

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій і робототехніки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему Синтез автоматизованої системи кліматичного контролю
в виробничих приміщеннях відповідно до стандартів ЄС

Виконав: студент 6 курсу, групи

601ME

спеціальності 141

«Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Янченко М.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник ЛевіЛ.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Василюк П.М.

(прізвище та ініціали)

Полтава - 2023 рік

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки

Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматки,
електроніки та телекомунікацій


" 04 " 09 2023 р. О.В. Шефер

З А В Д А Н Н Я

НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Янченку Михайлу Романовичу

1. Тема проекту (роботи) «Синтез автоматизованої системи кліматичного контролю в виробничих приміщеннях відповідно до стандартів ЄС». Керівник проекту (роботи) Лєві Леонід Ісаакович, д.т.н., професор. Затверджена наказом вищого навчального закладу від 04.09.2023 року №986-фа
2. Строк подання студентом проекту (роботи) 13.12.2023 р.
3. Вихідні дані до проекту (роботи) Технологічна документація на роботу систем кліматичного контролю. Потужність – 2,2/5,0кВт. Електроживлення – 220В. Продуктивність – 470 м³ / год. Швидкість потоку – 6,5 м / с.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз загальної інформації про автоматизовані системи кліматичного контролю, принципу роботи і процесів систем кліматичного контролю. Розробка моделі системи кліматичного контролю. Технічна реалізація системи кліматичного контролю. Монтаж системи автоматичного керування. Розробка правил монтажу, налагодження та експлуатації системи керування. Розгляд стандартів Європейського союзу стосовно встановлення систем кліматичного контролю в виробничих приміщеннях. Висновки по роботі.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ	9
1.1 Загальні дані про системи кліматичного контролю	9
1.2 Огляд основних напрямлень технічних рішень та їх реалізації при розробці	11
1.3 Технічне завдання для проектування.....	11
1.4 Висновки до розділу 1:	12
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	14
Розробка функціональної схеми автоматизації.....	14
Розробка електрично-принципової схеми керування системи кліматичного контролю	15
Розробка алгоритму роботи та програми керування системи кліматичного контролю	17
Розрахунок та вибір елементної бази системи керування	21
Моделювання системи автоматизації керування системи клімат-контролю .	38
Розрахунок перерізу та вибір марки проводів	41
Розрахунок розмірів, вибір щита та розробка виду загального	41
Розробка схеми електричної з'єднання.....	44
Розробка схеми, розрахунок і вибір заземлюючих пристроїв.....	46
2.10 Висновки до розділу 2:	47
РОЗДІЛ 3. ПРАВИЛА МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ	48
3.1 Розробка правил монтажу	48
Розробка правил налагодження та експлуатації системи керування.....	49
Розробка плану-графіка виконання монтажних та пусконалагоджувальних робіт	49
Заходи з охорони праці при встановленні та експлуатації системи кліматичного контролю	52
Заходи з охорони праці при встановленні та експлуатації системи кліматичного контролю	55
3.6 Висновки до розділу 3:	56

РОЗДІЛ 4. СТАНДАРТИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ (ЄС) СТОСОВНО ВСТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	57
4.1 Директива 89/391/ЄЕС	58
4.2 Директива 92/57/ЄЕС	59
4.3 Стандарт EN 13779.....	60
4.4 Стандарт EN 15251.....	61
4.5 Висновки до розділу 4:	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	64
Додаток А.....	68
Додаток Б	72
Додаток В	77

ВСТУП

Призначення системи кліматичного контролю в будівлі

Система кліматичного контролю була створена для зберігання сталої температури всередині приміщення та відноситься до одного з засобів кліматичного контролю в приміщеннях.

Системи кліматичного контролю призначені для вентиляції повітря, видалення шкідливих домішок (вуглекислого газу, пилу та ін.), що утворюються в закритих приміщеннях, очищення, підігріву або охолодження повітря, що надходить, для забезпечення комфортних умов для людей або обладнання. Протипожежна вентиляція є окремою від основної системи вентиляції і призначена для видалення диму у разі пожежі або при загрозі пожежі та забезпечує чистим повітрям пожежні коридори та сходові клітини, що дозволяє швидко евакуювати персонал.

Системи клімат-контролю в виробничих приміщеннях повинні задовольняти наступні умови:

- Постійна підтримка комфортних кліматичних умов в приміщенні в будь-який момент часу;
- автоматична робота системи димовидалення під час пожежі;
- безперебійно та надійно працюють повітряпостачання, витяжка та припливно-витяжні пристрої;
- захист обладнання під час надзвичайних ситуацій та продовження терміну його служби;
- зменшення експлуатаційних витрат системи за рахунок більш економного споживання електроенергії;
- створення максимально комфортних умов;
- Зменшити експлуатаційні витрати об'єкта за рахунок використання енергоефективних рішень та зниження витрат на споживання електроенергії, тепла, води та природного газу;
- Виключення людського фактора при експлуатації інженерного обладнання;
- Оптимізація енергоспоживання за рахунок злагодженої роботи автоматизованих засобів;
- Подовження терміну служби інженерного обладнання за рахунок оптимізації його використання протягом доби.

Якщо система клімат-контролю підібрана правильно, вона дозволить тримати двері відкритими, тим самим створюючи невидимий

повітряний бар'єр, який не пропускає пориви вітру, холодне/гаряче повітря, комах, пил, неприємні запахи, дим тощо. Використання систем клімат-контролю, значно знижує витрати на обігрів і охолодження повітря в приміщенні (до 80%), зводячи до мінімуму втрати внутрішнього середовища приміщення, що не тільки знижує витрати, але і підвищує комфорт клієнтів і співробітників в кімнаті.

Актуальність роботи. Сьогодні тема енергозбереження є однією з найважливіших в країні і в світі, оскільки вона тісно пов'язана з проблемами екології, енергетики та економіки. З цієї причини програми, що підвищують енергоефективність та економлять електроенергію, дуже цінні. У цьому проекті було запропоновано скоротити час роботи обладнання для кондиціонування повітря, а саме системи кліматичного контролю.

Мета роботи полягає в підвищенні енергоефективності системи на основі елементів з мінімально можливими витратами за рахунок включення режиму роботи реле з використанням датчиків температури, датчиків руху і контролерів.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні задачі:

1. Автоматизація вмикання та вимикання клімат-контролю відповідно до присутності людей в приміщенні і управління опаленням відповідно до різниці температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем. Це значно знижує енергоспоживання і підвищує енергоефективність.

2. Встановлення системи сигналізації для інформування про помилки при роботі автоматизованої системи. Це необхідно для інформування про це персоналу і прийняття відповідних заходів, які призводять до надмірного споживання енергії при тривалому відкритті дверей.

Об'єкт дослідження Процес роботи кліматичного контролю залежатиме від наявності людей в зоні її дії.

Предметом дослідження є система автоматизованого управління теплого контролю на базі мікропроцесорного логічного пристрою.

Метод дослідження, що використовуються при розробці системи автоматичного керування – метод послідовної корекції при виборі пристрою

контролю температури, метод цифрової модуляції із використанням прикладного програмного забезпечення matlab.

Наукова новизна розробленого проекту полягає в розробці енергозберігаючого контролю температури повітря на виході пристрою клімат-контролю з використанням елементів, які дешевше існуючих.

Практичне значення проекту полягає в розробці блоку управління роботою системи кліматичного контролю зі змінним часом роботи, що підвищить енергоефективність при частому використанні дверима, а саме виробничих та промислових цехів.

Особистий внесок автора. Автором запропонована заміна промислових контролерів та датчиків на більш дешеві аналоги, зокрема на базі з використанням компонентів платформи Arduino Uno R3.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

1.1 Загальні дані про системи кліматичного контролю

Автоматичні системи кліматичного контролю – це пристрої, які створюють невидимий бар'єр повітряного потоку, що ефективно розділяє зовнішнє і внутрішнє середовище. Зовнішнє середовище може включати пориви теплого або холодного повітря, різні запахи, комахи і пил. Системи клімат-контролю є ідеальним рішенням для підтримки і збереження комфортного мікроклімату в громадських і промислових будівлях, а також комерційних приміщеннях, де постійно приходять і йдуть відвідувачі. Системи клімат-контролю покликані вирішувати дуже важливі проблеми, які можуть здатися неважливими для пересічного мешканця.

Системи кліматичного контролю створюють невидимий повітряний бар'єр на шляху повітряних потоків. При правильному підборі вони призначені для ефективного відокремлення внутрішнього середовища від зовнішнього. Якщо швидкість повітряного потоку в найнижчій точці становить від 0 м/с до 1,5 м/с, установка таких повітряних завіс не дасть бажаного результату, оскільки повітряний потік буде недостатнім для блокування зовнішнього повітря.



Рис. 1.1 Приклад системи кліматичного контролю що застосовуються у виробничих приміщеннях

Система кліматичного контролю Neoclima ТЗС-508 встановлюється над дверима, і повітряний потік запобігає змішуванню температури повітря в закритому приміщенні із зовнішнім середовищем. (рисунок 1.1)

Системи кліматичного контролю Neoclima ТЗС-508 – це високоефективна система кондиціонування з нагрівальними елементами СТІЧ – хромованими спіралями на слюдяних пластинах.

Технічні характеристики:

- Електроживлення 220 В
- Потужність 2,2 / 5,0 кВт (без нагріву / з нагрівом)
- Продуктивність 470 м³ / год
- Швидкість потоку 6,5 м / с
- Температура нагріву 30 оС
- Нагрівальний елемент СТІЧ
- Виносний терморегулятор немає
- Висота монтажу 2,5 м
- Розміри (ш * в * д) 800 * 172 * 172 (мм)
- Вага 9,0 кг

Процес впровадження системи автоматизації

- Проектування системи автоматики (стадії П, Р, РД);
- Постачання засобів автоматизації;
- Складання та програмування шаф автоматики;
- Пуско-налагоджувальні роботи;
- Навчання персоналу та здавання об'єкта;

Шафи управління та автоматики вентиляції та кондиціонування

Вентиляційні системи, як правило, це складні комбінації інженерного обладнання, призначені для забезпечення ефективного повітрообміну. Ручне керування недоцільне, оскільки показники тиску, вологості та температури постійно змінюються залежно від сезонних і кліматичних умов, так само як і об'єми припливу та витяжки повітря. Ідеальним рішенням є повністю автоматизована система вентиляції та кондиціонування.

1.2 Огляд основних напрямлень технічних рішень та їх реалізації при розробці

Недоліком цієї системи клімат-контролю є те, що вона працює безперервно і тому неефективно споживає електроенергію. Для подолання цього недоліку було впроваджено датчик руху

Основні аспекти технічного рішення та автоматизації при впровадженні:

1. Автоматизація вмкнення та вимкнення системи кондиціонування відповідно до наявності або відсутності людей на вході та автоматизація управління опаленням відповідно до різниці температур між приміщенням та зовнішнім середовищем. Це значно зменшує споживання електроенергії та підвищує енергоефективність.

2. Встановлення системи сигналізації, яка сповіщатиме людей про несправність автоматизованої системи. Це необхідно для того, щоб персонал був поінформований і вжив відповідних заходів у випадку, якщо двері залишаються відчиненими протягом тривалого часу і призводять до надмірного споживання енергії.

1.3 Технічне завдання для проектування

Систему клімат-контролю слід вмкати лише тоді, коли за дверима знаходиться людина. Їх також слід вмкати завчасно, щоб повітря встигло досягти підлоги. Крім того, обігрівачі вмкаються лише тоді, коли є значна різниця між зовнішньою та внутрішньою температурами.

Присутність людини біля дверей визначається за допомогою датчика руху. Датчик руху виявляє вхід і вихід з дверей і використовує цей сигнал для управління системою.

Датчик руху (англ. motion sensor, сенсор руху) – сигнальний пристрій, який виявляє рух об'єктів і використовується для моніторингу навколишнього середовища і автоматично запускає необхідну дію у відповідь на рух об'єкта. Датчики руху і присутності широко використовуються окремо або в складі системи безпеки для виявлення вторгнень або автоматизації систем освітлення та опалення, вентиляції та кондиціонування в квартирах, будинках і комерційних будівлях.

Датчики температури використовуються для збору інформації щодо температури.

Температурні датчики зараз використовуються повсюдно. Це стосується і систем опалення та кондиціонування повітря. У холодильниках, водонагрівачах, комп'ютерах тощо використовуються різні типи

температурних датчиків. Це тільки для побутового використання. У промислового застосуванні діапазон набагато ширший.

Цифрові датчики є на сьогодні найоптимальнішим рішенням для роботи з мікроконтролерами, якщо немає якихось специфічних умов. На відміну від аналогових датчиків, цифрові датчики працюють в довгій провідній лінії та їх сигнал стійкіший до перешкод.

Робочий інтерфейс дозволяє підключати до однієї лінії одночасно кілька цифрових датчиків, покриваючи датчиками велику площу і зчитуючи градієнт температури на цій площі. Цифрові лічильники працюють навіть з найпримітивнішими інтерфейсами.

Аналого-цифрові лічильники вимагають набагато більш часу для перетворення сигналу від вимірювального елемента в цифровий (до однієї секунди для високої роздільної здатності), але точність залишається дуже високою (похибка близько $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ при вимірюванні близької до кімнатної температури).

Контролер збирає та обробляє інформацію від датчиків і надсилає команди на виконавчі механізми.

Найкращим варіантом є програмований логічний контролер.

Основна перевага широкого використання ПЛК полягає в тому, що вони можуть замінити десятки або сотні електромеханічних реле одним компактним електронним пристроєм.

Друга перевага полягає в тому, що функції логічного контролера реалізовані в програмному, а не в апаратному забезпеченні, що дозволяє безперервно адаптуватися до нових умов з мінімальними зусиллями і витратами. Численні додаткові функції, про поновані сучасними програмованими логічними контролерами (ПЛК0, майже повністю змістили системи автоматизації в бік систем на основі контролерів, без яких сучасні системи управління були б немислимі).

ПЛК відрізняються від традиційних непрограмованих контролерів тим, що вони: гнучкіші, надійніші, менші за розміром, можуть працювати в мережі з іншими пристроями, переналаштовуватися через Інтернет, швидше виявляють несправності, споживають менше енергії, а зміна їх функцій і структури обходиться дешевше, що в довгостроковій перспективі часто обходиться дешевше.

1.4 Висновки до розділу 1:

На основі проведеного аналізу автоматичних систем кліматичного контролю в промислових приміщеннях можна зробити кілька важливих

висновків. Сучасні технології дозволяють створити ефективні та економічно прийнятні рішення для забезпечення комфорту та безпеки працівників, а також підвищення продуктивності виробництва. Автоматизація систем кліматичного контролю дозволяє точно регулювати параметри повітря в приміщеннях, що відповідає вимогам стандартів та сприяє зменшенню споживання енергії та зниженню викидів в атмосферу. Однак важливо враховувати індивідуальні особливості кожного промислового об'єкта та потреби працівників, інші фактори, такі як вартість впровадження та обслуговування систем, а також питання безпеки та надійності. Детальний аналіз систем кліматичного контролю є важливою частиною вирішення цих завдань і сприяє покращенню умов в промислових приміщеннях.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

Розробка функціональної схеми автоматизації

В попередньому пункті було зазначено, яким чином можливо реалізувати завдання. В цьому пункті показано як це буде виглядати на функціональній схемі.

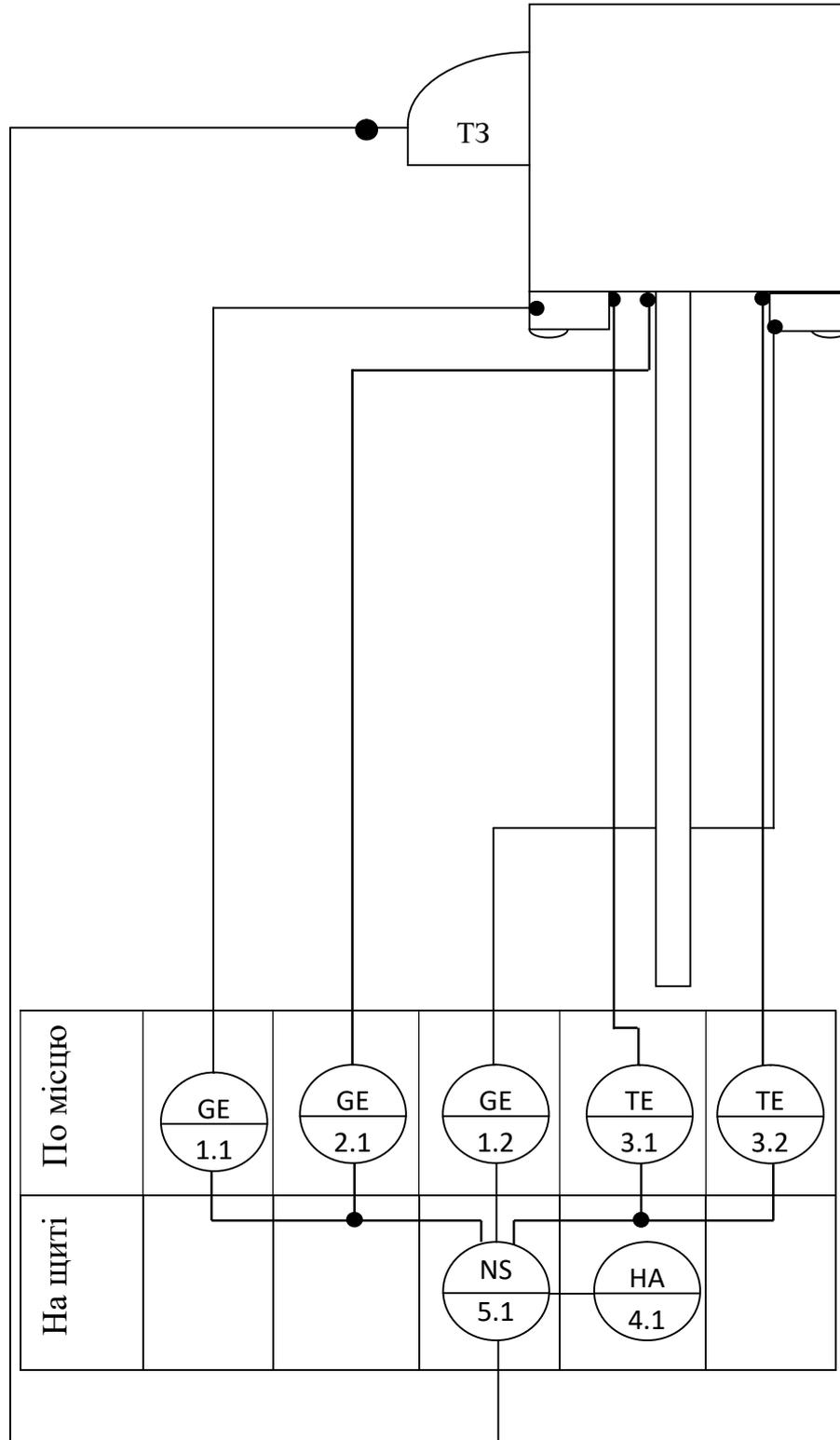


Рис 2.1 Функціональна схема автоматизації системи кліматичного контролю

TЗ – система кондиціонування;

GE1.1, 1.2 – датчик руху;

GE2.1 – кінцевий вимикач;

TE3.1, 3.2 – датчики температури;

HA4.1 – сигналізація

NS5.1 – мікропроцесорний логічний пристрій Arduino Uno;

Опис роботи схеми:

Датчики руху GE1.1, GE1.2, кінцевий вимикач GE2.1 та датчики температури TE3.1, TE3.2 передають інформацію на контролер NS5.1, який, в залежності від заданого алгоритму роботи вмикає, або вимикає повітряну завісу. Формування сигналу сигналізації HA4.1 формується від контролера та, в разі необхідності, повідомляє про несправності.

Розробка електрично-принципової схеми керування системи кліматичного контролю

Пункт 2.1 описує роботу проекту на прикладі функціональної схеми, пункт 2.2 відображає роботу проекту за допомогою електрично-принципової схеми.

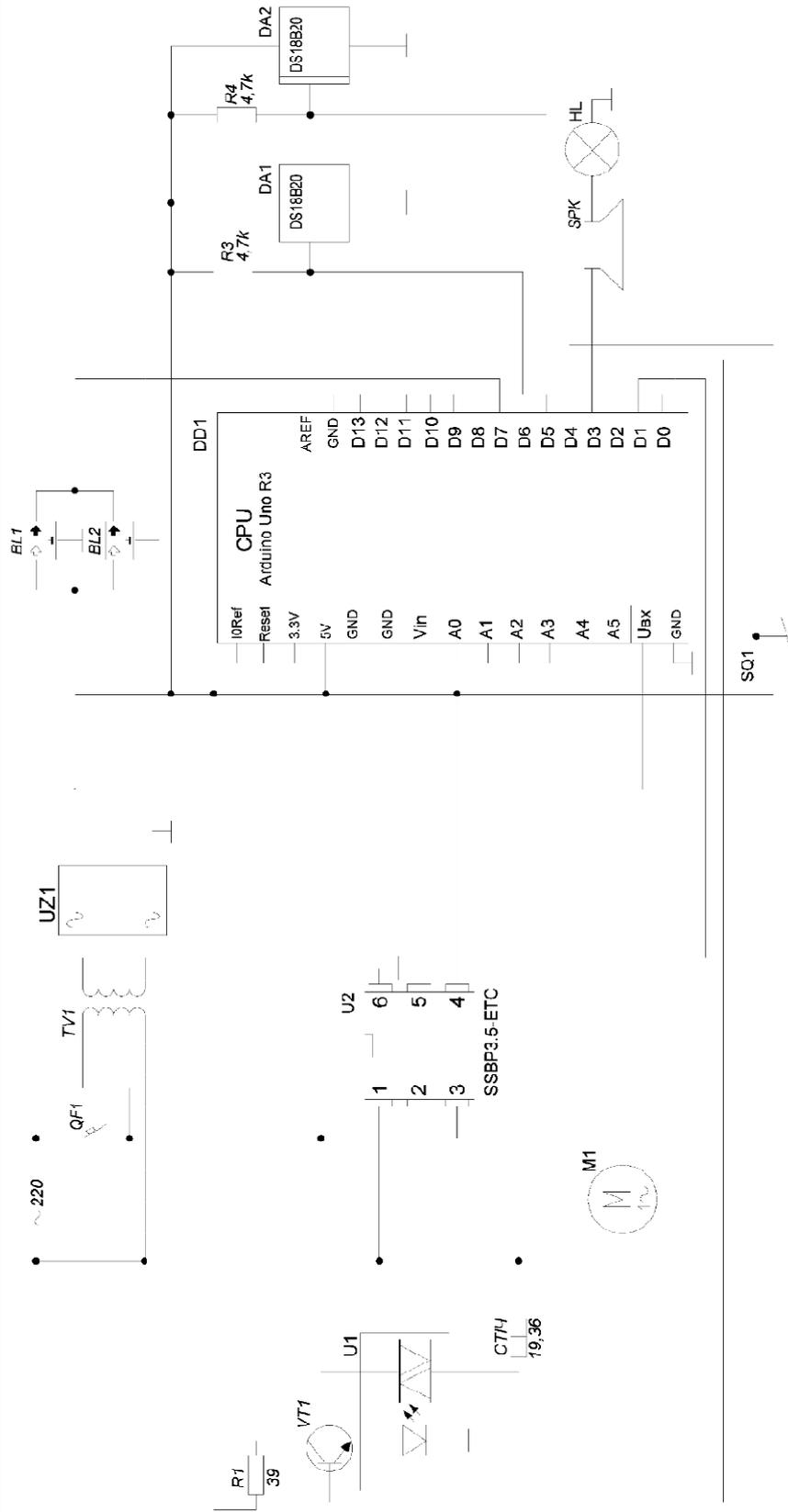


Рис. 2.2 Схема електрична принципова системи кліматичного контролю

Електрично-принципова схема працює за наступним принципом:

Живлення системи керування здійснюється через автоматичний вимикач захисту QF1. Потім струм проходить через блок живлення, що складається з трансформатора напруги TV1 і випрямляча UZ1, постійним струмом після чого живлення розгалужується на датчики руху BL1 і BL2 та мікроконтролер DD1. Сигнал з датчиків руху BL1 і BL2 подається на цифровий вхід мікроконтролеру D7. Дані з датчиків температури DA1 та DA2 подаються на аналогові входи A0 та A1 відповідно. Сигнал з кінцевого вимикача SQ1 подається на цифровий вхід D4. Цифровий вихід D3 вмикає сигналізацію. Цифрові виходи D1 і D2 подають напругу на транзистори VT1 та VT2, які при подачі напруги на базу подають струм на силовий тиристор із гальванічною розв'язкою U1 та пристрій плавного пуску U2. Силовий тиристор U1 замикає ланцюг для електричного нагрівача EK1. Пристрій плавного пуску U2 здійснює запуск двигуна M1.

Розробка алгоритму роботи та програми керування системи кліматичного контролю

Робота алгоритму починається зі спрацювання датчика руху, який надсилає сигнал на контролер, який у свою чергу запускає двигун системи кондиціонування. Далі здійснюється перевірка датчиків температури, і якщо різниця температур ззовні та всередині більша за 10 градусів по Цельсію вмикається керування нагрівальним елементом. Потім система очікує на сигнал від кінцевого вимикача, і коли цей сигнал надходить, нагрівач вмикається, двигун зупиняється, і алгоритм завершується. Якщо ж умова різниці температур не виконується, в такому разі алгоритм очікує сигнал з кінцевого вимикача, після чого двигун вмикається і алгоритм завершується.



Рис. 2.3 Алгоритм роботи системи кліматичного контролю

Вище наведено алгоритм роботи системи кліматичного коньролю на основі контролеру Arduino, нижче приведено код програми системи керування, який реалізує даний алгоритм, виконаний в програмному забезпеченні ArduinoIDE:

```
intDatchikRuhu = 7; (*Призначення змінних та їх початкових значень*)

int temp1 = A0;

int temp2 = A1;

intkincevik = 4;

intsign = 3;

int STICH = 2;

intdvygun = 1;

intdat, t1, t2, kin;

inttim = 0;

10 voidsetup(void) (*призначення основних змінних програми*)
{pinMode(DatchikRuhu, INPUT);
pinMode(temp1, INPUT);
pinMode(temp2, INPUT);
pinMode(kincevik, INPUT);
pinMode(sign, OUTPUT);
pinMode(STICH, OUTPUT);
pinMode(dvygun,OUTPUT);}

voidloop(void) (*запускоосновногоциклупрограми*)
{ do {delay(50);
20dat = digitalRead(DatchikRuhu);
} while (dat = 0);
digitalWrite(dvygun, HIGH);
```

```
t1 = analogRead(temp1);
t2 = analogRead(temp2);
if(t1>(t2+10))
{delay(2000);
digitalWrite(STICH, HIGH);
do {if(tim>200){digitalWrite(sign, HIGH);}
delay(50);
30kin = digitalRead(kincevik);
tim++;
} while (kin> 0);
digitalWrite(STICH, LOW);
delay(5000);}
else
{
do {if(tim>200){digitalWrite(sign, HIGH);}
delay(50);
kin = digitalRead(kincevik);
40tim++;
} while (kin> 0);
}
digitalWrite(dvygun, LOW);
}
```

Описання коду програми:

В рядках 1-9 вводиться перелік змінних, яким буде присвоєна інформація з відповідних датчиків

В рядках 11-17 визначається тип змінних: вхідні або вихідні.

В рядках 19-21 йде очікування сигналу за датчика руху.

В рядку 22 подається сигнал на запуск двигуна.

В рядках 23,24 виконується зчитування даних з датчиків температури.

Рядок 25 відповідає за розгалуження алгоритму в залежності від різниці температур ззовні та всередині.

Рядок 27 відповідає за подачу напруги на нагрівальний елемент.

Рядки з 28 по 32 і рядки з 37 по 41 відповідають за очікування сигналу з кінцевого вимикача.

Рядок 33 відповідає за вимикання нагрівального елемента.

В рядку 43 подається сигнал на вимикання двигуна.

Розрахунок та вибір елементної бази системи керування

У попередніх пунктах показано, як працює система, тепер необхідно окремо написати про вхідні та вихідні елементи.

Наразі існує багато різних типів контролерів та датчиків, що відрізняються своїми характеристиками. У цьому пункті пояснюється чому було обрано саме ці елементи для даного дипломного проекту.

1. Вибирається контролер для збору та аналізу даних з датчиків та керування вмиканням нагрівача та двигуна.

Для використання у промисловому цеху було обрано програмований логічний контролер ОВЕН ПЛК100 (рис. 2.4), особливості якого зазначені нижче.

Характеристики ОВЕН ПЛК100-24.P.L, що є найбільш дешевим рішенням для вирішення існуючої задачі автоматизації та передачі даних у зовнішню систему візуалізації промислового цеху.

- Компактний корпус із кріпленням на DIN-рейку.

- Дискретні входи/виходи.
- Послідовні порти промислових інтерфейсів передачі даних RS-485, RS-232.
 - Наявність високошвидкісного порту Ethernet для програмування контролеру
 - Збільшення кількості точок введення та/або виведення здійснюється за рахунок підключення зовнішніх модулів введення/виводу через будь-який з інтегрованих інтерфейсів.
- Два варіанти виконання по живленню: 220 В змінного струму і 24 В постійного струму.
- Орієнтовна ціна – до 5700 грн



Рис. 2.4 Зовнішній вигляд програмованого логічного контролера серії ОВЕН ПЛК100

Конкурентні переваги ОВЕН ПЛК100

- Відсутність операційної системи, за рахунок чого підвищується надійність роботи контролера.
- Швидкість спрацьовування дискретних входів досягає 10 кГц (при використанні програмних модулів лічильника).
- Інтегровані інтерфейси, що працюють незалежно один від одного: Ethernet, три послідовні порти, USBDevice (для програмування пристрою).
 - Розширений діапазон робочих температур: від -20 до $+70$ °C.
 - Вбудована акумуляторна батарея дозволяє коректно зберегти дані при раптовому зникненні живлення і перевести вихідні елементи в «безпечний стан».

- Інтегрований годинник реального часу.
- Підтримується робота з нетиповими протоколами по кожному з портів, за рахунок чого з'являється можливість підключати до контролера лічильники електрики, води та газу, зчитувачі штрих-кодів тощо.

Однак, оскільки цей проект зосереджений на енергоефективності та економії, для промислових приміщень пропонується використати контролер ArduinoUno R3 (рис. 2.5), який має можливість виконувати необхідні для проекту функції, проте коштує в 20 разів менше.

Контролер ArduinoUno R3 був обраний завдяки його широкому спектру застосування, гнучкості конфігурації та відносно невеликій ціні. Серед інших варіантів моделей контролерів Arduino цей контролер має найкраще співвідношення ціни та функціональності. Тому було обрано саме його.

Загальні відомості

Контролер ArduinoUno побудований на ATmega328. Платформа має 14 цифрових входів/виходів (6 з них можна використовувати як ШІМ-виходи), 6 аналогових входів, кварцовий генератор 16 МГц, USB-роз'єм, силовий роз'єм, роз'єм ICSP і кнопку перезавантаження. Для роботи необхідно підключити платформу до комп'ютера за допомогою кабелю USB або подати живлення за допомогою адаптера змінного/постійного струму чи акумулятора.

На відміну від усіх попередніх плат, які використовували FTDI USB мікроконтролер для зв'язку з USB, ArduinoUno використовує мікроконтролер ATmega16U2.



Рис. 2.5 ArduinoUno R3

Характеристики

- | | |
|------------------------------------|--|
| • Мікроконтролер | АТmega328P |
| • робоча напруга | 5 В |
| • Вхідна напруга (рекомендована) | 7-12 В |
| • Вхідна напруга (гранична) | 6-20 В |
| • Цифрові входи/виходи | 14 (6 з яких можуть використовуватися як виходи ШІМ) |
| • Аналогові входи | 6 |
| • Постійний струм через вхід/вихід | 40 мА |
| • Постійний струм для виведення | 3.350 мА |
| • Флеш пам`ять | 32 Кб |
| • ОЗУ | 2 Кб |
| • EEPROM | 1 Кб |
| • Тактова частота | 16 МГц |
| • Орієнтовна ціна | 250 грн |

2. В якості датчика руху використовується датчик руху CrowSwan-Quad (рис. 2.6)



Рис. 2.6 датчик руху CrowSwan-Quad

Датчик руху, з фільтрацією спрацьовування на домашніх тварин CrowSwan-Quad:

- Використовується для виявлення рухів людини
- Визначає рух на відстані 18 м горизонтальний кут огляду - 110
- Ігнорує тварин вагою до 15/25 кг, чутливість регулюється
- Корпус виконаний з міцного, якісного ABS пластику
- Оснащений зчетвереним піроелектричним сенсором
- Сенсор оптимізований на виключення помилкових спрацьовувань від домашніх тварин
 - Підтримується будь-якими центральними, які працюють з NC шлейфами
 - Захищений від розкриття тампером
 - Автоматична компенсація температурних перепадів

Основні функції та особливості використання:

- Призначений для виявлення рухів людини в приміщенні, що охороняється
 - Чутливість датчика налаштовується
 - Кількість імпульсів налаштовується. Це дозволяє налаштовувати датчик на стабільну, помірну і нестабільну поведінку навколишнього середовища

- SMT-технологія кріплення дозволяє швидко і зручно проводити монтаж датчика на будь-яких поверхнях
- Аналіз сигналу чотирьох елементів сенсора і перевірка на масу для виключення помилкових спрацьовувань
- Підтримується будь-якими центральними блоками охоронних сигналізацій, які працюють з НС шлейфами
- Захищеність від радіочастотних завадв діапазоні 10- 1000 МГц
- Захист від електромагнітних завад з рівнями до 50 000В

Принцип роботи датчика:

Датчик руху – датчик, який виявляє рух або переміщення будь-яких об'єктів.

Принцип дії заснований на моніторингу рівня інфрачервоного випромінювання в полі зору датчика (зазвичай піроелектричного). Сигнал на виході датчика монотонно залежить від середнього рівня інфрачервоного випромінювання в полі зору датчика. Вихідна напруга піроелектричного сенсора зростає в разі появи людини (або іншого великого об'єкта з температурою, вищою за фонову). Щоб визначити, чи рухається об'єкт, датчик використовує оптичну систему (лінзи Френеля). Замість лінз Френеля може використовуватися система увігнутих сегментних дзеркал. Сегменти оптичної системи (лінзи або дзеркала) фокусують інфрачервоне світло на піроелектричний елемент, який випромінює електричний імпульс. Коли джерело інфрачервоного випромінювання рухається, воно захоплюється і фокусується різними сегментами оптичної системи, таким чином генеруючи кілька безперервних імпульсів. Залежно від налаштування чутливості датчика, два або три імпульси повинні надійти на піроелектричний елемент датчика, щоб сформувати остаточний сигнал.

Датчики, що використовуються в системах охоронної сигналізації, мають вихідне реле з «сухим контактом» (нормально замкненим).

За принципом роботи датчики можна поділити на:

- мікрохвильові;
- електронні;
- ультразвукові.

Датчики, що використовуються в системах керування освітленням, зазвичай перемикають навантаження за допомогою твердотільних перемикачів на основі тиристорів або симісторів.

3. Автоматичний вимикач АВВSH202-С32 (рис. 2.7). Наразі існує багато моделей автоматичних вимикачів для захисту обладнання. Ці автоматичні вимикачі надійні та недорогі. Автоматичний вимикач призначений для регулювання струму, тобто не допускає підвищення струму вище заданого значення, захищаючи таким чином не тільки саму систему кліматичного контролю, але й обладнання, встановлене в ланцюзі управління.



Рис. 2.7 Автоматичний вимикач АВВSH202-С32

Характеристики автоматичного вимикача захисту вузлів керування системою кліматичного контролю

• Номінальний струм	32 А
• Кількість полюсів	2
• Крива вимкнення	С
• Номінальна вимикальна здатність	6,0 кА
• Довжина (висота)	85
• Ширина	35
• Вага	250 г
• Гарантія	12 місяців
• Країна-виробник товару	Таїланд

4. В якості кінцевого вимикача на двері був використаний кінцевий мікроперемикач КВ-1 (рис. 2.8).

Кінцевий вимикач:

В електротехніці, кінцевий вимикач (кінцевик) – це перемикач, який активується, коли механічна частина пристрою досягає певного положення.

Вони використовуються для керування механізмами, блокування систем безпеки та підрахунку кількості проходів об'єкта

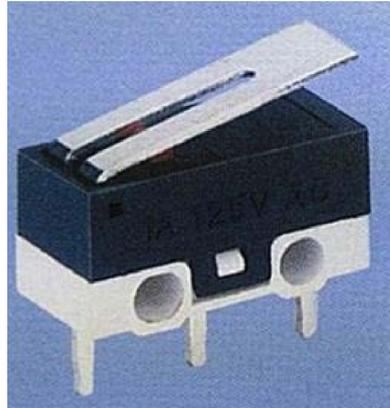


Рис. 2.8 Кінцевий мікроперемикач KW-1

Стандартні кінцеві вимикачі в промислових системах управління виготовляються з різними типами механізмів, що впливають на кінцевий вимикач. До них відносяться важелі, поршні, що котяться, і пружини. Кінцеві вимикачі можна перемикати безпосередньо за допомогою важелів. Герконові вимикачі активуються при проходженні магніту, вбудованого в рухому частину. Безконтактні вимикачі (датчики) спрацьовують від електромагнітних збурень, зміни електричної ємності або появи магнітних полів.

Зазвичай об'єкт контролю безпосередньо не підключений до кінцевого вимикача. Контакти кінцевих вимикачів можуть бути підключені до реле, ланцюгів управління двигуном або ланцюгів контролера.

Невеликі вимикачі можуть бути компонентами таких пристроїв, як ксерокси або комп'ютерні принтери, наприклад, для забезпечення правильного положення паперу для роботи або для запобігання виконанню роботи через відкриту кришку.

У більшості випадків кінцеві вимикачі мають дві пари контактів: нормально відкриті та нормально закриті. Якщо через ці пари не проходить сигнал, можна припустити, що кабель пошкоджений.

Характеристики

- Максимально допустима напруга та струм: змінного струму 125 В 2А
- Розміри: 13х6х6.3 мм

- Монтажний отвір діам.: 2 мм
- Відстань між монтажними отворами: 6 мм
- Вага: 6 г
- Матеріал: пластик, метал
- Колір: чорний, білий, червона кнопка
- Розмір кнопки: 3x1 мм

5. Вбудована світлозвукова сирена є необхідним елементом на всіх виробничих лініях - людина не завжди може помітити світлову тривогу, але її можна почути практично скрізь.

Світлозвуковий оповіщувач ATIS LD-95 використовується для попередження про незамкнені двері (що призводить до надмірного споживання електроенергії) (рис. 2.9):



Рис. 2.9 Оповіщувач світлозвуковий ATIS LD-95

▪ Напруга живлення, В	12
▪ Струм споживання, мА,	150
▪ Рівень звукового тиску на відстані 1 м, дБ,	100
▪ Ступінь захисту корпусу	IP 54
▪ Габаритні розміри (довжина, ширина, висота), мм	122 x 73 x 43
▪ Вага, кг, не більше	0,08
▪ Діапазон робочих температур, °С	від -30 до +55

6. Датчик температури – найбільш підходящими датчиками температури для контролера Arduino є датчики DS18. Серед різних варіантів цього типу датчиків було обрано напівпровідниковий датчик температури

SensorDS18B20 (рис. 2.10), з передачею даних по цифровій шині, через його низьку вартість.

Трипровідний датчик температури.

- Робоча напруга від 3В до 5.5В
- Точність $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ в діапазоні -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$
- Робочий діапазон температур від -55 до 125°C
- Вибір 9 чи 12 бітної розрядності
- Інтерфейс 1-Wire
- Унікальний 64 бітний ID в кожному чіпі
- Паралельне включення сенсорів
- Час вимірювання 750ms
- Зонд з нержавіючої сталі діаметром 6 мм і довжиною 50 мм
- Кабель діаметром 4 мм і довжиною 100 см.



Рис. 2.10 Датчик температури Sensor DS18B20

Цифровий датчик температури Sensor DS18S20 – це калібрований цифровий датчик температури від компанії DALLAS з 1-провідним (1-Wire) інтерфейсом і 9-бітною роздільною здатністю.

Діапазон вимірювання температури датчика Sensor DS18S20 становить від -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$, що робить його ідеальним для застосувань з тепловим стисненням. Цифровий код, що зчитується з мікросхеми, є безпосереднім результатом вимірювання температури і не потребує додаткового перетворення. Роздільна здатність внутрішнього АЦП становить 9 біт вихідного коду. Абсолютна похибка перетворення становить менше $0,5^{\circ}\text{C}$ в діапазоні температур від -10°C до $+85^{\circ}\text{C}$. Максимальний час повного 9-бітового перетворення становить ~ 750 мс. Енергонезалежна пам'ять уставки температури в мікросхемі дозволяє берігати верхній і нижній порого контролю в будь-якому значенні. Крім того, термометр містить логічний механізм, який першочергово сповіщає лінію 1-Wire, коли контрольна температура перевищує один з обраних порогових значень. Вузол інтерфейсу 1-Wire компонента сконфігурований таким чином, що теоретично до однієї лінії 1-Wire можна адресувати необмежену кількість таких пристроїв. Термометр має 64-розрядний номер регістра (кодгрупи 010H), що забезпечує можливість роботи без зовнішнього джерела живлення за рахунок паразитного живлення на лінії 1-Wire. Живлення мікросхеми здійснюється від окремого зовнішнього виводу з напругою 3,0-5,5В. Термометр розміщено в транзисторному корпусі TO-92.

1. Електронний трансформатор VITOVТ 450 (рис. 2.11), до складу якого також ходить стабілізатор, бувобраний через його низьку вартість та високу надійність.

Електронні трансформатори замінюють громіздкі трансформатори із залізним сердечником. Навідміну від звичайних трансформаторів, електронні трансформатори є цільними пристроями, тобто трансформаторами напруги.

При підключенні навантажень до електронного трансформатора рекомендується використовувати кабелі довжиною не більше 3 метрів. Довші дроти збільшують опір всього ланцюга, оскільки через з'єднувальні провідники протікають великі струми. Слід також пам'ятати, що опір довгих проводів сприяє виділенню тепла при проходженні великих струмів.

Варто також зазначити, що електронні трансформатори через свою простоту є джерелом високочастотних перешкод у мережах. Зазвичай на вході таких пристроїв встановлюють фільтри для блокування перешкод. Як видно зі схеми, електронні трансформатори галогенних ламп такого фільтра немає. А ось комп'ютерні блоки живлення, зібрані у вигляді напівмоста і мають складніші задаючі генератори, часто мають такі фільтри.



Рис. 2.11 Трансформатор електронний VITOVT 450

Характеристики:

- Напруга мережі живлення: 220 В змінного струму
- Частота мережі: 50 Гц
- Робочий струм: 0,13А
- Споживана потужність: 60 Вт
- Коефіцієнт потужності: до 0.95
- Матеріал алюміній

Переваги:

- зниження пускових струмів;
- плавний запуск;
- відсутність акустичного шуму;
- наявність електронного захисту, що самовідновлюється, від перепадів і стрибків напруги;
- наявність температурного захисту від внутрішнього та зовнішнього перегріву;
- пожежна безпека;
- сумісність із будь-якими типами галогенних ламп імпортного та вітчизняного виробництва.

Відповідає вимогам ДСТУ 23511 та стандартам міжнародної електротехнічної комісії щодо електромагнітної сумісності.

1. Для замикання ланцюга нагрівача системи клімат-котролю було обрано симістори з гальванічним (оптичним) зв'язком, оскільки вони є дуже дешевими, довговічними та легкодоступними (рис.2.12).

Симістори з оптичним зв'язком – це тип оптронів з чудовими електричними параметрами. Вони утворюють високонадійну гальванічну розв'язку між

підключеним керованим навантаженням і ланцюгом керування і витримують напругу порядку 7,5кВ.

Ці бездротові компоненти складаються з інфрачервоного світлодіода на основі арсеніду галію, підключеного до кремнієвого двоканального перемикача. Перемикач може містити розчіплювач, який активується, коли змінна напруга досягає нуля.

Оптосимістори можуть бути надзвичайно корисними для керування більш потужними симісторами. Подібний оптосимістор призначений для забезпечення зв'язку між навантаженням змінного струму 220В і низьковольтною логікою.



Рис. 2.12 Оптосимістор MOC3021

Характеристики оптосимістора MOC3021:

- Напруга, що комутується: 400 В
- I_f – струм спрацювання: 75мА
- Напруга ізоляції: 7500 В
- Тип корпусу: DIP6-300

2. Для запуску двигуна використовується пристрій плавного пуску SSBP-3.5 ETC (рис. 2.13)



Рис. 2.13 – Пристрій плавного пуску SSBP-3.5 ETC

Характеристики пристрою плавного пуску SSBP-3.5 ETC

- | | |
|--------------------------------|----------------|
| ➤ Ступінь захисту: | IP20 |
| ➤ Номінальний струм: | 16 А |
| ➤ Потужність двигуна,: | до 3,5 кВт |
| ➤ Напруга мережі,: | 200-240 В |
| ➤ Кількість фаз мережі: | 1 |
| ➤ Частота мережі живлення, Гц: | 50/60 |
| ➤ Робоча температура,: | -10 ... +40° С |

Пристрої плавного пуску (ППП) забезпечують регулювання потужності в широкому діапазоні значень шляхом повільного регулювання струму обладнання, підключеного як навантаження, як тільки подається напруга живлення.

Плавні пускачі доступні як для автоматичного запуску (при подачі напруги живлення), запуску за зовнішнім сигналом управління (сигнал на клемму управління), так і для ручного режиму запуску. Для підключення силового ланцюга також використовуються посилені клеми.

Найпоширенішим застосуванням пристроїв плавного пуску є запуск електродвигунів з короткозамкненим ротором, як колекторних, так і

переважно асинхронних. У момент подачі напруги живлення на двигун його механічна частина (ротор та підшипники) перебуває у стані спокою і повинні досягти своєї номінальної швидкості впродовж дуже короткого проміжку часу. Таким чином, механічні частини, клеми і кабелі двигуна піддаються серйозним навантаженням, які набагато перевищують номінальне навантаження. Таке навантаження при кожному запуску скорочує термін служби пристрою.

Через ці навантаження електрична частина двигуна також піддається значним навантаженням під час запуску. Пускові струми можуть перевищувати в п'ять-сім разів номінальний струм. Як наслідок, при проектуванні електричних з'єднань необхідно збільшувати номінали вимикачів, пускачів і перерізи ліній електропередач. За допомогою пристроїв плавного пуску ці навантаження можна дещо зменшити. Наприклад, при плавному пуску пусковий струм не буде перевищувати в кілька разів номінальний. Механічне навантаження на рухомі частини двигуна також дещо знижується. Як додаткова перевага, коли двигун встановлюється як двигун для насосного обладнання, виключається гідроудар, що забезпечує найкращий можливий вплив на систему трубопроводів.

Функціональне застосування функції плавного пуску, реалізованої у вищезгаданому обладнанні.

Для плавного запуску двигуна та запобігання стрибків струму використовуються два методи:

1) Обмежити струм в обмотці ротора. Для цього три котушки з'єднують у формі зірки. Їх вільні кінці виведені на контактне кільце (колектор), закріплене на корпусі вала. Колектор з'єднаний з реостатом, який спочатку має максимальне значення опору. Коли опір зменшується, струм ротора збільшується і двигун обертається. Такі машини називаються двигунами з фазним ротором. Вони використовуються в крановому обладнанні та як тягові електродвигуни в тролейбусах і трамваях.

2) Зменшити напругу і струм, що подаються на статор. Це можна зробити наступними способами:

а) Автотрансформатори або реостати;

б) Ключові схемами з використанням тиристорів або симісторів.

Ключові схеми складають основу електричних пристроїв, які часто називають пристроями плавного пуску або пристроями м'якого пуску. Зауважте, що перетворювачі частоти також можуть плавно запускати електродвигуни, але вони лише компенсують різке збільшення крутного моменту, не обмежуючи пусковий струм.



Рис. 2.14 Пускові криві для асинхронних двигунів з різними пусковими пристроями, що використовуються в промислових будівлях.

Сфера застосування

- глибинні насоси та насосні станції
- циркуляційні насоси
- фільтраційні насоси, в т.ч. для басейнів
- вентиляція
- електричні тенти
- потужні лампи та ліхтарі

Об'єкти

- свердловини та колодязі
- котельні
- сушильні
- інкубатори
- системи відтавання
- освітлення

3. Опір, необхідний для обмеження струму на оптопарі, розраховується за наступним рівнянням:

$$R = (U_{ж} - 1,8) / I_f$$

Де $U_{ж} = 5\text{В}$ (напруга з виводу керування Arduino), $I_f = 0,075\text{А}$ (струм спрацювання)

Враховуючи зниження світлодідачі світлодіода протягом терміну служби необхідно взяти $I_f = 80\text{мА}$ (додатково 5 мА), отримуємо:

$$R = (5 - 1,8) / 0,08 = 40 \text{ Ом},$$

оскільки таких немає, обираємо найближче значення в 39 Ом.

Далі розрахунок потужності резистора:

$$P_R = \frac{U^2}{R} = \frac{3,2^2}{150} = \frac{10,24}{150} = 0,26\text{Вт}$$

Вибрана найближча більша потужність 0,5Вт.

4. Струм колектора комутаційного транзистора оптосимістора розраховується за напругою живлення та опором навантаження:

$$I_k = \frac{U_{жс}}{R} = \frac{3,2}{39} = 0,082 \text{ А}$$

На практиці, заради надійності, елементи завжди потрібно обирати з запасом. Візьмемо коефіцієнт 1.5. Отже потрібен транзистор з струмом колектора не менше

$$1.5 * 0.82 = 0.123\text{А}$$

і максимальною напругою колектор-емітер не менше

$$1.5 * 5 = 7.5 \text{ В.}$$

За розрахованими параметрами найкраще відповідає транзистор КТ503А (I_{кмакс} = 0,15А U_{ке} = 40В)

За розрахованими параметрами вираховуємо необхідний струм бази:

$$I_b = \frac{I_k}{h_{21э}} = \frac{82}{40} = 2,05 \text{ мА}$$

Цифровий вихід Arduino може забезпечити 40мА, що є цілком достатньо для цього транзистора.

Моделювання системи автоматизації керування системи клімат-контролю

Для дослідження роботи систем кліматичного контролю за допомогою цифрового моделювання використано програмне забезпечення MATLAB та додаток SIMULINK. Вибір алгоритмів керування є основною проблемою, з якою стикаються при проектуванні автоматизованої системи керування. Синтез контролера, який забезпечує найкращу якість керування, часто є складним завданням. З іншого боку, через свою складність реалізація таких контролерів часто не є економічно виправданою. У багатьох випадках для автоматизації виробничих процесів використовується найпростіший і найпоширеніший тип лінійного регулятора.

Однак, оскільки в даному проекті використовується тільки релейний спосіб керування, достатньо спроектувати модель системи автоматизації на логічних елементах. Таким чином схема є дуже простою і недорогою у реалізації.

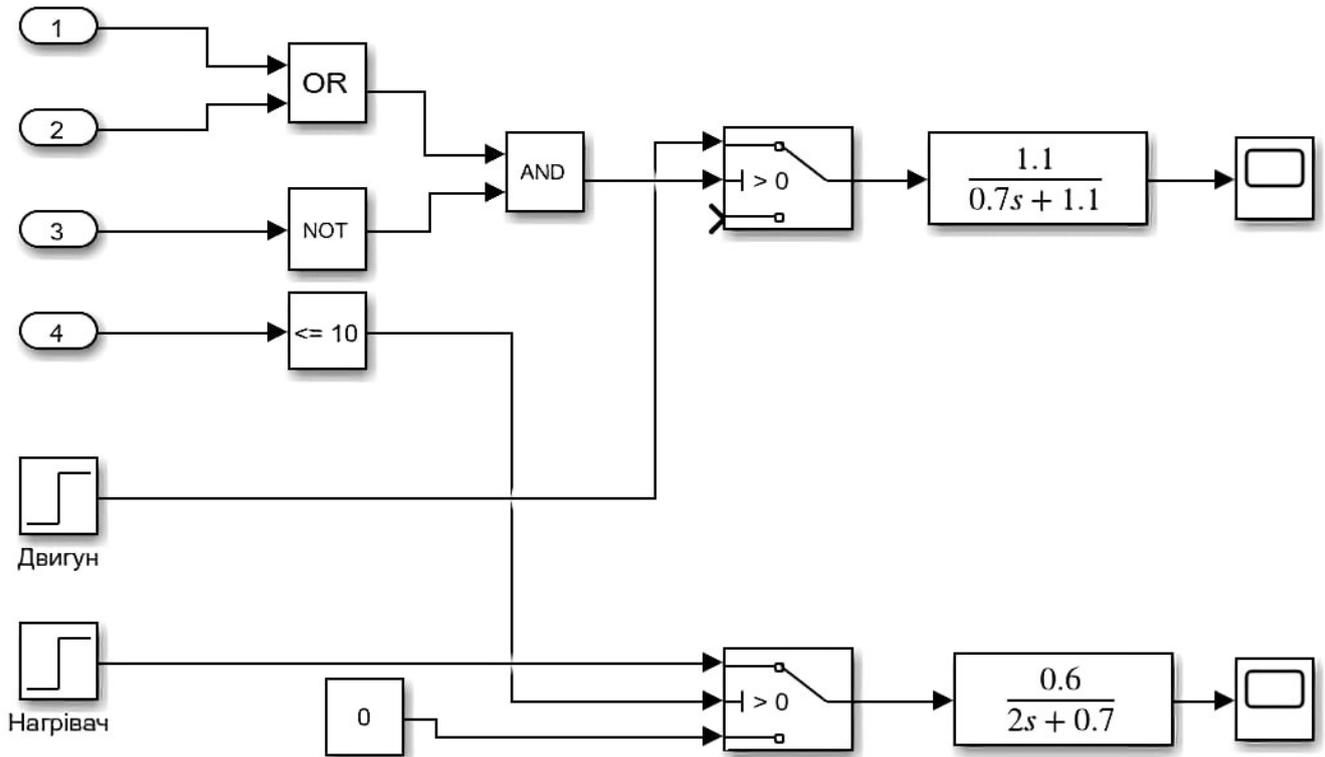


Рис. 2.15 Моделювання автоматичної системи регулювання повітряним потоком всистемі клімат-контролю в середовищі Matlab Simulink

В результаті симуляції даної моделі автоматичної системи, було отримано наступний графік робочих елементів системи клімат-контролю.

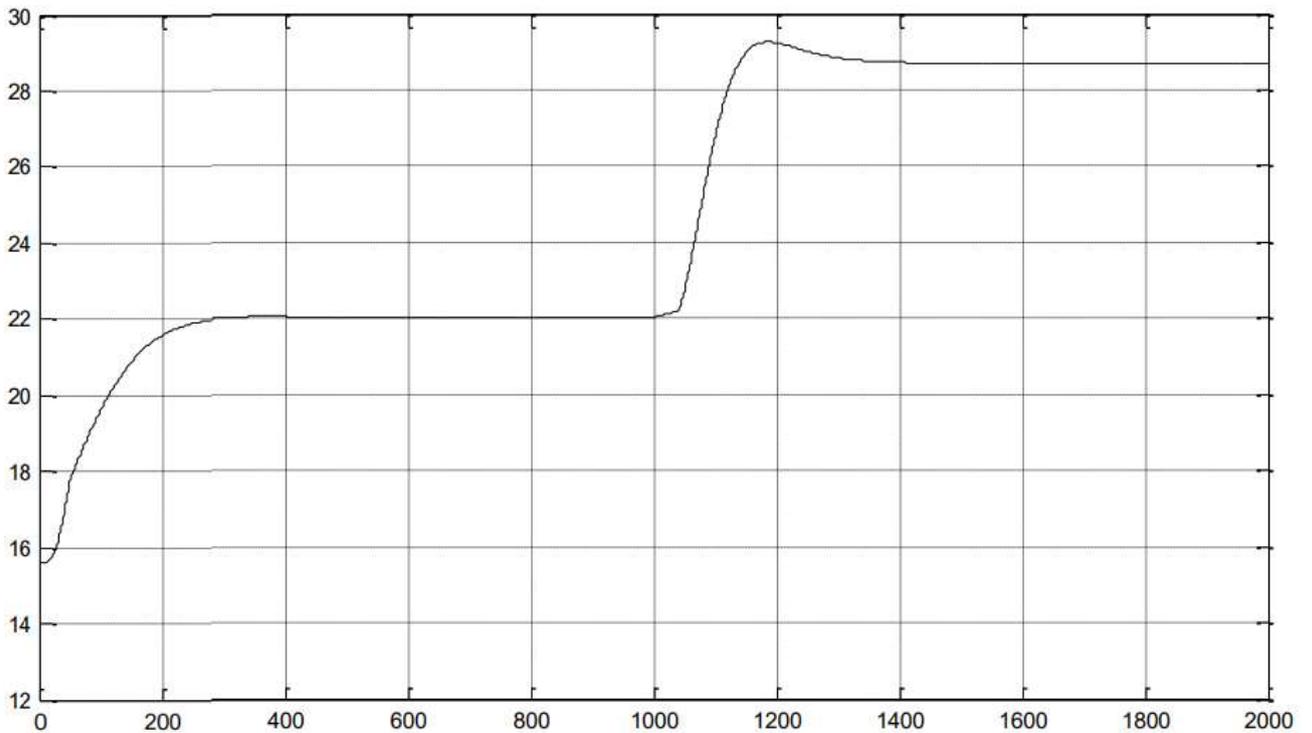


Рис. 2.16 Графік температури нагрівального елемента

З графіка на рис. 2.16 можна побачити, що навіть при використанні релейного терморегулятора температура належним чином встановлюється на задане значення. Це в основному пов'язано з великою інерційністю електронагрівача і витокм тепла в середовище. У цьому випадку моделювання проводилося для двох можливих заданих температур повітря, 20° і 28°C , що відповідають різним температурам навколишнього середовища.

Характер перехідного процесу ациклічний, перерегулювання відсутні, що підтверджує правильність вибору релейного типу керування і не враховує рекомендацію використовувати ПД – регулятори температури. Продуктивність Arduino також виявилася цілком достатньою для генерації та обробки аналогових сигналів, що було підтверджено результатами моделювання.

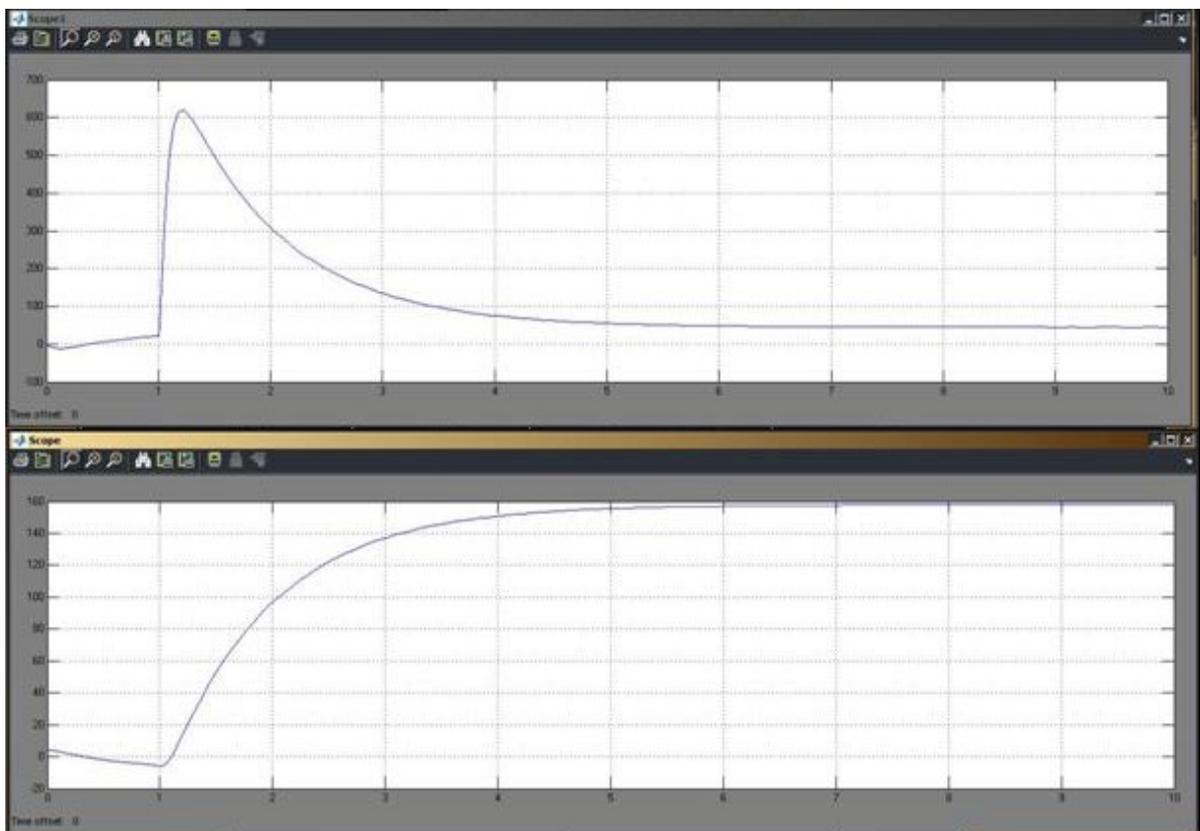


Рис. 2.17 Графік механічних характеристик двигуна систкеми клімат-контролю

Під час запуску двигуна відбуваються перехідні процеси, як показано на рис. 2.16. Двигун розганяється впродовж 2,5 секунд без ривків і великих перевантажень, щоє достатнім часом для системи клімат-контролю. При цьому пусковий струм не перевищує 600% від номінального, що дозволяє повністю відпрацювати пристрій плавного пуску.

Розрахунок перерізу та вибір марки проводів

Підібравши в попередньому розділі обладнання, необхідне для роботи системи клімат-контролю, тепер необхідно визначити необхідний перетин і марку кабелю для підключення.

Загальна споживана потужність такої системи становить 5кВт, тому, згідно з таблицею, кабель, який використовується для живлення панелі управління, повинен бути 3-жильним марки ПВС перетином 2,5 мм².

Двигун і нагрівач забезпечують потужність 2,2кВт і 2,8кВт відповідно з номінальним робочим струмом 23А - для живлення цих елементів вибираємо 3-жильний кабель ПВС перерізом 2,5 мм².

Для підключення датчика руху обираємо 2-жильний кабель ПВС перерізом 0,5мм².

Для підключення інших елементів електричного кола зі струмами, що не перевищують 1А, обирайте кабель ПВ1 перерізом 0,5мм².

Розрахунок розмірів, вибір щита та розробка виду загального

Після розрахунку електропроводки необхідно розрахувати панелі, на яких буде встановлено попередньо обране обладнання.

Таблиця 2.1 – Розмір апаратури

Індекс о схемі	№ приладу	Назва приладу	Розміри hxd[мм]	Кількість, шт
QF1	1	Автоматичний вимикач	81x18x81	1
TV1	2	Трансформатор напруги	81x33x27	1
DD1	3	ArduinoUno R3	68x53x15	1
X1	5	Клемна колодка на 10 клем	155x20x15	1
HA і HL	7	Світлозвуковий оповіщувач	122x73x43	1

Прилади та електрообладнання розміщуються в шафах розподільчих щитів та електрошаф. Щити, розподільчі та електричні шафи виготовляються згідно з ДСТУ на основі розрахованого головного розподільчого щита.

При монтажі електрообладнання в розподільчому щиті необхідно враховувати площу розміщення. При прокладанні електричних кабелів необхідно враховувати коефіцієнти запасу: реле $K_z=1,2$, пускачі $K_z=1,9$, клемні колодки $K_z=2,2$, пристрої сигналізації $K_z=1,1$.

Площа панелі розраховується по формулі:

$$S_{пан} = \sum S_i K_z P_i.$$

Якщо система автоматизації виконана вигляді друкованої плати, то проектування друкованої плати базується на розташуванні пристроїв на поверхні плати.

Виходячи з параметрів цих пристроїв, було розроблено загальний вигляд панелі керування: розташування пристроїв на монтажній панелі (рис. 2.18), вигляд панелі керування зверху (рис. 2.19) та вигляд панелі керування збоку (рис. 2.20)

A

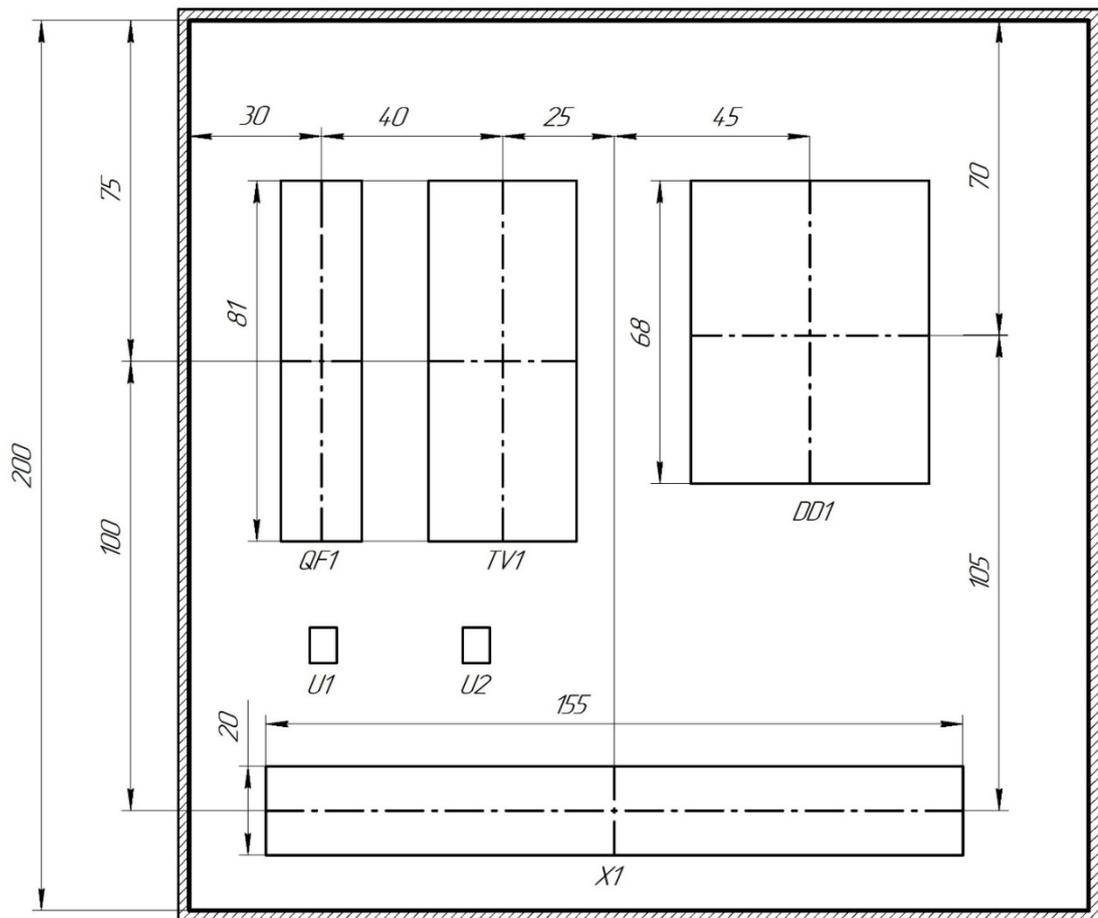


Рис. 2.18 Розміщення апаратів на монтажній панелі

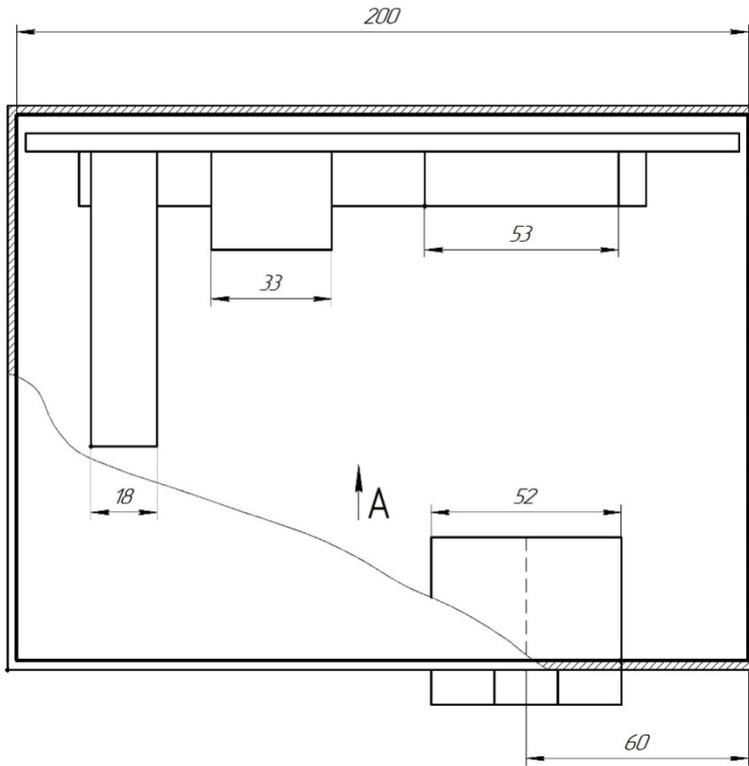


Рис. 2.19 Вид зверху щита керування

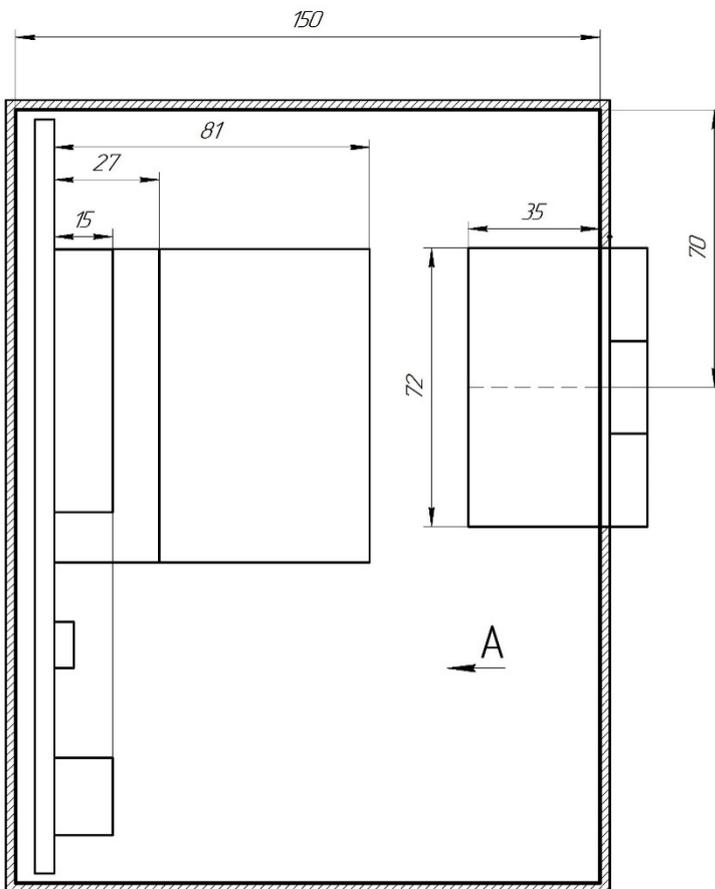


Рис. 2.20 Вид збоку щита керування

Розробка схеми електричної з'єднування

Тепер, коли шафа керування спроектована і обладнання розміщене, необхідно показати, як воно підключене.

Електричні схеми показують з'єднання між обладнанням і з'єднувальними елементами обладнання. Схеми можуть бути виконані в графічному, адресному або табличному вигляді. Схема показує контур обладнання без розмірів, але чітко вказує на взаємне розташування. В середині контуру вгорі пишуть позначення розташування обладнання.

На схемах з великою кількістю пристроїв, пристрої нумеруються зліва направо і зверху вниз, в порядку їх розташування. Чисельник – це номер на схемі, а знаменник – позначення місця розташування. У центральному контурі зображено схему пристрою або його символ.

Приєднувальні клеми також показані у вигляді блоків діаметром 2 мм. Якщо є клеми з заводським маркуванням, то $d=(6...8)$ мм показані у вигляді кружечків. Якщо клеми згруповані в кілька блоків, вони розташовані так, як якщо б вони були взаємно розташовані на корпусі пристрою. Номер пристрою, якому вона відповідає, проставляється на схемі клем. На клеми виводяться всі відгалуження електричних компонентів, при цьому слід стежити за тим, щоб до однієї клеми було підключено не більше двох проводів.

На відстані 10-12 мм від клеми зробіть відведення і напишіть на ньому адресу і позначення пристрою, через який проходить провід, або номер пристрою і його позначення на електричній схемі. Інформацію про дроти надають спеціальні таблиці та примітки.

Схема зовнішнього підключення показана на рис. 2.21. Розташування елементів на передній панелі шафи керування показано на рис. 2.22.

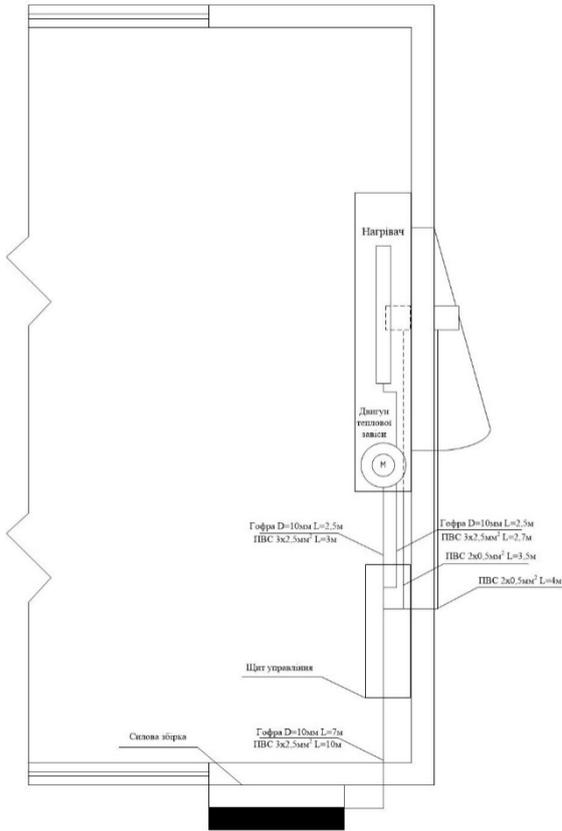


Рис. 2.21 Схема зовнішніх з'єднань щита керування

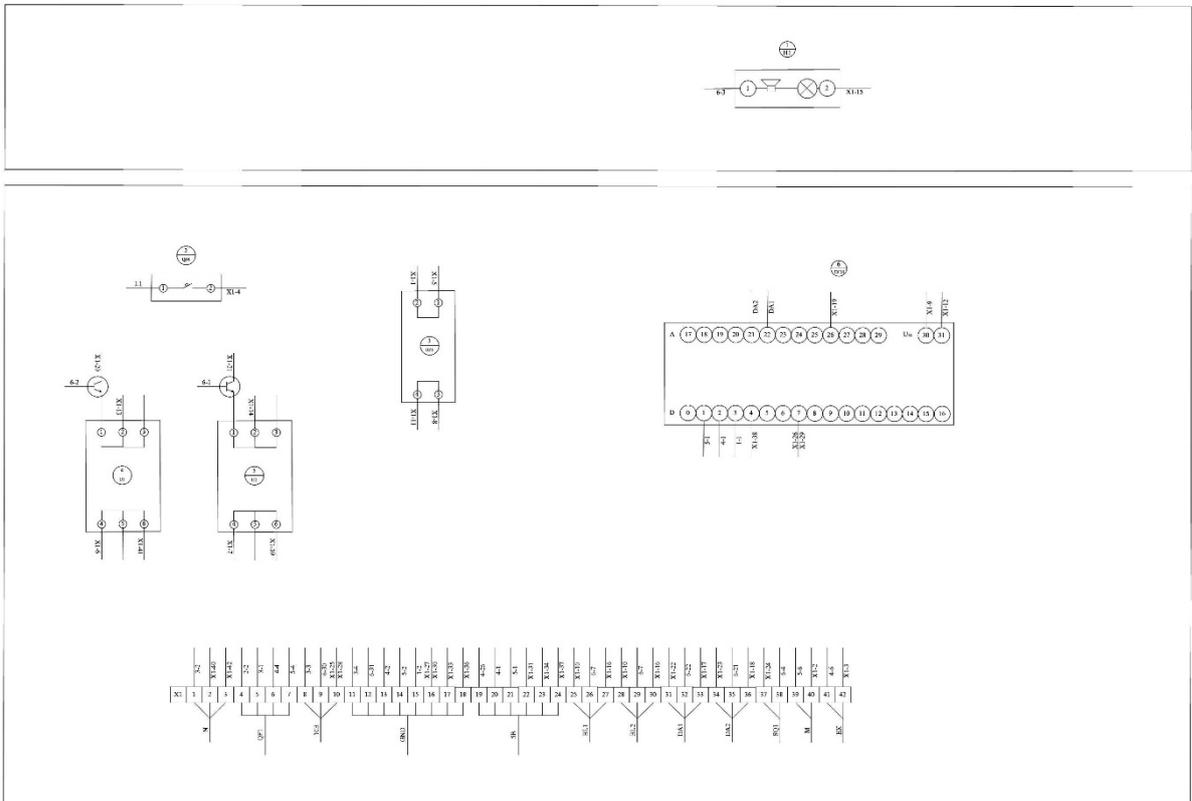


Рис. 2.22 Схема електричних з'єднань щита керування

Розробка схеми, розрахунок і вибір заземлюючих пристроїв

Тепер для захисту потрібно розрахувати заземлення.

Захисне заземлення – це навмисне електричне з'єднання електрообладнання із заземлювальним пристроєм для забезпечення електробезпеки. Мета захисного заземлення – знизити напругу заземлення, дотику і кроку до безпечних значень.

Система заземлення складається із заземлювача та заземлювального провідника. Природні заземлювачі використовуються у водопровідних трубах, сталевій броні та свинцевій оболонці підземних силових кабелів і металевих конструкціях будівель і споруд.

Там, де природного заземлення недостатньо, застосовують штучне заземлення. Вертикальні електроди з труб, сталевих куточків або стрижнів закладаються горизонтально в землю на глибину не менше 0,5 метра.

Розрахунок заземлювачів виробляється по формулах.

1) Визначаємо розрахунковий опір одного електрода

$$r_e = 0,3\rho K_{ces} = 0,3 * 50 * 1,4 = 18,9 \text{ Ом}$$

2) Граничний опір сполученого ЗУ на низьку напругу

$$R_{zy} \leq 4 \text{ Ом, приймаємо } R_{zy} = 4 \text{ Ом}$$

3) Визначаємо кількість вертикальних електродів

$$N_{e.p} = \frac{r_e}{R_{zy}} = \frac{18,9}{4} = 5$$

З урахуванням екранування

$$N_{E.p} = \frac{5}{0,74} = 7$$

4) Визначаємо довжину смуги заземлюючого пристрою

$$L_n = 2 * 5 = 10 \text{ м}$$

5) Визначаємо уточнені значення опорів вертикальних і горизонтальних електродів

$$R_e = \frac{r_e}{N_e * \mu_e} = \frac{18,9}{7 * 0,74} = 3,67 \text{ Ом}$$

$$R_l = \frac{0,4}{10 * 0,74} * 50 * \lg \frac{2 * 10^2}{40 * 10^{-3} * 0,7} = 10,4 \text{ Ом}$$

6) Визначаємо фактичний опір заземлюючого пристрою

$$R_{з.ф} = \frac{3,67 * 10,4}{3,67 + 10,4} = 2,7 \text{ Ом}$$

Фактичний опір заземлюючого пристрою (2,7 Ом) менше припустимого опору, що значить заземлюючий пристрій буде ефективним.

2.10 Висновки до розділу 2:

Розділ 2 включав в себе розробку та розрахунок різних аспектів технічної частини системи кліматичного контролю. Функціональна схема автоматизації була ретельно розроблена для забезпечення найбільшої ефективності та зручності управління. Електрично-принципова схема керування системою була створена з врахуванням вимог до безпеки та надійності.

Алгоритм роботи та програма керування системи кліматичного контролю дозволяють точно відстежувати та регулювати параметри клімату в реальному часі. Вибір елементної бази був здійснений з урахуванням вимог до продуктивності та вартості впровадження.

Моделювання системи автоматизації дозволило провести віртуальні тести та визначити її працездатність перед фізичною реалізацією. Розрахунок перерізу проводів та вибір марки проводів зроблено з урахуванням ефективності та безпеки.

Розробка схеми електричного з'єднання, вибір заземлюючих пристроїв та розмірів щита були виконані відповідно до вимог нормативів та стандартів. Цей розділ є важливою складовою роботи та відображає нашу ретельну підготовку та дотримання вимог до якості та безпеки в системі кліматичного контролю.

РОЗДІЛ 3. ПРАВИЛА МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

3.1 Розробка правил монтажу

Основне призначення систем клімат-контролю –запобігати потраплянню холодного морозного повітря в опалюване приміщення або виходу з нього при відчиненні дверей. Крім того, такі загороди можуть захищати приміщення з працюючими системами кондиціонування, щоб знизити температуру повітря в спекотні періоди.

По суті, системи клімат-контролю це спеціальні пристрої з досить простим принципом дії. Під час роботи повітря потрапляє в спеціальний канал, всмоктується, а потім з досить великою швидкістю видувається назовні. Як правило, теплові завіси можна використовувати в приміщеннях, де висота дверного отвору не перевищує 3,5 метра. Залежно від моделі можуть бути встановлені додаткові нагрівальні елементи. Ефективність таких пристроїв залежить не тільки від якості приладу, але і від правильного проведення монтажних робіт.

Системи клімат-контролю зазвичай встановлюють у приміщеннях з високим рівнем людського трафіку. Часте відкривання дверей дозволяє потокам зовнішнього повітря швидко потрапляти в приміщення, створюючи протяги, які є дискомфортними і шкідливими для здоров'я.

Рекомендується довірити встановлення систем кліматичного контролю фахівцям. Тільки кваліфіковані монтажники можуть гарантувати, що обладнання буде встановлено і підключено максимально правильно. Як правило, компанії, що продають таке обладнання, також пропонують послуги з монтажу. Перед установкою обладнання має бути перевірено на комплектність кваліфікованим фахівцем, а комплектність повинна бути повністю дотримана. До комплектів зазвичай входять такі елементи, як кронштейни, що забезпечують стабільність обладнання. В даний час існує два способи монтажу: горизонтальний і вертикальний.

Найпопулярнішим методом в даний час є горизонтальна установка штор. Він заснований на тому, що пристрій монтується над дверним або віконним отвором. В цьому випадку при виборі необхідно враховувати лише те, що штори повинні ідеально відповідати певній ширині отвору.

Як правило, всі моделі мають певні параметри висоти установки, тому для забезпечення максимальної вигоди пристрій просто необхідно розташувати так, щоб він повністю відповідав встановленим правилам. У ситуаціях, коли двері відкриті в приміщенні, ідеально підійде горизонтальна система, в такому випадку пристрій захищає кімнату від проникнення повітря з вулиці.

Розробка правил налагодження та експлуатації системи керування

Перед початком експлуатації системи клімат-контролю переконайтеся, що обладнання працює належним чином.

Щоб підготуватися до роботи, наприклад, увімкнувши прилад, виконайте такі дії:

- Увімкніть обладнання, далі увімкнеться контролер;
- Відкрийте дверцята і перевірте алгоритм роботи і працездатність системи;
- Перевірте роботу датчиків;
- Перевірте роботу електродвигуна і нагрівача;
- Закрийте двері та перевірте роботу температурної загороди;
- Вимкніть все обладнання;

Надалі просто приступайте до роботи при прдачі напруги.

Розробка плану-графіка виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт

Плани виконання робіт (ПВР) готуються для встановлення систем автоматизації на нових або реконструйованих підприємствах під час капітального ремонту та модернізації великих технічних об'єктів. ПВР пов'язані з проектною документацією (робочими кресленнями, специфікаціями та тендерами), термінами виконання будівельних або монтажних робіт, закупівлею технологічного обладнання та термінами монтажу і введення в експлуатацію.

Підготовка ПВР здійснюється в такій послідовності:

- 1) розподіл підготовчих робіт, що виконуються за межами об'єкта, і подальших монтажних робіт, що виконуються безпосередньо на обладнанні, яке підлягає автоматизації;

- 2) визначення фізичного та фінансового обсягу робіт і фонду оплати праці;
- 3) визначити часові рамки, умови праці, професійну структуру та кваліфікацію працівників для кожного виду робіт;
- 4) підготувати робочу програму, включаючи інструкції для мобільної установки;
- 5) визначення витрат матеріалів та інструментів на весь обсяг робіт;
- 6) визначення потреби в машинах, верстатах та іншому обладнанні.

Обсяг робіт визначається на основі кошторису, складеного на основі робочих креслень, і уточнюється на місці монтажу. Отримані кошторисні дані щодо обсягу робіт вносяться до технічного завдання.

Опис робіт і програма монтажу лінії виглядає наступним чином:

Таблиця 2.1 – Відомість робіт

№ п/п	Найменування робіт	Одиниця виміру	Кількість	Професія	Кваліфікація	Трудомісткість, д/г
1	2	3	4	5	6	7
1. Заготівельні роботи						
1	Виготовлення щита керування	шт.	1	м.	4	4
2	Виготовлення кріплення для датчиків руху	шт.	2	м.	4	4
3	Виготовлення кріплення для кінцевого вимикача	шт.	1	м.	4	4
2. Підготовчі роботи						
1	Встановлення щита керування	шт.	1	м.	3	2
2	Встановлення датчиків	шт.	4	м.	3	4
3	Монтаж електричної проводки	м.	120	е.м.	4	6
3. Монтажні роботи						
1	Монтаж елементів в щиті керування	шт.	1	е.м.	4	8
2	Підключення елементів всередині щита	шт.	1	е.м.	4	4
3	Підключення кінцевого вимикача	шт.	1	е.м.	4	2
4	Підключення електродвигуна	шт.	1	е.м.	3	4
5	Підключення нагрівача	шт.	1	е.м.	3	4
6	Підключення сигналізації	шт.	1	е.м.	3	2
4. Пусконаладжувальні роботи.						
1	Випробування електричних проводок	раз.	1	е.м.	4	8
2	Програмування контролеру управління	шт.	1	м.	4	8
3	Пробний пуск системи	шт.	1	м.	4	2

Відомість на проект

Поз-нака	Позначення	Посилання	Кіль.	Примітка
	Документація			
	Пояснювальна записка		60	A4
	Схема функціональна автоматизації		1	A3
	Схема електрична принципова		1	A1
	Вид загальний щита		1	A1
	Схема електрична з'єднування щита		1	A1
	Схема зовнішніх з'єднань		1	A3
	Обладнання			
QF1	Автоматичний вимикач SchneiderElectric C EZ9		1	1P, C 32 A
SQ1	Кінцевий вимикач KW-1		1	5V, 10mA
DD1	Контролер ArduinoUno R3		1	ATmega328
HA1	Оповіщувач світлозвуковий С-03С		1	5V, 0.04A
UZ1	Трансформатор напруги VITO VT 450		1	220V/50Hz/ 0,13A
U1, U2	Оптосимістор МОС3021		2	400В, 25А, If=15mA
R1,R2	Резистор С1-4		2	39 Ом, 0,5 Вт
R3,R4	Резистор С2-33		2	4,7 кОм, 0,5 Вт
VT1, VT2	Транзистор С1-4		2	

Заходи з охорони праці при встановленні та експлуатації системи кліматичного контролю

1. Вимоги до монтажних робіт

1.1. Дані вимоги поширюються на працівників, які будуть виконувати монтажні роботи блоку керування системи кліматичного контролю із застосуванням відповідних інструментів і пристроїв.

1.2. Монтажні роботи з використанням інструментів та обладнання можуть виконувати працівники, які досягли 18-річного віку та відповідають наступним вимогам:

- пройшли медичний огляд відповідно до вимог Положення про порядок проведення медичного огляду працівників певних категорій, затвердженого відповідним наказом;
- пройшли підготовку для виконання робіт з підвищеною небезпекою відповідно до затверджених програм у навчальних закладах, або за індивідуальними програмами підготовки на виробництві (професійно-технічні навчальні заклади, навчально-курсів комбінати, центри підготовки та перепідготовки кадрів, організації);
- навчання з протипожежної безпеки;
- ввідний інструктаж у службі охорони праці;
- первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці для новоприйнятих чи переведених з одного робочого місця на інше.

1.3. Монтажні роботи, що виконуються із застосуванням ручних електричних машин, повинні проводитися згідно вимог НПАОП 0.00-1.71-13 "Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями" та Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених відповідним наказом.

1.4. Для захисту очей слід застосовувати окуляри відповідно до вимог ДСТУ 12.4.013-85.

1.5. Для захисту працівника на весь термін перебування на будівельному майданчику обов'язкове носіння каски у відповідності до вимог ДСТУ 12.4.128-83.

1.6. Під час виконання робіт на висоті робітнику слід застосовувати захисні засоби відповідно до вимог безпеки на висоті.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Необхідно пройти інструктаж на робочому місці.

2.2. Отримати для виконання робіт спецодяг, засоби індивідуального захисту, інструменти та робоче обладнання, перевірити їх цілісність та комплектність.

2.3. Підготувати робоче місце: прибрати зайві предмети, перевірити достатність освітлення робочого місця; у разі роботи за верстатом впевнитись у справності дерев'яного ґратчастого настилу.

2.4. При машинному різанні встановити суцільний (або з сіткою 3 мм) щит висотою не менше 1 м для захисту від частинок, що розлітаються.

2.5. Працівники, які працюють з пневматичним ручним відбійним молотком або перфоратором, носять м'які рукавички з подвійною підкладкою з боку долоні.

3. Вимоги безпеки під час виконання робіт

3.1. Переносити або транспортувати інструмент з гострими краями, захищеними чохлами або аналогічним пристроєм.

3.2. При різанні, клепанні, свердлінні та інших роботах, де можливе розлітання частинок металу, цегли або бетону, надягайте захисні окуляри з небиткими лінзами відповідно до вимог ДСТУ 12.4.013-85.

3.3. Роботи на висоті слід виконувати тільки з використанням запобіжного пояса і за допомогою регулярно випробовуваного інвентарного допоміжного інструменту та пристроїв.

3.4. Будь-який предмет слід передавати працюючому на висоті тільки за допомогою мотузки. Предмети, що піднімаються, повинні бути прив'язані до центру мотузки і утримуватися за один кінець працівником, що знаходиться зверху, а за інший – працівником, що знаходиться знизу, щоб запобігти розгойдуванню предмета. Дрібні предмети слід поміщати в тару (відра, ящики) і піднімати на 100мм нижче висоти борта.

3.5. Роботи, що підтримують одночасно лотки, ящики і світильники, слід виконувати з риштувань, помостів або драбин з полицями, обнесеними поручнями.

3.6. При виконанні робіт на висоті інструмент і дрібні деталі слід укладати в окремі сумки (спеціальні жилети або пояси).

3.7. При роботі з клинами або зубилами за допомогою кувалд або свердлильного інструменту для проштовхування або виймання деталей слід використовувати кліщі або тримачі довжиною не менше 0,7 м. Свердла повинні бути виготовлені з м'якого металу.

3.8. Іншим працівникам забороняється перебувати перед працівником, який працює з кувалдою

3.9. Забороняється використовувати гайковий ключ з металевою пластиною між гайкою і ключем для ослаблення або затягування гайки, заточувати рукоятку підручними предметами або приєднувати ключ до гайкового ключа або трубки (крім спеціальних монтажних ключів).

4. Вимоги безпеки після закінчення роботи

4.1. Після закінчення роботи вимкнути електроінструмент, прибрати робоче місце, скласти весь інструмент, вимити руки та обличчя теплою водою з милом.

4.2. Витерти інструменти і пристрої від бруду і пилу.

5. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

У разі виникнення аварійної ситуації, яка може призвести до пожежі, вибуху або ураження електричним струмом, припинити роботу, вжити заходів щодо запобігання входу людей і повідомити керівника робіт.

Заходи з охорони праці при встановленні та експлуатації системи кліматичного контролю

Протипожежна техніка – це комплекс заходів щодо запобігання та гасіння пожеж. При монтажі систем керування кліматичного контролю необхідно дотримуватися наступних умов.

Використані обтиральні матеріали (промаслене ганчір'я, папір, тощо) після монтажу та підключення системи клімат-контролю необхідно збирати в спеціальний металевий ящик з кришкою і в міру накопичення виносити в пожежобезпечне місце. Зберігання легкозаймистих рідин та інших горючих матеріалів у майстернях, лабораторіях, цехах і гаражах забороняється. Легкозаймисті рідини неможна розливати на підлогу. Допоміжні матеріали для цеху повинні зберігатися на складі в кількості, передбаченій технологічними інструкціями цеху. Усі пожежні крани на території цеху повинні бути обладнані шлангами і стволами та укладені в дерев'яні, засклені, пофарбовані в червоний колір шафи. Шафи повинні замикатися на замок. Шланги зі стволами повинні бути приєднані до гідрантів. Кожні шість місяців рукав повинен бути змотаний в окрему складну котушку. Пожежні гідранти біля головного виробничого корпусу повинні бути у справному стані, а взимку очищатися від снігу та льоду. Біля пожежних гідрантів або на їх кришках забороняється паркування автотранспорту, зберігання сторонніх

предметів та обладнання. Пожежні гідранти повинні бути позначені табличкою у формі піраміди, що вказує на їх місцезнаходження.

3.6 Висновки до розділу 3:

Розділ 3 розглядає питання охорони праці, правил монтажу та експлуатації системи кліматичного контролю. Розробка правил монтажу та налагодження системи керування дозволяє забезпечити безпеку та надійність встановлення та функціонування системи. План-графік виконання монтажних та пусконаладжувальних робіт сприяє організації робочих процесів та дотриманню строків.

Заходи з охорони праці при встановленні та експлуатації системи кліматичного контролю включають в себе дотримання вимог до безпеки, використання необхідного захисного обладнання та профілактичний медичний контроль працівників. Забезпечення безпеки та здоров'я працівників є пріоритетом при виконанні будь-яких робіт у цій сфері.

Загальною метою цього розділу є забезпечення ефективної та безпечної роботи з системою кліматичного контролю та дотримання вимог до охорони праці відповідно до законодавства та стандартів. Ретельне дотримання правил та заходів з охорони праці є важливим аспектом забезпечення безпеки працівників та надійності системи.

РОЗДІЛ 4. СТАНДАРТИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ (ЄС) СТОСОВНО ВСТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

Стандарти Європейського Союзу (ЄС) стосовно встановлення систем кліматичного контролю в виробничих приміщеннях зазвичай регулюються рядом нормативних документів та директив, які мають на меті забезпечити ефективний та безпечний клімат у робочих середовищах. Найважливіші з них включають:

1. Директива 89/391/ЄЕС про впливи робочого середовища на здоров'я працівників: Ця директива встановлює загальні принципи та вимоги до створення безпечних та здорових умов для працівників. Вона вимагає від роботодавців забезпечувати оптимальні умови для контролю клімату в приміщеннях.
2. Директива 92/57/ЄЕС про мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я під час використання робочого обладнання: Ця директива визначає мінімальні стандарти щодо проектування, експлуатації та обслуговування систем кліматичного контролю та іншого обладнання, яке використовується в робочих середовищах.
3. Стандарт EN 13779 "Системи вентиляції в будівлях. Вимоги до характеристик систем вентиляції": Цей стандарт визначає вимоги до проектування та функціонування систем вентиляції в будівлях, включаючи виробничі приміщення. Він надає рекомендації щодо вентиляційних режимів, які мають забезпечувати належний обмін повітря та контроль температури і вологості.
4. Стандарт EN 15251 "Клімат в приміщеннях. Частина 1: Загальні вимоги, класифікація і визначення параметрів проектування": Цей стандарт визначає вимоги до кліматичного контролю в будівлях, включаючи температуру, вологість, швидкість повітря, теплоізоляцію і освітлення. Він також класифікує різні види будівель за їхнім призначенням і вимагає дотримання певних параметрів.

Ці стандарти і директиви спрямовані на забезпечення безпечних та комфортних умов для працівників в виробничих приміщеннях і враховують фактори, такі як температура, вологість, якість повітря і освітлення. Вони регулюються національними законами та правилами, і виробники та

роботодавці повинні дотримуватися цих нормативів для забезпечення безпеки і здоров'я працівників.

4.1 Директива 89/391/ЄЕС, Також відома як "Директива про впливи робочого середовища на здоров'я працівників," є однією з ключових директив Європейського Союзу, яка регулює забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників в робочих середовищах. Ця директива була прийнята з метою створити єдиний законодавчий рамок для забезпечення мінімального рівня захисту працівників в ЄС та сприяти створенню безпечних та здорових умов для праці.

Основні положення Директиви 89/391/ЄЕС включають:

1. **Загальні принципи:** Директива встановлює загальні принципи та вимоги до організації робочого середовища та зобов'язує роботодавців забезпечувати безпеку та охорону здоров'я працівників у всіх аспектах робочої діяльності.
2. **Оцінка ризиків:** Роботодавці повинні проводити оцінку ризиків на робочих місцях для ідентифікації потенційних небезпек та приймати відповідні заходи для їх усунення або зменшення.
3. **Інформування та навчання:** Роботодавці повинні надавати працівникам інформацію та навчання щодо безпеки та охорони здоров'я на робочому місці.
4. **Застосування заходів безпеки:** Роботодавці повинні забезпечувати застосування відповідних заходів безпеки, включаючи використання необхідного обладнання та особистого захисту.
5. **Медичний контроль:** Директива вимагає забезпечення доступу працівників до медичного контролю та обстеження для виявлення працівників, які можуть бути під впливом небезпечних чинників.
6. **Заходи у випадку аварій:** Роботодавці повинні розробляти плани дій у випадку аварій та інших надзвичайних ситуацій та надавати працівникам необхідну інформацію для їх безпеки.

Директива 89/391/ЄЕС є основою для інших директив та національних законодавств ЄС, які деталізують конкретні вимоги щодо різних аспектів безпеки та охорони здоров'я працівників в різних галузях та сферах

діяльності. Вона сприяє покращенню умов праці та зменшенню ризику професійних захворювань і травм на робочих місцях у ЄС.

4.2 Директива 92/57/ЄЕС «про мінімальні вимоги до безпеки та охорони здоров'я при роботі з робочим обладнанням». Є ще однією важливою нормативною директивою Європейського Союзу, яка регулює безпеку та охорону здоров'я працівників в робочих середовищах, зокрема стосовно використання робочого обладнання. Ця директива прийнята з метою забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників, які використовують різного роду робоче обладнання, і вона містить ряд вимог для роботодавців та виробників робочого обладнання.

Основні положення Директиви 92/57/ЄЕС включають:

1. Визначення робочого обладнання: Директива визначає поняття робочого обладнання та регулює його безпеку та використання на робочих місцях.
2. Загальні вимоги: Роботодавці повинні забезпечувати безпеку та охорону здоров'я працівників при використанні робочого обладнання та здійснювати профілактичні заходи для усунення можливих ризиків.
3. Ідентифікація ризиків: Роботодавці повинні проводити оцінку ризиків, пов'язаних з використанням робочого обладнання, та приймати відповідні заходи для зменшення цих ризиків.
4. Інструкції та навчання: Роботодавці повинні надавати працівникам інструкції та навчання щодо безпеки при роботі з робочим обладнанням.
5. Технічні вимоги: Директива визначає ряд технічних вимог до робочого обладнання, таких як конструкція, матеріали, маркування та інші аспекти, щоб забезпечити безпеку його використання.
6. Системи медичного контролю: Директива також вимагає розробки систем медичного контролю для працівників, які можуть бути під впливом небезпечного робочого обладнання.

7. Заходи у випадку аварій: Роботодавці повинні розробляти плани дій у випадку аварій та інших надзвичайних ситуацій під час роботи з робочим обладнанням.

Директива 92/57/ЄЕС спрямована на забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників, які працюють з різними видами робочого обладнання, включаючи підйомні механізми, машини та інші технічні засоби. Ця директива є частиною загального законодавства ЄС щодо безпеки та охорони здоров'я працівників і доповнює інші нормативи, які регулюють цю сферу.

4.3 Стандарт EN 13779 «Системи вентиляції для будівель - Технічні характеристики для систем вентиляції та кліматичного контролю». Є частиною серії європейських стандартів, які визначають вимоги до систем вентиляції в будівлях. EN 13779 зосереджується на вимогах до характеристик систем вентиляції в різних типах будівель, включаючи промислові приміщення, комерційні об'єкти, офіси та житлові будівлі.

Основні положення стандарту EN 13779 включають:

1. Класифікація будівель: Стандарт класифікує будівлі за їхнім призначенням і визначає вимоги до систем вентиляції відповідно до цих класів. Класифікація охоплює такі типи будівель, як житлові, комерційні, індустріальні тощо.
2. Вимоги до якості повітря: EN 13779 встановлює параметри, такі як температура, вологість, концентрація вуглекислого газу та інші, для забезпечення належної якості повітря в приміщеннях.
3. Проектування систем вентиляції: Стандарт надає вимоги та рекомендації для проектування систем вентиляції, включаючи розмір вентиляційних систем, розподіл вентиляційних потоків, вибір обладнання та матеріалів.
4. Вимоги до обслуговування та експлуатації: EN 13779 визначає вимоги до регулярного обслуговування та технічного обслуговування систем вентиляції з метою забезпечення їхньої правильної функціональності та тривалості служби.

5. Вимоги до енергоефективності: Стандарт також враховує аспекти енергоефективності систем вентиляції та надає рекомендації щодо зменшення енергоспоживання вентиляційних систем.

EN 13779 є важливим інструментом для проєктувальників, інженерів та фахівців з вентиляції, оскільки він допомагає забезпечити належну якість повітря в будівлях, зменшити вплив на здоров'я працівників і мешканців, а також знизити споживання енергії та витрати на обслуговування систем вентиляції. Дотримання цього стандарту сприяє покращенню якості життя та робочих умов в будівлях.

4.4 Стандарт EN 15251 "Клімат в приміщеннях - Частина 1: Загальні вимоги, класифікація і визначення параметрів проєктування," є частиною серії європейських стандартів, які регулюють кліматичний контроль і якість повітря в будівлях. EN 15251 спрямований на забезпечення оптимальних умов для праці, відпочинку та інших видів діяльності в будівлях шляхом встановлення конкретних параметрів проєктування для клімату в приміщеннях.

Основні положення стандарту EN 15251 включають:

1. Класифікація будівель: Стандарт класифікує будівлі за їхнім призначенням і видами діяльності, які в них відбуваються. Це включає класифікацію на житлові будівлі, комерційні об'єкти, офіси, лікарні, спортивні комплекси, тощо.
2. Вимоги до температури і вологості: Стандарт встановлює параметри, які визначають оптимальні умови для температури та вологості в приміщеннях відповідно до їхнього призначення.
3. Швидкість повітря та обмін повітря: EN 15251 містить вимоги щодо швидкості повітря та обміну повітря в приміщеннях залежно від класифікації будівлі.
4. Теплоізоляція та енергоефективність: Стандарт регулює вимоги до теплоізоляції і енергоефективності в будівлях, сприяючи зменшенню споживання енергії та підвищенню комфорту.
5. Освітлення: EN 15251 також визначає вимоги до освітлення в приміщеннях для забезпечення відповідної якості освітлення.

Стандарт EN 15251 є корисним інструментом для архітекторів, інженерів та проєктувальників, які займаються проєктуванням будівель, оскільки він допомагає забезпечити оптимальні умови в будівлях з огляду на їхнє призначення та тип діяльності. Дотримання цього стандарту сприяє покращенню якості життя та робочих умов в будівлях та допомагає знизити вплив будівель на довкілля шляхом підвищення енергоефективності та зменшення споживання ресурсів.

4.5 Висновки до розділу 4:

Розділ 4 надав детальний огляд стандартів Європейського Союзу (ЄС), які регулюють встановлення систем кліматичного контролю в виробничих приміщеннях. Директива 89/391/ЄЕС встановлює важливі норми з охорони праці та зобов'язання роботодавців щодо забезпечення безпеки та охорони здоров'я працівників. Директива 92/57/ЄЕС надає вимоги до безпеки та охорони здоров'я при роботі з робочим обладнанням. Стандарти EN 13779 та EN 15251 встановлюють вимоги до систем вентиляції та параметрів проєктування систем кліматичного контролю в будівлях.

Ці стандарти та директиви є важливими референціями для інженерів та проєктувальників при розробці та встановленні систем кліматичного контролю. Вони спрямовані на забезпечення безпеки та здоров'я працівників, енергоефективності та зменшення впливу на довкілля виробничих приміщень.

Знання та використання цих стандартів і директив важливо для досягнення високих стандартів якості та безпеки в системах кліматичного контролю в ЄС, а також для відповідності вимогам законодавства ЄС у галузі безпеки та охорони здоров'я працівників.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. **Аналіз стандартів Європейського Союзу:**

В ході роботи був проведений детальний аналіз стандартів ЄС, зокрема директив і стандартів, пов'язаних із системами кліматичного контролю в промислових приміщеннях.

2. **Сучасні тенденції в області кліматичного контролю:**

Висвітлено сучасні тенденції та інновації у галузі систем кліматичного контролю, враховуючи вимоги та стандарти Європейського Союзу.

3. **Проектування та синтез систем:**

Запропоновано методику проектування та синтезу систем кліматичного контролю, що враховує вимоги стандартів ЄС, забезпечуючи оптимальні умови для виробничих приміщень.

4. **Ефективність та енергозбереження:**

В роботі досліджено питання ефективності та можливості енергозбереження у системах кліматичного контролю з урахуванням сучасних екологічних вимог.

5. **Виклики та перспективи впровадження:**

Виділено виклики та перспективи впровадження розроблених систем кліматичного контролю в контексті європейського виробничого середовища.

6. **Заключні рекомендації:**

Завершальні висновки включають рекомендації для інженерів, дослідників та практиків, щодо оптимального вибору та впровадження систем кліматичного контролю в виробничих приміщеннях згідно з європейськими стандартами.

Ці загальні висновки підсумовують ключові аспекти дослідження та вказують на його практичне значення для розвитку ефективних та відповідних стандартам рішень у сфері кліматичного контролю.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

Основне

1. Система кондиюнування Neoclima ТЗС-508 // Режим доступу: http://www.dg-dom.ru/katalog/heaters/zavesy_neoclima_tzs/neoclima_tzs508/
2. Датчики і сигналізації // Режим доступу: <http://mikroschema.com/datchiki-i-signalizatsiyi-datchik-ruhu-pro-rizne-katalog-statej/>
3. Rozetka.ua | Датчик руху CrowSwan-Quad // Режим доступу: http://rozetka.com.ua/crow_swan-quad/p260786/#tab=all
4. Кінцевий вимикач – Вікіпедія // Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Кінцевий_вимикач
5. Оповіщувач світлозвуковий внутрішній ATIS LD-95// Режим доступу: <http://senko.com.ua/ua/products/opovishchuvach-svitlozvukovyy-vnutrishniy-atis-ld-95>
6. Датчик температури DS18B20 // Режим доступу: https://arduino-ua.com/prod190-Datchik_temperatyri_DS18B20
7. Оптосимістор М0С3021 // Режим доступу: <http://radiokomponent.com.ua/product/moc3021-15ma/>
8. Бойчук І.М., Харів П.С., Хопчан М.І., Піча Ю.В. - Економіка підприємства. Навч. посібник для студентів економ. спец. вищих навч. Закладів 1-4 рівнів акредитації. Друге вид., виправлене і лоп. – К.: «Каравела»; Львів: «Новий світ» - 2000; 2001. -298с.
9. Економіка підприємства: підручник для вузів / Л.Я.Аврашков, В.В.Адамчук, О.В.Антонова та ін.; Під. ред. проф. В.Я.Горфінкеля, проф. В.А.Швандара. – 2-е вид., перероб. та доп. – М.: Банки та біржі, ЮНИТИ, 1998. – 742 с.

10. Економіка підприємства: підручник / за заг. ред. С.Ф. Покропивного. - вид. 2-е, перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2001. -528с.: іл.
11. Економіка підприємства: Навч. посіб. / А.В.Шегда, Т.М.Лиитвиненко, М.П.Нахаба та ін.: за ред. А.В.Шегдиин. – 3-е вид., випр. – К: Знання - Прес, 2003.- 335с.
12. Економіка виробництва: Підручник / під ред.. проф. О.І.Волкова. – М.: ІНФРА – М, 1998. -416с.
13. Мочерний С.В., Устинко О.А., Чоботар С.І. – Основи підприємницької діяльності: Посібник. – К.: Видавничий центр «Академія», 2001 -280с.
14. Програма курсової роботи – Житомирський технологічний коледж. Методичні вказівки. – «Економіка виробництва», «Економіка та планування виробництва». – Житомир, 2007.
15. Організація та планування машинобудівного виробництва: Підручник для машин обуд. спец. вузів / М.І. Іпатов, М.К. Захарова, К.А. Грачева та ін.; під ред. М.І. Іпатова, В.І. Постникова та М.К. Захарової. – М.: Вища школа, 1998. – 367с.: іл.
16. Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського // Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/>
17. Житомирська обласна універсальна наукова бібліотека імені Олега Ольжича // Режим доступу: <http://www.lib.zt.ua/>
18. Вікіпедія, вільна енциклопедія // Режим доступу - www.wikipedia.org
19. Бібліотека навчальних матеріалів // Режим доступу - http://pidruchniki.com/12810419/politekonomiya/virobnichi_resursi_struktura_faktori_virobnitstva
20. Буковинська бібліотека // Режим доступу - <http://buklib.net/books/37299/>

21. Босак А.В. Цифрові системи керування електротехнічними комплексами: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів», «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А.В. Босак, Л.Я. Кулаковський; КПІ ім. ІгоряСікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,29 Мбайт). – Київ : КПІ ім. ІгоряСікорського, 2021. – 52 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41530>

22. Кулаковський Л.Я. Теорія автоматичного керування: Лінійні системи: Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] :навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» / Л.Я. Кулаковський, А.В. Босак; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,08 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 23 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26330>

23. Chermalykh A.V. Digitalcontrolsystems: Settlementandgraphicwork [Electronicresource]:
tutorialforbachelor'sdegreeprogramsforaneducationalprogram
"EngineeringofAuto-matedElectricalSystems" / A.V. Chermalykh, A.V. Danilin, A.V. Bosak, I.Ya. Maidanskyi; IgorSikorskyKievPolytechnicInstitute. – Electronictextdata (1 file: 3,7 MB). – Kiev: IgorSikorskyKievPolytechnicInstitute, 2019. – 67 p. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26335>

24. Кулаковський Л.Я. Теорія автоматичного керування: Лінійні системи: Курсова робота [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» / Л.Я. Кулаковський, А.В. Босак; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,1 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 34 с.

<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26328>

25. Босак А.В. Теорія автоматичного керування: Нелінійні системи та оптимальне керування:Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» / А.В. Босак, Л.Я. Кулаковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 60 с.<http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26332>

26. Босак А.В. Цифрові системи керування електротехнічними комплексами: лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів», «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А.В. Босак, Л.Я. Кулаковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,32 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 39 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41533>

27. Шевчук Н. А. Економіка і організація виробництва: Рекомендації до виконання розрахункової роботи: [Електроннийресурс]: навч. Посібник для студ. спеціальностей: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізацій: «Інжиніринг електротехнічних комплексів», «Електромеханічні та мехатронні системи енергоємних виробництв» / Н.А. Шевчук, С.О. Тульчинська / КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019.–60 с.

Додаток А

PART 1 ANALYSIS OF AUTOMATIC CLIMATE CONTROL SYSTEMS

1.1 General data on climate control systems

Automatic climate control systems are devices that create an invisible air flow barrier that effectively divides the external and internal environments. The external environment can include hot or cold drafts, lingering odors, smoke, and dust. Climate control systems are ideal for creating and maintaining a comfortable climate in public and industrial buildings, as well as commercial premises where visitors are come and go. Climate control systems are designed to solve important problems that may seem unimportant to the average resident.

Climate control systems create an invisible air barrier on the air flow paths. When properly selected, they are designed for effective protection of the internal environment from the outside. If the velocity of the flow stream at the lowest point is from 0 m/s to 1.5 m/s, then the design of such a flow does not give the desired result, because the flow the flow will be insufficient to block the outside air.



Pic. 1.1 An example of climate control systems used in production facilities

The Neoclimate TZS-508 climate control system is installed over two floors, and the warm flow prevents mixing of the air temperature in the closed room with the outside environment (Pic 1.1).

Climate control systems Neoclimate TZS-508 is a highly efficient air conditioning system with STICH heating elements -spoked fans on platinum plates.

Technical specifications:

- Power supply 220 V

- Power 2.2 / 5.0 kW (without heating / with heating)
- Productivity 470 m³ / hour
- Flow speed 6.5 m/c
- Heating temperature 30 oC
- Recording element STICH
- There is no external thermostat
- Installation height 2.5 m
- Dimensions (w * h * d) 800 * 172 * 172 (mm)
- Weight 9.0 kg

Automation system implementation process:

- Automation system design;
- Implementation of automation measures;
- Assembly and programming of automation cabinets;
- Peak-adjustment jobs;
- Professional training and delivery of the object;

Control cabinets and automation of ventilation and air conditioning

Ventilation systems, as usual, are complex combinations of engineering equipment designed to ensure effective air exchange. Warm cooking is not appropriate, because the indicators of humidity, humidity and temperatures constantly change depending on the season and climate, as well as the volume of intake and exhaust air. The ideal solution is a fully automated ventilation and air conditioning system.

1.2 Overview of the current directions of technical writing and its implementation by methods

The disadvantage of this climate control system is that it operates continuously and therefore consumes electricity inefficiently. To overcome this shortcoming, the motion sensor was implemented.

The main aspects of nightly recording and automation during implementation:

1. Automation of turning on and off the air conditioning system in accordance with the presence or absence of people at the entrance and automation of heating control in accordance with temperature difference between the room and the external environment. This significantly reduces electricity consumption and increases energy efficiency.
2. Installation of an alarm system that notifies people of the failure of the automated system. This is necessary in order for the personnel to be informed and to take appropriate measures in case the doors are left open by a long period of time, that leads to an excessive energy consumption.

1.3 Technical tasks for projection

The climate control system should be turned on only when there is a person nearby. It should also be turned on in advance so that the air can reach the floor. In addition, the fans are turned on only when there is a significant difference between the external and internal temperatures.

Appearance of a person near the door is determined with the help of the motion sensor. The motion sensor detects the entrance and exit from the doors and uses this signal to control the system.

The motion sensor is a signal device that detects moving objects and is used for monitoring the surrounding environment and automatically initiates an emergency action and response on a moving object. Motion sensors are widely used separately or as part of security systems for detecting intrusions or automating lighting and heating, ventilation and air conditioning systems. in apartments, houses and commercial buildings.

Temperature sensors are used to provide information about the temperature.

Outdoor temperature sensors are used everywhere. This is also true for the heating and air conditioning system. Different types of temperature sensors are used in refrigerators, water heaters, computers, etc. This is only for household use. And the industrial active range is much wider.

Digital sensors are currently the most optimal tool for working with microcomputer problems, if there are no specific languages. Unlike analog sensors, digital sensors work in a long conducting line, and their signal is more resilient to obstacles.

The side interface allows you to connect several digital sensors to one line at the same time, covering a large area with the sensors and reading the temperature gradient on this area. Digital counters work even with the most primitive interfaces.

Analog-digital counters require much more time to convert the signal from the sensing element to a digital one (up to one second for high resolution), but the accuracy remains high (the error is about $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ when measuring close to room temperature).

The controller captures and processes information from sensors and sends commands to executive mechanisms.

The best variant is a programmed logic controller.

The main advantage of high-performance PLCs is that they can replace dozens or even hundreds of electromechanical controllers with one compact electronic device.

Another advantage is that the functions of the logical control are implemented in the program, and not in the hardware, which allows to safely adapt to the new languages with minimal problems and expenses. Numerous additional functions, renewed by cellular programmed logic controllers (PLC0, almost completely swept away automation systems in favor of optical controllers, without which modern control systems would be unthinkable).

PLCs differ from traditional non-programmable controllers in that they are: more flexible, more reliable, smaller in size, can work in conjunction with other devices, and can be customized through the Internet, defects are detected faster, they use less energy, and changing its functions and types is cheaper than in Long-term perspectives are often cheaper.

1.4 Conclusions to Chapter 1:

Based on the analysis of automatic climate control systems in industrial premises, several important conclusions can be drawn. Modern technologies make it possible to create effective and economically acceptable solutions for ensuring the comfort and safety of employees, as well as increasing production productivity. Automation of climate control systems makes it possible to precisely adjust indoor air parameters, which meets the requirements of standards and contributes to reducing energy consumption and reducing emissions into the atmosphere. However, it is important to consider the individual characteristics of each industrial facility and the needs of employees, other factors such as the cost of implementing and maintaining systems, as well as safety and reliability issues. A detailed analysis of climate control systems is an important part of solving these problems and contributes to the improvement of conditions in industrial premises.

Додаток Б

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ
за матеріалами ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції
**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**
10 листопада 2023 року



Полтава 2023

УДК 004.89 + 681.51

Збірник наукових праць за матеріалами ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика», 10 листопада, 2023 р. / Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Редколегія: О.В. Шефер (головний редактор) та ін. – Полтава: НУ «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2023. – 140 с.

У збірнику представлені результати наукових досліджень та розробок в області сучасних електромеханічних систем та автоматизації, електричних машин і апаратів, моделювання та методів оптимізації, енергозбереження в електромеханічних системах, управління складними технічними системами, проблем аварійності та діагностики в електромеханічних системах та електричних машинах, інформаційно-комунікаційних технологіях та засобах управління. Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів і магістрів.

Матеріали відтворено з авторських оригіналів та рекомендовано до друку ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика». Редакція не обов'язково поділяє думку автора і не відповідає за фактичні помилки, яких він припустився.

Відповідальний за випуск - д.т.н., професор О.В. Шефер.

Редакційна колегія:

О.В. Шефер – головний редактор, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматки, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

Н.В. Єрмілова – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматки, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

С.Г. Кислиця – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматки, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Б.Р. Боряк – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматки, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

**© Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»**

<i>Л.І. Леві, М.Р. Янченко</i> АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ В ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	102
<i>С.Г. Кислиця, Д.В. Рибак</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ХРОМУВАННЯ ВИРОБІВ.....	103
<i>Н. М. Слепченко, О.В. Шефер, С. Г. Кислиця</i> МОЖЛИВОСТІ ПОДОЛАННЯ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОД НА ПРИЙМАЛЬНИЙ ТРАКТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ.....	106
<i>В.М. Галай, В.І. Романенко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРАВИЛЬНО-ВІДРІЗНОГО ВЕРСТАТА З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ ПРОГРАМУВАННЯ ЛОГІЧНИХ КОНТРОЛЕРІВ.....	108
<i>С.І. Демус, О.В. Шефер, С.Г. Кислиця</i> ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ ПРИЙМАЛЬНОГО ТРАКТУ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ.....	110
<i>О.С. Жученко, Я.Д. Васев</i> ОСНОВИ ПОБУДОВИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ DNS.....	112
<i>Л.І. Леві, О.С. Шкицький</i> МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ГОЛОВНОГО РУХУ ТОКАРНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК.....	114
<i>О. Shefer, S. Babych, V. Demianchuk</i> ANALYSIS OF THE STABILITY OF TELECOMMUNICATION EQUIPMENT TO THE INFLUENCE OF POWER WIDEBAND IMPULSE INTERFERENCE.....	116
<i>А.М. Сільвестров, Т.Ю. Мірошниченко</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОТОКОЛУ «ETHERNET» ТА ЙОГО МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИ ПОБУДОВІ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ.....	118
<i>О. Shefer, D. Piddubnyi</i> ANALYSIS OF MODERN MEANS OF ELECTROMAGNETIC INFLUENCE	120
<i>Р.М. Царьков, Н.В. Єрмілова</i> АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АЛГОРИТМІВ ФАЗОВОГО АВТОПІДСТРОЮВАННЯ ЗА ОЗНАКОВИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ СИГНАЛІВ В ОПТИЧНИХ СИСТЕМАХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ.....	121
<i>О.С. Жученко, Р.М. Сталинський</i> РОЗРОБКА ПРОЄКТУ КОМП'ЮТЕРНОЇ МЕРЕЖІ ПІДПРИЄМСТВА З СИСТЕМОЮ ЗАХИСТУ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ.....	123

УДК 004.42

Л.І. Леві, д.т.н., професор,

М.Р. Янченко, магістрант

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ В ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

В роботі розглянуто синтез системи автоматизованого управління на базі мікропроцесорного пристрою для кліматичного контролю в виробничих приміщеннях. При цьому основною вимогою при проектуванні було забезпечення мінімізації витрат на елементну базу шляхом впровадження релейного режиму роботи завіси за допомогою датчиків температури та руху, а також контролера, і водночас підвищення енергоефективності всієї системи загалом.

В результаті аналізу існуючих рішень були сформульовані їх основні проблеми, зокрема пов'язані з безперервною роботою цієї моделі, що призводить до неефективного споживання електроенергії. Також було запропоновано такі дії підвищення енергоефективності: запуск двигуна завіси залежно від сигналів, отриманих від датчика руху; здійснення нагріву повітряної завіси залежно від різниці температур зовні та всередині приміщення; формування сигналу тривоги для сповіщення про помилку в системі.

Була розроблена система автоматизації роботи теплової завіси залежно від присутності людини на вході та контролю нагріву залежно від різниці температур усередині приміщення та зовнішнього середовища на базі мікропроцесорного логічного пристрою. Проведено дослідження динамічних характеристик системи керування нагріванням методом цифрового моделювання. Вибрано та запропоновано до використання елементи системи автоматизації, наведено їх основні характеристики. Також було розроблено комплекс питань щодо безпечного використання теплової завіси із синтезованою системою управління.

Виконання роботи алгоритму починається зі спрацювання датчика руху та передачі сигналу на контролер, який в свою чергу запускає двигун теплової завіси. Далі здійснюється опитування датчиків температури, і якщо різниця температур ззовні та всередині більша за 10 градусів по Цельсію вмикається керування нагрівальним елементом. За цим йде очікування сигналу з кінцевого вимикача і після його отримання вмикається нагрівальний елемент, далі йде зупинка двигуна і закінчення алгоритму. Якщо ж умова різниці температур не виконується, в такому разі просто очікується сигнал з кінцевого вимикача, після чого зупиняється двигун чим закінчується алгоритм.

Для дослідження роботи системи автоматизації керування теплової завіси методом цифрового моделювання використовується програмне забезпечення MATLAB з його прикладним додатком SIMULINK. Вибір алгоритму керування є основним завданням проектування системи автоматичного регулювання.

Синтез регуляторів, які дають найкращі показники якості керування, як правило, являє собою непросту задачу. З іншого боку, через складність, реалізація таких регуляторів часто виявляється економічно невиправданою. У багатьох випадках для автоматизації виробничих процесів використовуються найпростіші і найбільш поширені типи лінійних регуляторів.

Проте так як в даному проекті використовується лише релейний режим керування, достатньо буде спроектувати модель системи автоматизації на логічних елементах, завдяки чому схема виходить доволі проста в проектуванні та дешева в реалізації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Босак А.В. *Цифрові системи керування електротехнічними комплексами: комп'ютерний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів», «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / А.В. Босак, Л.Я. Кулаковський; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,29 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 52 с. <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/41530>*

2. Кулаковський Л.Я. *Теорія автоматичного керування: Лінійні системи: Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Інжиніринг автоматизованих електротехнічних комплексів» / Л.Я. Кулаковський, А.В. Босак; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,08 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 23 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/26330>*

AUTOMATED SYSTEM OF CLIMATE CONTROL IN PRODUCTION PREMISES

L. Lievi, ScD, Professor,

M. Yanchenko, Master's student,

National University «Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic»

Міністерство освіти та науки України
Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Кафедра автоматички, електроніки та телекомунікацій

Додаток В

Синтез автоматизованої системи кліматичного контролю в виробничих приміщеннях відповідно до стандартів ЄС

Кваліфікаційна робота магістра

Виконав:

Студент групи 60 ІМЕ

Керівник

Д.т.н. професор

Янченко М.Р.

Леві Л.І.

Створення системи кліматичного контролю для зберігання комфортної температури всередині приміщення

Мета: підвищення енергоефективності системи на основі елементів з мінімально можливими витратами за рахунок включення режиму роботи реле з використанням датчиків температури, датчиків руху і контролерів.

Системи клімат-контролю в виробничих приміщеннях повинні задовольняти наступні умови:

- постійна підтримка комфортних кліматичних умов в приміщенні в будь-який момент часу;
- автоматична робота системи димовидалення під час пожежі;
- безперебійно та надійно працюють повітряпостачання, витяжка та припливно-витяжні пристрої;
- захист обладнання під час надзвичайних ситуацій та продовження терміну його служби;
- зменшення експлуатаційних витрат системи за рахунок більш економічного споживання електроенергії;
- створення максимально комфортних умов;
- зменшити витрати експлуатаційні витрати об'єкта за рахунок використання енергоефективних рішень та зниження витрат на споживання електроенергії, тепла, води та природного газу;
- виключення людського фактора при експлуатації інженерного обладнання;
- оптимізація енергоспоживання за рахунок злагодженої роботи автоматизованих засобів;
- подовження терміну служби інженерного обладнання за рахунок оптимізації його використання протягом доби.

Автоматичні системи кліматичного контролю

Це пристрої, які створюють невидимий бар'єр повітряного потоку, що ефективно розділяє зовнішнє і внутрішнє середовище. Зовнішнє середовище може включати пориви теплого або холодного повітря, різні запахи, комах і пил. Системи клімат-контролю є ідеальним рішенням для підтримки і збереження комфортного мікроклімату в громадських і промислових будівлях, а також комерційних приміщеннях, де постійно приходять і йдуть відвідувачі. Системи клімат-контролю покликані вирішувати дуже важливі проблеми, які можуть з'явитися неважливими для пересічного мешканця.



Переваги та недоліки

Переваги:

Комфорт: Забезпечують комфортні умови для перебування в приміщенні, регулюючи температуру та вологість повітря.

Збереження енергії: Ефективно використовують енергію для обігріву чи охолодження, що може призвести до економії на рахунках за електроенергію.

Здоров'я: Забезпечують чисте повітря та можуть фільтрувати алергени та шкідливі речовини, сприяючи здоров'ю.

Захист від екстремальних умов: Допомагають в уникненні перегріву влітку та замерзання взимку.

Захист обладнання: Важливі для збереження правильної роботи електронного та технічного обладнання, такого як серверні кімнати.

Недоліки:

Вартість: Інсталяція та обслуговування систем клімат-контролю може бути дорогою.

Енергоспоживання: Деякі системи можуть споживати значну кількість енергії, що може призводити до великих витрат.

Потреба в обслуговуванні: Системи потребують регулярного технічного обслуговування, в іншому випадку можуть втратити ефективність та виходити з ладу.

Шум: Деякі системи можуть видавати шум, що може бути завадливим для користувачів.

Вплив на оточуюче середовище: Використання певних холодоагентів чи енергозатратних систем може мати вплив на навколишнє середовище та природні ресурси.

Залежність від електроенергії: Без електроенергії системи клімат-контролю не зможуть працювати, що може бути проблемою в разі відключень чи аварій.

Методи керування

Параметричне керування: Керування на основі змінних параметрів, таких як температура, вологість, швидкість повітря тощо. Використовується для підтримки сталого рівня заданих параметрів у приміщенні.

Часове керування: Зміна параметрів системи відбувається в залежності від певного графіку або часового розкладу. Ефективно для забезпечення комфортних умов у певний час доби чи дня.

Керування на основі вимірювань: Використовує зворотний зв'язок з датчиками для надання реальної інформації про умови в приміщенні та регулювання параметрів системи відповідно. Дозволяє системі адаптуватися до змін у реальному часі.

Керування на основі прогнозу: Використовує прогноз погоди та інші прогностичні дані для налаштування системи перед очікуваними змінами у погоді. Може забезпечити попередження перед екстремальними умовами.

Адаптивне керування: Система самостворює модель внутрішнього середовища та автоматично адаптує параметри для досягнення оптимальних умов. Дозволяє системі кліматичного контролю оптимізувати роботу в реальному часі, враховуючи зміни у виробничому процесі або середовищі.

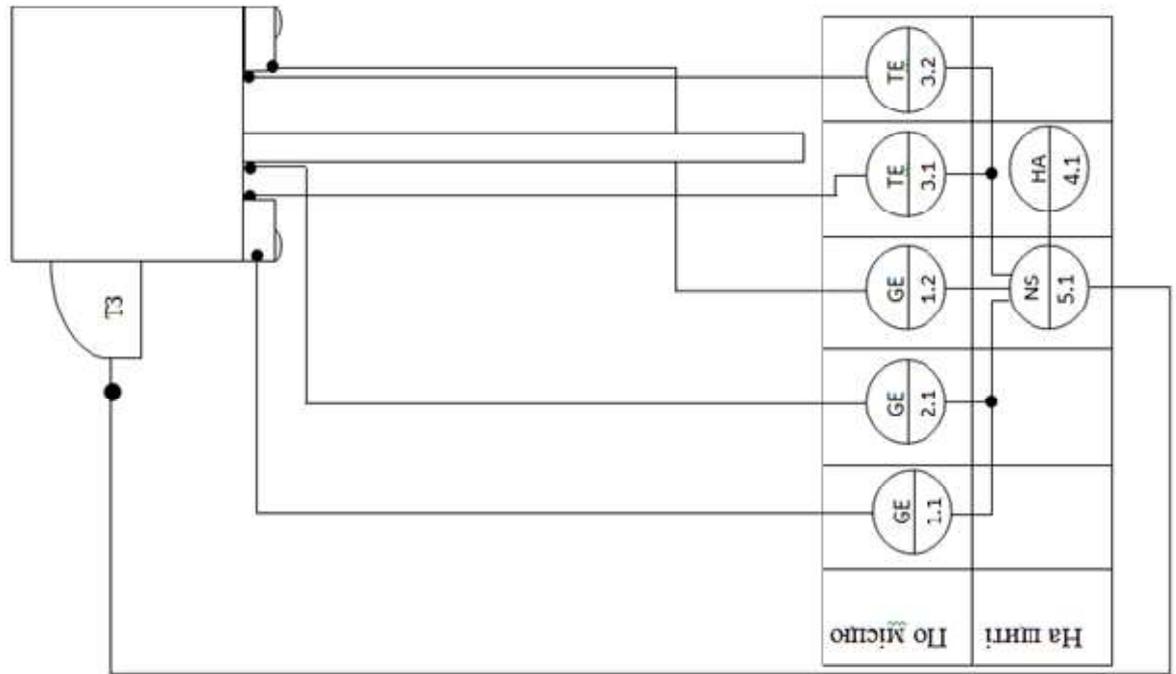
Керування на основі користувацьких налаштувань: Надає можливість користувачам вручну встановлювати та змінювати параметри системи відповідно до їхніх потреб. Забезпечує індивідуалізовані умови для користувачів.

Керування на основі інтеграції з іншими системами: Інтегрується з іншими системами автоматизації та управління для взаємодії та оптимізації роботи приміщення. Покращує ефективність та забезпечує координацію різних систем в будівлі.

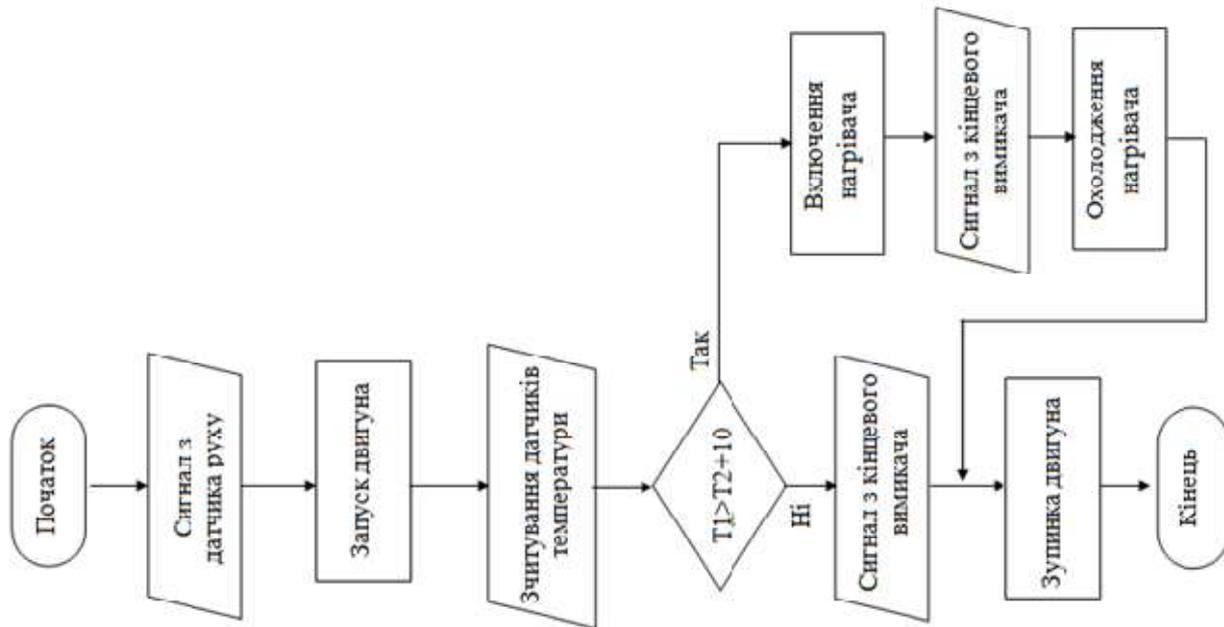
Функціональна схема автоматизації системи кліматичного контролю

ТЗ – система кондиціонування;
GE1.1, 1.2 – датчик руху;
GE2.1 – кінцевий вимикач;
TE3.1, 3.2 – датчики температури;
HA4.1 – сигналізація
NS5.1 мікропроцесорний логічний пристрій Arduino Uno;

Датчики руху GE1.1, GE1.2, кінцевий вимикач GE2.1 та датчики температури TE3.1, TE3.2 передають інформацію на контролер NS5.1, який, в залежності від заданого алгоритму роботи вмикає, або вимикає повітряну завісу. Формування сигналу сигналізації HA4.1 формується від контролера та, в разі необхідності, повідомляє про несправності.



Алгоритм роботи системи кліматичного контролю



```

int DatchikRuhu = 7;
(*Призначення змінних та їх початкових значень*)
int temp1 = A0;
int temp2 = A1;
int kincevik = 4;
int sign = 3;
int STICH = 2;
int dvygun = 1;
int dat, t1, t2, kin;
int tim = 0;
10 void setup(void) (*призначення основних змінних програми*)
{ pinMode(DatchikRuhu, INPUT);
  pinMode(temp1, INPUT);
  pinMode(temp2, INPUT);
  pinMode(kincevik, INPUT);
  pinMode(sign, OUTPUT);
  pinMode(STICH, OUTPUT);
  pinMode(dvygun, OUTPUT);
  void loop(void) (*запуск основного циклу програми*)
  { do { delay(50);
    20 dat = digitalRead(DatchikRuhu);
    } while (dat == 0);
    digitalWrite(dvygun, HIGH);
    t1 = analogRead(temp1);
    t2 = analogRead(temp2);
    if (t1 > (t2 + 10))
    { delay(2000);
      digitalWrite(STICH, HIGH);
      do { if (tim > 200) { digitalWrite(sign, HIGH);
        delay(50);
        30 kin = digitalRead(kincevik);
        tim++;
        } while (kin > 0);
        digitalWrite(STICH, LOW);
        delay(5000);
      } else
      { do { if (tim > 200) { digitalWrite(sign, HIGH);
        delay(50);
        kin = digitalRead(kincevik);
        40 tim++;
        } while (kin > 0);
        }
        digitalWrite(dvygun, LOW);
      }
    }
  }
  
```

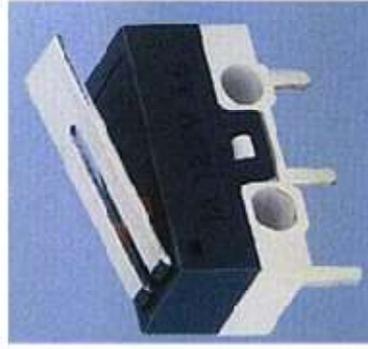
Елементна база



Логічний контролер серії ОВЕН
ПЛК100



Автоматичний вимикач
ABBSH202-C32



Кінцевий мікроперемикач
KW-1



Arduino Uno R3



Трансформатор електронний VITOVT 450



Датчик температури
Sensor DS 18B20



Датчик руху
СrowSwan-Quad



Опто сепаратор МОС3021



Пристрій плавного пуску
SSBP-3.5 ETC



Оповіщувач світло-звуковий
ATIS LD-95

СТАНДАРТИ ЄВРОПЕЙСЬКОГО СОЮЗУ (ЄС) СТОСОВНО ВСТАНОВЛЕННЯ СИСТЕМ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ У ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕННЯХ

- 1. Директива 89/391/ЄЕС** про впливи робочого середовища на здоров'я працівників: Ця директива встановлює загальні принципи та вимоги до створення безпечних та здорових умов для працівників. Вона вимагає від роботодавців забезпечувати оптимальні умови для контролю клімату в приміщеннях.
- 2. Директива 92/57/ЄЕС** про мінімальні вимоги щодо безпеки та здоров'я під час використання робочого обладнання: Ця директива визначає мінімальні стандарти щодо проектування, експлуатації та обслуговування систем кліматичного контролю та іншого обладнання, яке використовується в робочих середовищах.
- 3. Стандарт EN 13779** "Системи вентиляції в будівлях. Вимоги до характеристик систем вентиляції": Цей стандарт визначає вимоги до проектування та функціонування систем вентиляції в будівлях, включаючи виробничі приміщення. Він надає рекомендації щодо вентиляційних режимів, які мають забезпечувати належний обмін повітря та контроль температури і вологості.
- 4. Стандарт EN 15251** "Клімат в приміщеннях. Частина 1: Загальні вимоги, класифікація і визначення параметрів проектування": Цей стандарт визначає вимоги до кліматичного контролю в будівлях, включаючи температуру, вологість, швидкість повітря, теплоізоляцію і освітлення. Він також класифікує різні види будівель за їхнім призначенням і вимагає дотримання певних параметрів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- **Аналіз стандартів Європейського Союзу:**
В ході роботи був проведений детальний аналіз стандартів ЄС, зокрема директив і стандартів, пов'язаних із системами кліматичного контролю в промислових приміщеннях.
 - **Сучасні тенденції в області кліматичного контролю:**
Висвітлено сучасні тенденції та інновації у галузі систем кліматичного контролю, враховуючи вимоги та стандарти Європейського Союзу.
 - **Проектування та синтез систем:**
Запропоновано методику проектування та синтезу систем кліматичного контролю, що враховує вимоги стандартів ЄС, забезпечуючи оптимальні умови для виробничих приміщень.
 - **Ефективність та енергозбереження:**
В роботі досліджено питання ефективності та можливості енергозбереження у системах кліматичного контролю з урахуванням сучасних екологічних вимог.
 - **Виклики та перспективи впровадження:**
Виділено виклики та перспективи впровадження розроблених систем кліматичного контролю в контексті європейського виробничого середовища.
 - **Заключні рекомендації:**
Завершальні висновки включають рекомендації для інженерів, дослідників та практиків, щодо оптимального вибору та впровадження систем кліматичного контролю в виробничих приміщеннях згідно з європейськими стандартами.
- Ці загальні висновки підсумовують ключові аспекти дослідження та вказують на його практичне значення для розвитку ефективних та відповідних стандартам рішень у сфері кліматичного контролю.