

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи

бакалавра

на тему: **Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для контролю параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні**

Виконав: студент 4 курсу, групи МТ-3

Спеціальності: 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

Абрамов А.Є.

(прізвище та ініціали)

Керівник: доцент кафедри М та ІВТ

кандидат технічних наук, доцент

Чепюк Л.О.

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент

доцент кафедри РЕА ім. проф.

Б.Б. Самотокіна

Гуменюк А.А

(науковий ступінь, вчене звання, посада, прізвище та ініціали)

Житомир – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки
Кафедра метрології та інформаційно-вимірювальної техніки

Спеціальність 152 «Метрологія та інформаційно-вимірювальна техніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри метрології та
інформаційно-вимірювальної техніки
д.т.н., професор Подчашинський Ю.О.

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра

Студент _____ **Абрамов Андрій Євгенович**

1. Тема роботи: Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для контролю параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні

Керівник роботи: доцент кафедри М та ІВТ кандидат технічних наук, доцент
Чепюк Л.О.

затверджена наказом по університету від « 5 » квітня 2024 р. № 128/с

2. Термін здачі закінченої роботи на кафедру « 19 » червня 2023р.

3. Вихідні дані до роботи: об'єкт вимірювання – комп'ютеризована система - інформаційно-вимірювальна система вимірювання для контролю за параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні; діапазон температури повітря - 30...+5, % відносної вологості повітря – 15...100%, температури поверхні - 30...100, швидкість руху повітря(м/сек) від 0,1...0,5 до 0,6...5,0

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) огляд та аналіз методів контролю параметрів мікроклімату, розробка структурної і функціональної схеми, розробка схеми підключень, розробка алгоритму роботи системи, розрахунок метрологічних характеристик, оцінка показників надійності роботи системи, безпека життєдіяльності та охорона праці

5. Перелік графічного матеріалу (з точним визначенням обов'язкових креслень) структурна схема, функціональна схема, електрична схема підключень, блок-схема алгоритму роботи системи

6. Консультанти з кваліфікаційної роботи бакалавра із зазначенням розділів роботи, що їх стосуються

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Узгодження технічного завдання	25.02.24 – 15.03.24	Виконано
2	Огляд та аналіз методів вимірювання для контролю за паарметрами мікроклімату виробничого приміщення	25.02.24 – 15.03.24	Виконано
3	Розробка структурної схеми	16.03.24 – 15.04.24	Виконано
4	Розробка електричної схеми підключень	16.04.24 – 24.04.24	Виконано
5	Розробка конструкції системи	25.04.24 – 09.05.24	Виконано
6	Розробка алгоритму та програми системи	10.05.24 – 24.05.24	Виконано
7	Розрахунок метрологічних характеристик	25.05.24 – 03.06.23	Виконано
8.	Розрахунок надійності	04.06.24 – 15.06.24	Виконано
9	Оформлення пояснювальної записки та презентаційного матеріалу	03.06.24 – 17.06.24	Виконано

Студент

Абрамов А.Є.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Чепюк Л. О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему “Комп’ютеризована інформаційно-вимірювальна система контролю параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні”.

Робота містить 79 сторінок. При виконанні бакалаврської роботи було використано 12 літературних джерел.

Робота присвячена методам й засобам контролю параметрів мікроклімату в виробничих приміщеннях. Запропоновано рішення щодо автоматизації керування параметрами клімату, що підлягають контролю в приміщенні.

Об’єктом детального вивчення є процеси кліматозабезпечення у середовищі перебування людини. Була вивчена технічна документація по даному об’єкту: загальні відомості; характеристики мікроклімату в виробничих приміщеннях класів, структурна взаємодія системи керування кліматом з її основними підсистемами. Також було підібрано та розраховано елементи для підсистем керування параметрами, розроблено функціональну схему автоматизації.

Ключові слова: мікроклімат, виробниче приміщення, вентиляція, температура, відносна вологість, концентрація вуглекислого газу, кондиціонування.

ABSTRACT

Bachelor's thesis on "Computerized information and measurement system for controlling microclimate parameters in a production facility".

The work contains 79 pages. In the course of the bachelor's thesis, 12 literature sources were used.

The work is devoted to methods and means of controlling microclimate parameters in industrial premises. Solutions for automating the control of climate parameters to be monitored in the premises are proposed.

The object of detailed study is the processes of climate control in the human environment. The technical documentation for this object was studied: general information; characteristics of the microclimate in the classroom production facilities, structural interaction of the climate control system with its main subsystems. We also selected and calculated elements for the parameter control subsystems, and developed a functional automation scheme.

Keywords: microclimate, industrial premises, ventilation, temperature, relative humidity, carbon dioxide concentration

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота представлена пояснювальною запискою в обсязі 79 сторінок формату А4, записка містить вступ, основну частину, що складає сім розділів, висновки, список використаних джерел. Темою роботи є розробка комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для контролю за мікрокліматом у виробничому приміщенні.

Перший розділ містить опис впливу параметрів мікроклімату виробничих приміщень на параметри приладів точної механіки.

Другий розділ містить опис існуючої системи та розробки нової системи для точної підтримки мікроклімату.

У третьому розділі була проведена розробка структурної схеми. Для цього був обраний контролер, та вибрана система програмування, де була написана система.

Четвертий розділ розгорнуто описав алгоритмізацію процесів функціонування системи клімат-контролю.

У п'ятому розділі було проведено розрахунок похибок вимірювання.

Шостий розділ містить оцінку показників надійності системи.

У сьомому розділі розглянуто питання безпека життєдіяльності та охорони праці при роботі з обладнанням системи.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1. Вплив параметрів мікроклімату виробничих приміщень на параметри приладів точної механіки	10
2. Розробка системи підтримки мікроклімату.....	20
2.1 Аналіз технічного завдання.....	20
2.2. Вимоги до системи автоматизації	22
2.2.1. Підтримка надлишкового тиску в приміщенні	23
2.2.2 Підтримка температури в приміщенні.....	24
2.2.3. Захисні, загальні та допоміжні функції	26
2.3. Основні схеми автоматизації системи вентиляції.....	28
2.4 Розробка функціональної та структурної схеми системи.....	29
3. Моделювання роботи системи.....	32
3.1 Вибір контролера, опис середовища програмування.....	32
3.2. Каскадне регулювання та програмна реалізація.....	38
3.3 Моделювання роботи системи.....	42
4. Алгоритмізація процесів функціонування системи клімат-контролю	49
4.1. Алгоритм управління процесами функціонування системи управління кліматом	49
4.2. Автоматизований комплекс контролю, моніторингу та керування рівнями фізичних факторів виробничого середовища	59
5. Розрахунок похибок вимірювання (метрологічних характеристик)	63
6. Оцінка показників надійності роботи системи	66
7. Безпека життєдіяльності та охорона праці	68
Висновки	71
Список використаних джерел	73
Додатки.....	76

					МММТ.480.001.001 – ПЗ					
Вим	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Комп'ютерна інформаційно-вимірювальна система для контролю параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні Пояснювальна записка			Лім.	Лист	Листів
Розроб.		Абрамов А.Є.								
Перевір.		Чепюк Л.О.							6	71
Реценз.								Державний університет «Житомирська політехніка», гр. МТК-3		
Н. Контр.		Чепюк Л.О.								
Затверд.		Подчашинський Ю								

ВСТУП

В останні роки спостерігається неухильне зростання потреби в приміщеннях виробничого типу. Така тенденція викликана збільшенням чисельності компаній, невеликих фірм, розширенням адміністративних пунктів. Навколишнє середовище, в якій працює людина, безпосередньо впливає на його здоров'я, самопочуття і, як наслідок, на його працездатність і продуктивність.

Забезпечення комфортних та безпечних умов праці робітників є важливим завданням для роботодавця. Тому актуальною на цей час науково-технічною проблемою є розробка і технічна реалізація типових систем автоматичного контролю і регулювання параметрів мікроклімату в виробничих приміщеннях.

Основним принципом в організації автоматичного клімат-контролю є виконання завдань захисту, регулювання і управління. При цьому важливим стає підвищення енергетичної ефективності існуючих установок і обладнання, що дозволяють вирішувати технологічні завдання при мінімальних витратах. Такі системи автоматично забезпечують заданий режим роботи технологічного обладнання при відповідному підборі компонентів. Вони також вільно інтегруються в систему централізованого контролю і управління інженерними, технологічними, інформаційними та комунікаційними системами, тобто в систему диспетчеризації. Крім того, вони забезпечують захист окремих її елементів і вузлів технологічного об'єкта від передчасного зносу і виходу з ладу під впливом різних факторів.

Мета даної роботи - збереження здоров'я та працездатності працівників у виробничій сфері за рахунок створення системи забезпечення кліматичних умов в виробничих приміщеннях.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		8

Об’єкт дослідження: процеси кліматозабезпечення у середовищі перебування людини.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

1. ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ НА ПАРАМЕТРИ ПРИЛАДІВ ТОЧНОЇ МЕХАНІКИ

Підвищення вимог до технічних та експлуатаційних характеристик механічних та електромеханічних приладів вимагає високої точності і стабільності характеристик прецизійних механізмів, що використовуються в цих приладах. В більшості випадків причиною відмов прецизійних механізмів є висока інтенсивність зношування поверхонь деталей, заїдання у парах тертя, недостатня антифрикційна якість змащування вузлів тертя.

Практика експлуатації гіроскопічних приладів показує, що найбільш важливою причиною, яка впливає на точність приладу, є стан опор ротора, оскільки інші елементи приладу не дають такого впливу на зниження точності. Порушення в роботі головних опор може впливати на зміщення центра мас промотору, збільшувати динамічну не-рівновагу і вібрацію ротора, збільшувати потужність, яку споживає гіромотор. Фактично ресурс роботи гіромотора визначається довговічністю та надійністю роботи підшипників головних опор.

В якості способів подовження довговічності опор ротора пропонується удосконалювати конструкцію підшипників та їх вузлів, а також технологію їх виготовлення, випробування та монтажу. Наприклад, щоб знизити вплив мікроклімату на елементи конструкції прецизійних механізмів в приладах, при їх конструюванні передбачають спеціальні ущільнення, які забезпечують захист від пилу та герметичність корпусу приладу.

Проте, зазначені заходи стосуються лише конструктивних особливостей приладів та удосконалення технологічних операцій, і не враховують технологічні умови, в яких виконуються операції складання та регулювання. В той же час відомо, що похибки допущенні при складанні й регулюванні гіроскопічних приладів суттєво впливають на їх точність та надійність. До того ж, слід враховувати, що при виготовленні прецизійних

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						10
Зм.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

приладів суттєвий вплив на їх подальшу експлуатацію вносять не тільки технологічні фактори, але й умови, в яких відбуваються процеси складання та регулювання. При цьому суттєву роль відіграє мікроклімат або технологічне середовище, в якому виконуються операції складання, в першу чергу це запиленість повітря, температура та вологість повітря. Пил може потрапляти в відповідальні елементи гіроскопічних приладів (опори, контактні пристрої, тощо) і різко погіршувати або зовсім порушувати їх роботу.

Ступінь насиченості повітря водяною парою характеризується відносною вологістю. Висока вологість повітря, а особливо конденсація вологи, прискорюють корозію деталей приладів і знижують міцність електричної ізоляції між струмонесучими деталями. Низька вологість повітря збільшує зношування щіток і кілець контактних пристроїв.

Зміна температури приладу впливає на лінійні розміри деталей, жорсткість окремих елементів конструкції, опір електричних провідників і магнітопроводів. При зміні температури можуть деформуватись окремі деталі конструкцій приладів із-за нерівномірних внутрішніх напружень. При низьких температурах, внаслідок зменшення зазорів в зчленуваннях і підвищення в'язкості мастила, можуть значно підвищуватись моменти тертя в опорах і навіть може відбутись заклинення механізму.

Розглянемо спеціальні автоматизовані системи контролю та керування мікрокліматичними параметрами в складальних цехах прецизійного виробництва з підвищеним «класом чистоти», які забезпечують якість та надійність виготовлення прецизійних приладів та систем.

Забезпечення якості прецизійних механоскладальних та регулювальних робіт можливе при дотримуванні певних умов технологічного процесу з створенням відповідного технологічного середовища, параметри якого чітко контролюються та регулюються.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						11
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Для вирішення поставленої задачі забезпечення якості і надійності прецизійних приладів та систем запропоновано математичну модель технологічного середовища виробничого приміщення складальної ділянки прецизійних приладів. При розробці математичної моделі мікроклімату виробничих приміщень бралися до уваги наступні задачі:

- розрахунок потоку повітря всередині приміщення з розміщенням у ньому обладнанням, перегородок, джерел тепла, вологи і забруднень;
- розрахунок розподілення температури в приміщенні;
- розрахунок розподілення вологості в приміщенні;
- розрахунок потоків розповсюдження та концентрації забруднень в приміщенні.

В основу математичної моделі мікроклімату виробничих приміщень складальної ділянки прецизійного виробництва з підвищеним «класом чистоти» покладено систему нестационарних рівнянь Нав'є-Стокса, рівнянь переносу тепла, вологи та концентрації забруднень:

$$\frac{du_1}{dt} = \frac{\partial p / \rho}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{11}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{12}}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{13}}{\partial x_3}$$

$$\frac{du_2}{dt} = \frac{\partial p / \rho}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{21}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{22}}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{23}}{\partial x_3}$$

$$\frac{du_3}{dt} = \frac{\partial p / \rho}{\partial x_3} + \frac{\partial \tau_{31}}{\partial x_1} + \frac{\partial \tau_{32}}{\partial x_2} + \frac{\partial \tau_{33}}{\partial x_3} + g\beta\theta$$

$$\frac{du_1}{\partial x_1} + \frac{du_2}{\partial x_2} + \frac{du_3}{\partial x_3} = 0$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{L}{C_p} \Phi + \frac{\partial H_1}{\partial x_1} + \frac{\partial H_2}{\partial x_2} + \frac{\partial H_3}{\partial x_3} + J_\theta$$

$$\frac{dq}{dt} = -\Phi + \frac{\partial P_1}{\partial x_1} + \frac{\partial P_2}{\partial x_2} + \frac{\partial P_3}{\partial x_3} + J_q$$

$$\frac{dc}{dt} = \frac{\partial C_1}{\partial x_1} + \frac{\partial C_2}{\partial x_2} + \frac{\partial C_3}{\partial x_3} + J_c$$

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						12
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

де x_i ($i = 1, 2, 3$) — декартові координати; u_i — компоненти швидкості; t — час; p — тиск; ρ — густина повітря; θ — температура, що відраховується від середнього значення θ_0 ; m — абсолютна температура повітря; y — питома вологість; c — об'ємна концентрація домішок; a_e, a^*, a_c — штучні джерела тепла, вологи і забруднюючих домішок; δ_{ij} — символ Кронекера; $\gamma_u, V_e, V_d, \gamma_c$ — коефіцієнти кінематичної в'язкості, температуропровідності, дифузії вологи і домішок; ϕ — швидкість формування рідкої фази; L — прихована теплота конденсації (або сублімації); d_n — питома вологість насичення; g — прискорення вільного падіння; β — коефіцієнт об'ємного теплового розширення.

Вважаючи, що $\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + u_j \frac{\partial}{\partial x_j}$ і враховуючи відносно малі розміри розрахункової області, при проведенні числових експериментів можна, що

$$u_1 = u_2 = u_3 = \theta = q = c = 0 \text{ при } t = t_0.$$

На основі математичної моделі запропоновано систему керування мікрокліматом виробничого приміщення для прецизійного складання приладів, яка регламентується технологічними умовами виробництва та вимогами стандартів 180 9001, 180 14644 та інших (рис. 1.1).

Система керування мікрокліматом виробничого приміщення складається з контролера управління вентиляцією (*KV-B*), пульта управління вентиляцією (*П-B*) та силового блоку, що включає симістори (*МГТСО*), автомат (*A*) і реле (*P3*).

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						13
Зм.	Адк.	№ док.м.	Підпис	Дат		

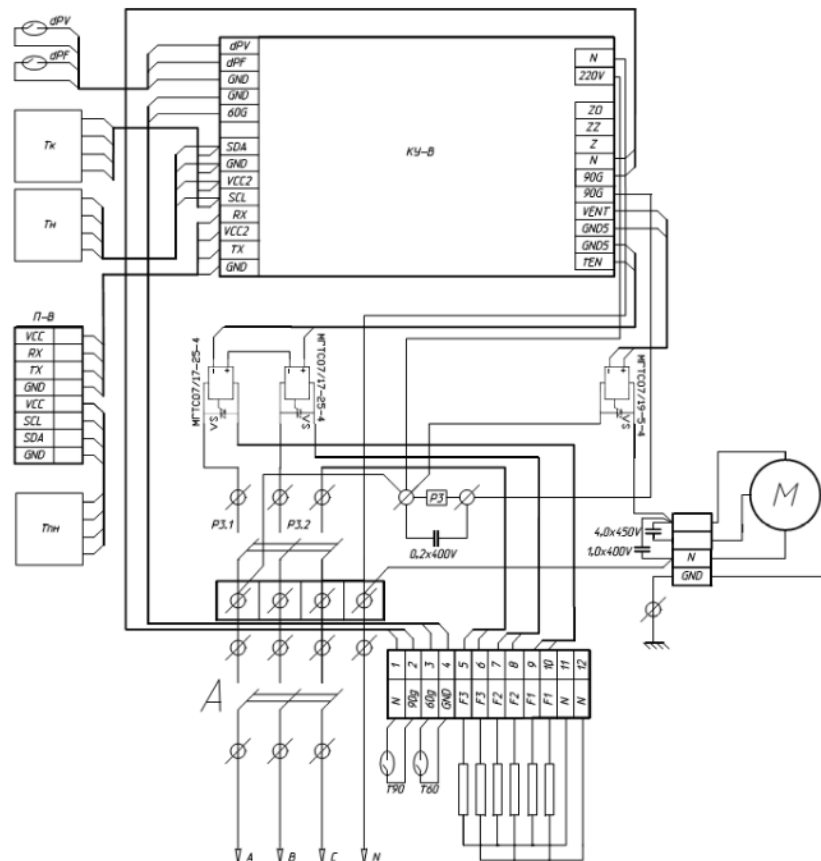


Рис 1.1 Схема системи керування мікрокліматом

Для контролю параметрів мікроклімату в систему включено датчик температури приміщення, датчик температури каналу, датчик зовнішньої температури, датчики захисту теплового електронагівача від перегріву на 60 °С і 90 °С. Для контролю стану роботи вентилятора, що нагнітає повітря в приміщення, та контролю ступеня засміченості фільтра тонкої очистки повітря використовуються датчики вимірювання перепаду тиску.

Очищення приточного повітря виконується наступним чином. Вентилятор нагнітає зовнішнє повітря у систему вентиляції приміщення через фільтр тонкої очистки, що очищає повітря від часток бруду. Контролер опитує датчик тиску контролю вентилятора, що порівнює різницю тиску до приточного вентилятора і після нього, та датчик тиску контролю фільтра, що порівнює різницю тиску до повітряного фільтра і після нього, й видається

сигнал на керування приточного вентилятора. Якщо різниця тиску на датчиках більше заданої, тоді видає сигнал на зупинку роботи вентилятора. Якщо різниця тиску на датчиках тиску менше заданої, то мікропроцесорний блок продовжує опитування датчиків. Так контролюється потік повітря, що нагнітається вентилятором, а також контролюється ступінь засміченості повітряного фільтра, і в разі потреби подається сигнал про необхідність його заміни.

Підігрів приточного повітря виконується наступним чином. Контролер управління керує роботою вентилятора, що нагнітає зовнішнє повітря у приміщення через теплоелектричний нагрівач. Контролер опитує датчик температури, що встановлений до вентилятора, датчик температури, встановлений після вентилятора, та датчик температури, встановлений в приміщенні. Якщо температура на датчику температури зовнішнього повітря менше температури на датчику температури в приміщенні, контролер включає. Якщо температура більше або дорівнює, то припиняє роботу. Точне налаштування потужності роботи виконується за допомогою використання широтно-імпульсного модулятора та порозрядного врегулювання. Таким чином досягається необхідне значення температури приточного повітря в приміщенні. Датчик температури в каналі додатково виконує функцію захисту від перегріву. Якщо температура на цьому датчику більше значення температури заданої, то блок керування примусово припиняє роботу, не даючи йому перегрітися і вийти з ладу.

Керування роботою системи, завдання параметрів мікроклімату і інші сервісні функції виконуються за допомогою пульта керування вентиляцією. Система забезпечує мікроклімат на прецизійному складальному виробництві згідно технічних вимог технологічного процесу в автоматичному режимі за умови її застосування разом з технологіями «чистих приміщень».

Згідно стандарту 180 14644-1, чисте приміщення — це приміщення, в якому контролюється рахункова концентрація аерозольних часток й яке

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						15
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підпис	Дат		

побудовано і використовується таким чином, щоб звести до мінімуму надходження, генерацію та нагромадження часток в середині приміщення, і в якому, при необхідності, контролюються інші параметри, наприклад, температура, вологість й тиск. Чисті приміщення класифікуються по ступеню чистоти повітря в них.

Іноді для забезпечення умов технологічного процесу в межах чистого приміщення виникає необхідність створення окремих ізольованих ділянок — боксів (або мікробоксів). Якщо клас чистоти, який потрібно підтримувати всередині боксу, аналогічний класу чистоти самого чистого приміщення, можна використовувати бокс класу I, оскільки в ньому ізоляція забруднень усередині боксу забезпечується повітряним потоком, що надходить із приміщення. Якщо ж всередині боксу необхідний більш високий клас чистоти, ніж у основного чистого приміщення, тоді слід використовувати бокс класу II. Його конструкція забезпечує потік профільтрованого повітря над виробом і у той же час гарантує, що повітря не буде виходити за межі боксу. Для того, щоб забезпечити надійну роботу боксів класу II, необхідно приділяти особливу увагу балансу повітряних потоків.

Принцип організації вентиляції в чистих приміщеннях схожий на принципи вентиляції більшості звичайних приміщень із кондиціонуванням повітря. Повітря в такі приміщення подається системою кондиціонування через встановлені на стелі повітророзподільники. Однак, системи вентиляції чистих приміщень мають цілий ряд особливостей:

- звичайні приміщення повинні забезпечуватися тільки такою кількістю повітря, що необхідна для створення умов праці; як правило, кратність повітрообміну (у годину) у них перебуває в межах від 2 до 10. У той же час в чистих приміщеннях необхідно мати величину кратності повітрообміну від 10 до 100. Ця додаткова кількість повітря необхідна для розрідження забруднень, що знаходяться в повітрі, до прийнятної концентрації;

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						16
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- у чистих приміщеннях використовують набагато більш ефективні повітряні фільтри, ніж в інших приміщеннях; ефективність фільтрів для видалення з повітряного середовища часток розміром більш 0,3 мкм звичайно перевищує 99,97 %.

- у чистих приміщеннях вискоєфективні фільтри встановлюються в місцях подачі повітря в приміщення, а у системах кондиціонування повітря в офісах і подібним їм приміщеннях, фільтри розміщують безпосередньо за системою кондиціонування повітря, що не виключає можливості проникнення забруднень у приміщення через повітроводи або генерації часток їх внутрішніми поверхнями;

- для того, щоб виключити потрапляння повітря в чисте приміщення із суміжних, більш забруднених ділянок, у такому приміщенні повинен бути створений надлишковий тиск повітря відносно сусідніх приміщень, менш чистих; це досягається шляхом подачі в приміщення великої кількості повітря, яке потім віддаляється через витяжну вентиляцію, або подається у суміжні, менш чисті приміщення.

Також важливою ознакою чистого приміщення є стан його поверхонь. Матеріали для оздоблення чистого приміщення повинні легко піддаватися очищенню і не бути джерелом часток, що забруднюють повітря. Поверхні повинні бути виконані таким чином, щоб забезпечити доступ до них під час прибирання та виключати нагромадження забруднень у порожнинах та щілинах.

Чистота повітря пов'язана з генерацією аерозольних забруднень, що виділяється технологічним устаткуванням і працюючим в чистому приміщенні персоналом. Чим більше людей перебуває в чистому приміщенні, чим активніші дії, що виконує персонал, чим гірше якість використовуваного одягу, тим вище ступінь забруднення повітря в приміщенні. Людина, що переходить у чистому приміщенні з місця на місце й одягнена у спецодяг, що неефективно запобігає поширенню забруднень, наприклад, у спецодяг або

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						17
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

лабораторний халат, може в середньому генерувати у хвилину близько 2406 часток розміром $> 0,5$ мкм, близько 300000 часток розміром $> 5,0$ мкм. Якщо людина одягнена в правильно виготовлений одяг (комбінезон, взуття до колін, тощо), який виконано з матеріалів, що ефективно затримують забруднення, то середня генерація часток розміром $> 0,5$ мкм і $> 5,0$ мкм за хвилину скоротиться на 50 та 88 відсотків відповідно. Інформації щодо генерації часток технологічним обладнанням, яке працює в чистому приміщенні, доволі мало, але вважається, що ця величина досягає декількох мільйонів часток розміром $> 0,5$ мкм за хвилину.

Реалізація розробленої системи моніторингу та керування параметрами мікроклімату виробничого приміщення в умовах реального виробництва складального цеху показало, що для забезпечення технічних вимог технологічного процесу складання гіроскопічних приладів необхідно дотримуватись концентрації часток пилу в повітрі не більш 8 часток на 1 літр повітря, розміром 1 мкм. Дана система забезпечує чистоту виробничого приміщення у відповідності до класу чистоти 6 I80, в якому згідно стандарту [4] кількість часток пилу розміром до 1 мкм не повинна перевищувати 8320 часток пилу на 1 м^3 повітря, що є допустимим для процесу складання прецизійних гіроскопічних приладів та систем.

Можна зробити висновок, що ресурс роботи деталей прецизійних механізмів, зокрема механізмів, що використовуються в приладах систем орієнтації і навігації суттєво залежить від параметрів мікроклімату виробничого приміщення, таких як температура, вологість повітря і особливо запиленість повітря. При прецизійному складанні гіроскопічних приладів, наявність мікробруду, що потрапляє в елементи рухомих конструкцій приладу, значно погіршує експлуатаційні характеристики приладів, а в деяких випадках може приводити до виходу елементів механізму з ладу.

Для забезпечення точності і стабільності характеристик прецизійних механізмів пропонується використовувати «чисті приміщення» разом з

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						18
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

спеціально розробленою системою моніторингу та керуванням мікрокліматом, яка підтримує параметри технологічного середовища виробничого приміщення на заданому рівні, що відповідно забезпечує технічні умови складання прецизійних механізмів, необхідних для якісної та довговічної експлуатації навігаційних приладів та систем.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ МІКРОКЛІМАТУ

2.1 Аналіз технічного завдання

У приміщенні передбачається припливно-витяжна вентиляція з механічним спонуканням. Згідно технічного завдання, кратність в приміщенні прийнята 5 крат.

Запроектовані 2 припливні установки з рециркуляцією. Передбачається подача свіжого повітря у розмірі 20% від загальної кількості. Припливні установки обладнуються фільтром G4, водяним калорифером та повітроохолоджувачем, фільтром F9, шумоглушником. Теплоносій – вода, з параметрами 70-50°C, холодоносій – пропіленгліколь 40% з параметрами 7-12°C. Витяжні вентилятори В1 і В2 працюють як загальнообміна вентиляція. В приміщенні підтримується надлишковий тиск 15Па, при такому тиску втрати крізь нещільності дверей становить 12000 м³ /год.

Повітропроводи свіжого повітря та припливні повітропроводи ізолюють мінеральною ватою та оокожушуються матеріалом з оцинкованої сталі. Рециркуляційне повітря надходить у вентиляційну установку безпосередньо, повітроводи не передбачаються. Припливні установки розміщуються на антресолі на позначці 3,6м у вісях (Н-П,19-21) (рис. 2.1), та підключаються до діючої системи теплопостачання. Установки обладнанні змішувальними вузлами.

Чергове опалення передбачено на випадок, коли в цеху немає виробництва. Підтримувана температура в черговому стані +5°C за допомогою повітряно- 43 опалювальних агрегатів. Теплоносій – вода, з параметрами 70-50°C. Трубопроводи системи проложити відкрито в ізоляції, товщиною 32 мм.

Згідно даного, технічного завдання, було розроблено проектну документацію, паспорти та характеристики обладнання, прикладаються. Було

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						20
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

створено план-схему приміщення з розміщенням систем та повітроводами (рис. 2.1).

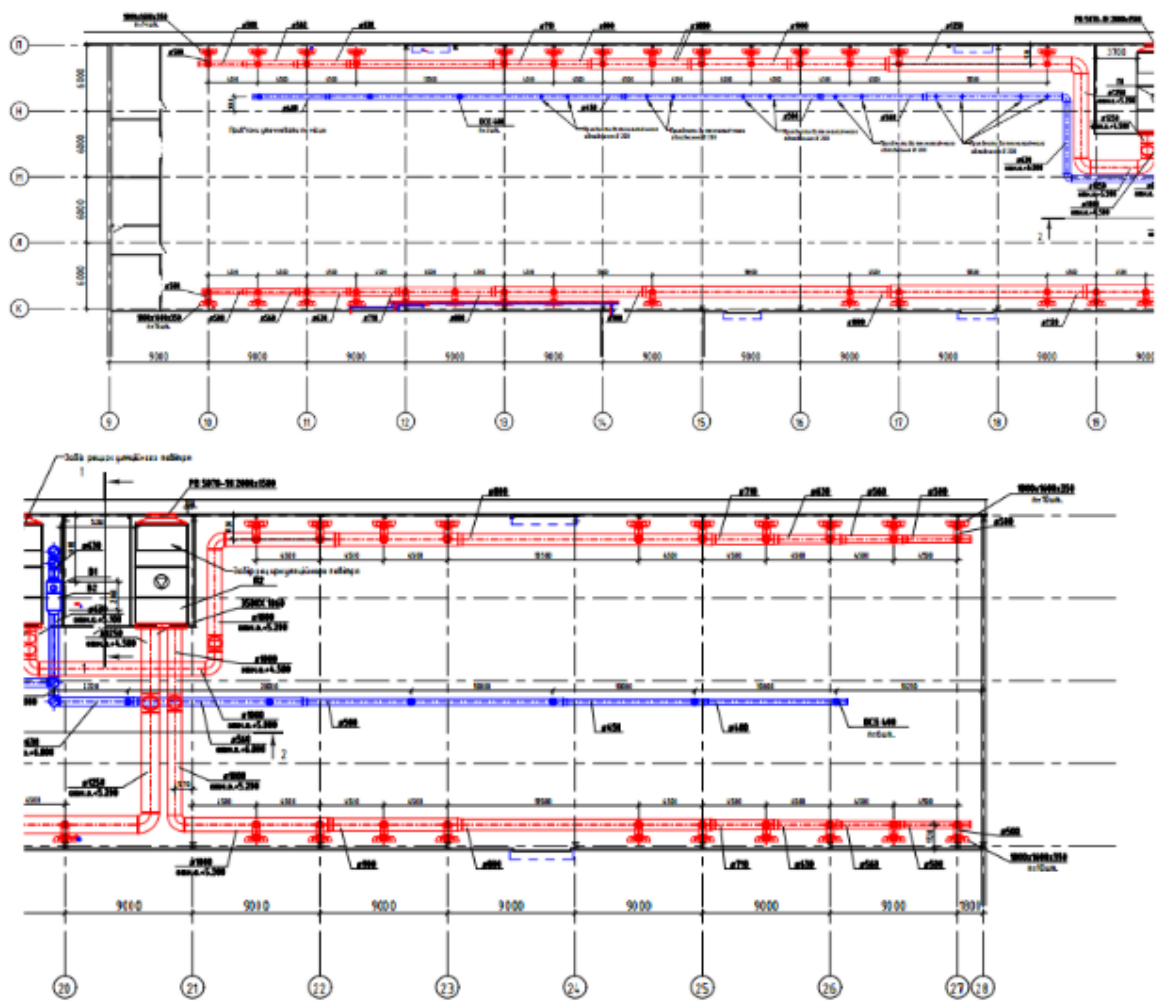


Рисунок 2.1 – План системи вентиляції

Було створено принципову схему вентиляції та кондиціонування (рис. 2.2), представлені основні секції припливних систем П1 та П2. Відображено витяжні системи В1 та В2. Також відображено повітряно-опалювальні агрегати А1-А10.

На основі цих даних було створено технічне завдання для системи автоматизації. Виходячи цього технічного завдання буде проведена автоматизація систем П1, П2, В1, В2 та А1(10), що приведені на рисунки 2.2, згідно діючих норм та стандартів. Функціональні схеми автоматизації приведено на рисунку 3.3, відображено аналогові та дискретні входи (виходи). На основі кількості сигналів аналогових та дискретних, які необхідні для автоматизації, буде підбиратися контролер з модулями.

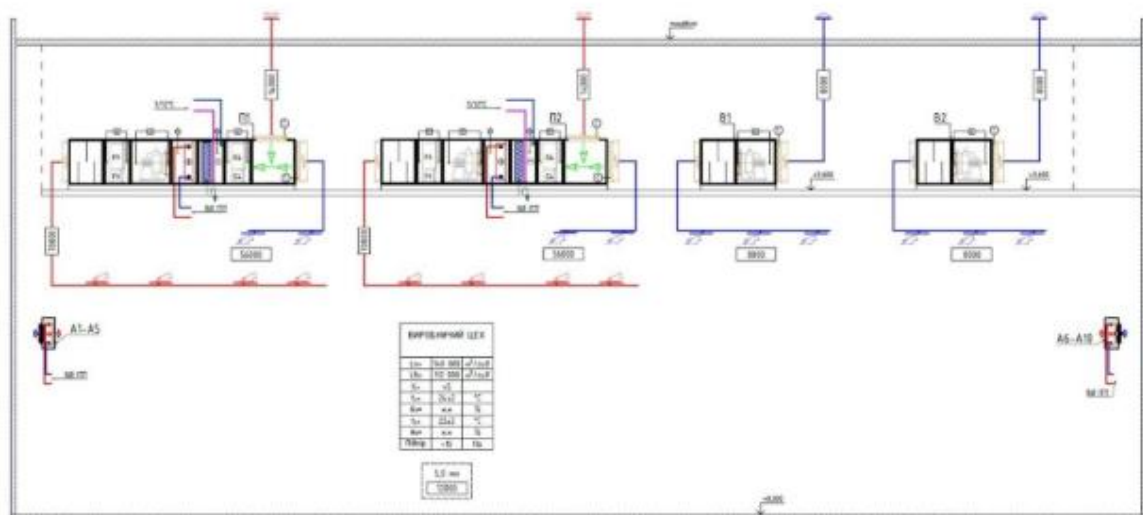


Рисунок 2.2 – Системи вентиляції П1, П2, В1, В2, А1(10)

2.2 Вимоги до системи автоматизації

Вентиляція в приміщенні складається з двох припливних установок (П1 і П2) і двох витяжних вентиляторів (В1 і В2).

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						22
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Припливні установки П1 і П2 є ідентичними і складаються з наступних секцій: рециркуляційної секції; секції водяного повітроохолоджувача; секції калорифера; вентиляційної секції; і секцій з фільтрами. Також в приміщенні, знаходяться десять тепловентиляторів (А1-А10) чергового опалення.

Надалі алгоритм роботи буде розглянуто на прикладі припливної установки П1. Алгоритм роботи установки П2 є аналогічним.

2.2.1 Підтримка надлишкового тиску в приміщенні

Підтримка надлишкового тиску проводиться первинне рециркуляційною камерою, якщо камера доходить до граничних відсотків відкриття, і при цьому не забезпечується потрібний тиск у приміщенні, то застосовується регулювання витяжними вентиляторами, як другий ступінь. За допомогою рециркуляційної камери, проводиться підтримка надлишкового тиску в приміщенні, для цього роблять підмішування зовнішнього повітря з рециркуляційним. Заслінка зовнішнього повітря, регулюється в межах 10-50% відкриття, заслінка рециркуляції знаходиться завжди в протифазі до зовнішньої заслінки. Після запуску система включається алгоритм регулювання тиску повітря в приміщенні. Система порівнює реальний тиск повітря в приміщенні з уставкою, і змінює положення заслінок камери рециркуляції.

Вимірюється тиск в приміщенні за допомогою датчиків тиску PDi1 – PDi9, рівномірно розподілених по всій довжині приміщення. Підтримується тиск, виходячи з середнього значення всіх датчиків. Якщо один з датчиків показує тиск нижче 5 Па, то регулювання тиску починається щодо нього, а не щодо середнього значення тиску в приміщенні.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						23
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Рециркуляційні камери установок П1 і П2 жорстко заблоковані, вони обидві впливають на регулювання тиску своїми заслінками, тому що кожна установка однаково впливає на тиск в усьому приміщенні.

За допомогою витяжних вентиляторів В1 і В2 проводиться видалення шкідливих частинок від обладнання цеху. Також ці вентилятори є другим ступенем підтримки надлишкового тиску, якщо установки П1 і П2 не здатні впоратися з цим завданням.

Вентилятори працюють на 50% від номінальних обертів. Якщо припливні заслінки зовнішнього повітря камер рециркуляції установок П1 і П2 дійшли до свого мінімуму закриття (10% – мінімальний підмішування зовнішнього повітря), а тиск все ще перевищує уставку, то витяжні вентилятори починають підвищувати обороти, до тих пір, поки тиск не дійде до уставки. Якщо припливні заслінки 46 зовнішнього повітря установок П1 і П2, дійшли до свого максимуму відкриття (50% – максимальний підмішування зовнішнього повітря), а тиск нижче уставки, то витяжні вентилятори починають знижувати оберти, поки тиск не зрівняється з уставкою.

2.2.2 Підтримка температури в приміщенні

За замовчуванням працює каскадна схема регулювання температури приміщення через температуру припливного повітря. Тобто контролер порівнює виміряну температуру приміщення з уставкою, і при наявності розбіжності зрушує уставку температури припливного повітря так, щоб в результаті досягти заданої температури в приміщенні. Це виконує провідний ПІД-регулятор. Провідний же ПІД-регулятор отримує від ведучого обчислену уставку припливного повітря, порівнює її з

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						24
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

вимірююї температурою припливного повітря, і регулює потужність нагріву або охолодження за необхідністю.

Вимірюється температура приміщення за допомогою датчиків температури TE6 – TE14, рівномірно розподілених по всій довжині приміщення. Визначення температури приміщення відбувається за середнім значенням показань всіх датчиків.

Якщо є потреба в нагріві, проводиться регулювання температури припливного повітря установки П1 за допомогою насоса і триходового клапана вузла змішування калорифера.

При виході триходового клапана калорифера в мінімальне положення регулювання нагріванням припиняється, і система буде знаходитися в режимі «Перехід», тобто не гріти і не охолоджувати повітря, поки знову буде потрібно нагрів або охолодження припливного повітря.

Якщо ж є потреба в охолодженні, то після режиму «Перехід», система за допомогою триходового клапана вузла змішування водяного повітроохолоджувача управляє його потужністю. При виході клапана в максимальне положення регулювання припиняється, і система буде знаходитися в режимі максимального 47 охолодження, а якщо потреба в холоді буде зменшуватися, то система буде закривати триходовий клапан повітроохолоджувача аж до повного закриття, і тоді повернеться в режим «перехід».

За допомогою тепловентиляторів проводиться підтримання температури в приміщенні цеху, коли установки П1 і П2 вимкнені (чергове опалення). Температура підтримується на рівні $+ (5 - 7) ^\circ\text{C}$.

В момент включення чергового опалення, кожен з датчиків температури (TE6–TE14), починає контролювати температуру повітря в зоні роботи двох тепловентиляторів. Підтримка заданої температури в

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						25
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

зоні дії датчика виробляється за допомогою включення і відключення електродвигунів цих двох тепловентиляторів. Циркуляція води через тепловентилятори забезпечується постійно при температурі зовнішнього повітря нижче + 10 °С (відповідальність контролера ІТП), тепловіддача тепловентиляторів забезпечується включенням електродвигунів вентиляторів.

2.2.3 Захисні, загальні та допоміжні функції

При першому запуску контролера система автоматизації мікроклімату приміщення (у подальшому система) знаходиться в режимі «Виключено».

При надходженні команди на запуск, кнопкою «Пуск» на передній двері шафи управління, або з виносного екрану на двері шафи управління віртуальної кнопкою «Пуск», система почне працювати, виконуються алгоритми, закладені в контролер.

Зупинити систему можна кнопками «Стоп» на передній двері шафи управління, або з виносного екрану на двері шафи управління, віртуальної кнопкою Стоп.

Якщо запуск виконується при температурі зовнішнього повітря нижче +5 °С, то система перед запуском вентиляторів припливної установки П1 виконує прогрів калорифера (повним відкриттям триходового клапана і працюючим насосом). Причому, якщо після прогріву температура зворотного теплоносія не піднялася 48 вище заданої, то формується аварія «Недогрів», установка П1 не включається, і буде прогрівати теплообмінник до тих пір, поки не встановиться

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		26

нормальне теплопостачання. Після цього установка П1 запускається. Якщо визначився режим «Літо», то попередніми прогрів не проводиться.

Режимі «Зима», при працюючій установці П1, система контролює температуру зворотного теплоносія, і, якщо вона опускається нижче мінімального значення, система вимикає установку П1 по аварії «Загроза заморозки калорифера по воді».

Також контролюється стану реле загрози заморозки калорифера (термостат), якщо температура повітря після калорифера знижується нижче + 8 °С, реле спрацьовує, і установка зупиняється по аварії «Загроза заморозки калорифера по повітрю». Аналогічна аварія при тих же умовах формується по датчику температури припливного повітря.

Якщо система вимкнена, і визначено режим зима, то виконується захистівний алгоритм проти заморожування калорифера – підтримка заданої температури зворотного теплоносія калорифера (включеним насосом і регулювання триходовим клапаном калорифера.

Після відновлення нормального теплопостачання система попередньо прогріває калорифер П1, після чого припливна установка П1 виконує рестарт і відновлює свою роботу.

Вентилятори установки П1 працюють на номінальних оборотах. За допомогою частотних перетворювачів проводиться плавний пуск і зупин вентиляторів, а також контроль основних параметрів електродвигуна. Після запуску системи, вентилятори П1 запускаються з затримкою, так як необхідний час для відкриття заслінок рециркуляційної камери.

Забруднення фільтрів контролюється реле перепаду тиску. У разі надмірного забруднення, буде поданий застережливий сигнал, який можна буде побачити на дверях щита управління, у вигляді лампи що

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						27
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

постійно світиться жовтим, або на виносному екрані, який знаходиться на дверях щита управління, у вигляді напису.

Витяжні вентилятори В1 и В2 керуються за допомогою частотних перетворювачів проводиться плавний пуск и зупинка, и контроль основних параметрів електродвигуна, а також передається завдання на зміну обертів.

Після запуску системи, витяжні вентилятори запускаються з затримки, так як необхідний час на відкриття витяжних заслінок.

При надходженні сигналу «Пожежа» (розімкнутий контакт пожежної сигналізації) з затримкою в 3-5 секунд відбувається повне знеструмлення шафи автоматики шляхом виключення ввідного автомата незалежним контактом. Як і повторних включення системи можливо тільки після зникнення сигналу Пожежа (замкнутий контакт пожежної сигналізації), а також після ручного зведення ввідного автомату.

Якщо при пропажі електропостачання шафи, система працювала, то після відновлення електропостачання система повторно запуститься в автоматичному режимі з затримкою на рестарт.

2.3 Основні схеми автоматизації системи вентиляції

Було проведено автоматизацію систем згідно технічного завдання. Функціональна схема має наступний вигляд (рис. 2.3).

Данні функціональні схеми (рис. 2.3), призначені для пояснення процесів що відбуваються в системі. За допомогою цих схем є можливість точного підрахунку усіх сигналів, які необхідні для точного та правильного керування системою, від шафи управління. На основі цих сигналів, тобто кількості дискретних або аналогових, входів та виходів,

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						28
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

відбувається підбір контролера з додатковими модулями. Після підбору контролера, з допоміжними модулями, та усіх керуючих приладів (частотних перетворювачів, електроприводів, датчиків, тощо). Необхідно накреслити принципову електричну схему, силової частини (рис. 2.4) та електричну принципову схему, сигнальної частини (рис. 2.5). За допомогою даних схем відбувається збірка щита керування, а також подальше його обслуговування.

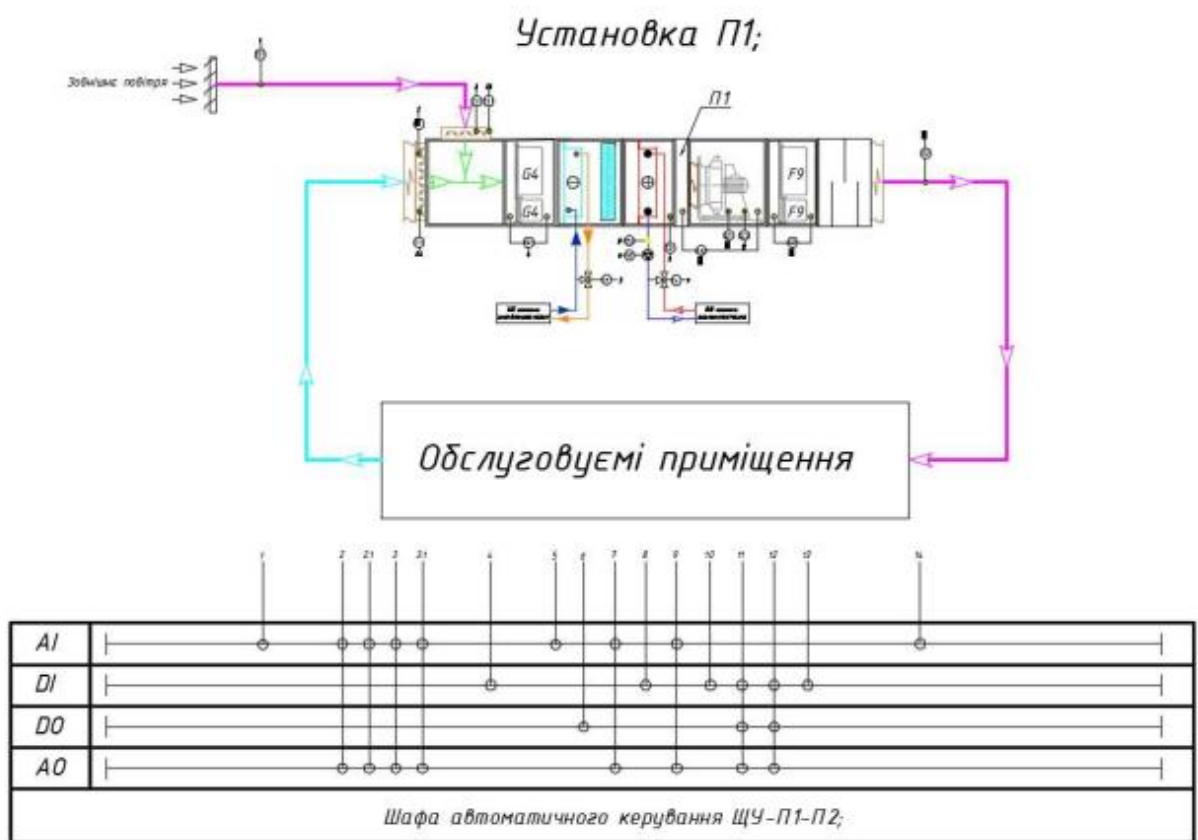


Рисунок 2.3 – Функціональна схема автоматизації вентиляції

2.4 Розробка функціональної та структурної схеми системи

Автоматизована система є системою підтримки заданих параметрів мікроклімату виробничого приміщення (температури, вологості, вмісту твердих частинок у повітрі).

Схема технологічного процесу управління параметрами мікроклімату виробничого приміщення показано на рис. 2.1.

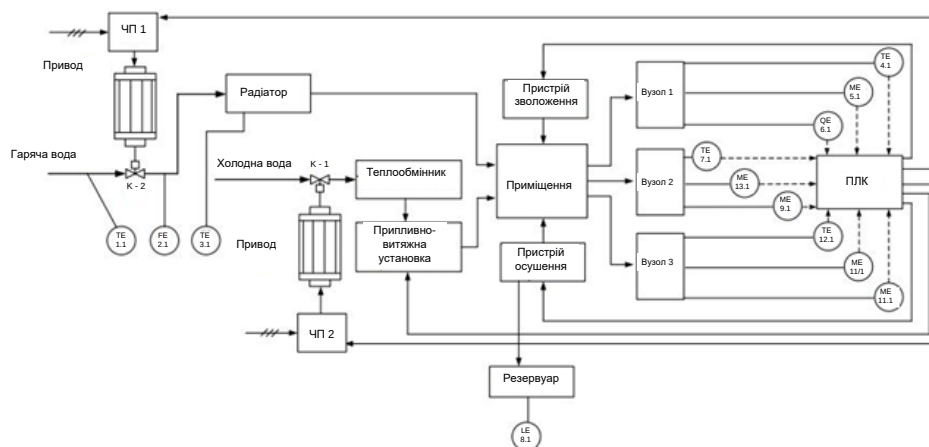


Рис. 2.4. Схема технологічного процесу управління параметрами мікроклімату виробничого приміщення

У помешканні розташовуються три вузли вимірювання параметрів мікроклімату. Дані датчиків надходять на мікроконтролер для обробки. З трьох значень параметрів розраховується середнє значення та виконується формування керуючого сигналу. Сигнали управління спрямовані на частотні перетворювачі (ЧП) 1 і 2 які формують частоти обертання запірно-регулюючих клапанів, призначених для регулювання витрати гарячої та холодної води, за допомогою яких підтримується необхідна температура у приміщенні. Також сигнали керування запускають вентиляцію, пристрій зволоження або осушення. Надлишки води з повітря після осушення надходять у резервуар. У разі підвищення допустимого рівня води система сигналізує про необхідність звільнення ємності.

Управління технологічним процесом зводиться до підтримки необхідних параметрів мікроклімату у виробничому приміщенні. Структурна

схема автоматизованої системи управління параметрами мікроклімату виробничого приміщення представлена трьома рівнями (рис. 2.2).

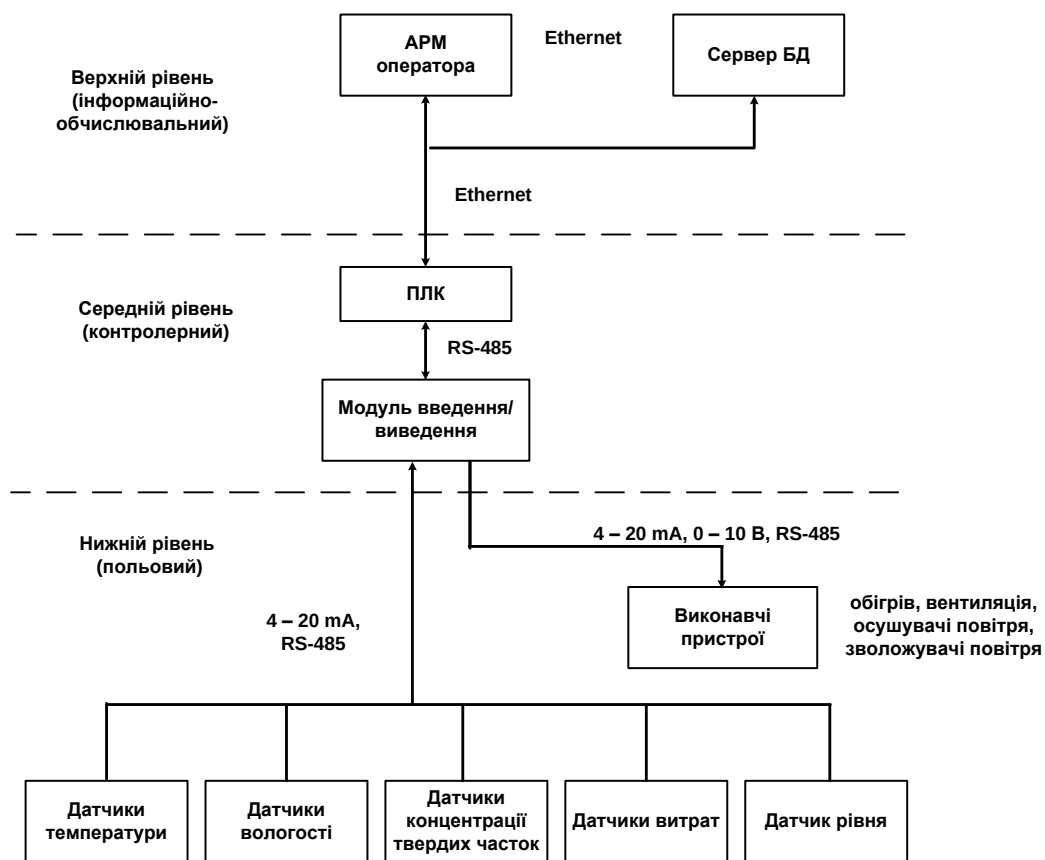


Рис. 2.5. Структурна схема автоматизованої системи управління параметрами мікроклімату виробничого приміщення

Нижній рівень (польовий) складається з первинних датчиків, що здійснює збір інформації про параметри мікроклімату та виконавчих пристроїв, які реалізують регулюючий вплив. Виконавчими пристроями є обігрів, вентиляція, осушувачі повітря, зволожувачі повітря.

Середній рівень (контролерний) складається з програмованого логічного контролера (ПЛК), який здійснює:

- Виконання команд верхнього рівня;
- обмін інформацією з верхнім рівнем;
- збір та первинну обробку інформації про параметри технологічного процесу;

- автоматичне регулювання.

Верхній рівень (інформаційно-обчислювальний) складається з комп'ютера, який з'єднаний з ПЛК мережею Ethernet. Як середовище, що передає, використовується мідна кручена пара.

2.4 Висновки до другого розділу

Були визначені вимоги до системи контролю і на їх основі були розроблені основні схеми, за допомогою яких у подальшому буде створений щит керування, а також проведені кабелі живлення та управління до виконавчих та контролюючих механізмів.

Запропонована система здатна підтримувати температуру та надлишковий тиск у будь-яку пору року. Це стає можливим завдяки секціям нагрівання та секціям охолодження. Надлишковий тиск створюється завдяки рециркуляційній камері. Якщо заслінки камери змішування вийшли в граничні положення, завдання на підтримки тиску переходить на витяжні вентилятори.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		32

3. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ СИСТЕМИ

3.1 Вибір контролера, опис середовища програмування

Для написання програмної частини необхідно визначитися з контролером, адже кожен контролер має своє програмне середовище, а також мову на якій буде написано програму. В даному випадку обрано контролер фірми Siemens, контролер серії S7 1200. Цей контролер має 14 дискретних входів, 10 дискретних транзисторних виходів та по 2 аналогових входів, виходів. Має здатність приєднати до нього 8 модулів, інтерфейсний модуль з розширення до 32 модулів та здатний виводити та приймати дані з панелі оператора.

В даному проекті було задіяно контролер та 13 модулів разом з панеллю оператора. Загальна кількість сигналів становить, 46 дискретних входів, 42 дискретних виходів, 26 аналогових входів та 18 аналогових виходів.

Тобто загальна кількість сигналів становить 132, тому для цього проекту було прийнято рішення використовувати саме цей контролер. Однак є можливість використовувати і інші контролери, наприклад можна було використати контролер фірми RAUT серії МахуCon Flexy-S2, даний контролер як і контролер S7 1200, являється вільно програмований.

Контролер МахуCon Flexy-S2 в даному випадку використовувати недоцільно, не зважаючи на його меншу вартість та безкоштовне середовище програмування RAUT Qubix, програмний язык Function Block Diagram. Приклад програмного середовища наведено на рисунку 4.1. Графічне представлення створюється в програмі, є можливість виводити дані та вносити завдання, також виводяться аварії та створюється графічне представлення для системи. Дане програмне середовище є простим в освоєнні, однак це призводить до обмеження функції.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						33
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Для втілення даного проекту слід використовувати контролер Siemens а саме S7 1200, програмне середовище TIA Portal 15v.

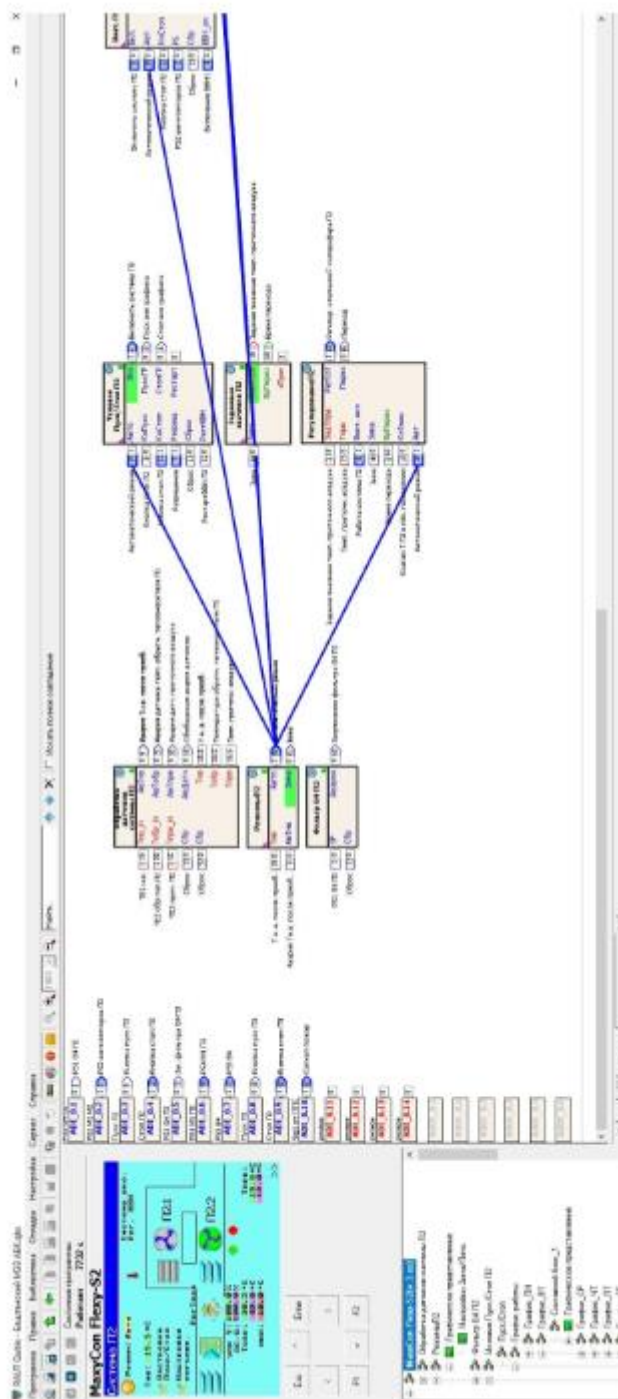


Рисунок 3.1 – Вигляд програмного середовища RAUT Qubix

Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат

МММТ 480.001.001 - ПЗ

Адк.

34

Стандартними мовами є Function Block Diagram, Ladder Diagram, Statement List. Для написання програми будемо використовувати мову Function Block Diagram (рис. 3.2).

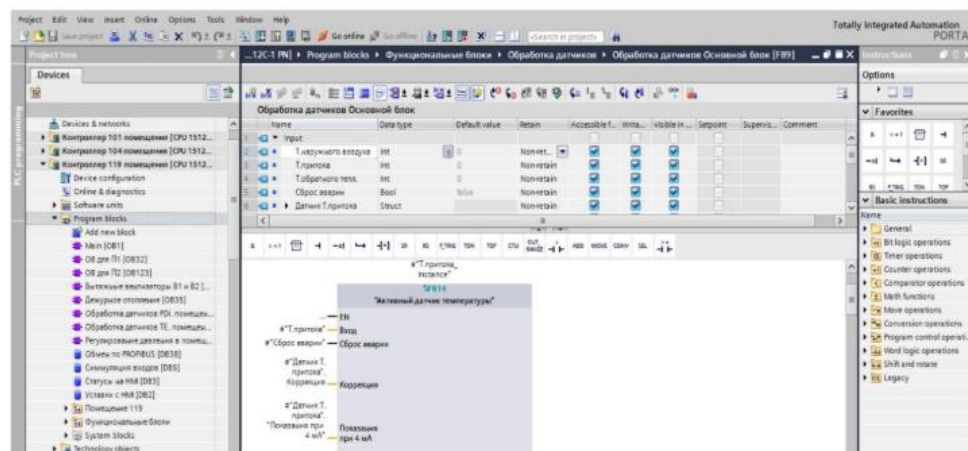


Рисунок 3.2 – Основна екранна форма програмного засобу

Програма має певну структуру, кожна з систем знаходиться в своєму організаційному блоці. Організаційні блоки для П1 та П2 в них знаходяться основні функціональні блоки, такі як «Обробка активних датчиків температури», блок «Режими зима/літо, та управління авто або ручний», блок «Система», блок «Фільтр притоку (витяжки)», блок «Вентиляторів», блок «Провідний ПДрегулятор», блок «Режим регулювання», блок «ВВН», блок «ВВО», блок «Камера змішування», а також блок «Аварії». За допомогою цих блоків відбувається контроль та управління усіма функціями системи П1 та П2.

Усі параметри, значення та графічні елементи виводяться на головний екран П1(П2), панелі оператора, та мають наступний вигляд (рис 3.3). За допомогою панелі оператора є можливість внесення нових значень для підтримки температури, тиску, або для налагодження системи. Також на усіх системних екранах відображаються аварії, їхній час появи та коротка назва аварії.

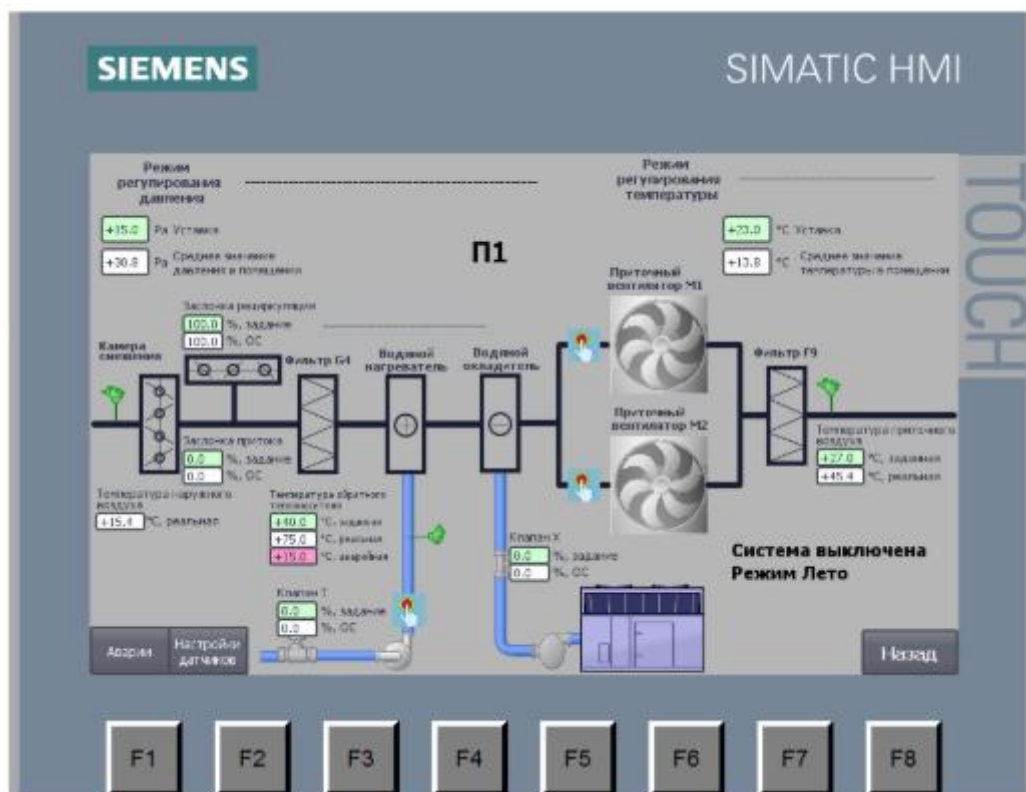


Рисунок 3.3 – Основний вигляд головного екрану П1(П2)

При натисканні на графічні елементи відбувається перехід на екран налаштування цього елементу. Так наприклад при натисканні на графічне зображення заслінок камери змішування, буде здійснено перехід на екран налаштування заслінок (рис. 3.4).

Організаційний блок витяжних вентиляторів В1 та В2 складається з чотирьох функціональних блоків, блоки «Витяжний вентилятор В1(В2)» та блоки «Дискретна заслінка В1(В2)». Основний екран витяжних вентиляторів зображений на рисунку 3.5, при натисканні на графічні елементи буде здійснюватися перехід до екрану налаштування.

Організаційні блоки «Чергового опалення», «Регулювання тиску», «Обробка датчиків температури в приміщенні» та «Обробка датчиків тиску в приміщенні», мають схожі функціональні блоки, а також свої екрани на які виводиться основні параметри та вносяться корегування.

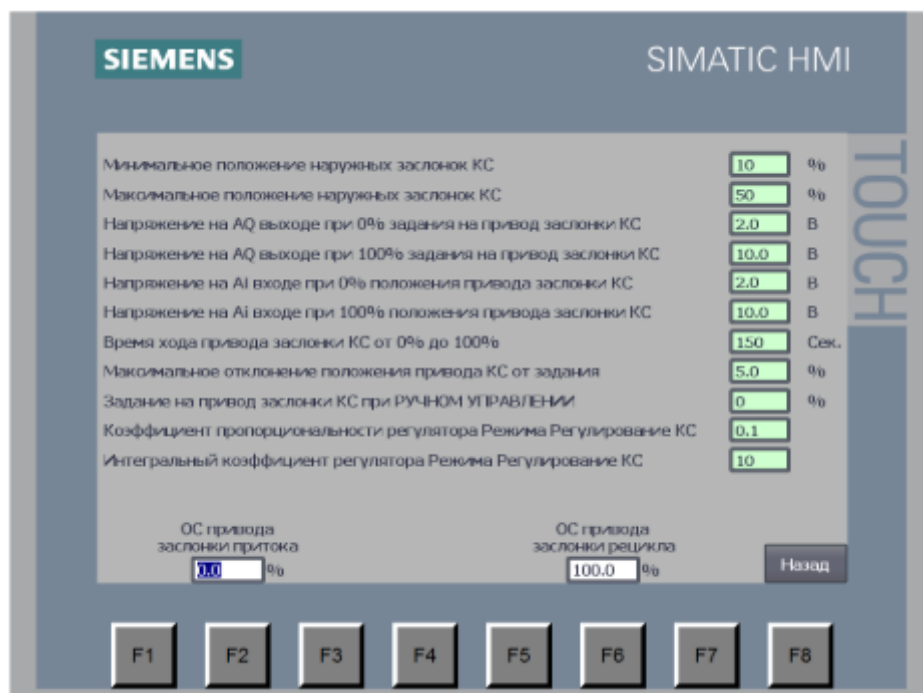


Рисунок 3.4 – Вигляд екрану налаштування заслінок системи П1(П2)

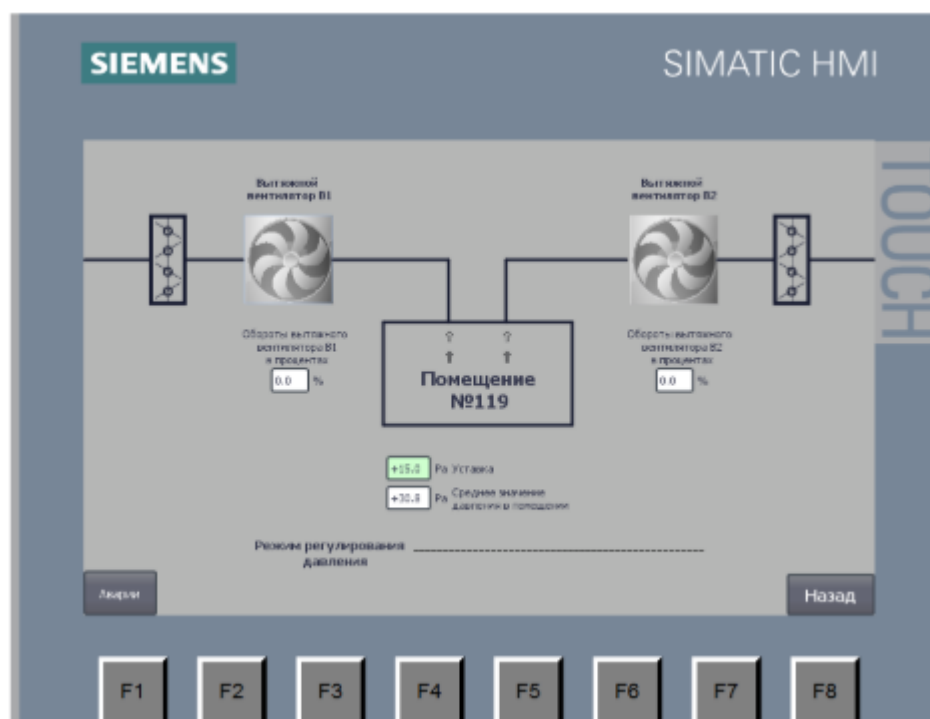


Рисунок 3.5 – Вигляд основного екрану витяжних вентиляторів

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.

МММТ 480.001.001 - ПЗ

Арк.

37

Усі організаційні блоки пов'язані між собою, так наприклад за допомогою блоку «Регулювання тиску», знаходиться виконавчий механізм за допомогою якого буде проводитися регулювання тиску (рис. 4.6).

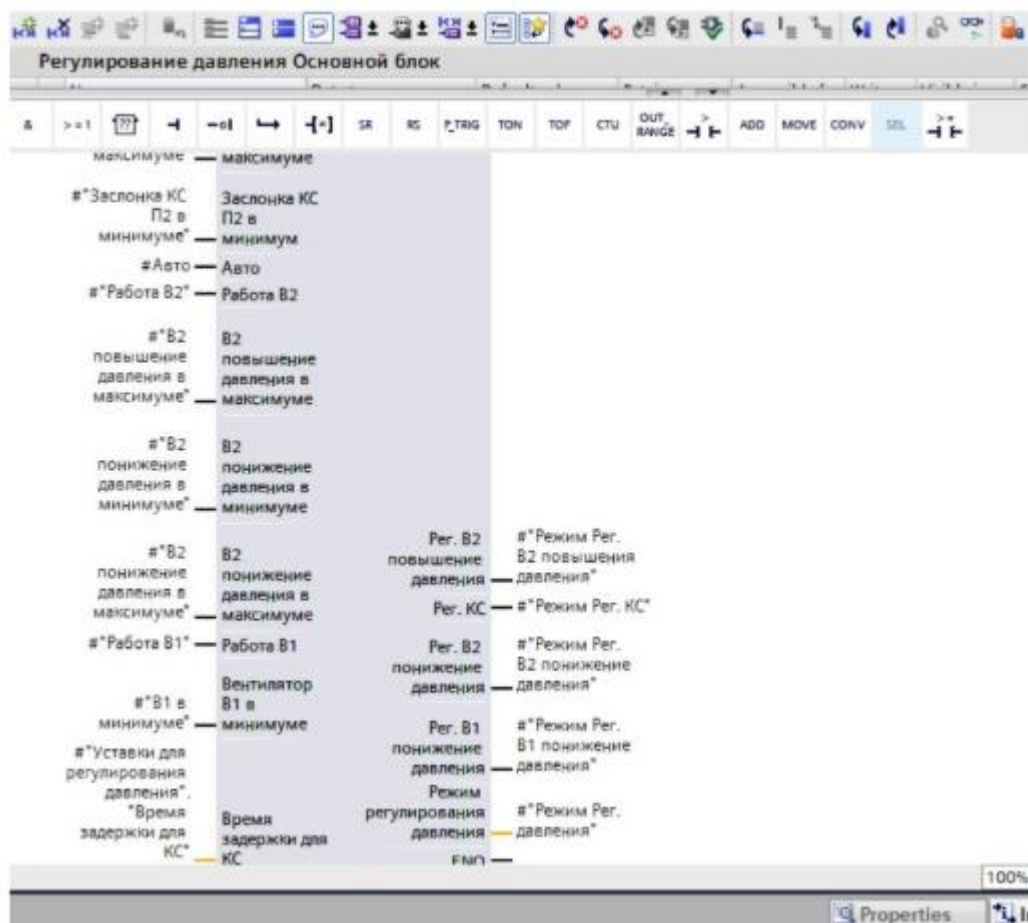


Рисунок 3.6 – Основна форма для налаштування тиску

Після того як визначається чим саме буде регулюватися тиск в приміщенні, сигнал дозволу на роботу певного механізму переходить в його організаційний блок. Цей сигнал формується лише в тому випадку якщо немає аварії цього механізму, тобто якщо виникла аварія В1 то регулювання тиску за допомогою нього буде заблоковано, якщо аварія виникла під час того як проводилося регулювання саме ним, то це завдання буде перекладено на інший виконавчий механізм.

3.2 Каскадне регулювання та програмна реалізація

Для регулювання температури в приміщенні за допомогою каскадного регулятора, було написано додатковий функціональний блок (рис. 3.7 – 3.10), та додатковий екран налаштувань для панелі оператора.



Рисунок 3.7 – Провідний ПІД-регулятор (Network 1-3)

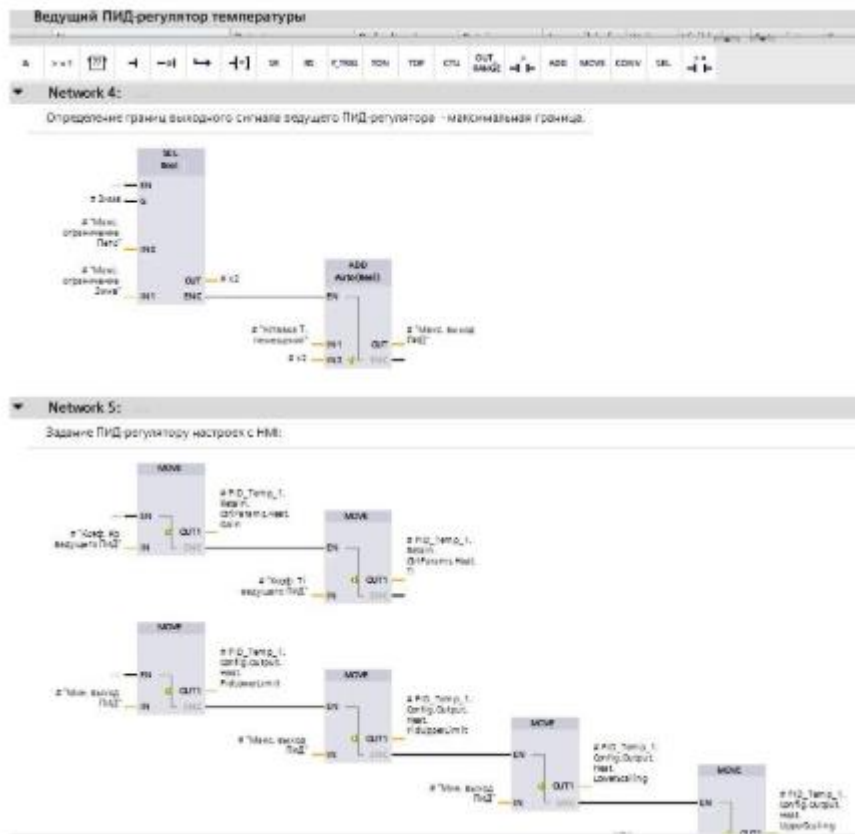


Рисунок 3.8 – Провідний ПІД-регулятор (Network 4-5)

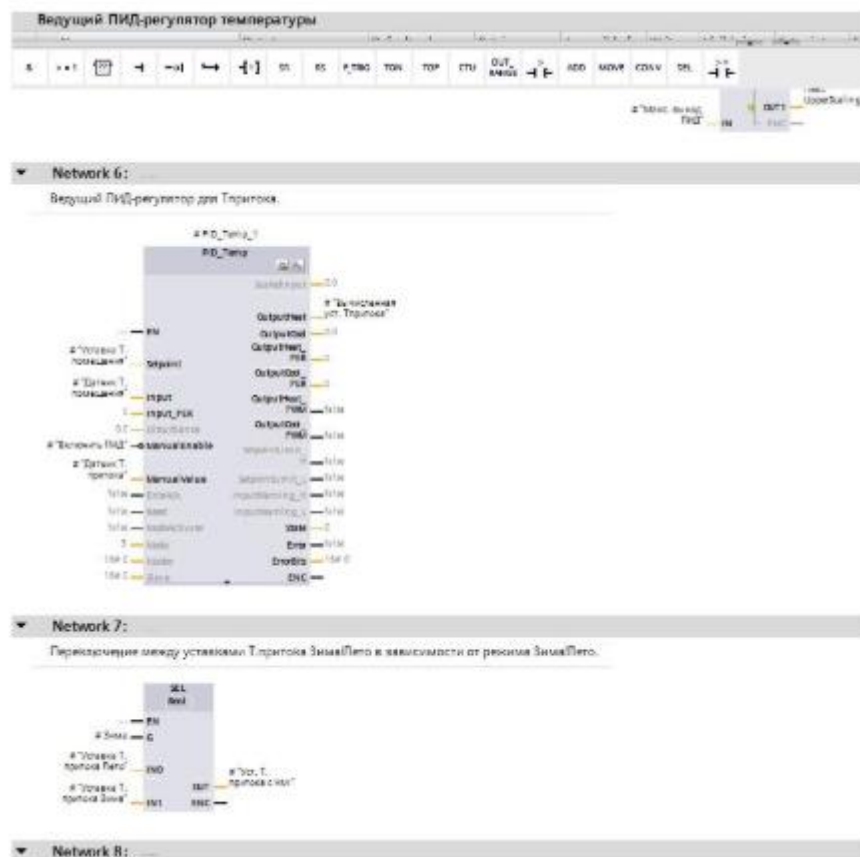


Рисунок 3.9 – Провідний ПІД-регулятор (Network 6-7)

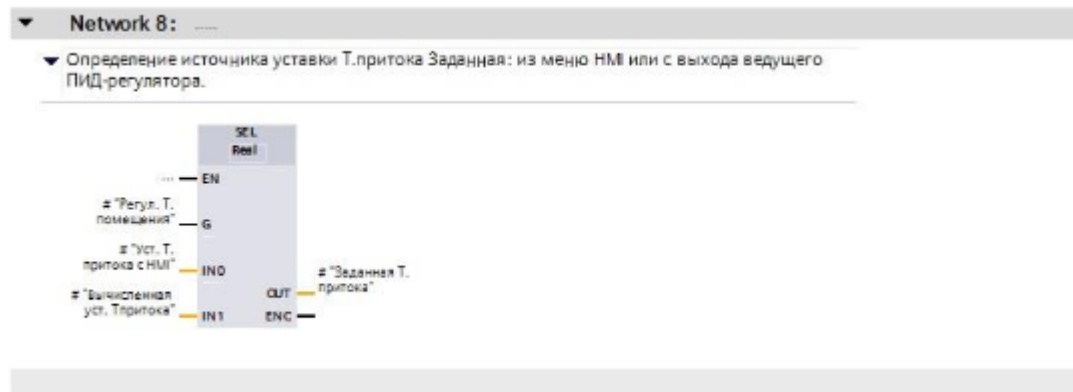


Рисунок 3.10 – Провідний ПІД-регулятор (Network 8)

За допомогою алгоритму що прописано в Network1, відбувається дозвіл на включення каскадного регулятора. Умови для його ввімкнення наступні, повинен бути дозвіл на його роботу з панелі оператора та не повинно бути аварії датчику приміщення, в нашому випадку аварія датчику приміщення формується у разі виходу зі строю відразу дев'яти датчиків.

У Network2, формуються умови для включення провідного ПІД регулятора, перша умова, повинен бути дозвіл з алгоритму Network1, друга умова повинен бути обраний автоматичний режим, що встановлюється в панелі оператора, третя умова це включення припливного вентилятора.

Network3, формуються умови для мінімальної границі, до якої провідний ПІД-регулятор, здатний зміщувати завдання провідного регулятора. Значення для режиму зима та літо задаються з екрану налаштувань на операторській панелі.

Network4, копіює Network3, однак знаходить максимальну границю зміщення.

Network5, вносить налаштування до провідного ПД-регулятора.

Network6, провідний ПД-регулятор, формує завдання для провідного регулятора, виходячи з встановленого завдання температури приміщення та його розбіжності з реальною температурою в приміщенні.

Network7, у разі вимкнення каскадного регулятора або аварії датчика температури приміщення, для провідного регулятора будуть встановлені значення з панель оператора, для періодів року зима та літо, вони мають різні значення.

Network8, в ньому формуються фінальне значення для провідного регулятора, або фінальне значення провідного регулятора, або завдання з панелі оператора.

На рисунку 3.11, ми бачимо основні налаштування провідного регулятора. Якщо каскадне регулювання буде вимкнено то завдання для веденого регулятора встановиться 26°C або 18°C, все залежить від пори року. Перехід з режиму «зима» в режим «літо», здійснюється автоматично по датчику температури зовнішнього повітря. У разі аварії датчика температури зовнішнього повітря, система автоматично встановить режим «зима», для захисту водяного калорифера від розмерзання.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		42



Рисунок 3.11 – Основна форма екрану для налаштування провідного ПД-регулятора

3.3 Моделювання роботи системи

На рисунку 3.12 представлено початкові значення температури припливного повітря, та температури приміщення. На білому фоні виводяться реальні показання датчиків, а на зеленому фоні виводяться задані значення.

Ми бачимо що середнє значення температури в приміщення 13.8°C , однак завдання встановлено на рівні 23°C . Тому завдання для припливного повітря будуть збільшуватися, до поки не дійдуть до верхньої границі зміщення, або температура в приміщенні не почне дорівнювати 23°C . Триходовий клапан почав відкриватися, тобто кількість води що надходить до калорифера починає збільшуватися, що призведе до зміни температури припливного повітря. В певний момент система зможе увійти в баланс,

провідний регулятор змістить завдання веденому регулятору, а той у свою чергу почне впливати на виконавчі механізми, щоб досягнути завдання що надходить.

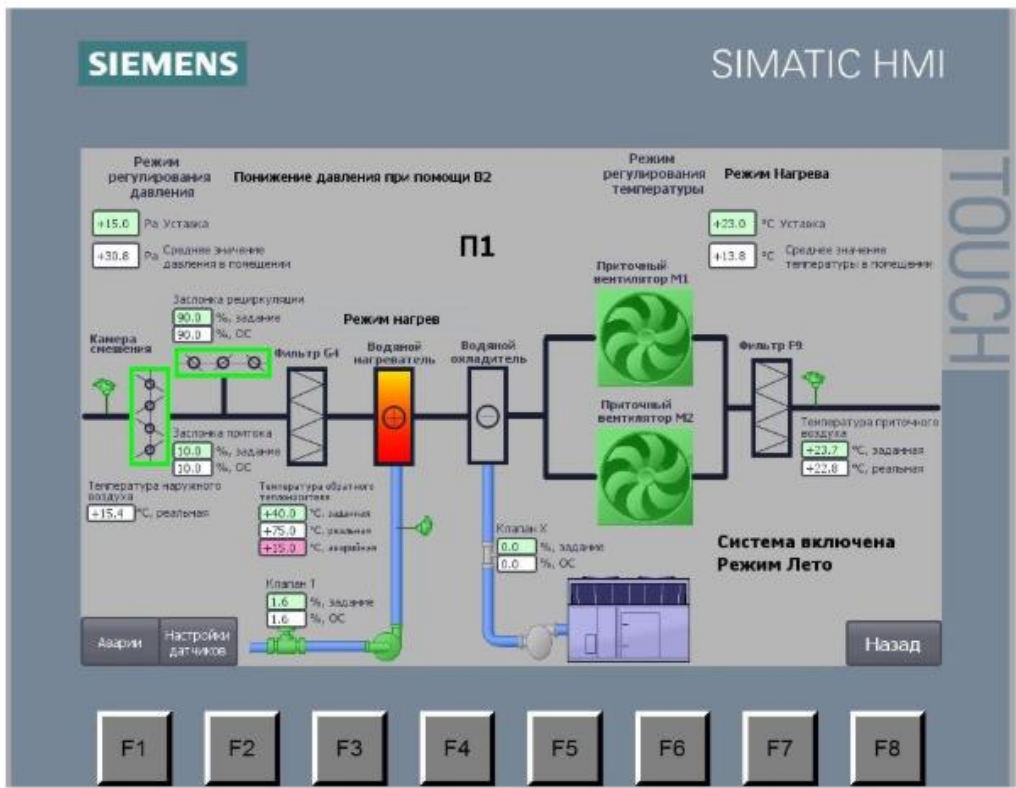


Рисунок 3.12 – Основне вікно для моделювання роботи системи (початкові значення)

На рисунку 3.13, видно що провідний регулятор досяг максимальної границі зміщення, а саме на 4°C від завдання. Клапан продовжуватиме відкриватися, так як є різниця між завдання та реальними показаннями.

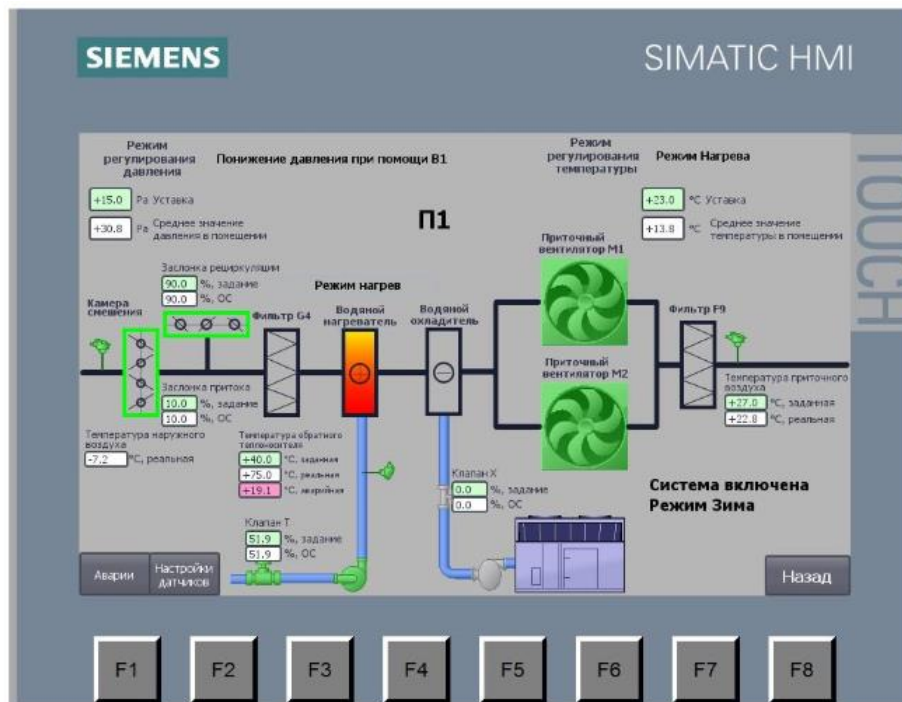


Рисунок 3.13 – Основне вікно для моделювання роботи системи (досягнення граничного зміщення)

На рисунку 3.14, бачимо, що при досягненні встановленої температури приміщення, провідний регулятор змінив завдання веденому. Система вийшла в баланс, клапан зупинив своє регулювання оскільки температура притоку порівнялася з завданням.

В момент вимкнення каскадного регулювання, провідний регулятор припиняє передавати завдання до веденого регулятора, натомість завдання надходить з панелі оператора. Оскільки температура менше ніж +5°C, система здійснила перехід в режим зима, то для припливного повітря встановилось завдання в +26°C.

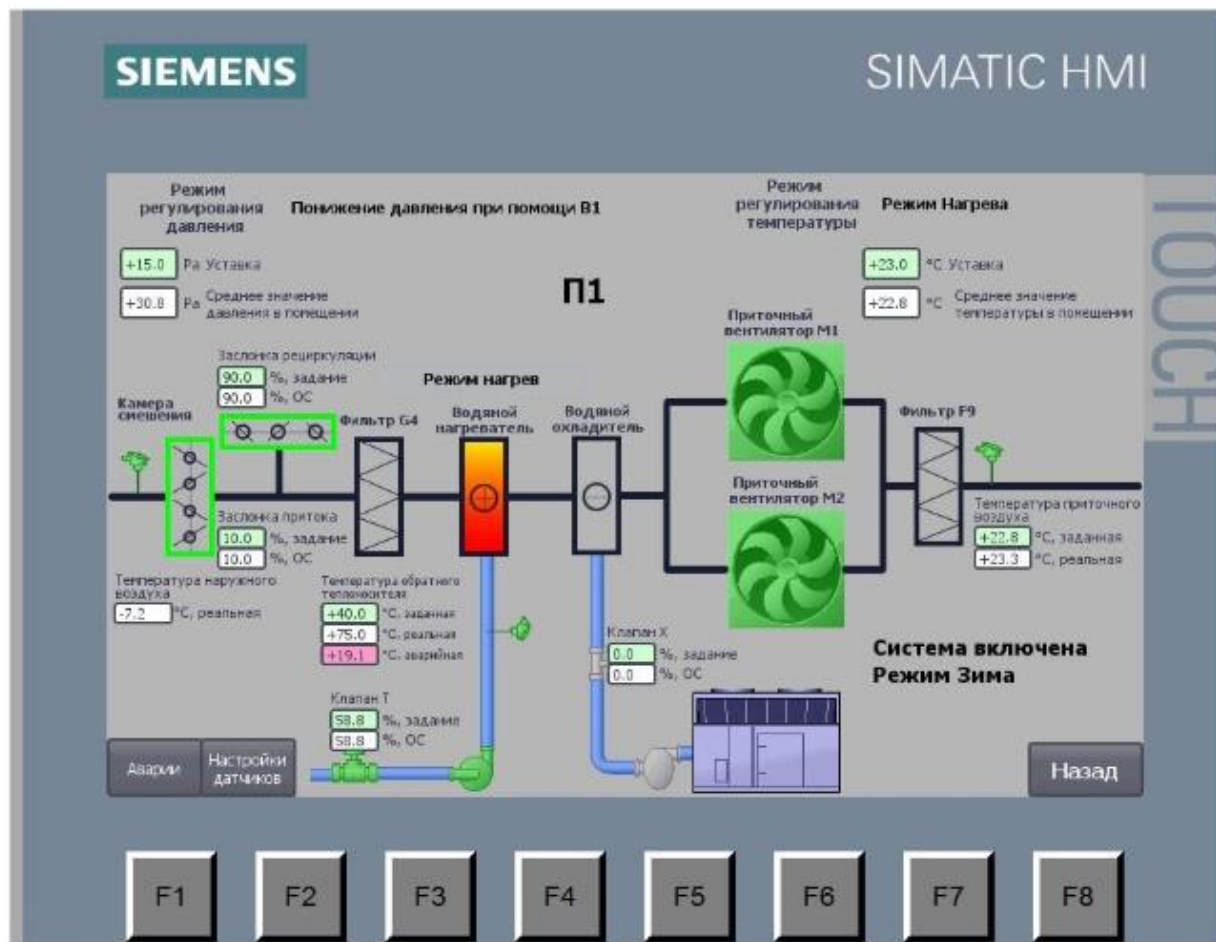
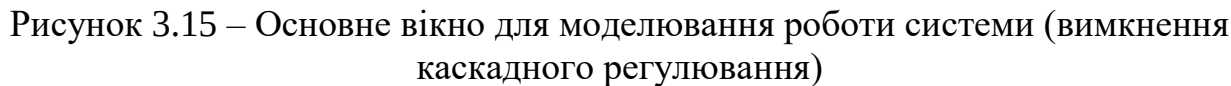


Рисунок 3.14 – Основне вікно для моделювання роботи системи (досягнення завдання)

Вимкнення каскадного регулювання (рис 3.15) призведе до того що температура в приміщенні не відповідатиме завданню, тобто на виході з припливної установка температура буде підтримуватися на рівні 26°C, однак реальна температура в приміщенні може суттєво відрізнятись, оскільки можуть бути великі тепловтрати, або навпаки великі тепловиділення. Таким чином стає зрозуміло що реальна температура у виробничому приміщенні, не буде відповідати температурі завдання, а це може впливати на технологічні процеси, і як наслідок на якість кінцевого продукту. Каскадне регулювання здатне підвищити коректність та точність підтримки мікроклімату у виробничих приміщеннях. Без каскадного регулювання система не здатна корегувати параметри повітряного середовища в приміщенні.



Система здатна в автоматичному режимі підтримувати температуру в приміщенні, маючи повітронагрівач та повітроохолоджувач, завдяки цьому

та тому що реалізовано каскадне регулювання, температура в приміщенні буде підтримуватися на рівні завдання не зважаючи на пору року.

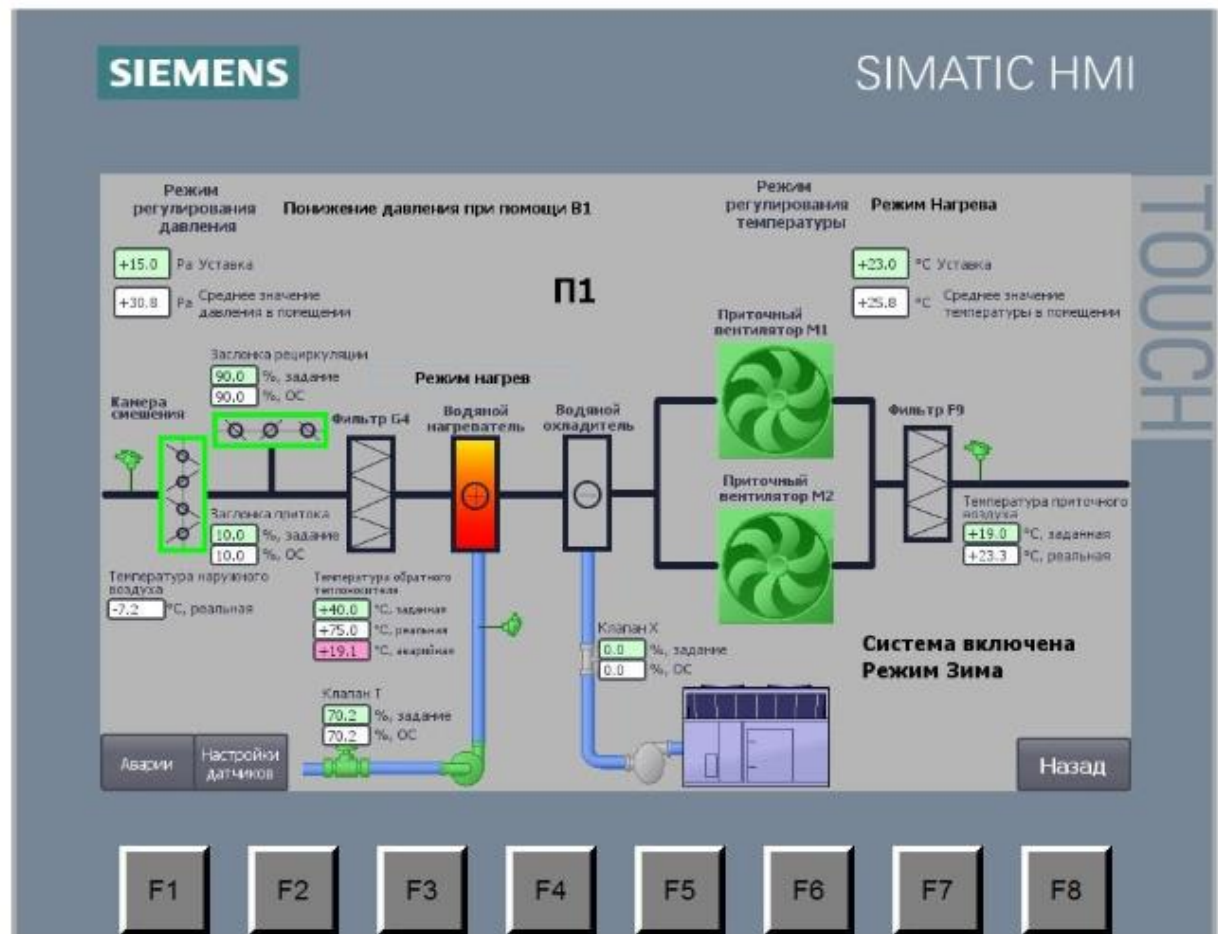


Рисунок 3.16 – Моделювання роботи системи (включення каскадного регулювання)

3.4 Висновки до третього розділу

У даному розділі було обрано контролер, на базі якого буде проводитися автоматизація. Зважаючи на складність системи та кількість сигналів було обрано контролер фірми Siemens, а саме S7 1200 та програмне середовище TIA Portal 15v. Контролер даної серії здатен повністю задовільнити усім вимогам, які сформульовані у технічному завданні.

На основі технічного завдання було створено програму, в якій було застосовано метод каскадного регулювання. Керування виконавчими

механізмами залишилось за веденим ПД-регулятором, тобто відштовхуючись від завдання припливного повітря. Однак завдання для нього формує провідний ПД-регулятор, відштовхуючись від завдання та реальних значень.

У даній програмі є можливість вимкнення каскадного регулювання, це зроблено для збільшення відмовостійкості. У випадку, якщо датчики контролю параметрів приміщення вийшли з ладу, система здатна продовжувати регулювання, однак з дещо більшою похибкою.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		49

4. АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ КЛІМАТ-КОНТРОЛЮ

Пропонована автоматизована система управління кліматом в виробничому приміщенні призначена для підтримки заданої температури, відносної вологості, рівня освітленості та концентрації вуглекислого газу. Для підтримки заданих параметрів реалізуються функції їх стабілізації. Управління таким процесом вимагає використання більш складних алгоритмів, багаторівневих систем керування технологічними процесами системи управління кліматом.

4.1 Алгоритм управління процесами функціонування системи управління кліматом

На рис. 4.1 представлений загальний алгоритм функціонування системи управління кліматом.

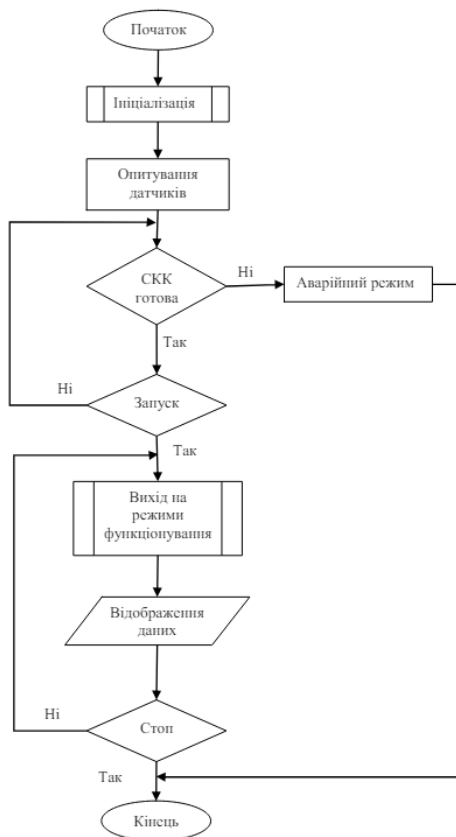


Рисунок 4.1 - Загальний алгоритм функціонування системи

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

МММТ 480.001.001 - ПЗ

Арк.

50

Система розпочинає свою роботу з ініціалізації. Ініціалізації передуює виконання програми, приводить СКК в режим готовності. Далі відбувається опитування датчиків, створюється масив даних. Якщо СКК готова до роботи, розпочинається цикл програми, якщо ні, система переходить в аварійний режим і зупиняється. Після запуску відбувається вихід на режими управління параметрами, що підлягають керуванню, та відображення даних. Розглянемо алгоритми керування, поділивши СКК на підсистеми.

Підсистема підтримки температури повітря в приміщенні.
Алгоритм функціонування підсистеми керування зображений на рисунку 4.2.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Авк.
Зм.	Авк.	№ докum.	Підпис	Дат		51

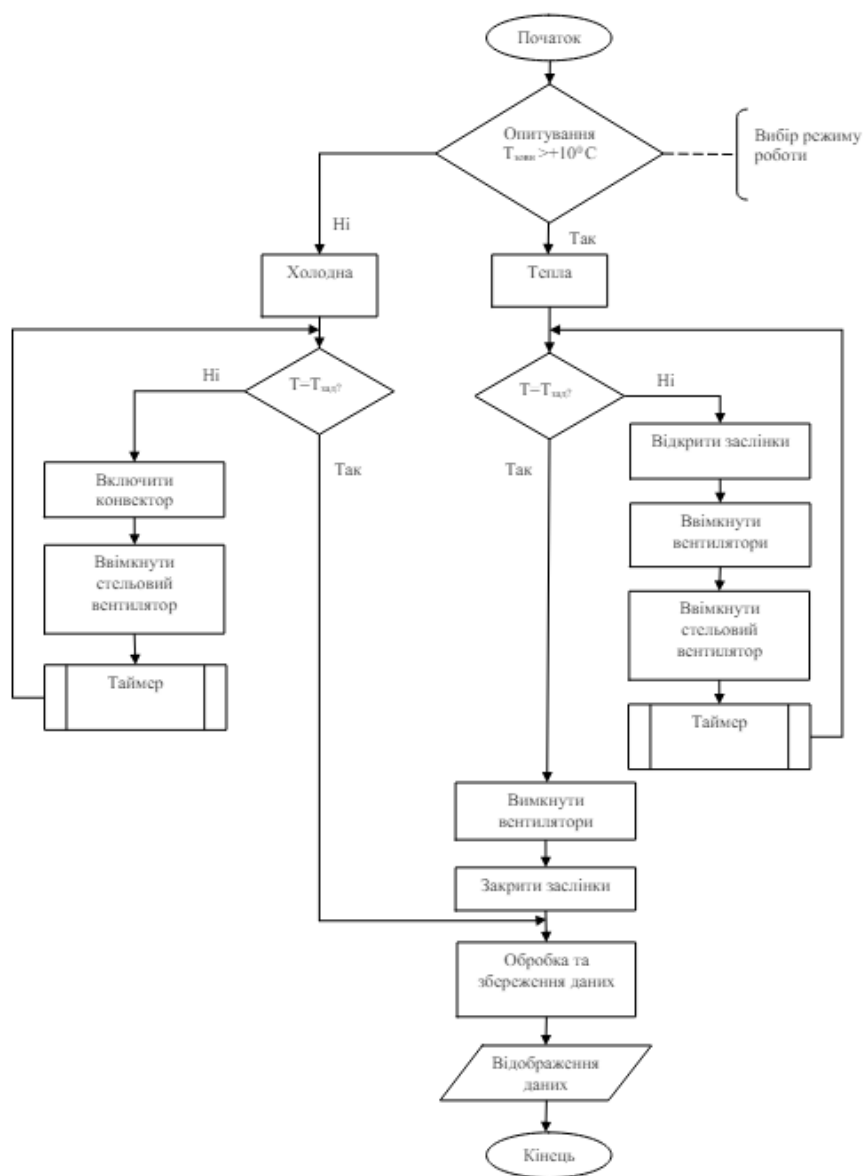


Рисунок 4.2 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки температури

Підсистема розпочинає свою роботу з опитування давача, який знаходиться ззовні обслуговуючого приміщення. Якщо температура більше $+10^{\circ}\text{C}$, то система переходить в режим «Тепла» пора року, якщо менше – «Холодна». В холодну пору року задана температура відповідатиме $22-23^{\circ}\text{C}$, а в теплу - $23-25^{\circ}\text{C}$.

Алгоритм функціонування підсистеми керування зображений на рисунку 4.3.

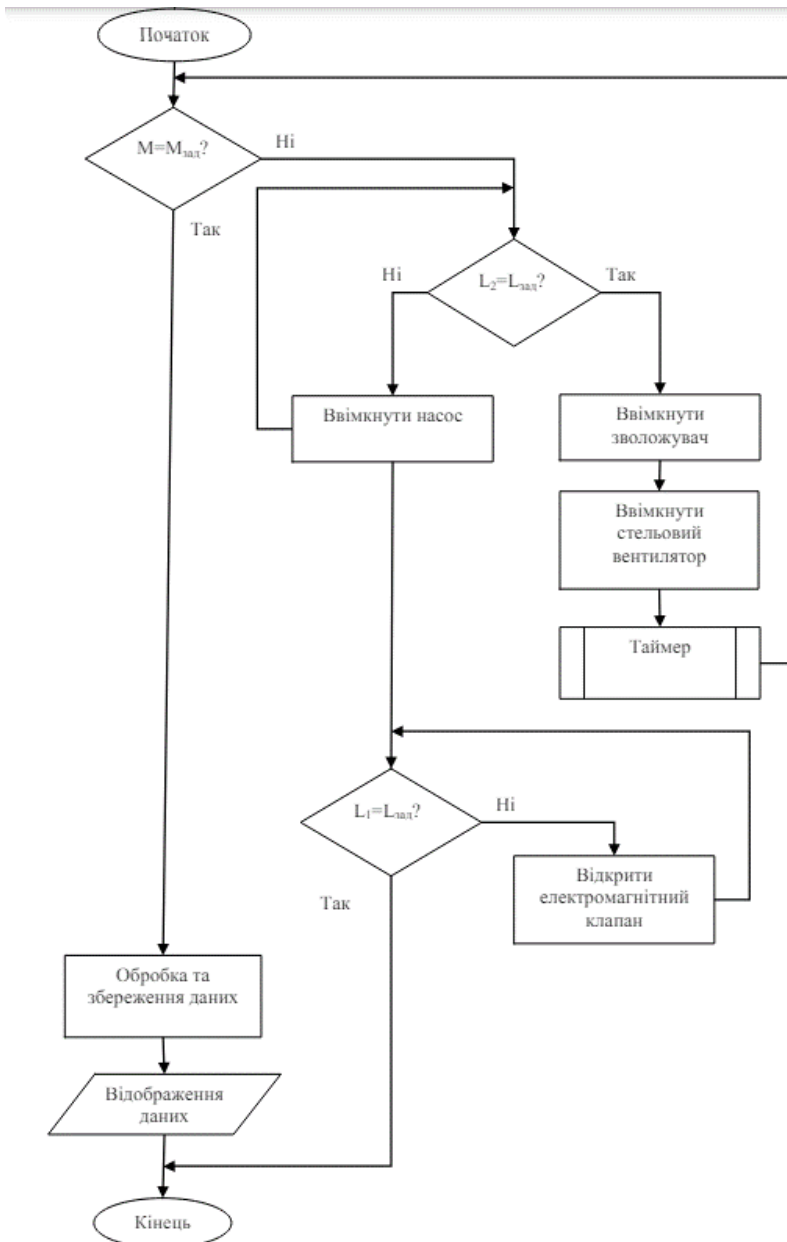


Рисунок 4.3 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки відносної вологості повітря

Алгоритм функціонування підсистеми керування зображень на
рисунок 4.4.

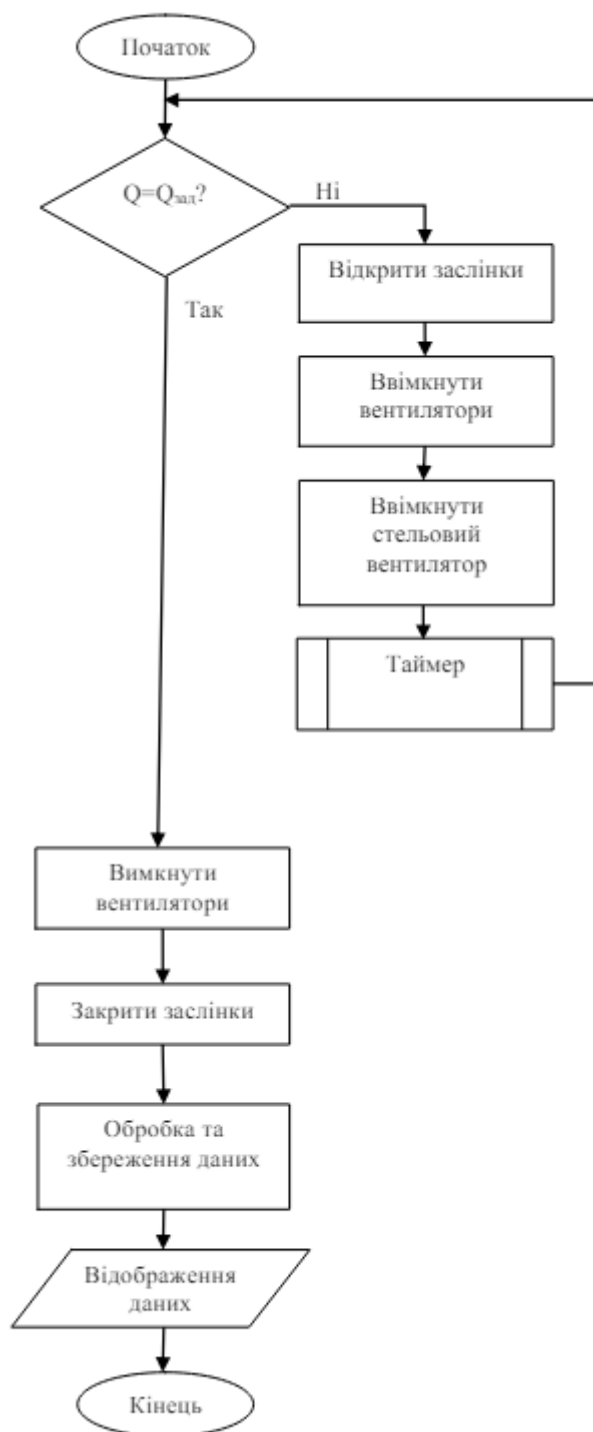


Рисунок 4.4 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки концентрації вуглекислого газу в повітрі

Алгоритм підсистеми керування *рівня освітленості в приміщенні* зображений на рисунку 4.5.

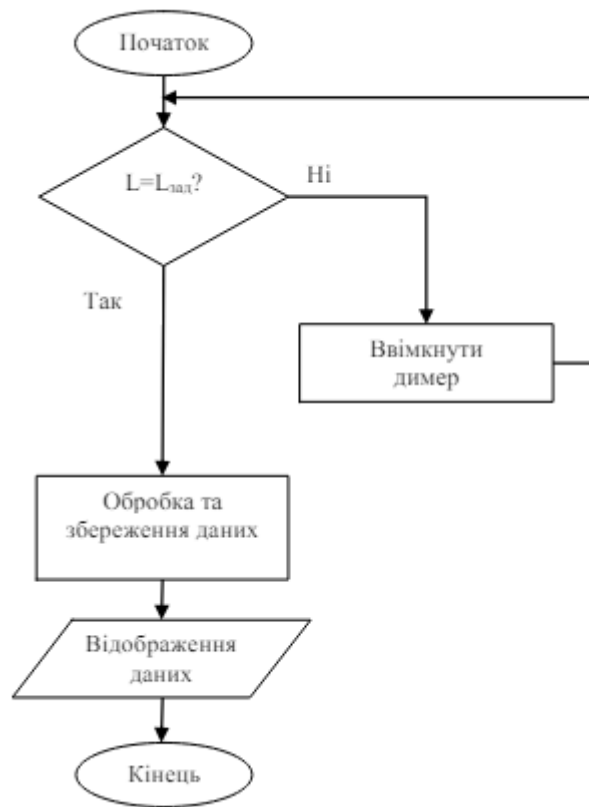


Рисунок 4.5 - Алгоритм функціонування підсистеми підтримки рівня освітленості

Для створення комфортного мікроклімату в виробничому приміщенні автоматизована система контролю і керування (АСКК) параметрами повітряного середовища повинна у реальному часі отримувати інформацію з усіх приміщень за безліччю параметрів.

Вхідними керуючими впливами АСКК слугують:

- інформація, що надходить від датчиків, встановлених у певних місцях аеродинамічної мережі щодо тиску, швидкості і витрати повітря;
- інформація з датчиків руху про кількість людей в приміщенні;
- інформація про температуру, вологість зовнішнього і внутрішнього повітря від датчиків температури і вологості;
- інформація з датчиків кутів повороту повітряних засувок;
- інформація про швидкості обертання вентилятора.

При цьому система керування повітряним середовищем піддається наступним впливам:

- періодична зміна аеродинамічного опору ділянок розгалуженої вентиляційної мережі;
- зміна витрати повітря при відкритті дверних і віконних прорізів ізолюваних приміщень (поршнева дія);
- зміна витрати повітря в приміщенні, викликане мінливістю вентиляційних режимів у сусідніх приміщеннях.

Вихідні керуючі впливи формуються системою керування на основі алгоритмів, залежно від вхідних керуючих і збурюючих впливів.

Вихідними керуючими впливами АСКК є:

- сигнали керування засувками, припливними віконними вентиляторами;
- сигнали завдання необхідної продуктивності вентилятора.

Програмно-технічний комплекс (ПТК), побудований із використанням новітніх інформаційних технологій, сучасних технічних засобів автоматизації й керування, є єдиною системою, що складається з сукупності різноаспектних компонентів (рис. 4.5): технічних і програмних засобів, автоматизованих й автоматичних систем, призначених для збору, оброблення й передачі інформації.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		56

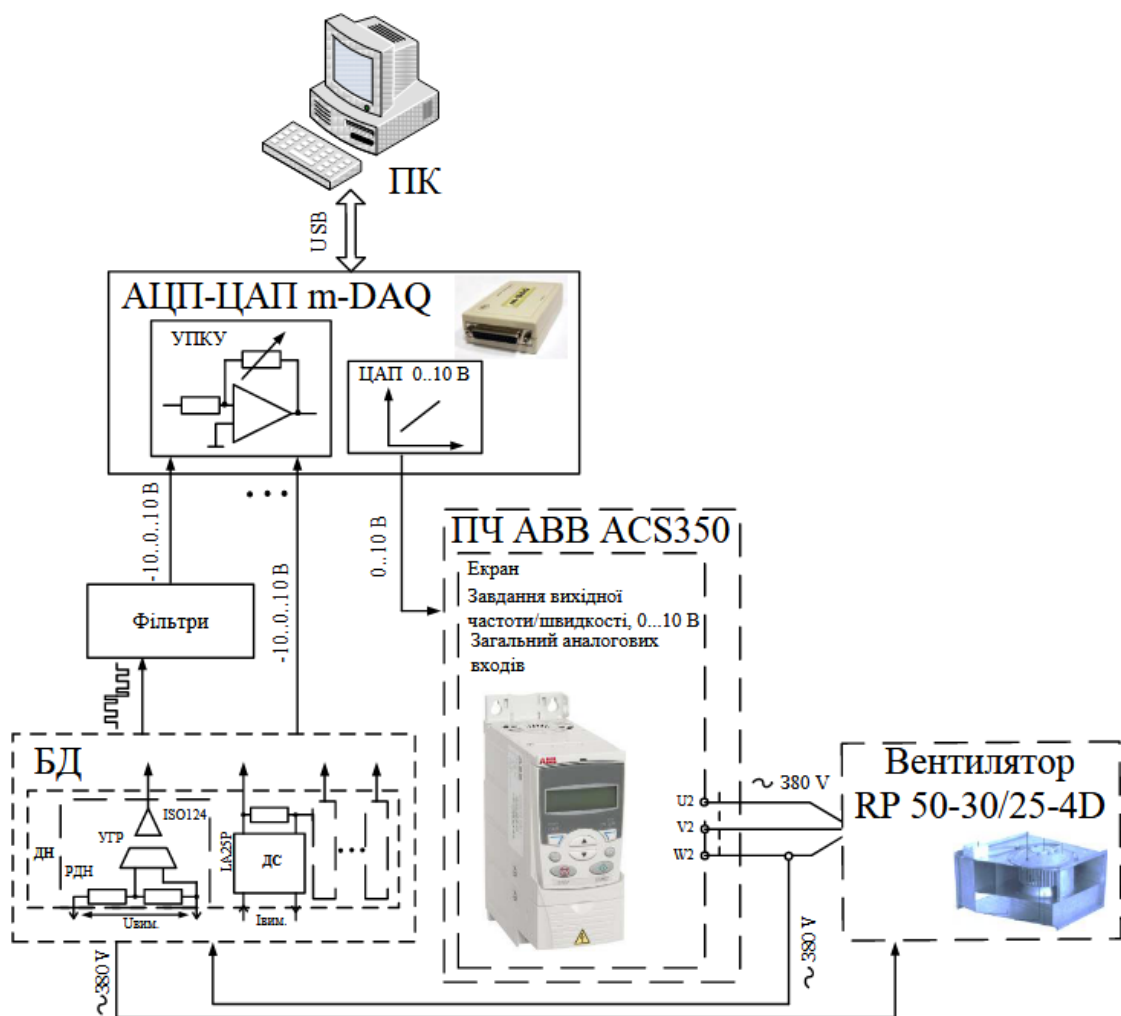


Рисунок 4.7 – Структурна схема системи керування й діагностики електропривода вентилятора m-DAQ

Принцип роботи вимірювального модуля блока датчиків струму і напруги полягає в перетворенні діючих значень цих фізичних величин у силовому колі ПЧ–АД на значення напруги для комутації з АЦП системи збору даних m-DAQ, частота дискретизації якої складає 1кГц.

Сигнали з датчиків струму безпосередньо комутуються з аналоговими каналами АЦП, а сигнали з датчиків напруги фільтруються (фільтри), де відбувається перетворення ШІМ-сигналу ПЧ на змінну напругу і потім комутуються з аналоговими каналами. Система збору даних m-DAQ виконує дві функції – передача даних вимірів на ПК та керування ПЧ.

На рис. 4.8 зображена функціональна схема комплексної автоматизованої системи забезпечення нормального функціонування виробництва і стану виробничого середовища

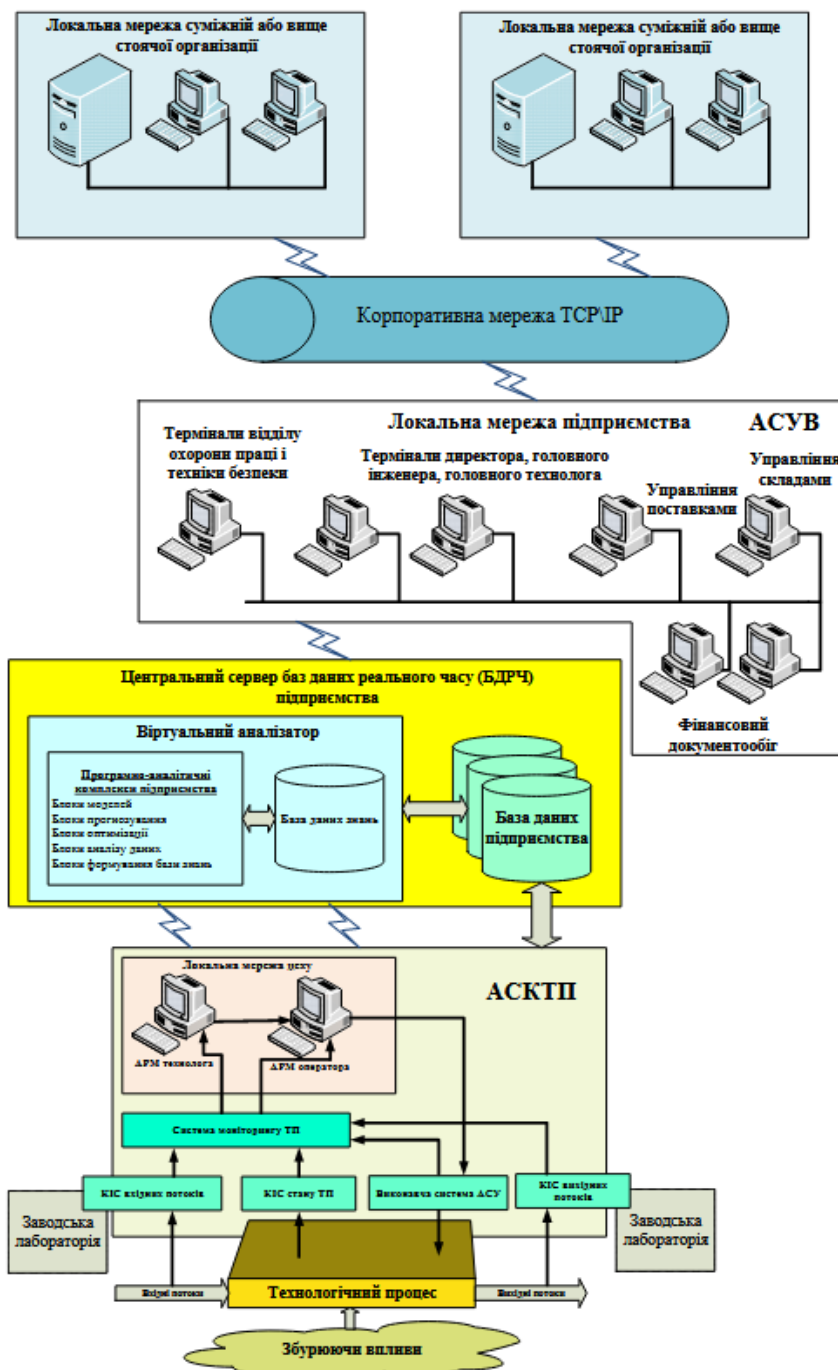


Рисунок 4.8 – Функціональна схема комплексної автоматизованої системи забезпечення нормального функціонування виробництва і стану виробничого середовища

При нормалізації параметрів виробничого середовища необхідно враховувати різні призначення приміщень, як-то адміністративні, виробничі, майстерні або складські приміщення, де склад і швидкість зміни фізичних факторів значно відрізняються. В ідеальному варіанті бажане встановлення максимальної кількості датчиків і обладнання задля підтримання максимальної кількості фізичних факторів в санітарно-гігієнічних межах. Однак при цьому значно збільшується вартісні показників вентиляційної установки.

Виходячи з вищевикладеного, необхідно розробити сучасний метод з контролю, моніторингу та керування рівнями фізичних факторів виробничого середовища, який би поряд з мінімально необхідної кількості встановленого обладнання підтримував сприятливі умови праці.

4.2 Автоматизований комплекс контролю, моніторингу та керування рівнями фізичних факторів виробничого середовища

Виконаний аналіз існуючих систем керування мікрокліматом приміщень колективного користування показав недосконалість низки з них, зокрема, дані системи не можуть швидко реагувати на параметри повітряного середовища, що змінюються. У зв'язку з цим необхідно розробити метод, який би дозволив враховувати таку зміну повітряного середовища.

Якщо приміщення пов'язані між собою, специфічні, у яких змінюється контингент, режими роботи, то в них відбувається постійна зміна повітряного середовища, створюючи умови, під час яких люди втомлюються, втрачають уважність – це призводить до ризику втрати здоров'я. Керування таким середовищем вимагає іншого підходу. Аналіз існуючої літератури показав відсутність науково-обґрунтованих методів

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						60
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

керування якістю повітряного середовища, які дозволили б, поряд з ефективним використанням енергоспоживання, максимально забезпечити комфортний безпечний повітряний простір виробничих приміщень.

У зв'язку з цим розроблена структурна схема комплексної автоматизованої системи контролю, моніторингу та керування рівнями фізичних факторів робочої зони виробничого середовища (рис. 4.9), яка забезпечує приплив і рециркуляцію повітря, очищення його від пилу, визначення кількості персоналу, теплового випромінювання від суб'єктів, температури та вологості повітря, вмісту двооксиду вуглецю та концентрації іонів у повітрі приміщенні, створення, підтримки та регулювання необхідних параметрів (температури, вологості, чистоти повітря, газового складу і т. д.) у зоні обслуговування, контролю й обліку факторів, що впливають на мікроклімат.

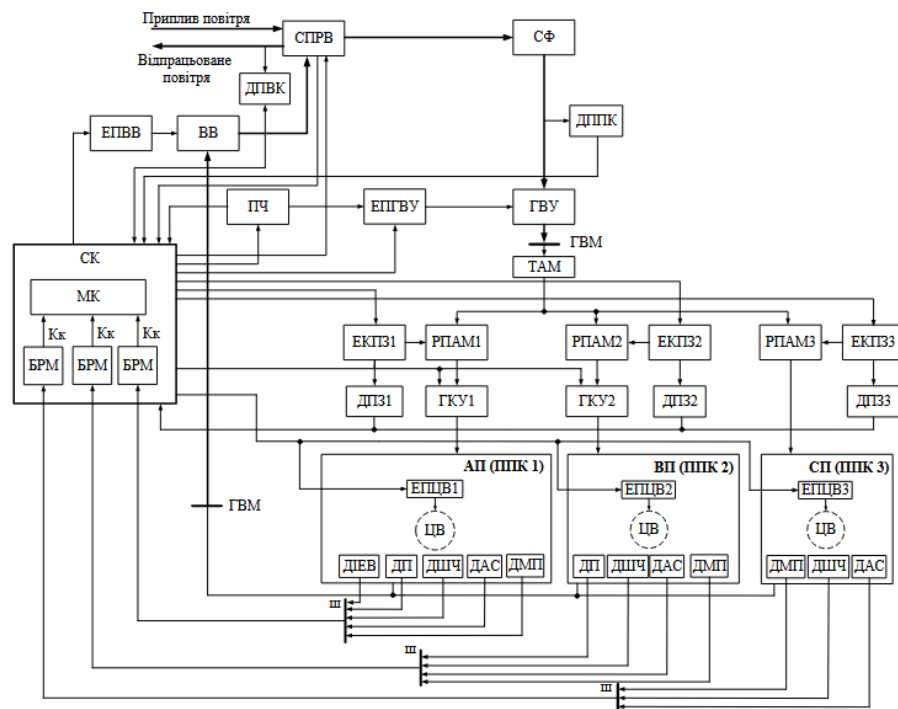


Рисунок 5.8 – Структурна схема комплексної автоматизованої системи контролю, моніторингу та керування рівнями фізичних факторів робочої зони виробничого середовища

У схемі прийняті такі позначення: ППК1–3 – приміщення підвищеної комфортності; АП – адміністративне приміщення; ВП – виробниче приміщення; СП – складське приміщення; Ш – шина; ГВМ – головна вентиляційна магістраль; СПРВ – система підготовки та рециркуляції повітря; ДППК – датчик продуктивності (кількість повітря) в припливному каналі; ДПВК – датчик продуктивності у витяжному каналі; ВВ – витяжний вентилятор; ЕПВВ – електричний керований привод витяжного вентилятора; ПЧ – перетворювач частоти; ЕПГВУ – електричний керований привод головної вентиляційної установки; ГВУ – головна вентиляційна установка; СФ – система фільтрації; ТАМ – трубопровідна аеродинамічна мережа; РПАМ – регулювальний пристрій розгалуженої аеродинамічної мережі (засувка); ЕКПЗ – електричний керований привод засувки; ГКУ – генератори створення комфортних умов (іонізатор та інші); ДПЗ – датчик положення засувки; СК – система керування; ЕПЦВ – електричний керований привод циркуляційного вентилятора; ЦВ – циркуляційний вентилятор; ДП – датчики присутності та визначення кількості працівників; ДШЧ – датчики шкідливих факторів; ДАС – датчики аварійної сигналізації; ДІЕВ – датчики іонного складу та електромагнітних полів і випромінювань; ДМП – датчики мікрокліматичних параметрів; БРМ – блоки регресійної моделі, Кк – коефіцієнт комфортності, МК – мікроконтролер.

Поставлена задача вирішується тим, що у вентиляційній установці сигнали про значення температури, відносної вологості, швидкості руху повітря та концентрацій аероіонів у приміщенні надходять із датчиків до комп'ютера, що містить рівняння регресії, за допомогою якого отримана інформація обробляється та наводиться у вигляді одного параметра, що характеризує всі задані параметри – коефіцієнта комфортності. Даний коефіцієнт комфортності порівнюється з оптимальним значенням. На

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						62
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

підставі виконаного порівняння система керування регулює зазначені параметри у приміщенні.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

5. РОЗРАХУНОК ПОХИБОК ВИМІРЮВАННЯ (МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК)

Для розрахунку похибок вимірювання (метрологічних характеристик) необхідно врахувати всі джерела похибок, пов'язані з датчиком температури та вологості (ПВТ100), а також з програмованим логічним контролером (ПЛК) SIMATIC S7-200. Основні види похибок включають систематичні та випадкові похибки. Розглянемо їх детальніше.

Основні види похибок

1. Систематичні похибки:

- Похибка калібрування
- Похибка інструмента (датчика)
- Похибка через зовнішні фактори (температура, вологість, тиск)
- Похибка вимірювального ланцюга (аналого-цифровий

перетворювач ПЛК)

2. Випадкові похибки:

- Флуктуації сигналу
- Нестабільність датчика
- Шум вимірювальної системи

Метрологічні характеристики датчика ПВТ100

Для розрахунку похибок необхідно знати метрологічні характеристики датчика ПВТ100:

1. Похибка вимірювання температури:

- Типова похибка: $\pm(0.1 + 0.005 \cdot T)$ °C, де T — виміряна температура

2. Похибка вимірювання вологості:

- Типова похибка: $\pm 2\%$ RH (відносної вологості)

Метрологічні характеристики ПЛК SIMATIC S7-200

1. Аналого-цифровий перетворювач (АЦП):

- Дискретність: $\pm 0.1\%$

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						64
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- Лінійність: $\pm 0.05\%$

Розрахунок сумарної похибки вимірювання температури

Сумарна похибка вимірювання температури складається з похибки датчика та похибки АЦП:

$$\delta_T = \sqrt{(\delta_{\text{датчик}}^2 + \delta_{\text{АЦП}}^2)} \quad (6.1)$$

де:

- $\delta_{\text{датчик}} = 0.1 + 0.005T$ °C
- $\delta_{\text{АЦП}} = 0.1\%$ від діапазону вимірювання (наприклад, для діапазону 0-100°C це 0.1°C)

Розрахунок сумарної похибки вимірювання вологості

Сумарна похибка вимірювання вологості складається з похибки датчика та похибки АЦП:

$$\delta_{RH} = \sqrt{(\delta_{\text{датчик}}^2 + \delta_{\text{АЦП}}^2)} \quad (6.2)$$

де:

- $\delta_{\text{датчик}} = 2\%$
- $\delta_{\text{АЦП}} = 0.1\%$ від діапазону вимірювання (наприклад, для діапазону 0-100% це 0.1%)

Приклад розрахунку

Вимірювання температури

Припустимо, що виміряна температура становить 20°C:

1. **Похибка датчика:**

$$\delta_{\text{датчик}} = 0.1 + 0.005 \cdot 20 = 0.1 + 0.1 = 0.20^\circ\text{C}$$

2. **Похибка АЦП:**

$$\delta_{\text{АЦП}} = 0.1\% \cdot 100 = 0.1^\circ\text{C}$$

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат.		

3. Сумарна похибка:

$$\delta T = \sqrt{(0.20^2 + 0.1^2)} = \sqrt{(0.2 + 0.01)} \approx \sqrt{0.4582}$$

Вимірювання вологості

Припустимо, що виміряна вологість становить 50% RH:

1. Похибка датчика:

$$\delta_{\text{датчик}} = 2\%$$

2. Похибка АЦП:

$$\delta_{\text{АЦП}} = 0.1\% \cdot 100 = 0.1\%$$

3. Сумарна похибка:

$$\delta_{RH} = \sqrt{(2^2 + 0.1^2)} = \sqrt{(4 + 0.01)} = \sqrt{4.01} \approx 2.00\%$$

Сумарні похибки вимірювання температури та вологості можна використовувати для оцінки точності вимірювань. Для температури сумарна похибка становить приблизно 0.67°C при 20°C, а для вологості — приблизно 2.00% при 50% RH. Ці похибки потрібно враховувати під час проектування системи та налаштування порогових значень.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		66

6. ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ СИСТЕМИ

Розрахунок надійності робимо у відповідності зі схемою електричною підключення, з обліком заданої кліматичної категорії і виконання системи.

Параметр потоку відмов визначається по формулі:

$$\lambda_{\text{сис}} = \sum N_i \lambda_i$$

де N - число груп комплектуючих, що входять до складу системи; N_i - кількість і інтенсивність відмов комплектуючих i -ої групи.

Інтенсивність відмов комплектуючих i -ої групи в робочому режимі визначається як:

$$\lambda_i = \lambda_{0i} \cdot a_1 \dots a_n$$

де λ_{0i} - інтенсивність відмов комплектуючого виробу в номінальному режимі і нормальних умовах $a_1 \dots a_n$ - коефіцієнти, що враховують умови роботи.

Для визначення коефіцієнта a_1 скористаємося довідниковими даними:

$$a_1 = k_{11} \cdot k_{12} \cdot \dots \cdot k_{15}$$

з огляду на умови експлуатації, вибираємо $k_{11}=2$, $k_{12}=1$, $k_{13}=1$, $k_{14}=2$, k_{15} ; таким чином, $a_1=2$. Зробимо розрахунок, скориставшись таблицею 8.1.

Інтенсивність потоку відмов елементів системи: $\lambda_{\text{сис}} = 23,331 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$.

Можливість безвідмовної роботи протягом часу t :

$$P(t) = e^{-\lambda t} \quad (8.1)$$

де T - час роботи системи, годин,

$\lambda_{\text{сис}}$ - інтенсивність потоку відмов.

Середній час наробітку на відмову визначимо по формулі:

$$T_0 = \lambda_{\text{сис}}^{-1}$$

При $\lambda_{\text{сис}} = 24,331 \cdot 10^{-6} \text{ год}^{-1}$ значення $T_0 = 41050$ годин.

Ймовірність безвідмовної роботи за час $T = 1000$ год. визначимо по формулі (8.1). Вона склала 0,9760 відповідно до рис. 8.1.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		67

Таблиця 8.1. Інтенсивність потоку відмов елементів системи

Прилад	$\lambda_{0i} \cdot 10^{-6}$	N_i	a_1	a_2	a_3	$N_i \cdot \lambda_{0i} \cdot 10^{-6}$
Датчик вологості ДВ1	3,003	1	2	0,5	1	5,034
Витратомір РГ-ОНТ	3,635	1	2	0,5	1	3,653
Датчик тиску Rosemount 3051C	1,917	2	2	0,5	1	3,834
Вологомір Phase Dynamics Inc	2,686	1	2	0,5	1	1,686
Датчик Rosemount 3051C	1,975	1	2	0,5	1	1,975
ПЛК SIMATIC S7-200	2,989	1	2	0,5	1	1,989
Газосигналізатор Варта 1-03.14	2,160	1	2	0,5	1	2,160
Роз'єми	0,010	400	2	0,5	1	4,0
Всього						24,331

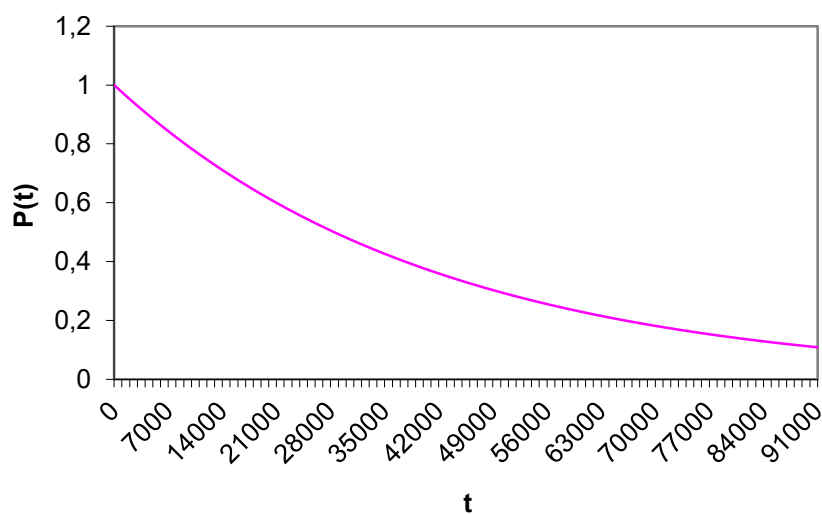


Рис. 8.1. Ймовірність безвідмовної роботи

7. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Перша допомога при ураженні струмом

Попередньо необхідно знеструмити усе обладнання або провід, які стали причиною ураження людини струмом. Для цього можуть бути застосовані всі засоби: вимкнути рубильник, вивернути або вимкнути пробки на електричному щитку, припинити подачу живлення роз'єднанням найближчого штепсельного роз'єму.

У разі якщо виникла неможливості припинення подачі електричного струму штатними засобами, необхідно перерубати кабелі живлення, використовуючи будь-які ріжучі предмети обов'язково з ізольованими рукоятками.

Якщо ж і це зробити немає можливості, потерпілого необхідно відтягнути від електричної установки або скинути з нього провід за допомогою будь-якого струмопровідного предмету. При цьому важливо захистити себе від впливу електричного струму, надівши на руки гумові рукавички або обмотавши їх сухою тканиною. На ноги бажано одягнути гумове взуття, у разі його відсутності підкласти під ноги гумовий килимок, суху дошку або згорнуту сухий одяг. Відтягувати потерпілого слід за край одягу, уникаючи контакту з відкритими ділянками його тіла

Відразу ж, протягом 10-20 секунд, необхідно визначити ступінь ураження людини електричним струмом. Поклавши потерпілого на спину і розстебнувши одяг, що утруднює дихання, потрібно перевірити наявність у нього пульсу на шиї в районі сонної артерії або на променевій артерії в області зап'ястя, переконавшись у присутності дихання з підйому і опускання грудної клітини, перевірити кровообіг мозку по наявності рефлекторної реакції звуження зіниці ока при попаданні на нього яскравого світла. і в тому випадку, коли у постраждалого геть відсутні всі ознаки життя.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						69
Зм.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дат		

7.2 Пожежна безпека.

Вогонь, що вийшов із-під контролю, здатний викликати значні руйнівні та смертоносні наслідки. До таких проявів вогняної стихії належать пожежі.

Пожежа – неконтрольоване горіння поза спеціальним вогнищем, що розповсюджується у часі і просторі.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів. До таких факторів належать: полум'я та іскри, підвищена температура навколишнього середовища, токсичні продукти горіння й термічного розкладу матеріалів і речовин, дим, знижена концентрація кисню.

Вторинними проявами небезпечних факторів пожежі вважаються: уламки, частини зруйнованих апаратів, агрегатів, установок, конструкцій; радіоактивні та токсичні речовини і матеріали, викинуті зі зруйнованих апаратів та установок; електричний струм, пов'язаний з переходом напруги на струмопровідні елементи будівельних конструкцій, апаратів, агрегатів внаслідок пошкодження ізоляції під дією високих температур; небезпечні фактори вибухів, пов'язаних з пожежами; вогнегасні речовини.

Системи пожежної безпеки – це комплекс організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання пожежі та збитків від неї.

Пожежна безпека об'єкта повинна забезпечуватися системою запобігання пожежі, системою протипожежного захисту і системою організаційно-технічних заходів.

Системи пожежної безпеки мають запобігти виникненню пожежі і впливу на людей небезпечних факторів пожежі на необхідному рівні. Потрібний рівень пожежної безпеки людей за допомогою зазначених систем не повинен бути меншим за 0,999999 відвернення впливу на кожну людину, а

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						70
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

допустимий рівень пожежної небезпеки для людей не може перевищувати 10% впливу небезпечних факторів пожежі, що перевищують гранично допустимі значення на рік у розрахунку на кожну людину.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

ВИСНОВКИ

У результаті виконання атестаційної роботи виконано огляд та аналіз сучасного стану проблеми підтримки мікроклімату виробничих приміщень. Було виявлено вплив параметрів мікроклімату на технологічні процеси, розглянуто класифікації систем вентиляції, їх основні види та параметри які вони здатні підтримувати, проаналізовано схеми центральних кондиціонерів, виявлено, що системи кондиціонування та вентиляції з рециркуляцією або з камерою змішування дозволяють заощаджувати енергію, яка використовується для підтримки температури у виробничих приміщеннях.

Для досягнення мети атестаційної роботи запропоновано метод каскадного регулювання призводить до підвищення точності підтримки мікроклімату. Перевагою запропонованого методу є його універсальність, завдяки такому підходу можна точно корегувати не тільки температуру, але і тиск, вологість, забрудненість повітря, тощо. Так як сучасні технологічні умови, стають все більш складними, це призводить до підвищення вимог якості підтримки мікроклімату, тому метод каскадного регулювання як найкраще підходить для вирішення цієї проблеми.

Було проаналізовано сучасні методи регулювання. Якщо параметри повітря будуть регулюватися відносно показань датчиків, які розміщені у приміщенні, то система не буде здатна задовільнити значення що біли встановлені, так як вона дуже інерційна, і при досягненні завдання вона не зупиниться відразу, а буде продовжувати регулювання, однак за це час регулятор системи скорегує параметри так, що вони впадуть нижче ніж завдання. Такий процес не зупинити, тобто система ніколи не зможе стабільно підтримувати задані значення.

Завдяки декільком датчикам температури, які знаходяться у виробничому приміщенні, система здатна з більшою точністю підтримувати задані параметри повітря, а також продовжувати регулювання у випадку відмови частини датчиків.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						72
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Якщо виробниче приміщення має велику площу, а розміщене технологічне обладнання має різну величину впливу на мікрокліматичні умови, застосування декількох датчиків у приміщенні дає змогу ще більше підвищити точність регулювання.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дат		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
2. Вентилювання приміщень / [С. С. Жуковський, О. Т. Возняк, О. М. Довбуш, З. С. Люльчак]. – Л.: Львівська політехніка, 2007. – 476 с.
3. Самарин О. Д. Основи забезпечення мікроклімату будівель. М.: Євроклімат 2017. 208 с.
4. Паламар М.І., Стрембіцький М.О., Паламар А.М. Проектування комп'ютеризованих вимірювальних систем та комплексів. Навчальний посібник. Тернопіль: ТНТУ. 2019. 150 с.
5. Орлов К. С. Матеріали та вироби для санітарно-технічних приладів та систем забезпечення мікроклімату. М.: ІНФРА-М, 2017. 192 с.
6. Ананьев В.А., Системи вентиляції та кондиціонування. Теорія та практика. Вид.. 5-е. М.: Євроклімат, 2010. 416 с.
7. Глива В. А. Дослідження впливу мікрокліматичних параметрів повітрообміну на аероіонний склад повітря робочих приміщень / В. А. Глива // Проблеми охорони праці в Україні. – 2011. – Вип. 20. – С. 58–65.
8. Технічні засоби автоматизації: Підручник / І.Ш. Невлюдов, А.О. Андрусевич, О.І. Филипенко, Н.П. Демська, С.П. Новоселов. – Кривий Ріг : Криворізький коледж НАУ, 2019. 366 с.
9. Невлюдов І. Ш. Людино-машинний інтерфейс в технічних засобах автоматизації: Навчальний посібник / І. Ш. Невлюдов, О. І. Филипенко, Б. О. Шостак. – Харків : «ХТМТ», 2019. 244 с.
10. Запорожець О. І. Нормування аероіонного складу повітря робочих приміщень та основні напрями його вдосконалення / О. І.

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						74
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Запорожець, В. А. Глива, О. В. Сидоров // Вісник Національного авіаційного університету. – 2011. – № 1. – С. 139–143.

11. Глива В. А. Моніторинг та нормалізація фізичних факторів виробничого середовища при експлуатації автоматизованих систем: дис. докт. техн. наук: 05.26.01; Глива Валентин Анатолійович. – К., 2012. – 320 с.
12. Сукач С.В. Моніторинг і керування рівнями фізичних факторів виробничого середовища: дис. докт. техн. наук: 05.26.01; Сукач Сергій Володимирович. – К., 2017. – 311 с.
13. Cleanrooms and associated controlled environments – Part 1: Classification of air cleanliness. (ISO 14644-1, IDT): ISO 14644- 1:1999. – USAINFO.COM.: COPYRIGHTED MATERIAL LICENSED TO NASA, 1999. – I, 24

					МММТ 480.001.001 - ПЗ	Адк.
						75
Зм.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дат		