

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Довбиш А.С.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

«Автоматизована система вентиляції виробничих приміщень»

Керівник проекту

к.т.н. Толбатов В.А.

Студент групи СумДУ СУ-71

Крещік І.С.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Довбиш А.С.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2021р

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Крещік Ігорю Сергійовичу

1. Тема проекту: Автоматизована система вентиляції виробничих приміщень
2. Затверджено наказом ректора університету № 0185-VI від 14.04.2021 року.
3. Термін здачі студентом закінченого проекту «31» травня 2021 р.
4. Вихідні дані до проекту: звіт з переддипломної практики, наукові публікації, статті, тези, перелік літературних джерел з матеріалами та технічна документація, в якій описаний технологічний процес обробки повітря
5. Зміст пояснювальної записки: аналіз технологічного процесу роботи автоматизованої системи вентиляції, розробка та проектування функціональної схеми автоматизації та опис роботи; вибір засобів для автоматизації та захисту; обґрунтування вибраних приладів для вибраних контурів регулювання.
6. Перелік графічних матеріалів: 19 рисунків.

7. План проектування:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок – кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Пошук, аналіз та підбір літератури та джерел.	23.02.2021 – 27.02.2021
2	Ознайомлення з документацією для засобу автоматизації	28.02.2021 – 04.03.2021
3	Опис технологічного процесу.	05.03.2021 – 12.03.2021
4	Розробка основних схем автоматизації.	13.03.2021 – 25.03.2021
5	Розробка пояснювальної записки.	26.03.2021 – 20.04.2021
6	Вибір засобів автоматизації для проекту.	21.04.2021 – 09.05.2021
7	Завершення написання дипломного проекту та додаткової документації.	10.05.2021 – 31.05.2021

8. Дата видачі завдання 23.02.2021

Керівник проекту:

Толбатов В.А.

До виконання прийняв:

студент-дипломник групи СУ-71

Крещік І.С.

**ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ**  
на проектування автоматизованої система вентиляції виробничих приміщень

Проектував:

Студент групи СумДУ СУ-71

Крещік І.С.

Погоджено:

Керівник проекту

к.т.н. Толбатов В.А.

1. Тема проекту та галузь застосування: автоматизована система вентиляції виробничих приміщень система вентиляції використовується в усіх галузях промисловості

2. Затвержено ректором Сумського державного університету № 0185-VI від 14.04.2021 року.

3. Призначення і мета проекту: розробити автоматизовану систему вентиляції виробничого приміщення, спроможну виконувати ряд поставлених технічних задач:

- контроль температури повітря у виробничому приміщенні ;
- контроль вологи повітря у виробничому приміщенні ;
- контроль якості повітря;
- контроль температури у теплообмінниках;
- контроль швидкості руху витяжного та припливного повітря;
- контроль забрудненості повітряних фільтрів ;

Для досягнення поставленої задачі була розроблена технічна документація, а саме: розробка та побудова функціональної схеми автоматизації та схема інформаційно-матеріальних потоків автоматизованої системи вентиляції.

4. Література для розроблення та джерела: аналіз різноманітних систем керування за тематикою, конструкторська документація, яка була отримана в процесі проходження переддипломної практики, веб-сайти, статті, тези.

5. Режими роботи об'єкта: режим роботи з алгоритмом, з щоденними технічними роботами та регулярним плановим технічним обслуговуванням

6. Умови експлуатації системи управління: живлення блоку живлення для шафи управління – 220В; частота – 50 Гц; живлення пристрою керування – 6-20В; 16 МГц. Ступінь захисту складових частин обладнання автоматизації – не нижче IP 20.

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

8. Економічні показники якості: зменшення витрат на обслуговування системи за рахунок використання сучасних систем управління та ефективних алгоритмів функціонування, що в свою чергу підвищує якість функціонування.

9. План для проектних робіт:

Номер етапу	Зміст етапу проектування	Термін виконання (початок – кінець)
1	Аналіз завдання кафедри. Складання технічного завдання. Пошук, аналіз та підбір літератури та джерел.	23.02.2021 – 27.02.2021
2	Ознайомлення з документацією для засобу автоматизації	28.02.2021 – 04.03.2021
3	Опис технологічного процесу.	05.03.2021 – 12.03.2021
4	Розробка основних схем автоматизації.	13.03.2021 – 25.03.2021
5	Розробка пояснювальної записки.	26.03.2021 – 20.04.2021
6	Вибір засобів автоматизації для проекту.	21.04.2021 – 09.05.2021
7	Завершення написання дипломного проекту та додаткової документації.	10.05.2021 – 31.05.2021

## РЕФЕРАТ

Крещік Ігор Сергійович. Автоматизована система вентиляції виробничих приміщень. Бакалаврський дипломний проект. Сумський державний університет. Суми, 2021 р..

Дипломний проект містить – 52 аркушів пояснювальних записок, 19- рисунки, 13- таблиць та 24 джерела інформації.

Проведено технічний аналіз процесу підготовки повітря для виробничого приміщення, виведення повітря з приміщення. Система розроблена на базі кліматичного контролера Freemax MX. Розроблений алгоритми керування. Обрані основні технічні засоби для розробки автоматизованої системи вентиляції.

Ключові слова: система вентиляції, алгоритм, автоматизована система вентиляції, датчик, контролер, виконавчі механізми, система управління, функціональна схема автоматизації.

## ABSTRACT

Khreshchik Igor Sergeevich. Automated ventilation system of industrial premises. Bachelor's thesis project. Sumy State University. Sumy, 2021.

The diploma project contains - 52 sheets of explanatory notes, 19 - figures, 13 - tables and 24 sources of information.

The technical analysis of the process of air preparation for the production room, air removal from the room is carried out. The system is developed on the basis of the Freemax MX climate controller. Developed control algorithms. The main technical means for the development of an automated ventilation system are selected.

Key words: ventilation system, algorithm, automated ventilation system, sensor, controller, actuators, control system, functional scheme of automation.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

«Автоматизована система вентиляції виробничих приміщень»

Керівник проекту

к.т.н. Толбатов В.А.

Студент групи СумДУ СУ-71

Крещік І.С.

## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначення .....	3
ВСТУП .....	4
РОЗДІЛ 1	
АНАЛІЗ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У	
ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕНІ .....	5
1.1 Вентиляція виробничих приміщень .....	5
1.2 Система вентиляції .....	6
1.1.2 Система кондиціонування виробничо приміщення.....	8
1.3 Вентиляція ковальського цеху .....	8
1.4 Формування мікроклімату всередині ковальського цеху.....	12
1.5 Призначення автоматизованої системи вентиляції .....	13
1.6 Основні задачі автоматизованої системи вентиляції.....	14
РОЗДІЛ 2	
ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ	
КОВАЛЬСЬКОГО ЦЕХУ .....	15
2.1 Функціональні задачі системи автоматизованого управління .....	15
2.2 Алгоритм керування виконавчими механізмами вентиляційної системи .....	16
РОЗДІЛ 3	
ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ	
СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ .....	21
РОЗДІЛ 4	
ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ СИСТЕМИ	
ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	25
4.1 Шафа системи автоматизованого управління SR-V010-R-P.....	25
4.1.1 Контролер Freemax MX .....	26
4.1.2 Перетворювач частоти Siemens MICROMASTER 410 .....	28

					СУ-71.6.151.11.ДП							
Змн	Лис	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматизована система вентиляції виробничих приміщень			Лист.	Арк.	Листів		
Розробив		Крещік І.С.						Т	2	51		
Перевірів		Толбатов						СумДУ СУ-71				
Реценз.												
Н. Контр.												
Затвердив												

4.2	Давачі припливно-витяжної системи вентиляції виробничого приміщення .....	30
4.2.1	Зовнішній датчик температури повітря Siemens QAC2010 .....	30
4.2.2	Канальний давач температури SIEMENS QAM2120.040 .....	31
4.2.3	Універсальний термостат RAKTW 5000S .....	32
4.2.4	Давач-реле температури TF 60.....	33
4.2.5	Диференціальний давач-реле тиску SR500...2500.....	34
4.3	Вибір виконавчих механізмів .....	35
4.3.1	Двоходовий та трьохходовий регулюючий кульковий клапан Belimo з електроприводом R24ASR/HR24SR .....	35
4.3.2	Циркуляційний насос Wilo Star RS 25/6.....	36
4.3.3	Електропривод повітряних заслінок з пружиним поверненням LF230.....	37
4.3.4	Асинхронний двигун АІР приводу осьового вентилятору .....	38
	ВИСНОВОК .....	39
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	41

					СУ-71.6.151.11.ДП							
<i>Змн</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Автоматизована система вентиляції виробничих приміщень			<i>Лит.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Листів</i>		
<i>Розробив</i>	Крещік І.С.							Т	2	51		
<i>Перевірів</i>	Толбатов							СумДУ СУ-71				
<i>Реценз.</i>												
<i>Н. Контр.</i>												
<i>Затвердив</i>												

### Скорочення та умовні позначення

АСУ – автоматизована система управління

ГДК – гранично допустимі концентрації

ДСН – державні санітарні норми

ПК – персональний комп'ютер

ПЛК – програмований логічний контролер

СВ – система вентиляції

СКП – система кондиціонування повітря

СНіП – санітарні норма і параметри

ФСА – функціональна схема автоматизації

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

## ВСТУП

Промислова вентиляція представляє собою комплекс сучасних, спеціальних пристроїв і технологічних приладів, котрі забезпечують організований повітря обмін великих об'ємів між виробничим приміщенням та вулицею. При організації системи вентиляції стоїть задача забезпечити умови для виконання технологічних процесів, а також забезпечення мікроклімату на робочому місці. Якісні і кількісні параметри повітря для даних задач можуть бути різними, а отже якість організації вентиляції на промисловості має прямий вплив на якість виробляємої продукції та продуктивність працівників.

Якість промислової вентиляційної системи оцінюється її можливістю ефективно видаляти забруднене повітря, натомість подавати свіже, підтримувати відповідно до нормативних умов температурний режим та мікроклімат, при дотриманні екологічних та санітарних норм.

Різницею автоматизованої системи вентиляції та кондиціонування виробничих приміщень від офісної є те, що через особливість технологічних процесів, що відбуваються всередині параметри мікроклімату швидко змінюються через те, що виділяється надлишкове тепло, газу, пари та пил, а отже система повинна швидко відреагувати на зміни та вплинути на їх нормалізацію.

До сучасних систем вентиляції (СВ) та кондиціонування повітря (СКП) стоїть декілька вимог: простота та надійність експлуатації; високий рівень функціонування;

Основним принципом в технічній організації автоматизованого керування СВ та СКП є наявність організації функціональної, структурної схеми та підлягаючі до виконання задач захисту, регулювання та керування.

В якості автоматизації очисних дії буде вибрано комплекс який складається з:

- пристрої впливу (заслінки, вентилятори, рекуператор, повітрянагрівач, охолоджувач та зволоження);
- виконавчі механізми (заслінки, електроприводи, насоси);
- регулюючі пристрої – давачі та регулятори;
- керуючі пристрої – щит автоматики і керування, контролер;

Енергетична ефективність приладів і пристроїв, котрі виконують технологічні задачі є важливим для системи. Таким чином задача складається в автоматизації прийнятої технологічної структурної схеми керування СВ та СКП, котра буде автоматично забезпечувати потрібний режим роботи і регулювання окремих елементів системи при відповідному виборі компонентів.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						4
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**РОЗДІЛ 1**  
**АНАЛІЗ СУЧАСНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ МІКРОКЛІМАТОМ У**  
**ВИРОБНИЧОМУ ПРИМІЩЕНІ**

Мікроклімат виробничих приміщень визначаються діючим на організм людини чинниками: вологості, температури та швидкості руху повітря. По цій причині вказані характеристики є загальноприйнятими нормованими параметрами мікроклімату. Допустимі та оптимальні величини температури, вологості та швидкості руху повітря встановлюються в робочих приміщеннях в залежності від види діяльності об'єкту, тяжкості виконуючої роботи, періоду року та кількістю надлишку тепла в приміщенні.

Оптимальні умови мікроклімату – це поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину забезпечують зберігання нормального теплового стану організму без активізації механізмів терморегуляції. Вони забезпечують відчуття теплового комфорту та створюють передумови для високого рівня працездатності.

Допустимі умови мікроклімату – поєднання параметрів мікроклімату, які при тривалому та систематичному впливі на людину можуть викликати зміни в тепловому стані організму, що швидко минають і нормалізуються та супроводжуються напруженням механізмів терморегуляції в межах фізіологічної адаптації, при цьому не виникає ушкодження або порушення стану здоров'я, але можуть спостерігатися дискомфортні тепловідчуття, погіршення самопочуття та зниження працездатності[1].

Розробка автоматизованої СВ та СКП повинна повністю відповідати усім необхідним умовам для належної роботи людей та обладнання. Розраховуючи систему вентиляції для виробничого приміщення потрібно брати до уваги оптимальні умови для роботи, класифікацію приміщення та його особливості, тому для розрахунку беруться показники температури повітря, кратності повітрообміну та інше.

### 1.1 Вентиляція виробничих приміщень

Система вентиляції та кондиціонування повітря виробничого приміщення – це складний процес, який реалізується на основі роботи цілого комплексу спеціального обладнання і пристроїв і направлена на створення якісного повітрообміну всередині приміщення.

СВ цеху є невід'ємною частиною конструкції будівлі, його технологічного обладнання та грає важливішу роль ніж СКП звичайного приміщення. Особливістю вентиляції промислового об'єкту є те, що вона представляє собою цілу систему інженерних розробок,

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						5
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

котрі призначені забезпечити безперебійну фільтрацію повітряних мас від шкідливих та токсичних складових і якісну циркуляцію, без порушення технологічного процесу.

## 1.2 Система вентиляції

Вентиляція в промисловому цеху представляє собою складний комплекс взаємопов'язаних між собою процесів та обладнання, націлених на створення якісного повітрообміну всередині промислового приміщення.

Система вентиляції грає набагато більшу роль ніж аналогічні системи в будь якому іншому приміщенні. Головний акцент промислової вентиляції полягає в тому, що це ціла система інженерних розробок, котра призначена забезпечити безперебійну фільтрацію повітря від шкідливих та токсичних домішок та своєчасне видалення, його функціональну циркуляцію, не порушуючи технологічний процес, а сприяє комфортним умовам для виконання задач.

Системи вентиляції виробничого приміщення класифікують за такими призначеннями:

1) В залежності від способу переміщення повітря, вентиляції цеху бувають:

- природні;
- штучні (механічні);

В природній вентиляції, повітрообмін виконується за рахунок температурної різниці і різниці тиску потоків повітря, без використання вентиляційного обладнання . Природня вентиляція в свою чергу ділиться на організованою (аерація) та неорганізованою (протяг). Для цього залучають спец конструкції (заслінки, які регулюють величину та силу повітряного потоку)[2].

Механічна вентиляція є найбільш розповсюдженою системою у виробничих приміщення, в такій вентиляції використовується спеціальне обладнання, що дозволяє проводити попередню обробку припливного повітря (охолодження, нагрів, зволоження) та фільтрацію забрудненого повітря перед його потраплянні в приміщення та при його виведенні.

2) По способу дії класифікують СВ:

- припливна вентиляція;
- витяжна вентиляція;
- припливно-витяжна вентиляція;

Припливна СВ слугує для подачі чистого повітря у приміщення. При надходженні повітря до приміщення воно проходить певні етапи обробки таких як: фільтрація від пилу, нагрівання або охолодження, зволоження та інше.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Витяжна вентиляція націлена на видалення забрудненого, вологого, загазованого, запиленого повітря і тепла яке не відповідає нормам.

Припливно-витяжна СВ виконує функції двох систем, які приведені вище, при експлуатації такої системи потрібно брати до уваги те, що кількість повітря, що приходить в приміщення, повинно дорівнювати кількості повітря, що видаляється. У випадку коли ці дві функції незрівноважені відбувається недостатність свіжого або надлишок забрудненого повітря.

3) Як інженерно-технологічний об'єкт, вентиляція цеху розділяється на два типи, за способом організації повітрообміну:

- місцевого типу;
- загально обмінного типу;

Місцевою називають вентиляцію, яка спрямовує свою дію на конкретному місці, або подає чисте прохолодне повітря (припливна), або видаляє забруднене відразу в місці утворення (витяжна).

Місце вентиляцію витяжна використовують для того, щоб запобігти розповсюдженню диму, тепла, газу та іншого відразу з осередку його виникнення, а саме технологічного обладнання. Така вентиляція є досить ефективною в експлуатації тому, що не дозволяє розповсюджувати шкідливим газам та високій температурі по всьому приміщенні. До місцевої витяжної вентиляції відноситься витяжні зонти, бортові відсмоктувачі, місцеві укриття у вигляді шаф та кожухів[3].

Місцева припливна вентиляція здійснює подачу повітря відповідної температури, вологи та певної швидкості для того, щоб створити комфортні умови для працівника. До місцевої припливної вентиляції відносяться повітряні душі, повітряні або повітряно-теплові завіси.

Загальнообмінна вентиляція на відміну від місцевої, призначена для вентилявання усього виробничого приміщення. Така вентиляція поділяється на припливну, витяжну та припливно-витяжну. Загальнообмінна витяжна вентиляція виконує рівномірне видалення повітря з робочого приміщення, а припливна подає відфільтроване, нагріте або охолоджене повітря всередину і рівномірно розповсюджує його по всьому об'ємі приміщення.

В зимовий період року припливна загальнообмінна система вентиляції опалює робочі приміщення.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						7
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



### 1.1.2 Система кондиціонування виробничо приміщення

Іноді для нормальної роботи всередині приміщення недостатньо тільки використання системи вентиляції. Для нормальної роботи технологічного обладнання необхідно, щоб мікроклімат всередині приміщення відповідав необхідним нормам в такому випадку окрім системи вентиляції в експлуатацію вводиться система кондиціонування повітря, яка оснащена електронним устаткуванням для точної роботи.

Кондиціонування повітря здійснюється комплексом технічних засобів, яка називається система кондиціонування повітря (СКП). Ця система призначена для довготривалої, безперебійної роботи в забезпеченні параметрів чистого повітря в виробничому приміщенні, підтримка потрібної температури та вологості.

Автоматизована СКП виконує регулювання та контроль температури повітря, вологості та швидкості руху повітря незалежно від того, як сильно коливаються мікрокліматичні параметри всередині приміщення. Основне обладнання системи кондиціонування для підготовки і переміщення повітря агрегується (компонуються 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 кошти холодо- і теплопостачання, автоматики, дистанційного керування і контролю.

### 1.3 Вентиляція ковальського цеху

Для своєї роботи я вирішив взяти для прикладу систему вентиляції ковальського цеху.

Ковальський цех є невід'ємною частиною кожного металургійного, машинобудівного та інший підприємств. Правильна організація вентиляційної системи в середині виробничого приміщення є важливим елементом для нормального протікання технологічних процесів. При проектуванні СВ та опалювання треба враховувати класифікацію цеху в залежності від масштабу можливої роботи (поковки), за цією характеристикою класифікують ковальський цех на наступні:

- I клас –дрібні поковки (масою 25кг);
- II клас –поковки середньої маси (до 700кг) і важкої маси (до 10т);
- III клас –поковки особливо важкої маси (до 70–200т);
- IV клас –штампувальні поковки (масою 45–150т);

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		8

- V клас –штампувальні дрібні поковки крупносерійного і масового виробництва.

В ході технологічних операцій, що проходять в цеху, виділяються шкідливі речовини (окис вуглецю, сірчистий газ, продукти згорання палива та мастильних матеріалів) і надлишкова температура (променева та конвективне), що в свою чергу призводить до змін

метрологічних умов. Для забезпечення нормативних умов в приміщенні, окрім комплексу технологічних засобів, цехи облаштовують припливно-витяжною вентиляцією загальнообмінної та місцевого призначення.

На рисунку 1.1 зображена схема вентиляції ковальського цеху з обладнанням

- Ковальський молот потужністю 10кВт – 1;
- Ковальський молот потужністю 28кВт – 2;
- Ковальський молот потужністю 78кВт – 3;
- Молот пневматичний потужністю 35кВт – 4;
- Печі ковальські – 5,6,7,8;
- Кран потужністю 9кВт - 9;
- Горн на одне полум'я – 10;

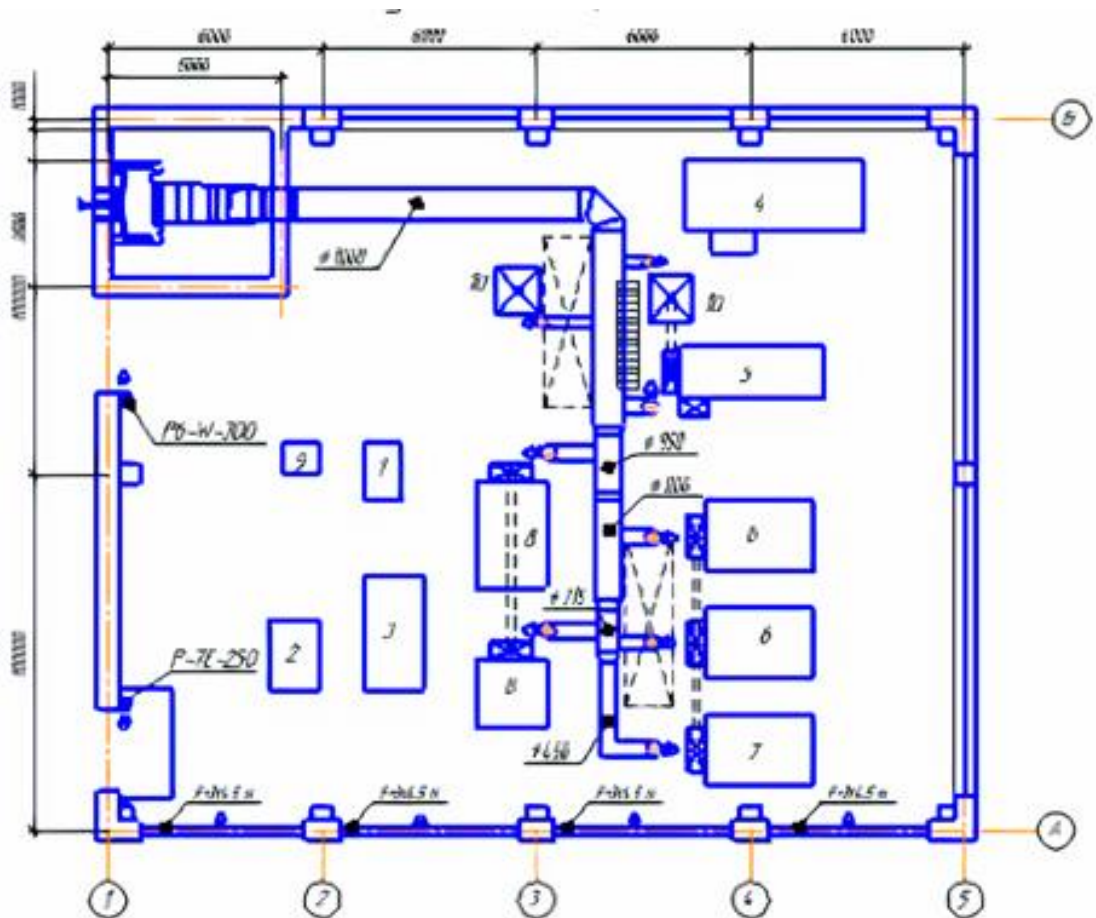


Рисунок 1.1 – схема вентиляції ковальського цеху з обладнанням

Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СУ-71.6.151.11.ПЗ

Лист

9

Місцева система вентиляції ковальського цеху є необхідним доповненням до загальної системи вентиляції. Ця система поділяється на витяжну та припливну систему. Місцева витяжна система монтується в джерелах виділення диму та газів.

Табл. 1.1 - Дані шкідливості технологічного устаткування

Найменування устаткування та шкідливі речовини	Одиниці вимірювання	Кількість
Тепловиділення від нагрітих поверхонь печі, молотів, пресів та іншого обладнання (мастило та паливо)	% від тепла пального, яке йде на горіння	53
Тепло від електропечей	Вт/кВт від встановленої потужності	600
Окис вуглецю, який потрапляє через щілини	г/кг	7,0
Сірчистий газ	г/кг	5,2

Виходячи з таблиці 1.1 «Шкідливість технологічного устаткування» вибирається витяжні системи. Для ковальських пресів передбачається встановлення відсмоктувачів, які не даватимуть змоги розповсюджуватися в повітряний простір пилю окалини та масляного аерозолю. Для нагрівальних печей над завантажувальними вікнами передбачається встановлення витяжних комбінованих зонтів або зонтів-козирків. Таке обладнання передбачається біля нагрівальних печей, які працюють на мазуті і газоподібному паливі і мають відведення продуктів горіння у димовий боров. Їх же застосовують і для камерних електропечей опору. Витяжні комбіновані зонти встановлюють у нагрівальних печей, що не борова для від-ведення продуктів згорання. Розрахунок парасольок зводиться до визначення їх розмірів і об'ємів суміші продуктів горіння (газів) і повітря, що видаляється.

Місцева припливна вентиляція. На робочих місцях в ковальському цеху передбачається встановлення повітряних душів, які є доповненням до загальнообмінної СВ, також передбачається встановлення в місцях тривалого перебування працюючих, наприклад біля печей, де необхідно зменшувати температуру для комфортної роботи працівника. Згідно СНіП 11.33–75 підтримка необхідної температури і швидкості руху повітря на постійних робочих місцях при тепловому опромінюванні працюючих інтенсивністю від 150 до 300ккал/м2гі при площі випромінюючих поверхонь в межах робочого місця більше 0,2м2рекомендується підтримувати шляхом душирування[4].

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						10
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція. Основною проблемою, яка виникає в виробничому приміщенні ковальського цеху є виділення надмірного тепла, повітрообмін в цеху розраховується з урахуванням асиміляції теплових збитків з подальшою перевіркою його на розчинення окису вуглецю, сірчистого газу і ціаністого водню який виділяється до

ГДК. При розрахунку повітрообміну в виробничому приміщенні робиться акцент на те, що в різні періоди року тепловий баланс є різним і розчинення окису вуглецю і сірчистого газу є різною, наприклад влітку повітрообміну достатньо для зниження концентрації разів в повітрі, в зимовий час його буде недостатньо.

На рисунку 1.2 зображена будова припливно-витяжної вентиляції з рекуператором пластичним.

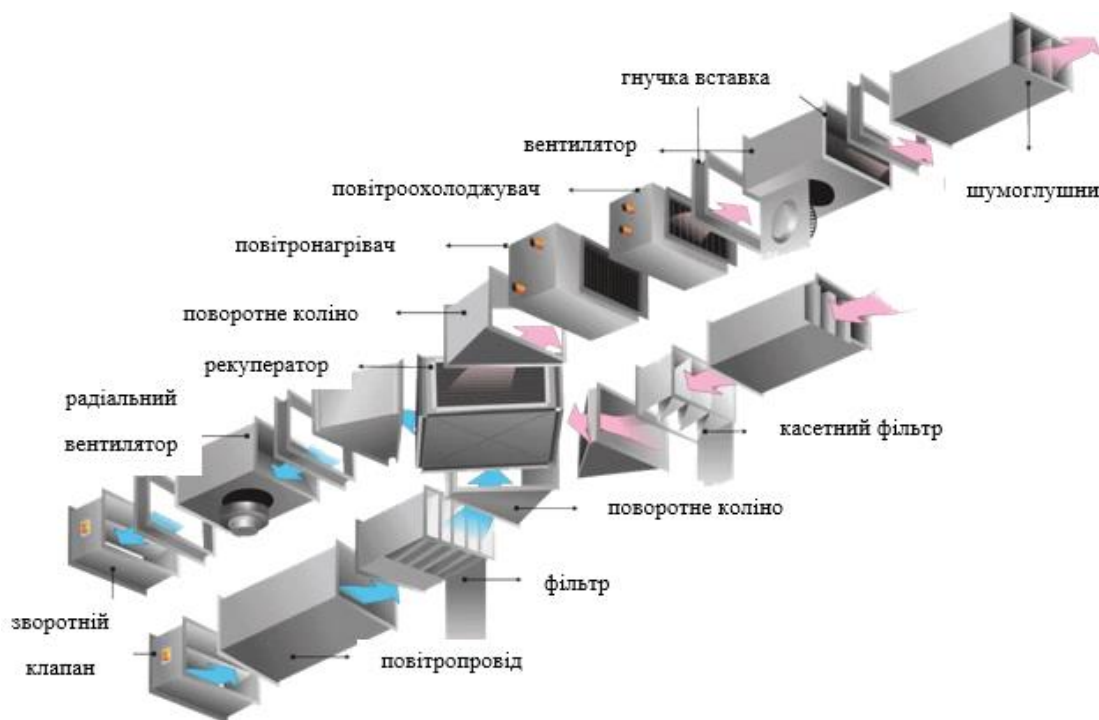


Рисунок 1.2 – будова припливно-витяжної вентиляції з рекуператором пластичним

Для розрахунку системи вентиляції ковальського цеху здійснюється на основі даних про об'єм приміщення, виділяємих шкідливих речовин, тепла і різних довідкових даних. Для кожного виду забруднення розрахунок проводиться окремо.

**Формула для збитку тепла**

$$Q = Q_u + (3,6V - cQ_u * (T_z - T_p) / c * (T_1 - T_p)), \tag{1.1}$$

$Q_u$  (м3) – об'єм, який відводиться місцевим відсмоктувач;

$V$  (Ватт) – кількість тепла, яке виділяється технологічним обладнанням та продукцією;

$c$  (кДж) – показник теплоємності;

$T_z$  (°C) –  $t$  забрудненого повітря, що видаляється від робочого місця

$T_p$  (°C) –  $t$  припливного повітря;

$T_1$  –  $t$  повітря, що видаляється вентиляцією заганообмінного типу;

#### **Формула для розрахунку викидів пилу та шкідливих речовин**

$$Q = Q_u + (M - Q_u(K_m - K_p))/(K_u - K_p), \quad (1.2)$$

$M$  (мг\*год) – кількість шкідливих речовин, що виділяється за 1 годину;

$K_m$  (мг/м<sup>3</sup>) – зміст шкідливих речовин в повітрі, що видаляється місцевою системою;

$K_p$  (мг/м<sup>3</sup>) – кількість шкідливих речовин в припливних повітряних масах;

$K_u$  (мг/м<sup>3</sup>) – кількість шкідливих речовин в повітрі, що видаляється загальнообмінною системою;

#### **Формула виділення від персоналу**

$$Q = N * m, \quad (1.3)$$

$N$  – кількість працівників;

$m$  – витрати повітря на 1 люд/годину

#### **Розрахунок витяжної вентиляції**

$$L = 3600 * V * S, \text{ де}$$

$L$  (м<sup>3</sup>) – витрати повітря;

$V$  – швидкість руху потоку у витяжній установці;

$S$  – площа прорізу установки витяжного типу;

### 1.4 Формування мікроклімату всередині ковальського цеху

Мікроклімат є важливою частиною цеху, тому що треба забезпечити працівників комфортними умовами праці. Шкідливими речовинами, що забруднюють повітряне середовища цеху, є продукти згорання мастильних матеріалів, емульсій, сірчаний газ, сірководню та інше. Істотним шкідливим фактором також є променистий та конвективне тепло, що виділяється в ході роботи печей, молотів та заготовок[5].

На формування мікроклімату всередині цеху впливає декілька факторів, котрі треба брати до уваги при проектуванні систем вентиляції. На рисунку 1.3 зображена структурна схема формування мікроклімату всередині виробничого цеху. Параметри мікроклімату формуються під впливом температури, вологи, домішок газів та швидкості руху повітря, усі ці параметри формуються під впливом зовнішнього середовища, внутрішнього середовища, технологічного процесу та СВ та СКП (система контролю мікроклімату).

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
						12
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Система вентиляції та кондиціонування виконує регулювання та контроль параметрів метрологічного середовища, її завданням є створення оптимальних або допустимих умов праці для співробітників. Нормування параметрів здійснюється відповідно до «Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень» ( ДСН 3.3.6.042-99).

Оптимальними називають умови при яких людина при тривалій, систематичному впливі на людину забезпечують нормальний тепловий стан організму людини без напруги та порушень системи терморегуляції.

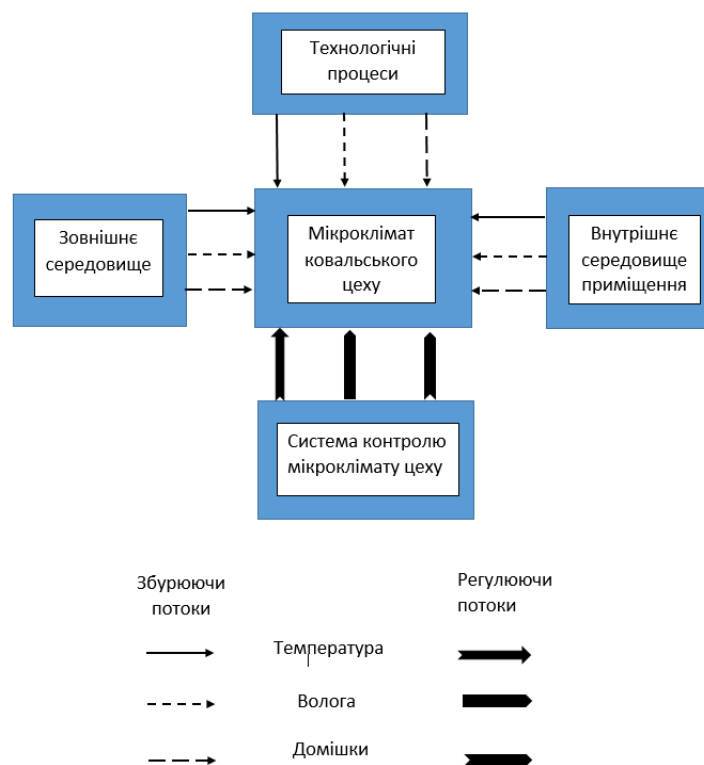


Рисунок 1.3 – структурна схема формування мікроклімату в цеху.

Допустимими є такі параметри мікроклімату, які при тривалому впливі на людину можуть викликати зміни в тепловому стані організму, але швидко відновлю їх. В додатку А «Оптимальні та допустимі фізичні параметри повітряного (ДСН 3.3.6.042-99)» наведені допустимі параметри мікроклімату виробничого приміщення.

### 1.5 Призначення автоматизованої системи вентиляції

Основним призначенням автоматизованої системи вентиляції є контроль метрологічних параметрів в середині виробничого приміщення, контроль параметрів відбувається за

рахунок моніторингу поточного стану кліматичних параметрів в приміщенні, вибору режиму роботи в залежності від технологічних умов та керування мікрокліматичним параметрами в режимі реального часу.

Беручи до уваги особливості виробничого приміщення та процесу, які протікають в ньому, а саме виділення тепла та газів система повинна керувати автоматичним видаленням повітря, охолодженням або нагрівом повітря та регулювати швидкість потоку повітря в загальній системі вентиляції та місцевій. Керування такою системою реалізується за рахунок бездротової мережі або панелі керування оператора.

Вентиляційна система це головний елемент в забезпеченні параметрів мікроклімату в середині виробничого приміщення. Система контролю мікрокліматичних параметрів повинна розподіляти повітря по шахтам для того, щоб повітря потрапляла в потрібне місце, в приміщення або на вулицю. Таким чином система контролю вентиляції повинна виконувати наступні дії: направляти повітряні потоки по вентиляційним каналам, фільтрацію, дотримання потрібної температури потоку повітря та швидкість руху потоку.

Отже основними призначенням АСУ вентиляції є одночасне спостереження за параметрами мікроклімату та контроль параметрів в залежності від заданих умов.

#### 1.6 Основні задачі автоматизованої системи вентиляції

Система автоматичного керування вентиляції вирішує наступні завдання[6]:

- керування та моніторинг параметрів системи: сигнали помилок, небезпеки режиму та можливих непередбачених ситуацій. Сучасні контролери працюють в режимі реального часу, це дозволяє оператору спостерігати за усією системою та встановлювати необхідні параметри роботи;

- захист клапанів та водяних контурів від замерзання. За допомогою системи термостату температура калорифера не падає нижче критичної відмітки;

- керування робочим процесом шляхом перемикання режимів роботи системи. Це необхідно для раціональної роботи автоматичної системи у зв'язку зі зміною навантажень на приміщення. Програма автоматичного керування СВ за допомогою інформації з датчиків може автоматично використовувати необхідне обладнання, змінювати швидкість або відключати електродвигуни вентиляторів, запускати або відключати обладнання;

- індивідуальний аналіз роботи певного механізму або процесу згідно заданих параметрів через моніторинг. Автомат керування отримує інформацію з датчиків і виконує дослідження обчислювальним потужностями. Внесення коректив в загальну продуктивність через сигнали діючої механіки або через систему пуск-відключення;

- блокування механізмів в разі аварійної ситуації;

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ док.ум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

## РОЗДІЛ 2

### ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНА СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ВЕНТИЛЯЦІЇ КОВАЛЬСЬКОГО ЦЕХУ

#### 2.1 Функціональні задачі системи автоматизованого управління

Підтримка мікрокліматичних параметрів, визначені СНіП, відбувається за рахунок автоматизованої роботи СВ та СКП. Коректурна робота системи вентиляції допомагає в організації необхідних умов праці для працівників та роботи обладнання в ковальському цеху. Дотримання усіх нормативних параметрів потребує вирішенню усіх функціональних задач для кожного з параметрів виробничого середовища.

СНіП визначає наступні характеристики кліматичних параметрів у ковальському цеху:

- Температура повітря в приміщенні в холодний період року 16 - 18 °С, в теплий 18-20 °С;
- Вологість повітря 40 - 60 %;
- Швидкість руху повітря 0,2 – 0,6 м/с;
- Концентрація вуглекислого газу 20мг/м3;
- Концентрація мастильних матеріалів 5мг/м3;
- Концентрація кислоти сірчаної 1мг/м3;
- Концентрація окалини 6мг/м3;

Схема інформаційно-матеріальних потоків ковальського цеху демонструє функціональні задачі автоматизованої системи вентиляції (рис. 2.1)

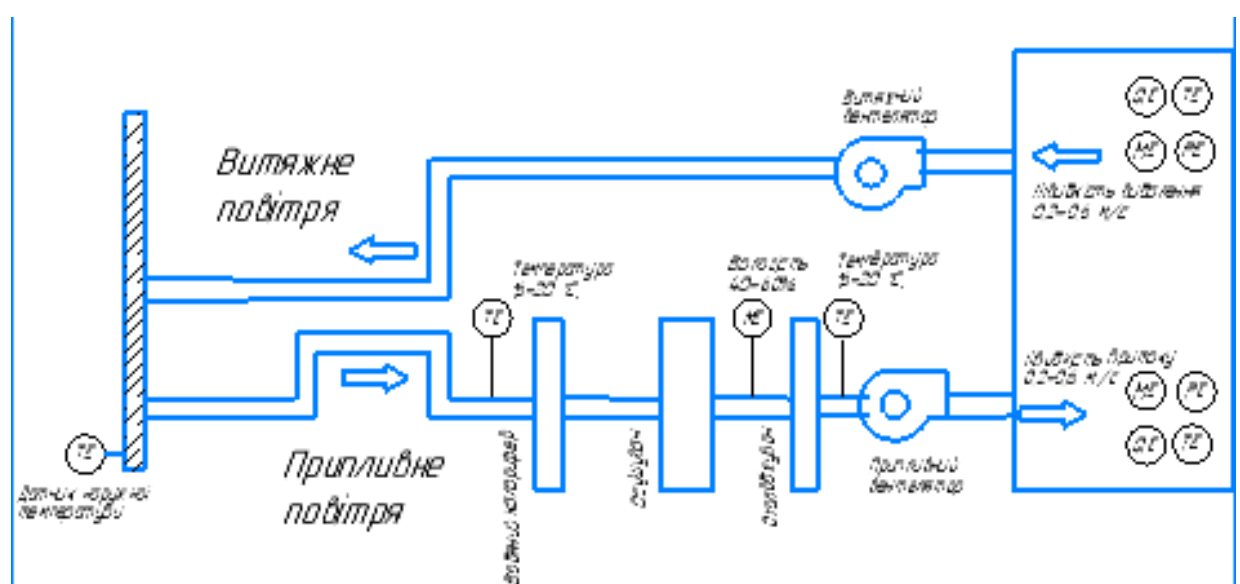


Рисунок 2.1 – Схема інформаційно-матеріальних потоків АСУ вентиляції



Робота автоматизованої системи вентиляції промислового приміщення передбачає роботу як в автоматичному так і в ручному режимі роботи, в тому числі робота системи по таймеру та певним розкладом. Керування автоматизованої системи передбачає дистанційне керування усією системою з диспетчерської та на місці. Також передбачається алгоритми роботи системи в різні пори року, а саме «зима» та «літо».

Проаналізувавши схему інформаційно-матеріальних потоків системи вентиляції можна виділити основні функціональні задачі [7]:

- Регулювання температури припливного повітря відбувається за рахунок впливу на виконавчі механізми, до тих пір поки параметри повітря не досягнуть відповідних, заданих, значень.

- Температура повітря змінюється під керуючим впливом на продуктивність водяного калорифера або охолоджувача, а саме регулювання положень клапанів теплоносіїв.

- Засоби автоматизації забезпечують повни контроль на приводами заслінок та клапанів, електродвигунів вентиляторів, захист повітрянагрівача від замерзання за допомогою температури витяжного повітря і автоматичного прогріву обладнання перед запуском системи.

- Сигналізація звуковими та світловими сигналами диспетчерської та цеху в разі досягнення ГДК шкідливих речовин в повітрі. Увімкнення аварійної системи припливно-витяжної вентиляції для нормалізації концентрації речовин в повітрі.

- Вивід сингала аварії в разі спрацювання захисту від замерзання або забруднення фільтра.

- Автоматичне увімкнення місцевих витяжних та припливних систем вентиляцій у випадку підвищення температури виділяємо технологічним обладнанням.

- Вимкнення СВ в разі вимкнення пожежі, та автоматичне увімкнення системи пожежогасіння.

## 2.2 Алгоритм керування виконавчими механізмами вентиляційної системи

Для того, щоб СВ в ході експлуатації працювала чітко потрібно розуміти алгоритм її роботи в промисловому приміщенні тому, що регулювання параметрів мікроклімату повинно відбуватися в потрібний момент часу та з певною продуктивністю. Розробка алгоритму роботи системи вентиляції залежить від технологічного процесу в середині приміщення та кількості працівників.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						16
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Початок роботи системи розпочинається з ініціалізації. Ініціалізація приводить СВ в робочу готовність. Після цього відбувається опитування датчиків, в ході чого створюється база даних з інформацією про стан системи. Якщо отриманні данні відповідають еталонним параметрам, система готова до роботи, якщо ні то система переходить в стан аварії. Після запуску системи відбувається вихід на режими керування параметрами та відображення поточної інформації [8]. На рисунку 2.2 зображено загальний алгоритм функціонування СВ.

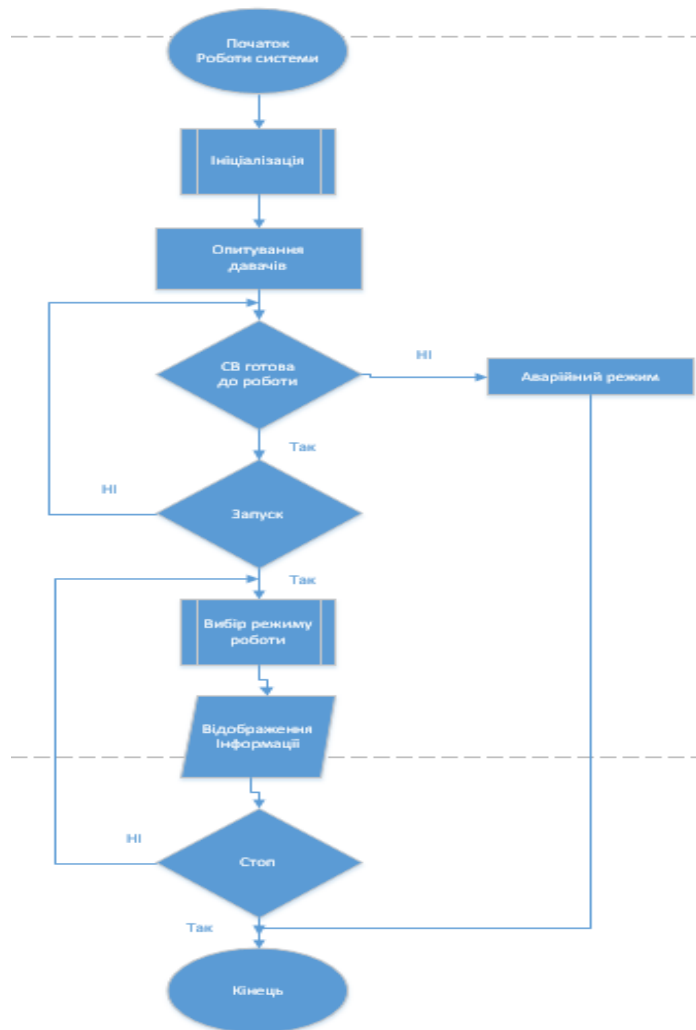


Рисунок 2.2 – загальний алгоритм функціонування системи вентиляції

Для створення функціональної схеми автоматизації (ФСА) вентиляційної системи необхідно розбити усю систему на підсистеми, розділивши їх по метрологічним параметрів:

- підсистема контролю температури повітря в приміщенні загальнообмінної вентиляції;
- підсистема контролю температури місцевою системою вентиляції;
- підсистема контролю вологості повітря;
- підсистема контролю ГДК шкідливих речовин в повітрі;

*Підсистема регулювання температури повітря в приміщенні.* Робота системи регулювання температури розпочинає з опитування датча температури вуличного повітря, виходячи з отриманої інформації відбувається вибір режиму роботи СВ в залежності від встановленої температури для вибору режиму. При виборі режиму «Зима» температура повітря в середині цеху повинна бути 16-18°C. Повітря проходить через рекуператор, після чого відбувається порівняння температури з датча з еталонним, якщо температура відповідає потрібній воно направляється до приміщення, якщо ні, то вмикається водяний калорифер і нагріває припливне повітря, після чого знову відбувається порівняння з еталонним значенням, далі система знову порівнює показники, уся інформація зберігається та відображається на пульту керування або ПК.

При виборі режиму «Літо» температура повітря в середині цеху повинна бути 18-20°C. Повітря проходить через рекуператор, після чого відбувається порівняння температури з датча з еталонним, якщо температура відповідає потрібній воно направляється до приміщення, якщо ні, то вмикається охолоджувач, після чого знову відбувається порівняння з еталонним значенням, далі система знову порівнює показники, уся інформація зберігається та відображається на пульту керування або ПК.

На рисунку 2.3 зображений алгоритм підсистеми контролю температури

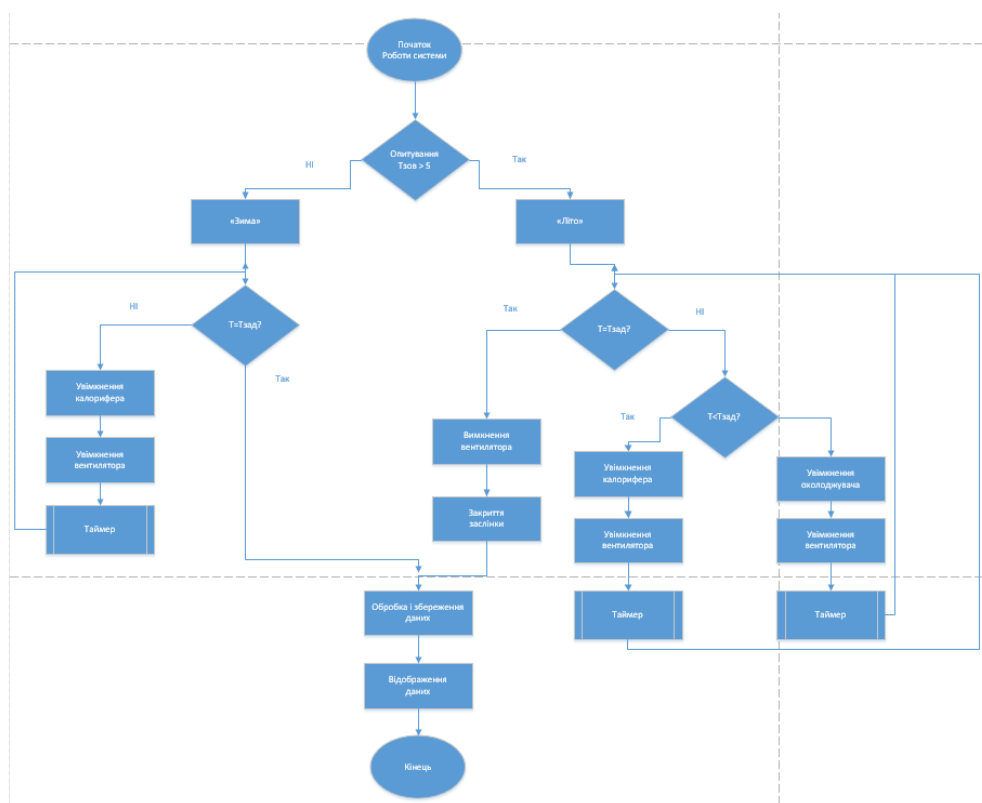


Рисунок 2.3 – алгоритм підсистеми контролю температури

*Підсистема контролю температури місцевою системою вентиляції.* Робота системи розпочинає з опитування датчиків біля обладнання, якщо температура повітря не відповідає потрібній, вмикається місцева припливна система (повітряні душі) і працює до тих пір поки температура біля обладнання не буде відповідати допустимим значенням, уся інформація зберігається та відображається на пульту керування або ПК. На рисунку 2.4 зображений алгоритм роботи місцевої припливної системи вентиляції (повітряний душ).

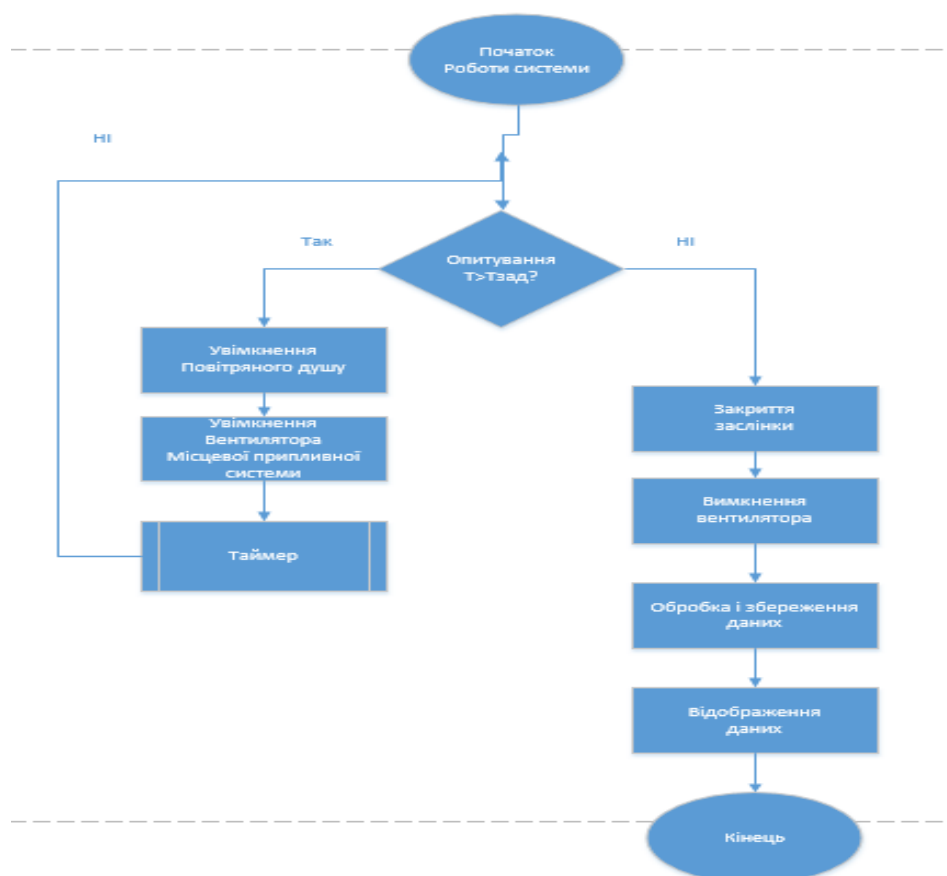


Рисунок 2.4 – алгоритм роботи місцевої припливної СВ (повітряний душ)

*Підсистема контролю вмісту шкідливих речовин в повітрі.* При технологічному процесі викид шкідливих речовин є розповсюдженим явищем, для збереження здоров'я необхідно контролювати вміст цих речовин в повітрі. Алгоритм підсистеми контролю вмісту шкідливих речовин зображено на малюнку 2.5. Початок алгоритму розпочинається з опитування датчиків. Інформація з датчиків порівнюється з ГДК, якщо рівень шкідливих речовин в границях допустимого, система працює в звичайному режимі, якщо рівень шкідливих речовин більше від ГДК включається витяжна загальнообмінна або місцева

вентиляція, після деякого періоду часу відбуваються порівняно даних з давача з еталонними. Якщо значення відповідає потрібним, то мікроконтролер відправляє сигнал на відключення вентиляторів. Уся інформація відображається на дисплеї оператора.

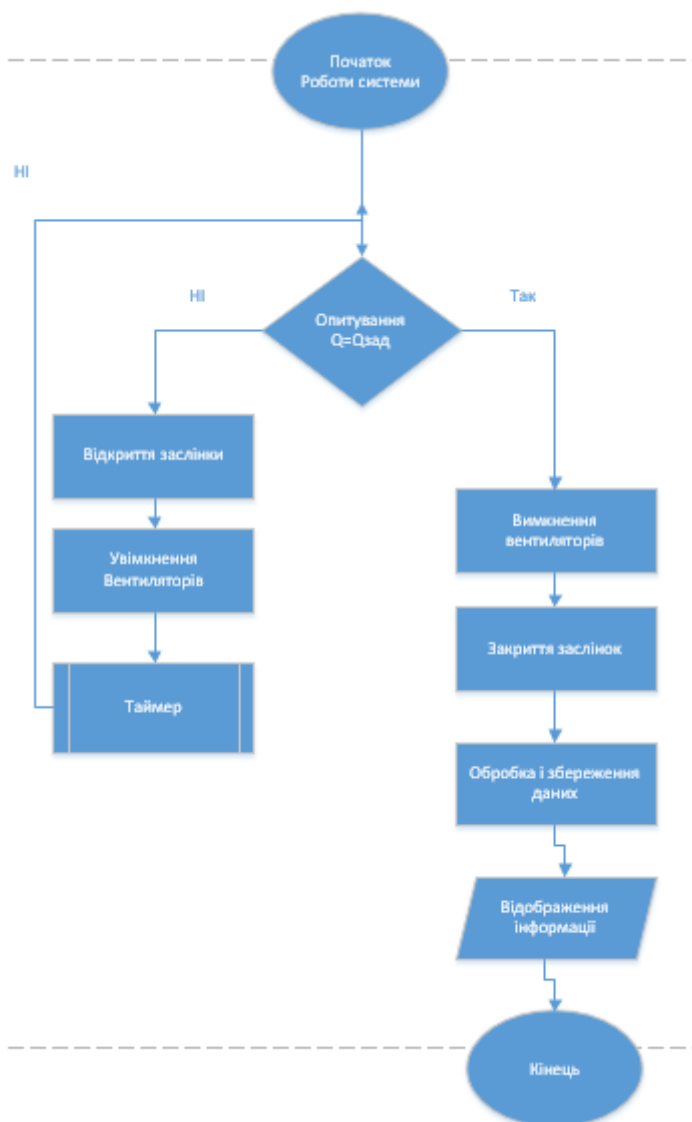


Рисунок 2.5 – алгоритм підсистеми контролю вмісту шкідливих речовин.

### РОЗДІЛ 3

## ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРИПЛИВНО-ВИТЯЖНОЇ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Функціональна схема автоматизації (ФСА) є основним технічним документом, що містить спрощене зображення технологічної схеми процесу, що автоматизується.

Технологічне обладнання на схемі зображується у вигляді умовних зображень, з'єднаних між собою лініями технологічних зв'язків, які відображають напрям потоків речовин або енергії.

На функціональній схемі зображують системи автоматичного контролю, регулювання, телемеханіки, дистанційного керування, сигналізації, захисту і блокувань. Всі елементи систем керування показують у вигляді умовних зображень і об'єднують в єдину систему лініями функціонального зв'язку. Нанесені на умовні зображення буквені позначення відображають функції, виконувані апаратурою керування [9,10].

ФСА розробляється на основі технічного завдання. Виконується за дворівневого розподілу керування з використанням сучасних технічних засобів автоматизації: програмованих логічних контролерів (ПЛК), датчиків, виконавчих механізмів, ПК.

В залежності від технологічних вимог вибирається рівень автоматизації. При розробці СВ передбачається розробка технічних рішень щодо взаємодії автоматики вентиляції з роботою іншого технічного обладнання та рівнем диспетчеризації та дистанційним керуванням. При складанні установки з окремих секції автоматики розробляється за спеціальним проектом.

Систему вентиляції можна розділити на наступні етапи розрахунку і проектування:

- Вибір типу вентиляції;
- Визначення ГДК шкідливих речовин, що можуть виділятися;
- Визначення необхідного об'єму припливного або витяжного повітря і швидкості руху для дотримання нормативних параметрів;
- Визначення параметрів технічних засобів, за допомогою яких буде здійснюватися вибір електродвигуна для приводу вентиляторів, продуктивність калориферів, розміри пристроїв для очищення повітря, розміщення повітророзподільних пристроїв та інше.
- Вибір такої системи кондиціонування, яка буде повністю забезпечувати приміщення холодним або теплим повітрям;

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		21

Структурна схема системи вентиляції та кондиціонування зображена на малюнку 3.1

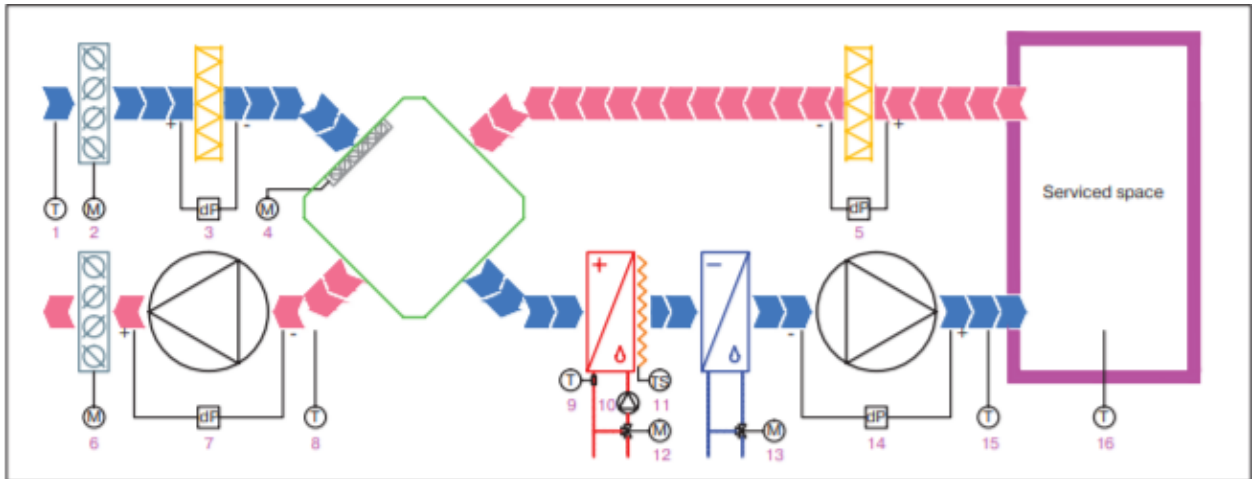


Рисунок 3.1 структурна схема системи вентиляції та кондиціонування

До складу СВ та СКП входять:

- заслінки припливного і витяжного повітря з електроприводом;
- фільтр для очищення повітря;
- пластичний рекуператор;
- електропривод байпасного клапану (напруга 220В з пружиною повернення)
- вентилятор припливного і витяжно повітря;
- водяний калорифер (водяний нагрівач);
- водяний охолоджувач;
- змішувальний вузол (подача гарячої та холодної води за допомогою насоса);
- циркуляційний насос з давачем зворотної воді;
- датчик температури повітря;
- автоматизований щит управління;
- датчики швидкості потоку повітря, датчик концентрації газів;
- датчик вологи;
- ПЛК

*Давач температури зовнішнього повітря.* Визначає сезон режиму роботи. При заданих в налаштуваннях межі температури АСУ автоматично вибирає режим роботи «Літо» (температура в приміщенні 18-20 градусів) або «Зима» (16-18 градусів). За допомогою цього давача здійснюється визначення температура підігріву водяного калорифера для більш швидкого виходу на заданий температурній режим;

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

*Заслінка зовнішнього повітря.* Запобігає потраплянню зовнішнього повітря до системи при вимкненій системі. Це устаткування необхідно для захисту водяного калорифера та пластинчатого рекуператора від замерзання в холодну пору року. На вал заслінки встановлюється електропривод, при поданні електричного сигналу про відкриття клапан відкривається на потрібний кут. В конструкції клапана передбачена пружина повернення клапану в закритий стан, це передбачено для аварійних ситуацій, а саме: виникнення пожежі, зникнення сигналу збурення і т.д.

*Контроль забрудненості фільтра.* Повітряний фільтр призначений для очистки припливного або витяжного повітря від пилу, домішок речовин, що знаходяться в повітрі. Для визначення ступеню забруднення використовують реле тиску. Цей пристрій контролює різницю тиску перед фільтром та після нього. При забрудненні фільтру виникає сильний перепад тиску, що викликає спрацювання механічного реле, і АСУ видає сигнал попередження на дисплей, пульт оператора або на лицьову сторону щита жовтим світлодіодної лампи «Фільтр».

*Пластинчастий рекуператор.* Рекуперація – це процес повернення частини тепла від витяжного повітря до припливного, це є ефективне рішення енергозберігання. В пластинчастому теплообмінний процес відбувається за рахунок руху двох різних за температурою повітряних мас проходячи через паралельні пластини, повітря при цьому не змішуються. У разі обмерзання рекуператора спрацьовує диференційне реле тиску, яке сигналізує о проблемі, після цього спрацьовує лінія байпасу, усе повітря проходить через нього до тих пір поки рекуператор не нагріється.

*Водяний калорифер.* При подачі сигналу на ввімкнення системи, клапан вузла теплообмінника відкривається на 100%, циркуляція гарячої води прогріває теплообмінник, що в свою чергу прогріває повітря[11].

Якщо включити систему, попередньо не прогрівши теплообмінник, при низькій температурі спрацьовує захист від замерзання, сигнал приходить від капілярного термостату. Коли температура досягає необхідної позначки відкривається заслінка та вмикаються вентилятори. Циркуляційний насос змішує воду припливну і зворотну. Регулювання клапаном циркуляційного насосу регулює відношення зворотної води з припливною, таким чином регулюється температура теплообмінника.

*Водяний охолоджувач.* АСУ СВ отримавши інформацію з каналного датчика температури, здійснює підтримку температури повітря. Здійснюючи безпосередній вплив на триходовий клапан змішувального вузла. Для точного і плавного регулювання встановлюється привід з аналоговим сигналом керування 0-10В.



*Припливний та витяжний вентилятор.* Є головним елементом системи вентиляції. Головним завданням вентилятора є забезпечення я санітарно-гігієнічних норм для перебування працівників та нормального протікання технологічних процесів. Санітарно-гігієнічні норми виконуються за рахунок видалення та подачі повітря у виробниче приміщення в потрібний для того час.

На рисунку 3.2 зображена функціональна схема автоматизації припливно-витяжної системи вентиляції виробничого приміщення[12,13].

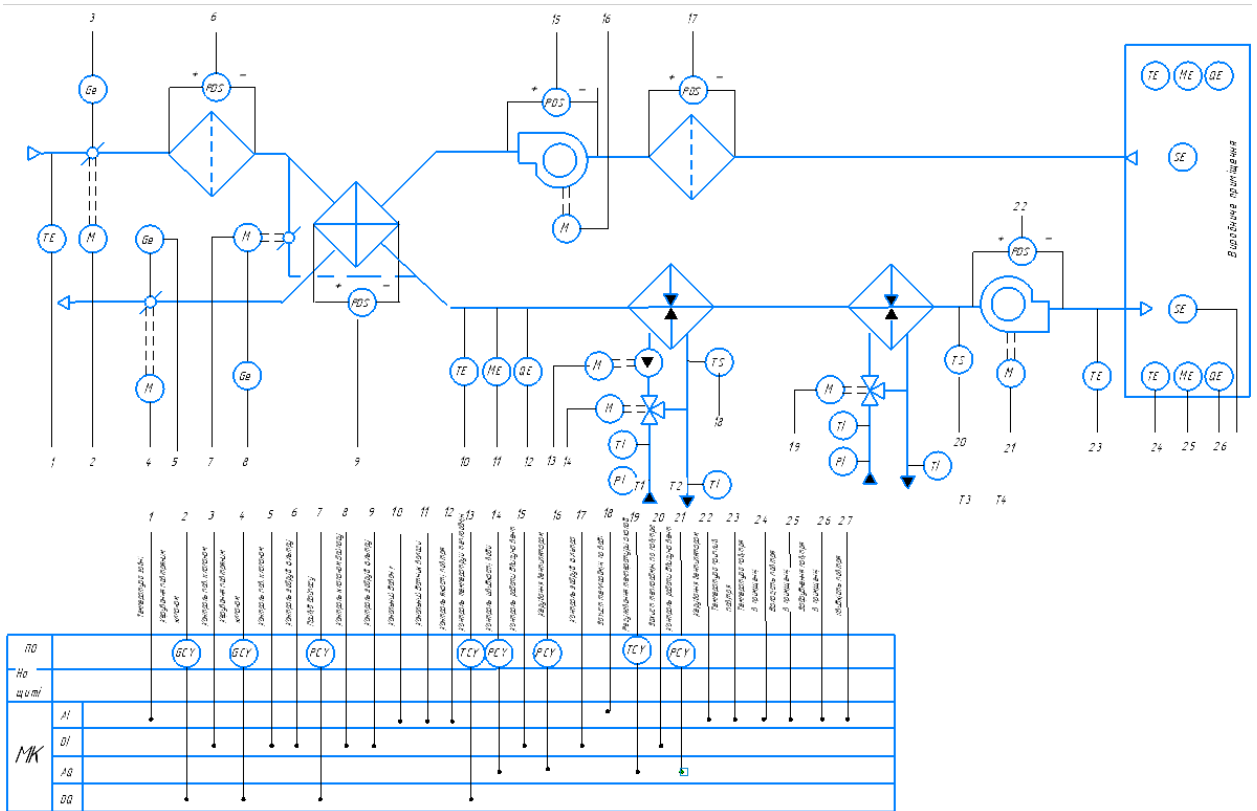


Рисунок 3.2 - функціональна схема автоматизації припливно-витяжної системи вентиляції.

## РОЗДІЛ 4

### ВИБІР ЗАСОБІВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЗАХИСТУ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРИМІЩЕННЯ

Вибір засобів автоматизації залежить від задачі, поставленої до системи. Засоби автоматизації, які будуть здійснювати ведення процесу повинні бути обрані технічного грамотно і економічно обґрунтовано.

Конкретні типи автоматичних пристроїв вибираються з урахуванням особливостей об'єкту управління і прийнятої системи управління. В першу чергу береться до уваги фактори такі як: вибухонебезпечність, пожежобезпечність, агресивність і токсичність середовищ, число параметрів, що беруться в участі керування, фізичні і хімічні властивості та вимоги до якості контролю і регулювання [14].

Система автоматизованого управління має наступну структуру:

- Шафа САУ (ШСАУ) – здійснює управління роботою блоків установки в заданому режимі: прийом і обробку сигналів, котрі поступають від давачів і видає необхідну команду. Виконана у вигляді настінної шафи, на дверцях якої встановленні органи керування та індикації. З верхньої частини стінки виводяться проводи електрокабелів;
- Група давачів, які здійснюють постійний контроль на параметрами повітря, теплоносіїв, циркулюючих по системі обладнання і видачу інформації для ШСАУ;
- Група виконавчих механізмів (електроприводи, клапани, насос, вентилятори). По команді зі ШСАУ відбувається відкриття/закриття клапанів, регулювання подачі і витрати води, забезпечення циркуляції води, створення і спрямовує повітряні потоки.

#### 4.1 Шафа системи автоматизованого управління SR-V010-R-P

Шафа САУ SR-V010-R-P (рис. 4.1) призначена для автоматичного керування припливно-витяжної системи вентиляції з пластичним рекуператором та рідинним нагрівачем та охолоджувачем. Шафа облаштована автоматичними вимикачами захисту ланцюгів керування та лінії живлення силового обладнання, трансформатор живлення ланцюгів керування 24В, клемна колодка для підключення давачів та виконавчих механізмів.

Вибір цієї шафи пов'язаний з її функціональними особливостями, які задовільняють потреби системи вентиляції: тип нагрівача водяний, тип охолоджувача водяний, тип рекуператора пластичний, тип приводу вентилятору, потужність частотного перетворювача від 0,55 до 7,5кВт, інтерфейс і протоколи системи.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						25
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функції регулювання необхідними параметрами клімату у виробничому приміщенні здійснюється контролером Freemax MX. Для керування приводами, двигунами вентиляторів комплектуються перетворювачами частоти або контактами для прямого керування. На дверях шафи знаходяться кнопки ввімкнення/виключання, ручне керування частотним перетворювачем та лампами сигналізації та індикації станів.

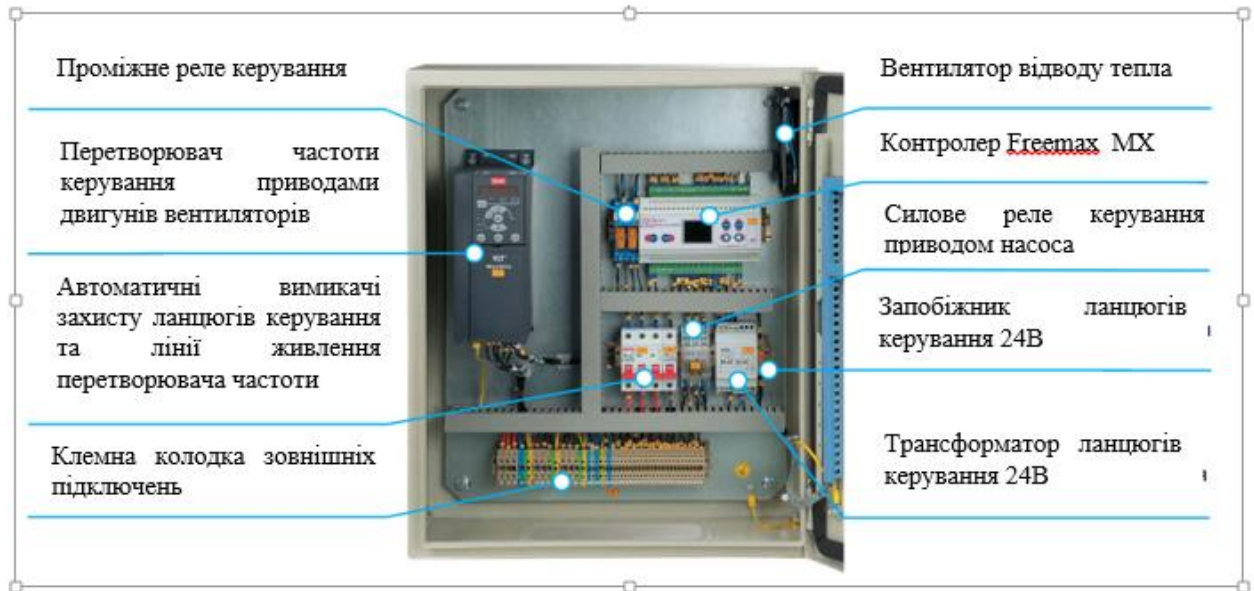


Рисунок 4.1 - Шафа CAU SR-V010-R-P

#### 4.1.1 Контролер Freemax MX

Контролер Freemax MX – це вільнопрограмований контролер для керування інженерними системами, монтується на DIN-рейку. Контролер має комутаційний інтерфейс та Web-сервер. Вибір цього контролера пов'язаний з його особливостями, а саме типу ІРС, тобто він розроблений спеціально для промислових цілей, де збільшена кількість пилу, механічних впливів та температурних.

Для комутації з іншими контролерами по інтерфейс мережі або для підключення контролера до системи диспетчеризації передбачено наступні інтерфейси:

- RS-485 (протоколи MODBUS-RTU або Юреверс);
- TP/FT-10 (протокол LonWorks);
- Ethernet (протокол MODBUS-TCP);

Можлива одночасна робота інтерфейсу Ethernet з якимсь з двох інших, але в такому випадку контролер не можна використовувати в якості перетворювача інтерфейсу.

Загальними функціями контролера Freemax MX (рис. 4.2) :

- Обробка вхідного сигналу по записаній користувачем логіці та виходами контролера на підставі цієї логіки;
- Підтримка заданих параметрів за допомогою ПД-регулятора;
- Відображення інформації на дисплеї контролера;
- Організація будь-яких функцій зв'язаних з роботою в реальному часі, в тому числі організація архівування даних;

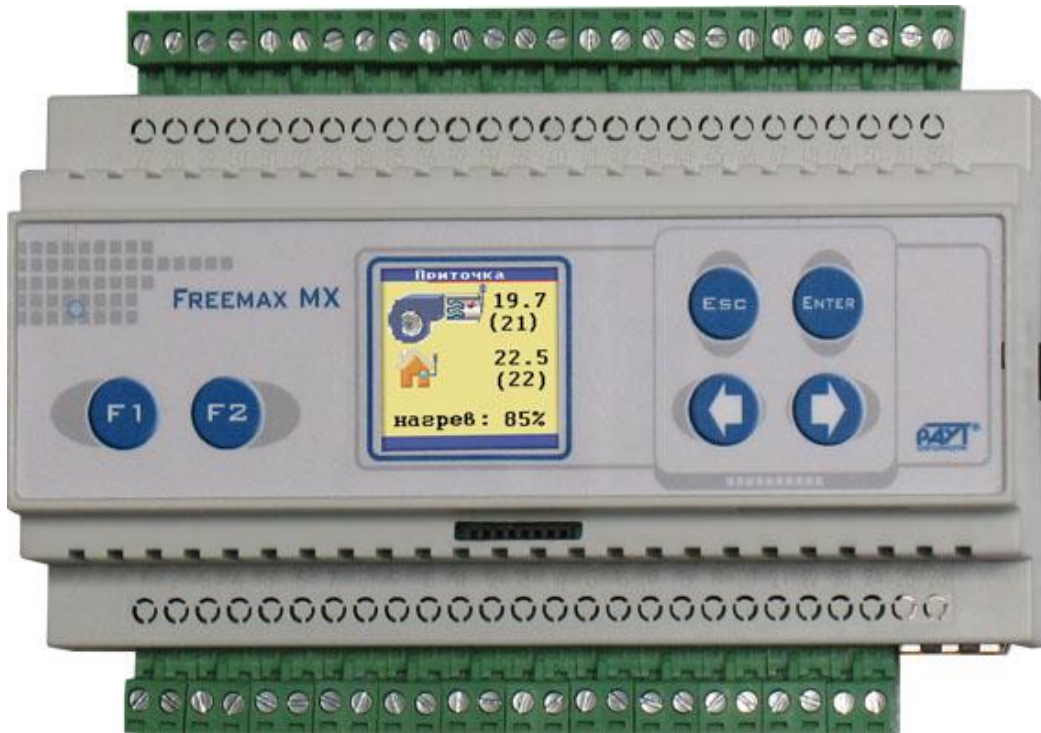


Рисунок 4.2 – загальний вид контролера Freemax MX.

Таблиця 4.1. - характеристика контролера Freemax MX

Напруга живлення	~24 В, 50 Гц, =24 В	
Споживана потужність	10Вт	
Програмування	«Конфігуратор FBD » і стандартна мова програмування FBD по стандарту ІЕС 61131-3	
Об'єм пам'яті	пам'ять для FBD-програм	192кб
	пам'ять для графічного меню	1500кб
Входи	аналогові Pt1000, Ni1000, (0—10) В, (4-20) мА	6 шт.
	дискретні з внутрішнім джерелом живлення, не більше 5 Гц, довжиною імпульсу не менше 0,1 с.	8 шт.

	аналогові Pt1000, Ni1000, (0—10) В, (4-20) мА або дискретні з внутрішнім джерелом живлення, не більше 5 Гц, довжиною імпульсу не менше 0,1 с.	2 шт.
Виходи	аналогові – (0-10)В, 10кОм	4 шт.
	дискретні безпотенційні 6А, 250В	10 шт.
Інтерфейс	RS-485 (протоколи MODBUS-RTU )	1 шт.
	TP/FT-10 (протокол LonWorks)	1 шт.
	Ethernet (протокол MODBUS-TCP)	1 шт.
Web-сервер	Працює при наявності в контролері Flash-карти формату SD і статичного IP-адреса	
Тип дисплею	Графічно цвітний	
Тип клавіатури	сенсорна	
Корпус	ступень захисту IP 20	

Особливістю цього контролера – це можливість віддаленого доступу по локальним мережам Ethernet і Wi-Fi або глобальної мережі Інтернет, при активації в контролері додатку «WEB-сервер» і наявності статичного IP-адреса

#### 4.1.2 Перетворювач частоти Siemens MICROMASTER 410

Частотний перетворювач Siemens MICROMASTER 410 – це перетворювач з широким функціоналом можливостей. Цей перетворювач є поєднанням надійності і різнобічної функціональності.

Частотний перетворювач Siemens MICROMASTER 410 (рис. 4.1.2 ) призначений для великого діапазону регулювань, що робить його гарним вибором для використання в системі вентиляції тому, що він підходить для вентиляторів та насосів. Перетворювачі цього сімейства мають високу продуктивність, зручність в експлуатації. Конструкція такого перетворювача модульна[15].

Вибір такого частотного перетворювача пав через те, що до нього можна під'єднати два вприводи вентилятори, які можуть працювати з різними частотами керування. Таким чином, цей перетворювач є економічно вигідний і більш функціональний. До нього можна під'єднати 3 двигуна.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						28
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 4.3– перетворювач частоти Siemens MICROMASTER 410

Таблиця - 4.2 технічні характеристики перетворювача

Напруга мережі та діапазон потужності	однофазний струм 200...240 В ± 10 % – 0,12 ...0,75 кВт трифазний струм 200...240 В ± 10 % – 0,12 ...0,55 кВт
Частота мережі	47 Гц ... 63 Гц
Вихідна частота	0 Гц ... 650 Гц
Коефіцієнт потужності	більш 0,7
ККД перетворювача	96 % ... 97 %
Перевантажувальна здатність	1,5 x розрахунковий вих. струм протягом 60 с 1,85 x розрахунковий вих. струм протягом 240 с (усього 300 с)
Пусковий струм	не вище розрахункового вхідного струму;
Частота імпульсів	2 кГц... 16 кГц (ступенями по 2 кГц)
Число фіксованих частот	3
Частоти діафрагмування	1
Цифрові входи	6, потенціально розділені; перемикаються PNP/NPN
Аналоговий вхід	1, вхід 0 ... 10 В;
Релейний вихід	1, програмований постійного струму 30 В/5 А (активне навантаження), змінного струму 250 В/2 А (індуктивне)

	навантаження)
Послідовний інтерфейс	RS-485, керування по USS-протоколу
Ступінь захисту	IP 20
Робоча температура	-10С...+ 50С
Відносна вологість	95 %
Захисні функції	від перенапруги і зниженої напруги; перегріву перетворювача; замикання на землю; короткого замикання, перекидання; тепловий захист двигуна

#### 4.2 Давачі припливно-витяжної системи вентиляції виробничого приміщення

Для моніторингу мікрокліматичних параметрів повітряного середовища у виробничому приміщенні необхідним є встановлення давачів температури, вологи, якості повітря та давачів, які будуть цілодобово проводити спостереження за працездатністю виконавчих механізмів.

##### 4.2.1 Зовнішній датчик температури повітря Siemens QAC2010

Датчик Siemens QAC2010 (рис. 4.4) призначений для вимірювання температури повітря зовні. Конструкція давача забезпечує вимірювання температури з мінімальним впливом сонячної радіації, повітряних потоків та температури будівлі. Давач взаємодіє в комбінації з будь-якими типами контролерів [16].



Рисунок 4.4 - Зовнішній датчик температури повітря Siemens QAC2010

Таблиця 4.3 технічні характеристики Siemens QAC2010

Вимірюючий елемент	Pt 100
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

#### 4.2.2 Канальний давач температури SIEMENS QAM2120.040

Давач температури каналний SIEMENS QAM2120.040 (рис. 4.5) використовується в системах вентиляції і кондиціонування для сприйняття температури повітря за допомогою чутливого елемента LG-Ni1000. Давач використовується для вимірювання температури після рекуператора та перед входженням потоку повітря в приміщення, основним його завданням є вплив на виконавчі механізми за рахунок отриманої інформації, яка поступає до контролера [17].



Рисунок 4.5 каналний давач температури SIEMENS QAM2120.040

Таблиця 4.4 технічні характеристики давача

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

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



#### 4.2.3 Універсальний термостат RAKTW 5000S

Термостат RAKTW 5000S (рис. 4.6) представляє собою пристрій, який представляє з себе обмежувач і використовується в опалювальних, вентиляційних та кондиціонуючих системах. Цей пристрій регулює температуру в діапазоні від 15 до 95 градусів Цельсія. Використовується в якості термостату загрози замерзання по воді водяного повітрянагрівача [18].



Рисунок 4.6 - термостат RAKTW 5000S

Встановлення термостата передбачається на поверхні труби, що відводить воду від теплообмінника, у разі якщо температура в будь-якому місці давача опуститься нижче встановленої, відбудеться перемикання реле, яке відправить сигнал про загрозу замерзання теплообмінника.

Таблиця 4.5 - характеристика термостат RAKTW 5000S

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

#### 4.2.4 Давач-реле температури TF 60

Капілярний термостат серії TF (рис. 4.7) розроблений для захисту водяного теплообміннику в системі опалення, вентиляції та кондиціонування, де необхідно, щоб температура не падала нижче певного значення .

Даний термостат встановлюється за водяним калорифером та використовується в якості термостату загрози замерзання по повітрю водяного повітрянагрівача . Термостат повинен бути встановлений таким чином, щоб температура довколишнього середовища поблизу нього не могла впасти нижче заданого для регулювання значення.



Рисунок 4.7 – термостат TF 60

Принцип дії термостату. Термостат перемикається, коли температура, вимірювана капілярної трубкою, падає нижче температури, встановленої на регуляторі. Коли температура збільшується, термостат автоматично повертається в первинне положення. Газ всередині чутливого елемента збільшується і впливає на перемикач [19].

Таблиця 4.6 характеристики термостата TF 60

Температура спрацювання	-10.....+10 °С
Контакт	Мікроперемикач з перекидним контактом
Релейний вихід	15(8) А, 12...250 В~
Точність	±1 °С

Гістерезис	2°C
Ступінь захисту	IP 65, клас I
Робоча температура	-10...+55 °C
Корпус	АБС-пластик

#### 4.2.5 Диференціальний давач-реле тиску SR500...2500

Даний давач-реле використовується в якості давача перепаду тиску по повітрю, для контролю забрудненості фільтрів, регулювання швидкості повітряного потоку.

Принцип роботи такого давача-реле полягає в різниці тисків, які створюються між двома порожнинами прибору, які з'єднані трубкою з вибраними зонами, приводить до відключення діафрагми, розділяючи ці порожнини і як наслідок до перемикання відповідних електроконтактів.

Таблиця 4.7 характеристики SR500

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 клемам реле
Ступінь захисту	IP54
Температура експлуатації	-40...+85 °C
Диференціал	20 Па



Рисунок 4.8 – диференційне реле тиску

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

#### 4.3 Вибір виконавчих механізмів

##### 4.3.1 Двоходовий та трьохходовий регулюючий кульковий клапан Belimo з електроприводом R24ASR/HR24SR

Регулюючий кульковий клапан призначений для плавного регулювання потоків гарячої та холодної води. Особливістю конструкції цих клапанів є рівна (у відсотках) по відношенню до теплообміннику характеристика потоку, що дозволяє в кінцевому підсумку отримати лінійну залежність між тепловим виходом і відкриттям (кутом повороту) клапана. Цей ефект досягається установкою у вхідному отворі коригуючого диска, що має V образне пропускне отвір. На рисунку 4.3.1 зображений регулюючий кульковий клапан Belimo [20].

Таблиця 4.8 технічні характеристики клапану

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 4.9 - регулюючий кульковий клапан Belimo

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Електропривод призначений для автоматичного повороту кута відкриття/закриття клапану. Клапан приводиться в рух за рахунок керуючого сигналу 0-10В. Привід захищений від перенавантаження, в разі досягання крайнього положення, зупинка привода відбувається автоматично.

Таблиця 4.9 технічні характеристики приводу R24ASR/HR24SR

Напруга живлення	24В, 50/60 Гц, 24 В
Номінальна потужність	4/3 Вт
Споживана потужність	2/15 Вт
Керуючий сигнал Y	0...10 В=, вх. сопр. 100 кОм
Робочий діапазон Y	2...10 В= для углов 0...90°
Робоча температура	0...50°C

#### 4.3.2 Циркуляційний насос Wilo Star RS 25/6.

Циркуляційний насос є один із головних складових опалення. Насос призначений для примусового руху води в замкнутому контурі та рециркуляції. Циркуляційний насос входить у вузол теплообмінника, за рахунок зміни швидкості руху води та регулювання положення клапану відбувається регулювання температури теплообмінника.

Насос Wilo Star RS 25/6 оснащений двигуном з мокрим ротором, усі рухомі частини насоса змащуються водою безпосередньо в процесі роботи.

Перемикання частоти обертання насосу відбувається перемиканням клем, має три положення, де перше положення це найбільша частота обертів насосу, а третє – найменша частота обертів насосу [21].

Регулювання клапаном відбувається сигналом 0-10В з щита керування вентиляційної системи

Таблиця 4.10 характеристики циркуляційного насосу Wilo Star RS 25/6

Діапазон температури роботи	-10...+110°C
Максимально допустимий робочий тиск	10 бар
Живлення	1~230 В, 50 Hz
Частота обертів	2480 / 2750 / 2840 об/хв
Номінальна потужність двигуна	38,0 / Вт21,0 / Вт11,0 Вт
Споживана потужність	1~230 В: 43 / 61 / 84 Вт

Струм при 1~230В	0,20 / 0,28 / 0,36 А
Ступінь захисту	IP 44

#### 4.3.3 Електропривод повітряних заслінок з пружинним поверненням LF230

Привод заслінок з пружинним поверненням LF230 (рис 4.3.3) призначений для керування стану заслінки. Привод є двопозиційним (відкрито/закрито) з однопровідним керуванням для заслінок площею до 0,8 м<sup>2</sup>.

Для відкриття заслінки необхідно подати на привід керуючу напругу, при відкритті зводиться пружина зворотного руху. При припиненні подачі живлення енергії, зворотна пружина повертає заслінку початкове положення.

Привід заслінки монтується на вал за допомогою хому, також привід має спеціальний фіксатор, який не дає йому можливості обертаються. Привід захищений від перенавантажень, тобто не потребує кінцевих вимикачів. Зупинка відбувається автоматично при досягненні кінцевого положення [22].



Рисунок 4.10 – електропривод з пружинним поверненням LF230

Таблиця 4.11 - характеристики електропривод з пружинним поверненням LF230

Номінальна 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

#### 4.3.4 Асинхронний двигун АІР приводу осьового вентилятору

Асинхронний електродвигун АІР з короткозамкнутим ротором, застосовується у багатьох галузях промисловості. Відсутність рухомих контактів, простотою конструкції, високою ремонтпридатністю є гарним вибором для використання у вентиляційній системі.

Таблиця 4.12 технічні характеристики асинхронного двигуна

Напруга, В	220/380В
Номінальна потужність, кВт	0,18 кВт
Серія	АІР
Коефіцієнт потужності	0,77
Кількість фаз	3
Номінальна частота обертів, об/хв	3000
Номінальний струм, А	5,5
ККД, %	65,7

## ВИСНОВОК

В ході даної дипломної роботи було долідженно та розроблено схему автоматизації системи вентиляції промислового приміщення. Розроблена система дозволяє відслідковувати та регулювати мікрокліматичні параметри в середині приміщення незважаючи від типу виробничого приміщення.

В першому розділі було розглянуто види вентиляційних систем, які використовуються на підприємствах, була обрана система вентиляції, як б відповідала усім вимогам. Було обрано приміщення для проектування системи вентиляції. Визначені основні задачі які повинна виконувати система вентиляції, до таких задач відносяться:

- керування та моніторинг параметрів системи: сигнали помилок, небезпеки режиму та можливих непередбачених ситуацій. Сучасні контролери працюють в режимі реального часу, це дозволяє оператору спостерігати за усією системою та встановлювати необхідні параметри роботи;

- захист клапанів та водяних контурів від замерзання. За допомогою системи термостату температура калорифера не падає нижче критичної відмітки;

- керування робочим процесом шляхом перемикання режимів роботи системи. Це необхідно для раціональної роботи автоматичної системи у зв'язку зі зміною навантажень на приміщення. Програма автоматичного керування СВ за допомогою інформації з датчиків може автоматично використовувати необхідне обладнання, змінювати швидкість або відключати електродвигуни вентиляторів, запускати або відключати обладнання;

- індивідуальний аналіз роботи певного механізму або процесу згідно заданих параметрів через моніторинг. Автомат керування отримує інформацію з датчиків і виконує дослідження обчислювальним потужностями. Внесення коректив в загальну продуктивність через сигнали діючої механіки або через систему пуск-відключення;

У другому розділі було досліджено основні функціональні задачі системи вентиляції та санітарні норми для ковальського цеху. Була розроблена схема інформаційно матеріальних потоків. Були розроблені алгоритми керування системи вентиляції:

- підсистема контролю температури повітря в приміщенні загальнообмінної вентиляції;

- підсистема контролю температури місцевою системою вентиляції;

- підсистема контролю вологості повітря;

- підсистема контролю ГДК шкідливих речовин в повітрі;

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						39
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



В третьому розділі була розроблена функціональна схема автоматизації системи вентиляції, яка відповідає поставленим задачам, а саме контроль температури припливного повітря, контроль вологості повітря, керування швидкістю подачі свіжого повітря та видалення повітря, що не відповідає санітарним нормам. Був визначений склад системи вентиляції та системи кондиціонування повітря.

В четвертому розділі було вибрані засоби автоматизації та захисту системи вентиляції. Було визначено структуру системи вентиляції: шафа САУ, датчики та виконавчі механізми. Визначивши структуру САУ, було вибрано контролер кліматичний Freemax MX.

Проаналізувавши наведену інформацію, можна сказати, що в дипломній роботі було приділено багато уваги на надійність і автоматичне функціонування системи вентиляції промислового приміщення. Було вибрані сучасні засоби автоматизації, що забезпечують швидку та надійну роботу системи.

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	<i>Лист</i>
<i>Змн</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		40

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>
2. Вентиляція виробничих приміщень. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://pidru4niki.com/1775072438280/bzhd/ventilyatsiya\\_virobnichih\\_primischen](https://pidru4niki.com/1775072438280/bzhd/ventilyatsiya_virobnichih_primischen)
3. Місцева вентиляція. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://pidru4niki.com/1355091538282/bzhd/mistseva\\_ventilyatsiya](https://pidru4niki.com/1355091538282/bzhd/mistseva_ventilyatsiya)
4. Вентиляція виробництва. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://vencon.ua/ua/articles/ventilyatsiya-proizvodstva>
5. ОХОРОНА ПРАЦІ В КОВАЛЬСЬКО–ПРЕСОВОМУ ВИРОБНИЦТВ [Текст]: навчальний посібник/І. Л. Марченко, О. М. Бакланов – Краматорськ: Донбаська державна машинобудівна академія, 2009. – 82 с.
6. Автоматизація систем вентиляції. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://7-vz.com/ua/category/avtomatizacija-sistem-ventiljacii/>
7. Вентиляція промислових цехів: вимоги, норми, проектування, монтаж. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://pingwin.lg.ua/post/ventilacia/uk/ventilacia-ventilacia-promislovih-cehiv-vimogi-normi-proektuvanna-montaz.htm>
8. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ [Текст] : методичні вказівки/ С.М. Нубарян – Харків: ХНАМГ, 2009. – 9 с.
9. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ [Текст]: конспект лекції/ Долгополов І.С. – Кам’янське: ДДТУ, 2017. – 5 с.
10. Автоматизація та диспетчеризація. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://a-air.com.ua/ua-avtomatika-k-oborudovaniyu/>
11. Робототехнічні системи та комплекс [Текст]: конспект лекції/ Лисенко О. І, Тачиніна О.М. - СМЯ НАУ, 2018. – 153 с.
12. Автоматизація систем вентиляції та кондиціонування повітря. Автоматизація припливної вентиляції. Проектування і монтаж систем автоматизації. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://tues.ru/uk/avtomatizaciya-sistem-ventilyacii-i-kondicionirovaniya-vozdaha/>
13. Промислова вентиляція. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://tov-in.com.ua/ua/ventilyatsiya/promislova-ventilyatsiya.html>

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
						41
Змн	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

14. AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://ventilationsystem.com/uploads/download/automaticcatalogy201601en.pdf>
15. СУЧАСНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЧАСТОТИ В СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПРИВОДА[Текст] : навчальний посібник/ Загірняк М. В., Коренькова Т. В., Калінов А. П., Гладир А. І., Ковальчук В. Г. – Харків: 103 с.
16. Outside Sensors QAC...FW-T1G . - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [http://www.xref.be/dpdf/siem\\_qac\\_uk.pdf](http://www.xref.be/dpdf/siem_qac_uk.pdf)
17. Duct Temperature Sensors QAM21... . - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.downloads.siemens.com/download-center/Download.aspx?pos=download&fct=getasset&id1=10857>
18. Frost Protection Thermostat RAK-TW.5.H RAK-TW.5.H. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://hit.sbt.siemens.com/RWD/app.aspx?module=Catalog&action=ShowProduct&key=BPZ:RAK-TW.5.H>
19. TF капілярний термостат захисту від замерзання. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [https://shuft.com.ua/catalog/3/209/3025/4075/?link\\_changer=/catalog/3/209/3025/4075/50826/](https://shuft.com.ua/catalog/3/209/3025/4075/?link_changer=/catalog/3/209/3025/4075/50826/)
20. Belimo TR (Y) 24-SR. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://belimo.com.ua/shop/zaporno-reguliruyushhaya-armatura-s-elektroprivodami/privody-dlya-zapornoj-armatury/privody-sharovyx-klapanov/belimo-tr24-sr/>
21. Star-RS 25/6. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://wilo.com/in/en/Products-and-expertise/en/products-expertise/wilo-star-rs/star-rs-25-6>
22. Belimo LF230 (-S) + перех. WLF. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://belimo.com.ua/shop/zaporno-reguliruyushhaya-armatura-s-elektroprivodami/privody-dlya-zapornoj-armatury/privody-sharovyx-klapanov/belimo-lf230-perex-wlf/>
23. Промислова вентиляція. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://tov-in.com.ua/ua/ventilyatsiya/promislova-ventilyatsiya.html>
24. Мікроклімат виробничих приміщень та його нормування. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/2426402/page:5/>

					<b>СУ-71.6.151.11.ПЗ</b>	Лист
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42