміщенні 18–20° С) та «Зима» (16–18° С). Завдяки цьому датчику також регулюється температура води в калорифері для швидкого досягнення заданого температурного режиму.

Заслінка зовнішнього повітря запобігає втручанням зовнішнього повітря в систему, коли вентиляція вимкнена. Цей механізм захищає водяний калорифер та пластинчастий рекуператор від замерзання у холодну пору. Заслінка оснащена електроприводом, який керується електричним сигналом для регулювання кута відкриття. Вона також має пружину для аварійного закриття при пожежі чи інших надзвичайних ситуаціях.

Система контролю забрудненості фільтра використовує реле тиску для моніторингу стану повітряних фільтрів. Коли фільтри забруднені, створюється значний перепад тиску, що активує механічне реле, відправляючи сигнал тривоги на панель оператора або на дисплей.

Пластинчастий рекуператор використовується для зворотного виготовлення тепла з витяжного повітря до припливного, що сприяє економії енергії. Процес обміну тепла відбувається через паралельні пластини, де повітряні потоки не змішуються. У разі замерзання рекуператора спрацьовує диференційне реле тиску, яке сигналізує про проблему і активує байпас, дозволяючи повітрю обходити рекуператор до його розігріву.

Водяний калорифер починає працювати, коли система відправляє сигнал на відкриття клапана теплообмінника на 100 %, ініціюючи циркуляцію гарячої води, що нагріває повітря. Якщо система активована без попереднього нагрівання теплообмінника і при низькій температурі, активується захист від замерзання.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Згодом, коли температура досягає потрібного рівня, заслінка відкривається і вентилятори починають працювати.

Водяний охолоджувач працює під контролем АСУ, яка, отримавши дані з датчика, підтримує необхідну температуру повітря, впливаючи на триходовий клапан змішувального вузла для точного регулювання.

Припливний та витяжний вентилятори є ключовими компонентами системи вентиляції. Основна їхня функція полягає в забезпеченні відповідності санітарно-гігієнічним стандартам, необхідним для безпечного перебування працівників у виробничому цеху та ефективного виконання технологічних процесів.

					<i>СУ-01.6.151.01.ДП</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		26

РОЗДІЛ 4
ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ ПВВ
ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

Вибір інструментів автоматизації повинен базуватися на завданнях, що ставляться перед системою. Інструменти, що використовуються для керування процесом, мають бути вибрані з технічною обізнаністю та економічною ефективністю. Специфіка автоматичних пристроїв визначається, зокрема, характеристиками об'єкта управління та обраною системою управління. При їх виборі враховуються такі фактори, як вибухонебезпечність, пожежна безпека, агресивність та токсичність середовища, кількість параметрів управління, фізико-хімічні властивості, а також вимоги до якості контролю та регулювання. Структура системи автоматизованого управління містить такі складові:

1. Шафу автоматизованого управління (ШАУ), яка керує роботою обладнання в установленому режимі, обробляючи сигнали від датчиків та видаючи команди. Шафа зазвичай монтується на стіні і містить елементи керування та індикації на дверцятах. Усі електричні кабелі виводяться з верхньої частини шафи.

2. Група датчиків, яка забезпечує неперервний моніторинг параметрів повітря та циркулюючих теплоносіїв, передаючи дані до ШАУ.

3. Група виконавчих механізмів: електроприводи, клапани, насоси та вентилятори. Вони реагують на команди з ШАУ, відкриваючи чи закриваючи клапани, регулюючи подачу та споживання води, а також керуючи циркуляцією води та напрямком повітряних потоків.

4.1 Шафа автоматизованого управління

У ШАУ найголовнішим компонентом є контролер. У цій системі вентиляції відповідати за виконання програмного коду, здійснювати контроль за різними процесами, обробку даних та керування підключеними пристроями буде мікроконтролер Danfoss MCX20B2, який пропонує високий рівень керування та налаштування для складних систем HVAC (Heating, Ventilation, and Air

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Conditioning, що перекладається як «Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря») (рис. 12).



Рисунок 12 – Мікроконтролер Danfoss MCX20B2

Даний мікроконтролер має:

- будований годинник реального часу (RTC), який дозволяє керувати тимчасовими програмами та легуванням даних, що ідеально підходить для автоматизації завдань, що потребують точного дотримання часу;

- подвійний інтерфейс RS485, який забезпечує надійне опта-ізольоване з'єднання для інтеграції із системами управління будівлею (BMS) за протоколом Modbus та іншими пристроями. Це покращує можливості моніторингу та управління;

- графічний LCD дисплей, він пропонує зручний інтерфейс користувача для відображення та налаштування параметрів роботи, що спрощує експлуатацію та налаштування системи.

Контролери програмовані типу MCX – це вільно програмовані контролери, що дозволяють за допомогою відповідного програмного забезпечення керувати різними системами та установками (рис. 13).

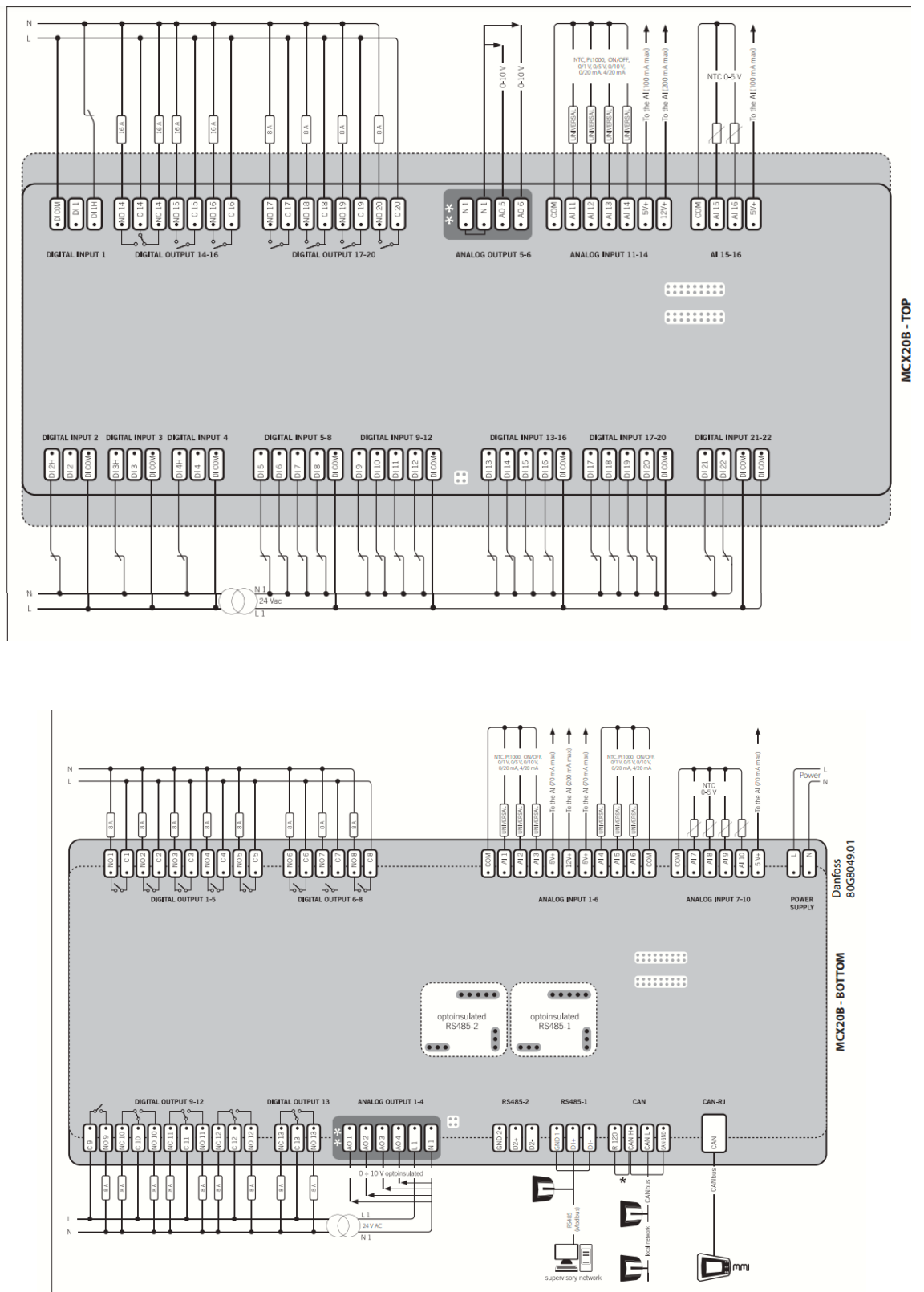


Рисунок 13 – Схеми підключення входів та виходів мікроконтролера Danfoss MCX20B2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

СУ-01.6.151.01.ДП

Розроблене програмне забезпечення дозволяє керувати системами кондиціонування, чилерами, тепловими насосами, даховими кондиціонерами, компресорна-конденсаторними агрегатами.

Для даної системи керування було обрано Danfoss FC 51 (рис. 14), відомий як VLT® Micro Drive, і є компактним перетворювачем частоти, який призначений для управління швидкістю роботи електродвигунів у різних промислових і комерційних підприємствах.



Рисунок 14 – Перетворювачі частоти Danfoss FC 51

Основні характеристики перетворювача частоти Danfoss FC 51 представлені на рис. 15.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Серія:	FC-051P5K5T4
Код моделі:	FC-051P5K5T4E20H3BXCXXXSXXX
Потужність:	5,5 кВт / 7,5 к.с.
Напруга живлення:	Три фази 380–480 В змін. струму
Захист:	(E20) IP20 / Шасі
Фільтр радіозавад:	RFI Клас A1/B (довж. каб.)(C1)
Гальмівний переривач:	Так
Місцева панель:	Замовляється окремо
Захисне покриття плат:	Плати з покриттям
Опції мережі:	Без
Типорозмір:	Корпус M3

Рисунок 15 – Характеристики перетворювача частоти Danfoss FC 51

4.2 Виконавчі механізми у припливно-витяжній вентиляції

Виконавчі механізми у припливно-витяжній вентиляції відіграють ключову роль у керуванні та регулюванні потоків повітря в системі. Основними виконуючими механізмами є : вентилятор, асинхронний двигун, електропривод повітряних заслінок, двоходовий та трьохходовий регулюючий кульковий клапан, диференціальний давач-реле тиску.

Вентилятор – це пристрій, що створює повітряний потік для охолодження чи циркуляції повітря у приміщенні. Вентилятори працюють на основі використання обертання лопаток для пересування повітря.

У досліджуваній ПБВ ми використовуємо вентилятор моделі ER71C-4DN.L7.1R(130559/0Z41) (рис. 16 та 17).



Рисунок 16 – Вентилятор моделі ER71C-4DN.L7.1R

Загалом у цій конструкції п'ять вентиляторів: два припливні, один викидний, два витяжні.

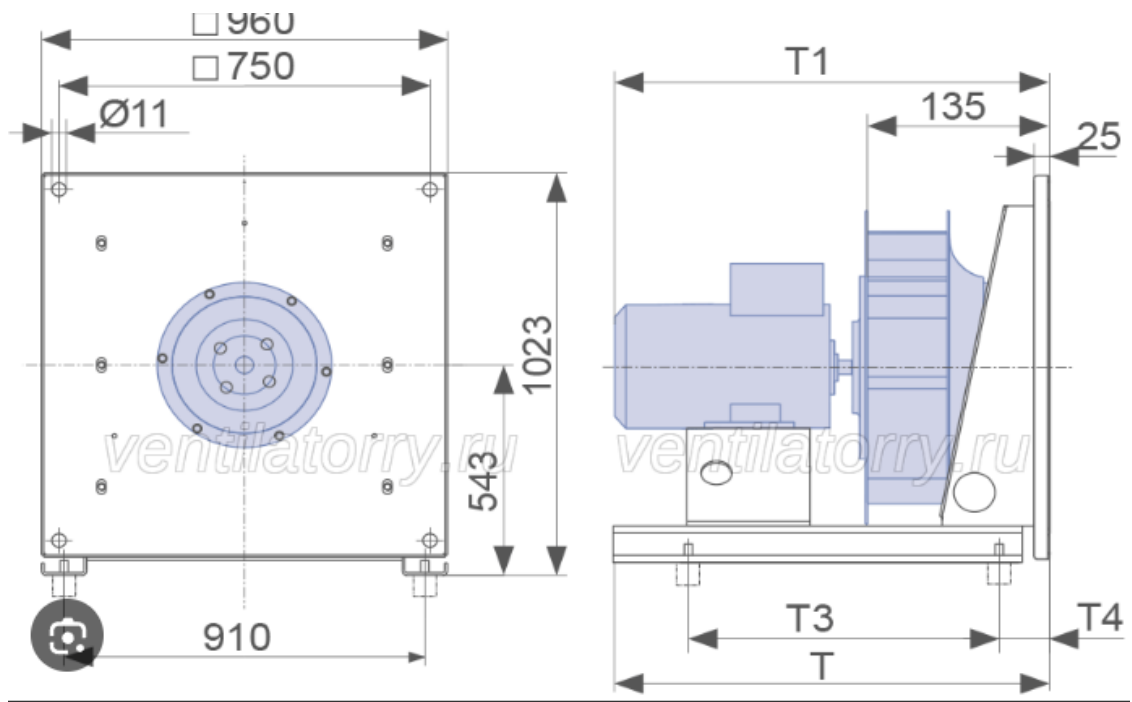


Рисунок 17 – Креслення вентилятора ER71C-4DN.L7.1R

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Графік продуктивності ER71C-4DN.K7.1R наведено на рис. 18.

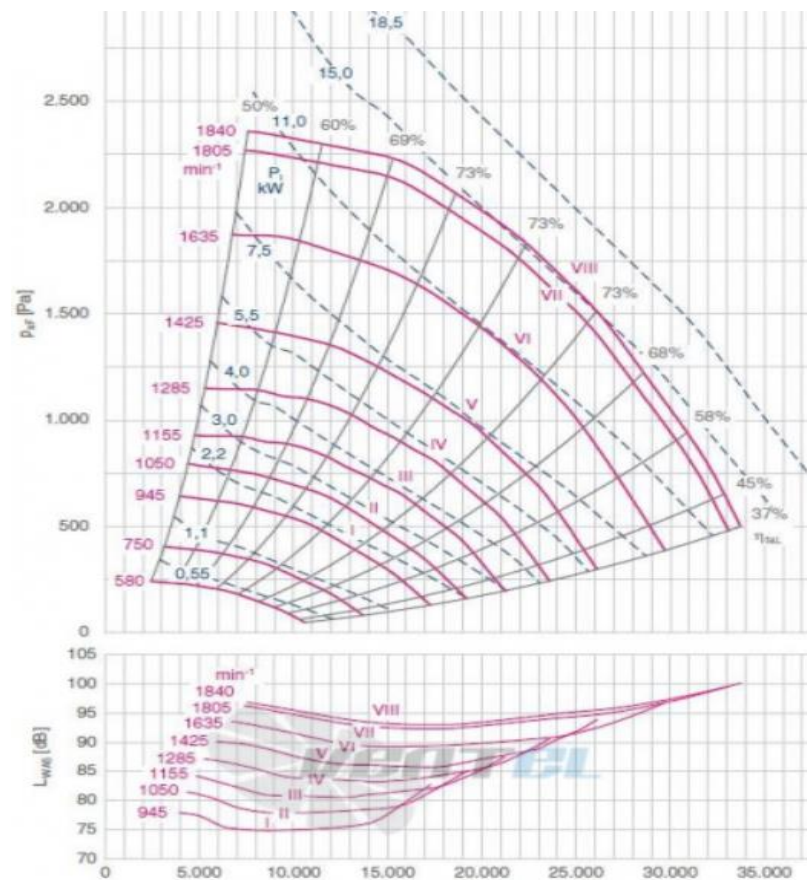


Рисунок 18 – Графік продуктивності ER71C-4DN.K7.1R

Опис серії ER71C-4DN.K7.1R:

Кількість лопаток: 7.

Корпус із оцинкованої листової сталі.

Трифазний електродвигун від мережі 380В, 50 Гц.

Потужність від 0,55 до 375 кВт з 2, 4 та 6 полюсами.

Макс. допустима температура середовища: +40° С.

Мін. допустима температура середовища, що переміщається: -20°С.

Захист електродвигуна: терморезистора (РТС).

Робоче колесо: зварене з листової сталі.

Робоче колесо: зварене з листової сталі, кольору RAL 5002 (ультрамарин).

Ступінь захисту IP 55.

Клас нагрівальності ізоляції F (155° С).

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Робоче колесо статично та динамічна збалансоване.
 Влаштування захисту двигуна від перевантаження.
 Монтажне положення: ER-C горизонтально, GR-C вертикально.
 Вентилятори можуть бути обладнані перетворювачами частоти.
 Характеристики вентилятора наведені на рис. 19.

ВЕНТИЛЯТОР	ER71C-4DN.L7.1R(130559/0Z41)
Тип вентилятора	Вентилятор з прямим приводом
Розмір	710
Кількість / Режим	1 x 100.0%
Витрата повітря	30000 m³/h
Зовнішній статичний тиск	300 Pa
Внутрішня втрата тиску установки	258 Pa
Повний тиск	780 Pa
Повний статичний тиск	558 Pa
Динамічний тиск	222 Pa
Число обертів	1716 rpm
Макс. число обертів вентилятора	1840 rpm
Споживана потужність	10.83 kW
Споживана електрична потужність	10.83 kW
Рівень звукової потужності	97.3 dB(A)
ККД вентилятора	42.95 %
Швидкість повітря на виході з вентилятора	19.2 m/s
Температура повітря на вході	20 C°
Висота над рів. моря	0 m.slm

Рисунок 19 – Характеристики вентилятора ER71C-4DN.K7.1R

У досліджуваній ПВВ використовується асинхронний двигун моделі IE3 (рис. 20).



Рисунок 20 – Двигун IE3

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Вентилятор має електромотор, який генерує обертальний рух. Цей мотор підключений до джерела живлення (електрична розетка або батарея) і використовує електричну енергію для роботи (рис. 21).

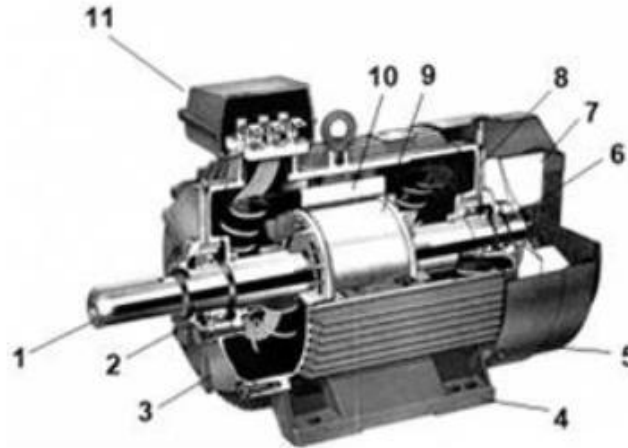


Рисунок 21 – Електромотор:

1 – вал; 2, 6 — підшипники; 3, 8 – підшипникові щити; 4 – лапи; 5 – кожух вентилятора; 7 – крильчатка вентилятора; 9 – коротко замкнутий ротор; 10 – статор; 11 – коробка виводів.

Технічні характеристики двигуна ІЕ3:

ІЕ Клас: ІЕ3.

Потужність: 0,75kW – 355kW.

Полюси: 2|4|6|8.

Швидкість: 750–3600 RPM.

Частота обертання: 50 Гц | 60 Hz.

Чавунний корпус: 80–400.

Алюмінієвий корпус: 80-160.

Захист: IP55 | IP56 | IP65 | IP66.

Температурний клас: В.

Охолодження: IC411 | IC416 (опції).

Клас ізоляції: F.

Режим роботи: S1 | S2 | S3.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Стандарти: IEC 60034-1-30.

Напруга: 400V Y – Двигуни ≤ 3 kW, 400V Δ – Двигуни ≥ 3 kW.

Рівень звукової потужності октавних смуг зображений на рисунку 22

Рівень звукової потужності октавних смуг (дБ)								
F [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Вихід [дБ]	86	93	99	101	98	97	97	87
Вхід [дБ]	80	89	96	90	90	91	91	84

Рисунок 22 – Рівень звукової потужності октавних смуг

Електропривід для повітряних заслінок із пружинним механізмом повернення моделі LF230, призначений для управління положенням заслінки (рис. 23 та 24).



Рисунок 23 – Електропривод з пружинним поверненням LF230

Цей привід має двопозиційну функціональність (відкрито/закрито) та однодротове керування для заслінок площею до 0,8 м². Для відкриття заслінки необхідно подати на привід напругу, що активує пружину зворотного ходу. Коли припиняється подача електроенергії, пружина автоматично повертає заслінку у початкове положення. Привід кріпиться на валу за допомогою хомута та оснащений спеціальним фіксатором, щоб запобігти його обертанню. Привід також захищений від перевантажень і не вимагає встановлення кінцевих вимикачів, оскільки зупинка відбувається автоматично, коли досягається кінцеве положення.

Номинальна напруга	230В, 50Гц
Діапазон робочої напруги	198... 264 В;
Споживана потужність при руху	5 Вт
Споживана потужність при утриманні	3 Вт
Кут повороту	max 95°;
Час повороту	40...75 с
Пружина	20 с. при мінус 20...плюс 50 °С

Рисунок 24 – Характеристики електроприводу з пружинним поверненням

4.3 Давачі для системи керування

Диференційне давач-реле тиску SR2500 використовується для моніторингу перепаду тиску в повітрі, контролю забрудненості повітряних фільтрів та регулювання швидкості повітряних потоків (рис. 25 та 26). Він працює на принципі різниці тисків між двома камерами приладу, з'єднаними трубкою із заданими зонами. Ця різниця тисків призводить до активації діафрагми, що розділяє камери, що в свою чергу спричиняє перемикання відповідних електричних контактів.



Рисунок 25 – Диференційне реле тиску

Діапазон вимірювання	50...500 Па
Максимальний робочий тиск	10кПа
Підведення тиску до реле	Через вбудований штуцер Ø 6 мм
Похибка	≤ ± 15 %
Керуючий вихід	Реле, НО + НЗ, 1,5 А при 250 VAC
Підключення сигнальних кабелів	До гвинтовим клеммам реле
Ступінь захисту	IP54
Температура експлуатації	-40...+85 °С
Диференціал	20 Па

Рисунок 26 – Характеристики SR2500

Двоходовий та трьохходовий регулюючий кульковий клапан Velimo з електроприводом R24ASR/HR24SR розроблений для точного контролю потоків гарячої та холодної води (рис. 27).



Рисунок 27 – Регулюючий кульковий клапан Velimo

Характерною особливістю цих клапанів є те, що вони забезпечують рівномірну (у відсотковому виразі) характеристику потоку відносно теплообмінника, що дозволяє забезпечити лінійну кореляцію між тепловим виходом і ступенем відкриття клапана (кутом повороту). Такий ефект досягається завдяки встановленню у входному отворі коригуючого диска з V-подібним пропускним отвором (рис. 28).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-01.6.151.01.ДП

Температура середовища °С	+5...+100 °С
Номінальний тиск, кПа	2760 кПа
Кут повороту	90°
Робоче середовище	Холодна або гаряча вода, зміст глікогеля не більше 50%

Рисунок 28 – Технічні характеристики клапану

Для того, щоб контролювати коректну роботу досліджуваної системи, необхідні датчики. Вони є важливим елементом, який допоможе підвищити її енергоефективність та надійність. У припливно-витяжних вентиляційних системах використовують низку датчиків для моніторингу та контролю різних параметрів. Ці датчики допомагають забезпечити оптимальні умови всередині приміщення, а також підвищують ефективність та економічність системи.

Зовнішній давач температури повітря Siemens QAE2120.010 розроблений для зовнішнього вимірювання температури повітря. Його конструкція мінімізує вплив сонячної радіації, повітряних потоків та температури будівлі на результати вимірювання (рис. 29 та 30).



Рисунок 29 – Датчик Siemens QAE2120.010

Цей давач може бути використаний разом із різними типами контролерів для забезпечення точності вимірювань.

Вимірюючий елемент	PT1000
Діапазон використання	-50...70 °С
Ступінь захисту	IP 54 по IEC 529
Постійна часу	14 хв.
Вага	0,0093 кг.
Матеріал	Пластик (ASA)
Точність вимірювання	±0.3 К при 0 °С

Рисунок 30 – Технічні характеристики Siemens QAE2120.010

Канальний датчик температури SIEMENS QAM2112.040 застосовується в системах вентиляції та кондиціонування для вимірювання температури повітря за допомогою чутливого елемента LG-Ni1000 (рис. 31).



Рисунок 31 – Канальний датчик температури SIEMENS QAM2112.040

Датчик вимірює температуру повітря після рекуператора та перед його надходженням у приміщення (рис. 32).

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Діапазон вимірювання	-50...80 °С
Чутливий елемент, температура	LG-Ni1000
Точність вимірювань	При -50...80 °С: ±1.8 К
Клас захисту	IP42

Рисунок 32 – Технічні характеристики SIEMENS QAM2112.040

Основна його функція полягає у передачі вимірних даних до контролера, який використовує цю інформацію для керування виконавчими механізмами системи.

Термостат RAKTW 5000S є обмежувальним пристроєм, який застосовується в системах опалення, вентиляції та кондиціонування. Він регулює температуру в межах від 15 до 95° С і часто використовується як термостат для запобігання замерзанню води у водяних повітрянагрівачах (рис. 33).



Рисунок 33 – Термостат RAKTW 5000S

Установка термостата здійснюється на поверхні труби, яка виводить воду з теплообмінника. Якщо температура в будь-якій точці датчика опуститься нижче заданого порога, відбувається активація реле, яке надсилає сигнал про ризик замерзання теплообмінника (рис. 34).

Чутливий елемент	Капіляр
Довжина капіляру	1600мм
Діапазон вимірювання	5-65 °С
Дискретний вихід, напруга перемикання	АС 24...250 V
Дискретний вихід, струм комутуючого ланцюга	Контакт 1-2: 0.1...16 (2.5) А Контакт 1-3: 0.1...6 (2.5) А
Клас захисту	IP43

Рисунок 34 – Технічні характеристики RAKTW 5000S

Давач-реле температури (капілярний термостат) TF 75 створений для обігрівання водяного теплообмінника в системах опалення, вентиляції та кондиціонування, забезпечуючи, щоб температура не опускалася нижче встановленого порога (рис 35).



Рисунок 35 – Давач-реле температури TF 75

Цей термостат розташовується за водяним калорифером і служить для запобігання замерзанню води у повітрянагрівачі. Встановлення термостата має бути виконане так, щоб довколишня температура в місці його розміщення не знижувалась нижче заданої критичної позначки (рис. 36).

- Діапазон температур спрацьовування: - 10...+10°C.
- Тип контакту: мікрореле
- Гістерезис: 2°C
- Точність підтримки: ±1°C
- Ступінь захисту: IP 65.
- Температура проживання: max 55°C.
- Зберігання: мінус 30... **60** °C.
- Довжина капіляра: 6 м

Рисунок 36 – Технічні характеристики давача-реле температури TF 75

Принцип роботи термостата такий: термостат активується та перемикається, коли температура, зафіксована капілярною трубкою, опускається нижче налаштованої на регуляторі. Зі збільшенням температури термостат автоматично повертається до свого початкового стану. У чутливому елементі газ розширюється, що спричиняє активацію перемикача.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

РОЗДІЛ 5 ВПРОВАДЖЕННЯ НА ОБ'ЄКТІ

Припливно-витяжні вентиляційні системи мають безліч переваг, таких як забезпечення свіжого повітря та покращена якість повітря в приміщенні, але у них є й певні недоліки, пов'язані з рівнем енергоефективності та надійності.

У цеху-об'єкті впровадження проектом передбачається два вентиляційні вузли, кожен вузол буде забезпечувати як подачу свіжого повітря ззовні, так і видалення відпрацьованого повітря з приміщення. Також є дві шафи управління, будова та технічні характеристики їх однакові. Кожен вузол матиме однакові виконавчі механізми та датчики.

Встановлення двох вентиляційних вузлів на виробництві надасть низку переваг:

1. Поліпшення якості повітря за рахунок наявності двох вузлів, що дозволяє більш ефективно контролювати якість повітря у приміщенні.
2. Підвищення ефективності. Використання двох вузлів допоможе оптимізувати розподіл повітря у великому або складному приміщенні, забезпечуючи рівномірне та ефективне охолодження чи нагрівання.
3. Резервування. У випадку виходу з ладу одного з вузлів, інший може продовжувати роботу, тим самим забезпечуючи неперервність виробничих процесів і знижуючи ризик простою.
4. Зниження енергоспоживання. Ефективний розподіл робочого навантаження між двома вузлами може зменшити загальне енергоспоживання, оскільки система може працювати більш раціонально, використовуючи меншу потужність для підтримання необхідних параметрів.

Також у проектованій ПВВ буде використовуватись водяний спосіб нагрівання або охолодження. Нагрівання та охолодження відбуватиметься за допомогою води або за допомогою «незамерзайки» (нагрівання) фріону

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

(охолодження). Такий спосіб є менш фінансово витратним, аніж електричним чи паровим способом.

Для підвищення енергоефективності ПВВ буде встановлений рекуператори. Рекуператори дозволяють використовувати тепло, що вже існує в приміщенні, для обігріву свіжого повітря, яке вводиться ззовні. Це допомагає значно знизити витрати на опалення приміщення, оскільки необхідно менше додаткового тепла. Електрична принципова схема є графічним представленням логічної структури та зав'язків між електричними компонентами в електричній системі або пристрої. Вона показує, як різні компоненти системи пов'язані між собою та як вони взаємодіють для виконання певних функцій.

Електрична принципова схема та схема з'єднань представлена у Додатку А.

					СУ-01.6.151.01.ДП	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		45

ВИСНОВОК

У бакалаврській роботі було проаналізовано різноманіття вентиляційних систем, що застосовуються на підприємствах, і вибрано оптимальну систему, що задовольняє всім встановленим вимогам. Визначено ключові завдання, які система має виконувати:

- контроль і моніторинг параметрів системи, включаючи виявлення помилок, режими небезпеки та потенційні нештатні ситуації. Завдяки сучасним контролерам, які функціонують у реальному часі, оператор має змогу наглядати за системою та налаштовувати необхідні робочі параметри;

- захист клапанів та водних контурів від замерзання. За допомогою системи термостатів температура калорифера не опускається нижче критично важливої позначки;

- управління робочим процесом шляхом перемикання режимів роботи системи, що важливо для раціональної експлуатації системи в умовах змінюваних навантажень на приміщення. Програма автоматичного керування може самостійно використовувати необхідне обладнання, регулювати швидкість чи вимикати двигуни вентиляторів, активувати або деактивувати обладнання;

- індивідуальний аналіз роботи конкретного механізму або процесу на основі встановлених параметрів через систему моніторингу. Контрольна система отримує дані з датчиків і проводить аналіз за допомогою обчислювальних потужностей, вносячи необхідні корективи для оптимізації загальної продуктивності за допомогою сигналів із виконавчих механізмів або через систему управління запуском/вимиканням.

Проведений аналіз ключових функціональних завдань вентиляційної системи та встановлених санітарних норм для харчового цеху. Створено схему інформаційно-матеріальних потоків та розроблено алгоритми для управління вентиляційною системою, яка передбачає:

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

- систему контролю за температурою повітря в приміщенні загальнообмінної вентиляції;

- систему контролю вологості повітря;

- систему контролю концентрації шкідливих речовин в повітрі.

Створено функціональну схему автоматизації вентиляційної системи, яка відповідала визначеним завданням: контроль температури припливного повітря, моніторинг вологості, регулювання швидкості подачі свіжого повітря та ефективно видалення повітря, що не відповідає санітарним стандартам. Також визначені складові вентиляційної та кондиціонувальної систем.

Обрані засоби для автоматизації та захисту вентиляційної системи. Структура системи вентиляції чітко окреслена і містить шафу автоматизованого управління, датчики та виконавчі механізми. Після визначення структури системи управління для контролю клімату було вибрано контролер Danfoss MCX20B2.

У роботі акцентується увага на надійності та автоматизації системи вентиляції промислового об'єкта. При підготовці бакалаврської роботи були використані передові автоматизаційні технології, які забезпечують енергоефективне та надійне функціонування системи.

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text> (дата звернення: 15.04.2024).
2. Вентилятор моделі ER71C-4DN.L7.1R. URL: <https://www.ziehl-abegg.com/uk/produkcija/modelnii-rjad-c> (дата звернення: 17.04.2024).
3. Перетворювачі частоти Danfoss FC 51. URL: <https://ugov.ua/ru/catalog/detail/vlt-micro-drive-fc-51-peretvoriuvach-chastoty/> (дата звернення: 22.04.2024).
4. Автоматизація систем вентиляції та кондиціонування повітря. Автоматизація припливної вентиляції. Проектування і монтаж систем автоматизації. URL: <https://tues.ru/uk/avtomatizaciya-sistem-ventilyacii-ikondicionirovaniya-vozduha> (дата звернення: 28.04.2024).
5. Рекуператор. URL: https://breezyrecuperator.com/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjwi_exBhA8EiwA_kU1Mts3x8Anw-X3JgYaBuctLGDJuc62_Q57O0h-VYZReiuqm-eQ3-Uky8hoCyYYQAvD_BwE (дата звернення: 05.05.2024).
6. Мікроконтролер Danfoss MCX20B2. URL: <https://store.danfoss.com/> (дата звернення: 02.05.2024).
7. Проточна витяжна вентиляція. URL: <https://exsys.com.ua/> (дата звернення: 10.04.2024).
8. Оптимізація вентиляторів в ПБВ. URL: <https://ipcom.ua/uk/blok-ventylyatorov-ipcom-bv-4t-7035> (дата звернення: 12.04.2024).
9. Automatic control systems. URL: <https://ventilationsystem.com/uploads/download/automaticcatalogy201601en.pdf> (дата звернення: 18.04.2024).

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

10. Сучасні перетворювачі частоти в системах електропривода : навч. посібник / М. В. Загірняк, Т. В. Коренькова, А. П. Калінов, А. І. Гладир, В. Г. Ковальчук. 2-ге вид., переробл. і доповн. Х.: Видавництво «Точка», 2017. 206 с.

11. Outside Sensors QAC...FW-T1G. URL: http://www.xref.be/dpdf/siem_qac_uk.pdf (дата звернення: 02.05.2024).

12. Duct Temperature Sensors QAM21... URL: <https://www.downloads.siemens.com/downloadcenter/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=10857> (дата звернення: 15.05.2024).

13. Frost Protection Thermostat RAK-TW.5.H RAK-TW.5.H. URL: <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?module=Catalog&action=ShowProduct&key=BPZ:RA K-TW.5.H> (дата звернення: 14.05.2024).

14. TF капілярний термостат захисту від замерзання. URL: https://shuft.com.ua/catalog/3/209/3025/4075/?link_changer=/catalog/3/209/3025/4075/50826/ (дата звернення: 17.05.2024).

15. Belimo TR (Y) 24-SR. URL: <http://belimo.com.ua/shop/zaporno-reguliruyushhaya-armatura-s-elektroprivodami/privody-dlyazapornoj-armatury/privody-sharovyx-klapanov/belimo-tr24-sr/> (дата звернення: 10.05.2024).

16. Star-RS 25/6. URL: <https://wilo.com/in/en/Products-and-expertise/en/products-expertise/wilo-star-rs/star-rs-25-6>

17. Belimo LF230 (-S) + перех. WLF. URL: <http://belimo.com.ua/shop/zaporno-reguliruyushhaya-armatura-selektroprivodami/privody-dlya-zapornoj-armatury/privody-sharovyx-klapanov/belimo-lf230-perex-wlf/> (дата звернення: 28.04.2024).

18. Промислова вентиляція. URL: <http://tov-in.com.ua/ua/ventilyatsiya/promislova-ventilyatsiya.html> (дата звернення: 30.04.2024).

					СУ-01.6.151.01.ДП	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49