

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Чепіжний А. В.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електропостачання складського приміщення ПП «Авхутський» м. Суми з розробкою системи керування мікрокліматом приміщення складу».

Виконав:

_____ (підпис)

Кава Б.Р.
(Прізвище, ініціали)

Група:

ЕТЕС 2201

(Науковий) керівник:

_____ (підпис)

Чепіжний А.В.
(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

енергетики та електротехнічних систем

_____ **Чепіжний А.В.**

«__» _____ 202__ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Кава Богдан Русланович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Реконструкція системи електропостачання складського приміщення ПП «Авхутський м. Суми з розробкою системи керування мікрокліматом приміщення складу,

керівник роботи: Чепіжний Андрій Володимирович, к.т.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «07» січня 2025 року № 32/ос.

2. Строк подання здобувачем роботи: «15» травня 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: нормативні документи, технічні паспорти та технічна характеристика обладнання.

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

Вступ. 1 Аналіз господарської діяльності. 2 Технологічний розділ проекту. 3 Розрахунок особливостей освітлення складського приміщення. 4 Розробка системи керування лінією підтримання мікроклімату складського приміщення. 5 Охорона праці. 6 Техніко-економічна оцінка. Висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

Складське приміщення. Силове електрообладнання. Схема електрична розміщення. Складське приміщення. Установка освітлювальна. Схема розміщення. Установка мікроклімату. Схема принципова. Установка мікроклімату. Схема кінематична. Техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Семерня О.В., ст. викладач		
Економічне обґрунтування	Шашков С.В., к.е.н., ст. викладач		
Нормоконтроль	Чепіжний А.В., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання: «04» вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві	6.09.2024 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики та	до 13.09.2024 р.	
3.	Складання плану роботи	до 27.09.2024 р.	
4.	Написання вступу	до 04.10.2024 р.	
5.	Підготовка розділу «Розділ 1. Аналіз господарської діяльності»	до 18.10.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Розділ 2. Технологічний розділ»	до 01.11.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Розділ 3. Розрахунок особливостей освітлення складського приміщення»	до 15.11.2024 р.	
8.	Підготовка розділу «Розділ 4. Розробка системи керування мікрокліматом»	до 20.12.2024 р.	
9.	Підготовка розділу «Розділ 5. Охорона праці»	до 24.01.2025 р.	
10.	Підготовка розділу «Розділ 6. Техніко-економічна оцінка»	до 21.02.2025 р.	
11.	Написання висновків та пропозицій	до 25.04.2025 р.	
12.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 15.05.2025 р.	
13.	Подання роботи на рецензування	до 23.05.2025 р.	
14.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2025 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Кава Б.Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Чепіжний А.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кава Б. Р. Реконструкція системи електропостачання складського приміщення ПП «Авхутський» м. Суми з розробкою системи керування мікрокліматом приміщення складу. Суми : СНАУ, 2025 р.

Кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

В роботі проведено основний аналіз діяльності приватного підприємства «Авхутський». При цьому проведено аналіз особливостей використання різноманітного обладнання складського приміщення.

Виконано розрахунок силового обладнання та наведено особливості його використання в приміщенні складу. Для покращення умов праці розроблено освітлювальну установку, що дозволяє покращити умови праці.

Для забезпечення зберігання різноманітної продукції запропоновано систему автоматизації установкою підтримання мікроклімату. При цьому наведено основні показники її роботи.

Всі запропоновані рішення підтверджено техніко-економічними розрахунками.

Ключову слова: установка, мікроклімат, силове обладнання, продукція, зберігання, автоматизація, освітлення

SUMMARY

Kava B. R. Reconstruction of the power supply system of the warehouse of the private enterprise «Avkhutsky» in Sumy with the development of a microclimate control system for the warehouse. Sumy: SNAU, 2025.

Qualification work in the specialty 141 «Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics», educational and professional program «Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics».

The work provides a basic analysis of the activities of the private enterprise «Avkhutsky». At the same time, an analysis of the features of the use of various warehouse equipment is carried out.

The calculation of power equipment is performed and the features of its use in the warehouse are given. To improve working conditions, a lighting installation has been developed that allows improving working conditions.

To ensure the storage of various products, an automation system with a microclimate maintenance installation has been proposed. At the same time, the main indicators of its operation are given.

All proposed solutions are confirmed by technical and economic calculations.

Keywords: installation, microclimate, power equipment, products, storage, automation, lighting

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ.....	8
1.1 Аналіз кліматичних умов розміщення підприємства.....	8
1.2 Загальні відомості про підприємство.....	9
1.3 Існуюча система електропостачання складського приміщення.....	9
1.4 Висновки та пропозиції.....	10
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ ПРОЕКТУ.....	11
2.1 Особливості організації зберігання товарів в складських приміщеннях.....	11
2.2 Опису системи забезпечення мікроклімату складського приміщення ПП «Авхутський».....	12
2.3 Перевірочний розрахунок головного електродвигуна вентилятора установки підтримання мікроклімату.....	17
3 РОЗРАХУНОК ОСОБЛИВОСТЕЙ ОСВІТЛЕННЯ СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	19
3.1 Загальні положення організації освітлення складу.....	19
3.2 Проведення основних розрахунків освітлення складу.....	20
3.3 Розрахунок основних параметрів електричної мережі для складського приміщення.....	26
4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ПІДТРИМАННЯ МІКРОКЛІМАТУ СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ.....	31
4.1 Особливості вибору автоматичних вимикачів та апаратури захисту.....	34
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	37
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА.....	39
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	45

ВСТУП

Забезпечення системою модернізованого електропостачання різних виробничих приміщень пояснюється збільшенням виробничих потреб. При цьому модернізація системи електропостачання складських приміщень є не менш важливою оскільки в складських приміщеннях використовується доволі велика кількість різноманітного обладнання.

Основним обладнанням, що використовується в складських приміщеннях є системи мікроклімату, працездатність яких впливає безпосередньо на якість продукції. Додатково в складських приміщеннях розміщується велика кількість потужного обладнання для зберігання продукції та безліч іншого обладнання.

Виходячи з вищенаведеного можна зробити висновок, що розробка систем електропостачання для складських приміщень є доволі необхідним явищем. Особливої уваги потребують саме невеликі підприємства, оскільки їх доволі велика кількість і реалізують вони велику кількість продукції серед населення.

Додатково необхідно зауважити, що більшість складських приміщень потребують вирішення питання підтримання мікроклімату в них. Деякі склади використовують в своїх цілях холодильне обладнання але значна частина продукції зберігається поза ними, потребуючи при цьому підтримання температурного режиму.

Реалізація подібних типових проектів може бути корисна доволі великій кількості приватних підприємців, які здійснюють пошуки складських приміщень. Реалізація даного проекту дозволить виконувати типові впровадження на рівні існуючих приміщень.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1.1 Аналіз кліматичних умов розміщення підприємства

Оскільки основним завданням проекту є розробка системи керування мікрокліматом приміщення складу то виникає необхідність аналізу особливостей клімату району розміщення складського приміщення.

Оскільки всі виробничі та складські потужності розміщуються на території м. Суми то доцільно буде навести особливості клімату саме для даного регіону.

Місто знаходиться в помірно-континентальній кліматичній зоні. Дана зона характеризується «м'якою» зимою, а також доволі теплим літнім періодом. Найменша температура на території регіону становить мінус 6,3°C, а найвища температура становить 19,8°C. Відповідно до цього найнижча температура спостерігається в січні, а найвища температура була відмічена в липні.

Зимовий період в місті Суми є прохолодним, а літній період теплим. Таку особливість можна врахувати при проектуванні, налаштуванні та розробці системи керування мікрокліматом складського приміщення. В пікові періоди необхідно буде виконувати коригування температурного режиму в складі в залежності від продукції, що зберігається.

На території району проектування випадає 675 мм опадів. Найбільше опадів випадає в літній період у вигляді дощів. Взимку кількість опадів випадає значно менша, при цьому опади випадають в вигляді снігу. В перехідні періоди між літнім та зимовим сезонами можуть проходити комбіновані опади – дощ зі снігом або градом. При цьому град доволі часто випадає в літній період.

В певні періоди бувають аномальні або стихійні лиха. В зимовий період часу це в основному заметілі з великою кількістю снігу, а в літні періоди буревії зі значною швидкістю вітру, перепадами температури та грозовими дощами.

Необхідно зазначити, що основною особливістю організації системи електропостачання та організації мікроклімату в приміщенні складу є можливість врахування всіх кліматичних умов.

1.2 Загальні відомості про підприємство

Приватне підприємство «Авхутський» зареєстрований до діяльності в місті Суми. Основним видом діяльності підприємства є оптова та роздрібна торгівля різноманітними продуктами харчування. Необхідно зазначити, що підприємство в своєму складі має декілька магазинів та складське приміщення зі зберігання різноманітної продукції.

Складське приміщення фактично поділено на дві частини. В одній частині приміщення знаходиться холодильне обладнання а інша частина складського приміщення призначена для зберігання продуктів, що не потребують значних вимог до температурного режиму.

Складське приміщення підприємства розташовується в промисловій зоні міста Суми. Дане приміщення має фактично два входи. Один вхід дозволяє заїздити до приміщення невеликим вантажним транспортним засобам.

Під'їзд до складу в гарному стані та не перетинає жодних систем електропостачання, а отже рух транспорту не матиме впливу на існуючу систему електропостачання об'єкту.

Для подальшого проектування необхідною умовою є проведення аналізу особливостей реалізації електропостачання для живлення електрообладнання складського приміщення.

1.3 Існуюча система електропостачання складського приміщення

Проектом передбачено реалізацію реконструкції системи електропостачання складського приміщення. Дане приміщення знаходиться на території складів, що мають загальне живлення. Загалом на території складу розташовано 10 складських приміщень.

Всі складські приміщення живляться від підстанції ТП 10/0,4 кВ, яка розташована на території складів. до складських приміщень живлення виконано з використанням кабельних ліній, оскільки вона знаходиться в безпосередній близькості до приміщення складу. Також від підстанції живиться приміщення охорони при в'їзді на територію. Потужність підстанції становить 250 кВА.

Фактично всі об'єкти на території складських приміщень живляться з використанням кабельних ліній. До трансформаторної підстанції напруга подається по повітряній лінії електропередачі.

Загалом напруга в електричній мережі використовується 380/220 В. Нейтраль виконана глухозаземленою на трансформаторній підстанції. Струму живлення вистачає для забезпечення процесів в складських приміщеннях та живлення основного електрообладнання.

1.4 Висновки та пропозиції

Виконаний аналіз особливостей об'єкту проектування показує основні напрямки для вирішення питань по поліпшенню енергопостачання складського приміщення. Для запровадження модернізації необхідно виконати наступні заходи:

- розробити заходи щодо проведення модернізації системи електропостачання складського приміщення;
- розробити заходи, щодо покращення рівня освітленості складського приміщення;
- провести аналіз основних систем підтримання мікроклімату з можливістю використання їх в приміщенні складу;
- навести заходи з охорони праці та виконати економічне обґрунтування запропонованих проектом рішень.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ ПРОЕКТУ

2.1 Особливості організації зберігання товарів в складських приміщеннях

Операція зі зберігання товарів є доволі важливою операцією при проведенні комерційної діяльності. Від якості проведення зберігання товару залежить доволі велика кількість показників, а особливо набуває значення якість товару. Від правильності зберігання залежить в кінцевому результаті прибуток. При зберіганні товарів на складах необхідно брати до уваги доволі важливі аспекти.

Першим аспектом в зберіганні товару на складах є визначення способів його розміщення в приміщенні. Для вибору оптимального способу розташування товару в приміщенні складу. При цьому обов'язково потрібно враховувати різновид продукції, використання максимально корисно площі складу, зручність експлуатації обладнання та складського приміщення. Не менш важливу роль в даному процесі відіграють і частота надходження товару, а також частота його відвантаження.

Відповідно до нормативної документації товари в складських приміщеннях розміщують за назвою, партіями чи за гатунком. Допускається також комбінація розміщення товару за партіями та гатунком. Необхідно зазначити, що будь який вибір способу зберігання не є гарантією якісного використання площі складу. Для цього необхідно доволі серйозно віднестись та виконати ретельне планування розміщення товарів. При цьому необхідно враховувати легкість контролю за кількісними показниками товару, а також виконувати забезпечення належних умов зберігання.

Іншим важливим параметром в організації зберігання товару є можливість швидкого доступу до нього. А отже товари, що користуються більшим попитом потрібно розміщувати ближче до виходу, а ті товари, що мають менший попит розміщують подалі. Такого ж принципу потрібно дотримуватись

з товарами за швидкістю псування товару. Для зберігання товару доволі часто використовують різного роду стелажі чи полки (рис.1.1).



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд стелажів для зберігання продукції

При зберіганні товару також необхідно дотримуватись основних правил та умов. До даних правил належать підтримання чистоти та гарного порядку в приміщенні складу; підтримання необхідної температури та вологості в приміщенні; безпека та зручність розміщення товару з можливістю його переміщення; повна відсутність всіх шкідників та ін. При цьому необхідно враховувати можливість розміщення додаткового обладнання.

У разі зберігання продуктів харчування в замороженому вигляді необхідною умовою є розміщення потужного холодильного обладнання, що додає також певних вимог в організації зберігання.

2.2 Опису системи забезпечення мікроклімату складського приміщення ПП «Авхутський»

Системи забезпечення мікроклімату в складських приміщеннях на сьогодні є доволі складними та енергоефективними. При цьому вони здатні виконувати різноманітні процеси по типу охолодження повітря чи підігрівання повітря в складському приміщенні. Необхідною на сьогодні є функція здійснення рекуперації, що дозволяє значно економити електричну енергію на підтримання необхідної температури.

Система рекуперації дозволяє виконувати підігрів приливної повітря за рахунок відпрацьованого повітря при цьому частково здійснюється підмішування різних типів повітря (свіжого та відпрацьованого).

Необхідною складовою системи мікроклімату складського приміщення є можливість видалення надлишкової вологи з повітря складу, що виділяється від продукції, що зберігається.

Основними особливостями систем підтримання мікроклімату в складському приміщенні є:

- необхідність наявності додаткового контуру для виконання рециркуляції повітря;
- наявність двох типів калориферів в системі, при чому калорифер холодного типу повинен бути розташований перед калорифером гарячого типу;
- температура обмінника холодного типу при виконанні охолодження має бути рівною з температурою точки роси;
- температура обмінника холодного типу в комбінованому режимі охолодження та підсушування має бути нижче температури точки роси;
- температура обмінника холодного типу при роботі в адіабатному режимі має бути рівна температурі на термометра вологого типу.

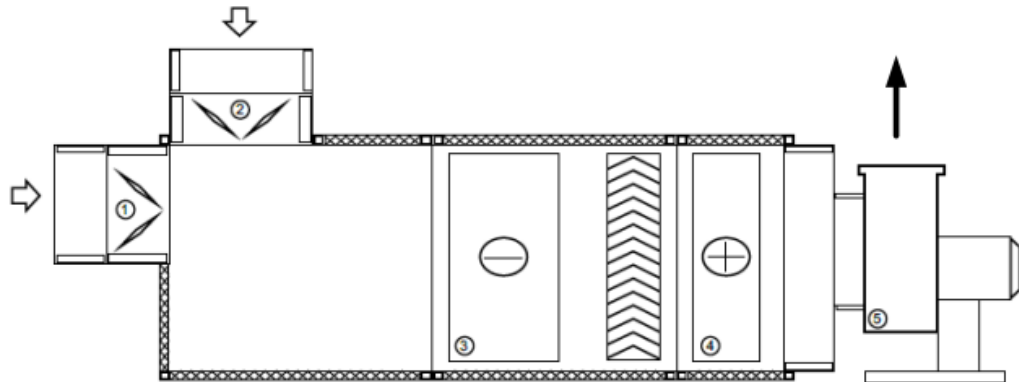
Основною функцією забезпечення загального процесу підтримання мікроклімату є те, що він повинен проходити в загальній системі повітропроводів установки для підтримання мікроклімату.

Наявність в установці контуру рециркуляції дає можливість забезпечувати енергозбереження при роботі установки. Енергія, що затрачена на підігрів чи охолодження повітря в сховищі не викидається в навколишнє середовище, а передається вхідному потоку.

В літній період доволі часто виникає необхідність осушування повітря в сховищі, а в зимовий період повітря з низьким вмістом вологи потребують до зволоження. Подібний процес відбувається з використанням відпрацьованого повітря. Виконання подібного підмішування повітряних потоків дозволяє в

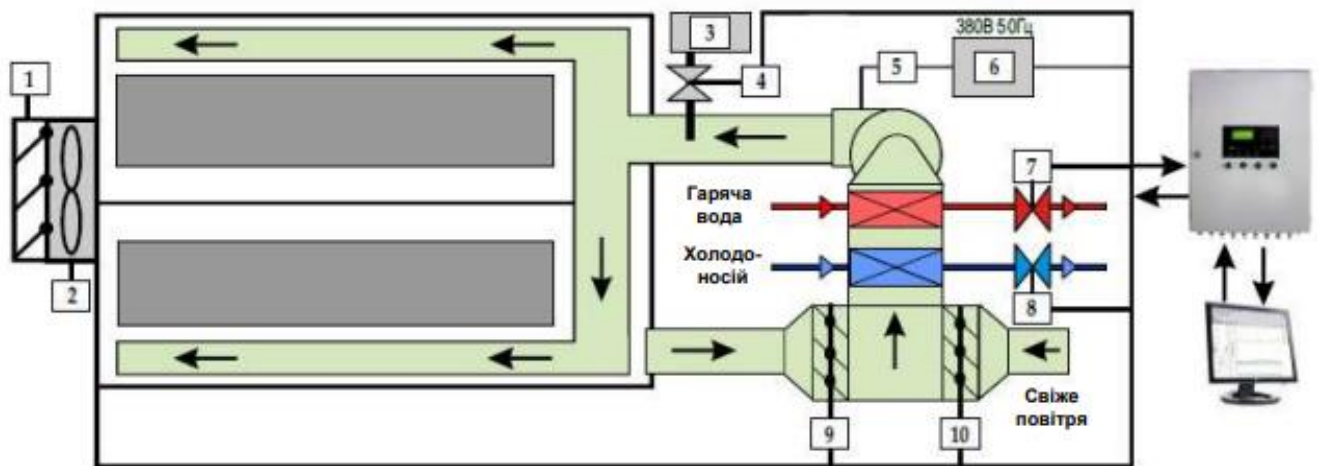
першу чергу економити енергію на підтриманні мікроклімату та отримати найбільш якісну характеристику мікроклімату в приміщенні складу.

Загальний вигляд установки для підтримання мікроклімату в приміщенні сховища наведено на рисунку 2.2.



1 – регулювальна заслінка для свіжого повітря з навколишнього середовища; 2 – рециркуляційна заслінка; 3 – секція теплообмінника холоду; 4 – теплообмінна секція; 5 – вентилятор подачі повітря

Рисунок 2.2 – Схема установки для підтримання мікроклімату складу



1 – заслінка регулювання надлишкового тиску; 2 – вентилятор для відпрацьованого повітря; 3 – пристрій зволоження повітря; 4 – клапан присую зволоження повітря; 5 – вентилятор припливний; 6 – інвертор; 7 – клапан регулювання гарячої води; 8 – клапан регулювання холодної води; 9 – заслінка рециркуляційна; 10 – заслінка для зовнішнього повітря

Рисунок 2.3 – Технологія підтримання мікроклімату в приміщенні складу

Осушування повітря здійснюється за рахунок розміщення калорифера холодного типу перед калорифером гарячого типу. При цьому в калорифері холодного типу відбувається зниження температури повітря нижче значення точки роси, з подальшим підгрівом до необхідного значення температури повітря за допомогою калорифера гарячого типу.

Для подальшого опису системи автоматизації та пропозицій по розробці схеми керування установкою мікроклімату пропонується розглянути функціональну схему процесу автоматизації для системи керування (рис.2.4).

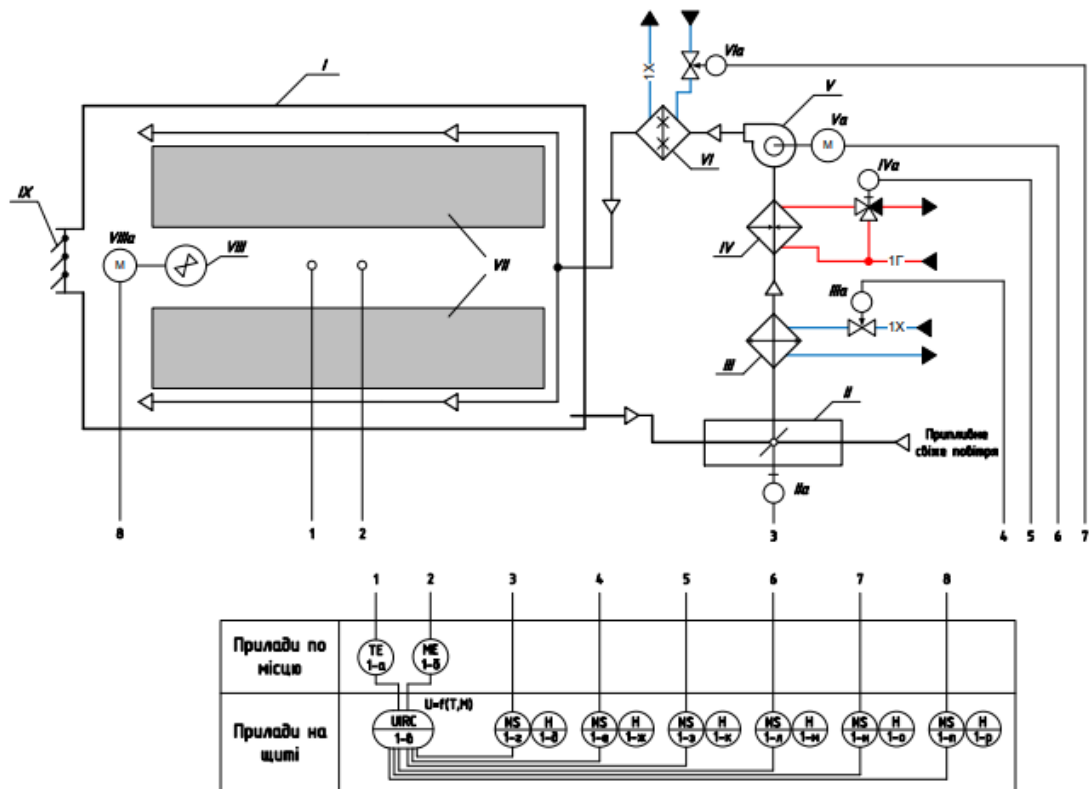


Рисунок 2.4 – Функціональна схема керування установкою підтримання мікроклімату в складському приміщенні

Необхідно зазначити, що при завантаженні продуктів чи різного роду овочів до складського приміщення спостерігається значне коливання загальних показників мікроклімату. Вирівнювання даних показників виконується з використанням датчиків в приміщенні складу, що розміщенні в різних місцях, за допомогою приливного вентилятора та рециркуляційного вентилятора установки. В даній ситуації заслінка, що розміщена в камері де виконується

підготовка повітря працює лише в режимі забезпечення рециркуляції повітря. В такому режимі підмішування повітря з навколишнього середовища не виконується.

Калорифери в такому режимі здійснюють підтримання температури повітря на заданому рівні без регулювання вологості. Після вирівнювання температури здійснюється зменшення обертання приливного вентилятора установки, а калорифери працюють в режимі нагрівання (за потреби). В такому випадку охолодження може бути виконано з використанням свіжого приливного повітря. Для підтримання необхідного рівня вологості повітря може виконуватись його зволоження.

Охолодження повітря в приміщенні складу виконується з використанням свіжого повітря та калорифером холодного типу. При цьому спостерігається зниження температури повітря з необхідною швидкістю, що є задана на терморегуляторі.

Система автоматизації даної установки підтримання мікроклімату складського приміщення представлена набором датчиків температури та відносної вологості. Подача повітря здійснюється вентилятором з приводом від електродвигуна. Охолодження та нагрівання виконується з використанням теплообмінників та системи різноманітних клапанів. Осушування та зволоження виконується з використанням цих же теплообмінників, клапанів та різного роду заслінок. Перелік обладнання установки для підтримання мікроклімату в приміщенні складу наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Обладнання установки підтримання мікроклімату складу

№ з/п	Найменування	Кількість
1	2	3
1	Камера для підготовки повітря	1
2	Пристрій охолодження повітря	1
3	Електромагнітний клапан	2
4	Калорифер водяного типу	1
5	Клапан трьохходовий з регулюванням типу М30	1
6	Вентилятор В-Ц4-703,15	1
7	Електродвигун вентилятора АИР90L4У3	1
8	Зволожувач повітря	1

1	2	3
9	Вентилятор циркуляційний ВО-Ф5,6А	1
10	Електродвигун приводу циркуляційного вентилятора АИР80А8УЗ	1
11	Заслінка надлишкового тиску	1
12	Датчик температури	
13	Датчик вологості	
14	Керуючий елемент регулятора на базі контролера	
15	Реле напруги проміжне	4
16	Пускач електромагнітний	2
17	Пост кноповий ручного керування	1

2.3 Перевірочний розрахунок головного електродвигуна вентилятора установки підтримання мікроклімату

Найбільш потужний електродвигун установки розміщується на подачі повітря до установки. При цьому основною проблемою є вірний вибір даного двигуна з вентилятором, оскільки саме він приводить установку в роботу. Максимальна його потужність необхідна для забезпечення максимально можливого створення мікроклімату в складському приміщенні відповідно до заданих параметрів роботи.

Для проведення перевірного розрахунку необхідно визначити освітовні вихідні данні:

$$Q_v = 6,5 \cdot 10^3 \text{ м}^3 / \text{год}; H = 53 \cdot 10^{-6} \text{ МПа}$$

$$P_p = \frac{Q_v \cdot H}{\eta_B \cdot \eta_n} \quad (2.1)$$

$$P_p = \frac{6,5 \cdot 10^3 \cdot 53 \cdot 10^{-6}}{0,85 \cdot 0,5} = 2,02 \text{ кВт}$$

$$P_H \geq P_{\text{розр}} \quad (2.2)$$

$$K_s = 2,02 \cdot 1,05 = 2,12 \text{ кВт}$$

Наступним кроком є необхідність коригування значення потужності електродвигуна відповідно до номінальних стандартних значень. Обираємо

потужність 2,2 кВт та електродвигуна типу АИР90L4У3, який повністю відповідає обраним параметрам та відповідно є в установці.

Модернізацією загальної системи підтримання мікроклімату необхідною умовою є забезпечення електроприводу максимальних процесів в приміщенні складу. Також необхідно врахувати можливість автоматизованого керування всіма процесами використанням систем автоматизації.

Необхідною умовою також є модернізація системи освітлення в складському приміщенні на необхідному рівні для забезпечення освітленості всіх процесів відповідно до розміщеного обладнання складу.

3 РОЗРАХУНОК ОСОБЛИВОСТЕЙ ОСВІТЛЕННЯ СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ

3.1 Загальні положення організації освітлення складу

В складському приміщенні ПП «Авхутський» необхідно передбачити всі можливі типи освітлення для забезпечення безпечних умов роботи та виконання вимог охорони праці. В складських приміщеннях заборонено використовувати лише один тип освітлення через низку факторів, що пов'язані з різними процесами: зберігання, навантаження чи розвантаження, переміщення товарів. Також необхідно враховувати безпекову ситуацію та виконати аварійний тип освітлення.

Для складських приміщень необхідно враховувати нормативну освітленість всіх приміщення, що повинна бути не менше 30 лк. Також необхідно прийняти коефіцієнт врахування запасу, що планується обрати рівним 1,15.

Для виконання розрахунків освітлення приміщення необхідно навести основні нормативні показники по освітленню всіх приміщень. Обрані данні норм освітленості зводимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Зведені норми освітленості приміщень складу ПП «Авхутський»

№ п/п	Тип приміщення	Нормована освітленість E_n , Лк
1	Складське приміщення для прямого зберігання овочів	30
2	Складське приміщення для зберігання заморожених продуктів	30
3	Електрощитова	50

Для проведення вибору параметрів освітлювальної установки необхідно виконати підбір за основними показниками, до яких належить економічність установки та відповідно її ефективність. В більшості рекомендацій вказано, що для складських приміщень рекомендовано використання для складських приміщень. Нами пропонується використовувати LED лампи освітлення з

цоколем, що підходять до більшості освітлювальних установок. Вибір напруги мережі робимо відповідно до рекомендованих норм – 220 В.

Вибір світильників використовуємо залежно від їх характеристик, призначення приміщення та особливостей мікроклімату приміщення. Вибір також необхідно виконувати з врахуванням особливостей проведення монтажних робіт освітлювальної установки з подальшим її обслуговуванням.

3.2 Проведення основних розрахунків освітлення складу

Виходячи з плану приміщення, склад є доволі великим приміщенням, що складається з двох зон. При цьому загальна довжина складу становить 12,5 м. Ширина складу дещо менша та становить 6,5 м. Для загального розрахунку системи освітлення необхідно враховувати висоту складу, яка в нашому випадку становить 4 м. Нормативні освітленість приміщення обираємо виходячи з вищенаведених даних таблиці 3.1.

Для освітлення обираємо лампи типу МО-12-24-36 з потоком світла на рівні 2920 Лм. Даний тип ламп підходить до світильників з типом цоколю Е27. Організацію кріплення освітлювальних установок пропонується виконати з використанням кронштейнів для підвішування освітлювальних приладів.

Наступним кроком є необхідність визначення необхідної висоти підвішування приладів освітлення:

$$H_p = H - h_z - h_p \quad (3.1)$$

де H – загальне значення висоти складу, м;

h_z – значення необхідної відстані починаючи від стелі та до визначеного центру потоку світла, м;

h_p – значення висоти при розміщенні світильника від підлоги в зоні проведення робіт, м;

$$H_p = 4 - 1,5 - 0 = 2,5\text{м}$$

Враховуючи всі необхідні дані обираємо відстань між приладами освітлення в межах 1,8-2,6 м. Для приміщення складу вважаємо достатнім параметром.

При цьому оптимальний параметр відстані між пристроями організації освітлення розраховуємо з рівняння:

$$L = \lambda \cdot H_p \quad (3.2)$$

$$L = 2 \cdot 2,5 = 5\text{ м}$$

Далі при розрахунку приладів освітлення необхідним параметром є знаходження необхідної кількості рядів для розміщення приладів освітлення:

$$n_p = \frac{B}{L} \quad (3.3)$$

$$n_p = \frac{6,5}{5} = 1,3$$

Отримане розрахункове значення необхідно скоригувати в більший бік, а отже обираємо 2 ряди в приміщенні складу. Знаючи обрану кількість рядів пропонується розрахувати необхідну кількість приладів для забезпечення необхідної освітленості в одному ряду:

$$n_a = \frac{A - 2l_c}{L} + 1 \quad (3.4)$$

де A – параметр довжини складу, м;

l_c – параметр відстані від світильників до стін.

При проведення розрахунків необхідною умовою є вибір параметру $l_c = 2$ м. В подальших розрахунках використаємо саме дане значення:

$$n_a = \frac{12,5 - 2 \times 2}{5} + 1 = 2,7$$

Отримане значення необхідно також зкоригувати в бік цілого значення, а отже приймаємо значення 3 шт.

Враховуючи отримане значення необхідною умовою є розрахунок сумарної кількості приладів освітлення для всього складу. Даний параметр розраховуємо з рівняння:

$$N = n_a \cdot n_p \quad (3.5)$$

$$N = 2 \cdot 3 = 6 \text{ шт}$$

При виконанні освітлення складу ПП «Авхутський» пропонується зняти точку центру освітлення приміщень складу. Даний параметр визначаємо з схеми (рис. 3.1).

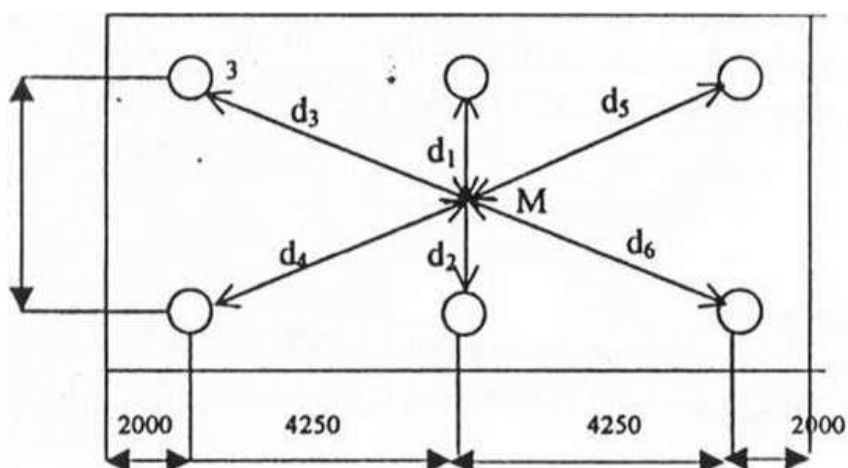


Рисунок 3.1 – Схема визначення центру освітлення приміщення

Для обраної точки М в складському приміщенні необхідно знайти значення проєкцій для обраних світильників. При цьому необхідно використовувати наступні рівняння:

$$d_1 = d_2 = 3 \text{ м} \quad (3.6)$$

$$d_3 = d_4 = d_5 = d_6 = \sqrt{4,25^2 + 3^2} = 5,2 \text{ м} \quad (3.7)$$

Наступним кроком знаходимо тангенс кута потоків світла:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{d_1}{H_p} = \frac{3}{2,5} = 1,2 \quad (3.8)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_3 = \operatorname{tg} \alpha_4 = \operatorname{tg} \alpha_5 = \operatorname{tg} \alpha_6 = \frac{d_3}{H_p} = \frac{5,2}{2,5} = 2,08 \quad (3.9)$$

В результаті нами отримано наступні параметри

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 50,2 ; \cos \alpha_1^3 = 0,262 \quad (3.10)$$

$$\alpha_3 = \alpha_4 = \alpha_5 = \alpha_6 = 64,32 ; \cos \alpha_3^3 = 0,081 \quad (3.11)$$

Значення сили потоку світла від обраних приладів світла знаходимо використовуючи умову:

$$(I_{\alpha_1}) = 79 \text{ кд}; \quad (I_{\alpha_3}) = 70 \text{ кд}$$

Наводимо необхідні розрахунки для сили необхідного світлового потоку:

$$I_{\alpha_1} = I_{\alpha_2} = \frac{(I_{\alpha_1}) * \Phi_{\text{л}}}{1000} \quad (3.12)$$

$$I_{\alpha_1} = I_{\alpha_2} = \frac{79 * 2920}{1000} = 230,7 \text{ кд}$$

$$I_{\alpha_3} = I_{\alpha_4} = I_{\alpha_5} = I_{\alpha_6} = \frac{(I_{\alpha_3}) * \Phi_{\text{л}}}{1000} = \frac{70 * 2920}{1000} = 204,4 \text{ кд} \quad (3.13)$$

$$I_{\alpha_3} = I_{\alpha_4} = I_{\alpha_5} = I_{\alpha_6} = \frac{70 \cdot 2920}{1000} = 204,4 \text{ кд}$$

Необхідно врахувати отримані данні для перерахунку рівня освітлення в точці М складу:

$$E_{\Phi} = \frac{I_{\alpha_1} * \cos \alpha_1^3}{H_p^2 * K} + \frac{I_{\alpha_2} * \cos \alpha_2^3}{H_p^2 * K} + \frac{I_{\alpha_3} * \cos \alpha_3^3}{H_p^2 * K} + \frac{I_{\alpha_4} * \cos \alpha_4^3}{H_p^2 * K} + \frac{I_{\alpha_5} * \cos \alpha_5^3}{H_p^2 * K} + \frac{I_{\alpha_6} * \cos \alpha_6^3}{H_p^2 * K} \quad (3.14)$$

$$E_{\phi} = \frac{230,7 \cdot 0,262}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{230,7 \cdot 0,262}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} + \frac{204,4 \cdot 0,081}{2,5^2 \cdot 1,3} = 24,7 \text{ Лк}$$

Отримане фактичне значення рівня освітленості проводимо визначення відхилення показника від певного нормативного параметру:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E_{н}}{E_{н}} * 100 \quad (3.15)$$

$$\Delta E = \frac{24,7 - 30}{30} * 100 = -7,6\%$$

Розраховане значення має бути в межах -10%...+20%, що є допустимим для освітлювальних установок для складських приміщень. Отримане значення відповідно до рівняння (3.15) пропонується округлити до найближчого цілого значення. Округлюємо до 8 %.

Виконаємо коригування даних для прийнятих даних системи освітлення:

$$P_y = P_{св} \cdot N \quad (3.16)$$

$$P_y = 200 \cdot 8 = 1600 \text{ Вт}$$

Подібні розрахунки необхідно виконати і для всіх інших приміщень складу продуктів ПП «Авхутський».

Після проведення розрахунків всіх складських приміщень необхідно провести організацію щитового приміщення. Виходячи з існуючого приміщення для щитової обираємо приміщення з довжиною – 4 м та шириною – 3 м. Висота приміщення для щитової становить 3 м.

Для освітлення приміщення щитової пропонується обрати LED лампу. Тип обраної лампи – NWT. Тип цоколя даного типу ламп E27.

Для даного приміщення визначаємо висоту на якій необхідно виконати підвищення обраного типу світильника:

$$h = H - h_{зв} - h_{рп} \quad (3.17)$$

де $h_{рп}$ – значення параметру від приладу освітлення до горизонтальної поверхні електрощитової, м.

$$h = 3 - 0,5 - 0,5 = 2\text{м}$$

Необхідно врахувати, що проща електрощитової складає 12 м^2 . При цьому питома значення потужності обраного приладу освітлення складає 31 Вт/м^2 . Рівень освітленості даного приміщення становить 50 Лк . Відповідно до всіх наведених параметрів отримаємо загальну потужність установки для освітлення щитової складу:

$$P_{осв} = S \cdot \Delta P \quad (3.18)$$

$$P_{осв} = 12 \cdot 31 = 372\text{Вт}$$

Необхідним параметром для здійснення організації освітлення в електрощитовій складу є розрахунок необхідної кількості приладів освітлення. Так даний параметр складає:

$$N = \frac{P_{осв}}{P_{л}} \quad (3.19)$$

$$N = \frac{372}{200} = 1,9$$

Виходячи з того, що отримане значення необхідно округлити в більший бік то обираємо 2 світильники, яких повністю достатньо для даної установки.

3.3 Розрахунок основних параметрів електричної мережі для складського приміщення

Основним параметром при розрахунку освітлювальної мережі є втрат напруги по довжині лінії освітлення. З нормативних даних даний параметр не має перевищувати 5%. При цьому падіння напруги не має бути більшим за 2,5 % в приміщенні складу.

Першочергово необхідно визначити потрібне значення перерізу проводу для системи освітлення:

$$I_{\text{доп}} > I_{\text{мах.роб}} \quad (3.20)$$

Рівність $I_{\text{мах.роб}} = I_{\text{н.роб}}$ найбільш доцільно обрати для всіх можливих відгалуджень електричної мережі з врахуванням окремих електричних приймачів.

В кінцевому випадку необхідно провести врахування певної кількості умов. Першочергово необхідно провести розрахунок значення для робочого струму в електричній мережі складу з рівняння:

$$I_{\text{н.роб}} = \frac{P}{U_{\phi} \cos \varphi_{\text{н}}} \quad (3.21)$$

де P – сумарна величина потужності системи загального освітлення, Вт;

U_{ϕ} – фазне значення величини напруги в мережі системи освітлення, В;

$\cos \varphi_{\text{н}}$ – коефіцієнт для значення потужності.

Переріз проводу для організації електричної мережі складу обираємо рівним величині фазного.

Для мережі визначаємо струм I групи системи освітлення:

$$I_{\text{н.роб}(1)} = I_{\text{н.роб}(2)} \quad (3.22)$$

$$I_{н.роб(1)} = \frac{1200}{220 \cdot 1} = 5,45A$$

Також необхідно визначити даний параметр і для III групи:

$$I_{н.роб(3)} = \frac{400}{220 \cdot 1} = 1,8A$$

З нормативних даних обираємо переріз, де вказано, що для подібних умов використання застосовується провід з перерізом більше 2,5 мм². Для монтажу електричної мережі освітлення проводити монтаж в сталених трубах не рекомендується. Для наведених умов обираємо провід типу ПВ з мінімальним допустимим перерізом. Отже умова (3.20) матиме вигляд:

$$27A > 5,45A$$

Дана умова виконується, а отже провід обрано вірно.

Наступним кроком здійснюємо перевірку допустимого значення втрати напруги:

$$\Delta U_p > \Delta U_{доп} \quad (3.23)$$

де ΔU_p – розрахункові величини для втрати напруги, %;

$\Delta U_{доп}$ – допустиме розрахункове значення величини напруги, %

$$\Delta U = \frac{\sum PL}{CS} \quad (3.24)$$

де S – площа величини перерізу проводу системи освітлення, мм²;

$\sum P$ – сумарна потужність на ділянці розрахунку, кВт;

L – довжина розрахункової ділянки системи освітлення, м;

C – коефіцієнт врахування залежності величини живлення від матеріалу проводу.

Для подальшого розрахунку електричної мережі необхідно виконати схему навантажень (рис. 3.2).

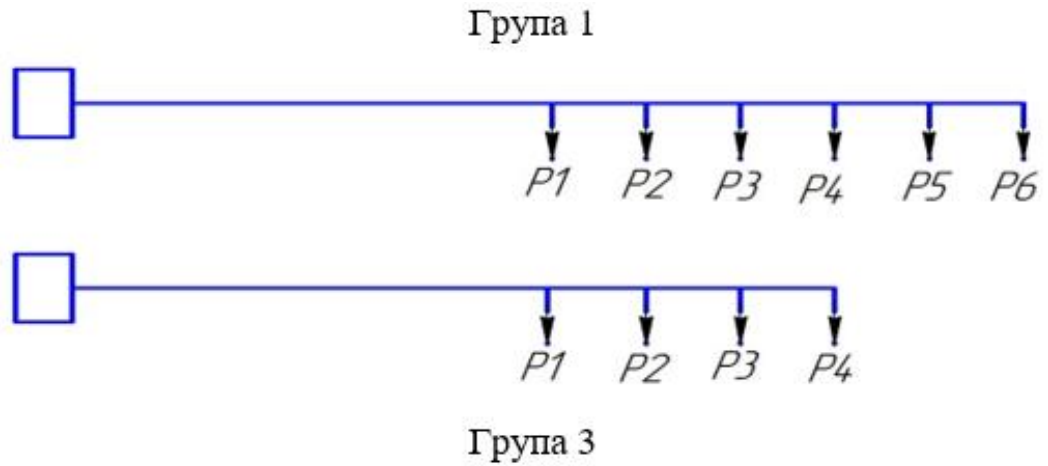


Рисунок 3.2 – Розрахункова схема врахування навантажень мережі освітлення

Розрахунки проведемо відповідно до рівняння:

$$\Delta U_{p(1)} = \Delta U_{p(2)} = \frac{\sum PL}{CS} \quad (3.25)$$

$$\Delta U_{p(1)} = \frac{14,7 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2 + 6 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2 + 8,3 \cdot 0,2}{12 \cdot 2,5} = 0,35\%$$

Значення втрати напруги складе:

$$0,35\% < 2,5\%$$

$$\Delta U_{p(1)} = \frac{2,7 \cdot 0,2 + 2,1 \cdot 0,2}{12 \cdot 2,5} = 0,032\%$$

З вищенаведеної умови можна зробити висновок, що обладнання вибрано правильно, а електрична мережа відповідає всім вимогам.

Далі проводимо вибір всіх апаратів захисту та апаратури пуску. Для цього використовуємо наступні умови:

$$U_{\text{н.авт}} \geq U_{\text{мер}} \quad (3.26)$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{н.гр}} \quad (3.27)$$

$$I_{\text{тр}} \geq I_{\text{н.гр}} \quad (3.28)$$

Підставивши необхідні значення отримаємо можливість вибору необхідного типу автоматів для I групи системи освітлення:

$$U_{\text{н.авт}} \geq U_{\text{мер}}; \quad 220\text{В} = 220\text{В}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 16\text{А} \geq 5,45\text{А}$$

$$I_{\text{тр}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 6,3\text{А} \geq 5,45\text{А}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{т.р}}; \quad 16\text{А} \geq 6,3\text{А}$$

Для мережі системи освітлення пропонується зробити вибір вимикачів типу АЕ2020. Основним значенням номінального струму яких є 16 А. Для II групи обираємо такий же вимикач.

Для III групи системи освітлення складемо умову:

$$U_{\text{н.авт}} \geq U_{\text{мер}}; \quad 220\text{В} = 220\text{В}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 16\text{А} \geq 1,8\text{А}$$

$$I_{\text{тр}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 2,0\text{А} \geq 1,8\text{А}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{т.р}}; \quad 16\text{А} \geq 2,0\text{А}$$

Для ввідного автоматичного вимикача умова має наступний вигляд:

$$U_{\text{н.авт}} \geq U_{\text{мер}}; \quad 220\text{В} = 220\text{В}$$

$$I_{\text{н.авт}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 63\text{А} \geq 12,7\text{А}$$

$$I_{\text{тр}} \geq I_{\text{н.гр}}; \quad 16\text{А} \geq 12,7\text{А}$$

$$I_{н.авт} \geq I_{т.р}; \quad 63A \geq 16A$$

В результаті для щита освітлення обираємо вимикач АЕ2040М, який має максимальну відповідність вищенаведеним вимогам. Також необхідно обрати загальний тип щита системи освітлення складу – Щ041 – 5101 – 43УЗ. Всі інші данні для системи освітлення наведено на аркуші графічної частини.

4 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ПІДТРИМАННЯ МІКРОКЛІМАТУ СКЛАДСЬКОГО ПРИМІЩЕННЯ

Для складських приміщень ПП «Авхутський» нами запропоновано систему керування, що наведена на рисунку 4.1.

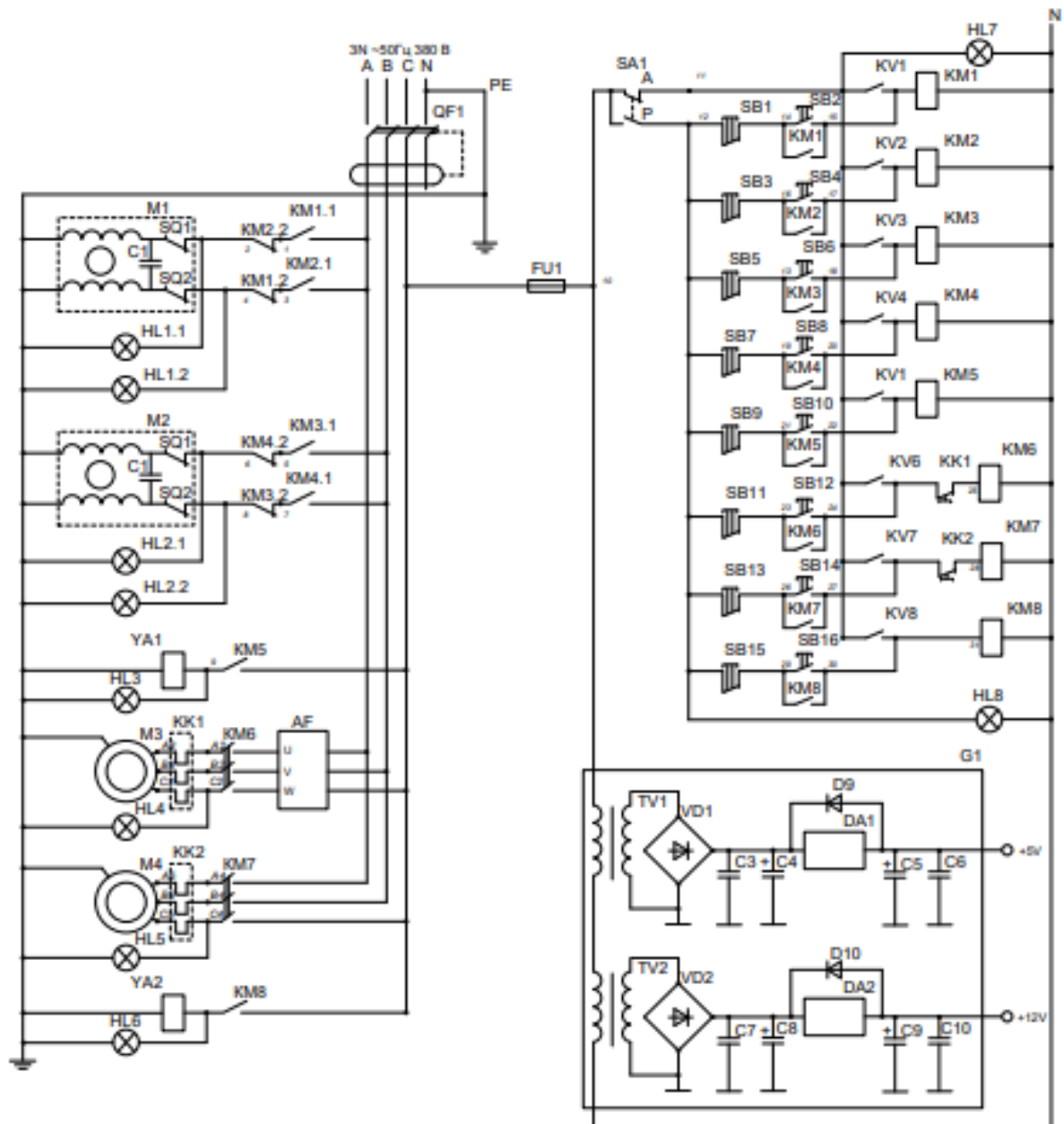


Рисунок 4.1 – Принципова схема керування силовою частиною установки мікроклімату

Керування силовою частиною установки виконується з використанням системи автоматизації установки, що представлена електронною схемою

керування установкою. При цьому система автоматизації контролюється схемою, що наведена на рисунку 4.2.

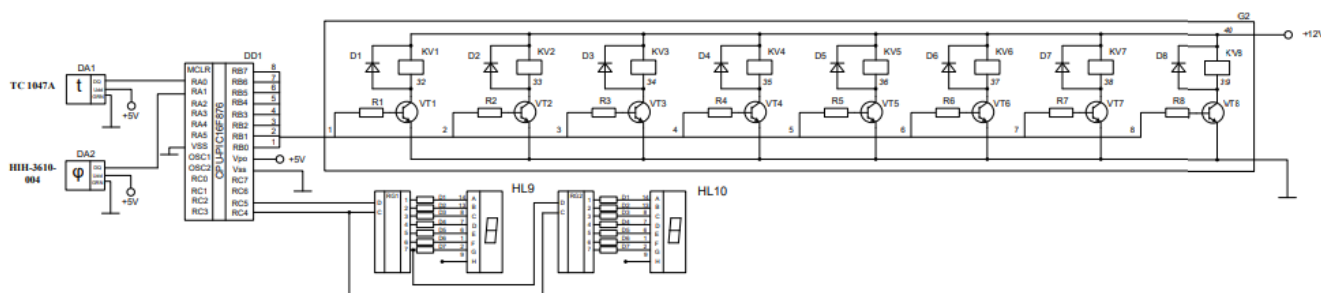


Рисунок 4.2 – Схема керування основними параметрами системи організації мікроклімату в приміщеннях складу

Загалом запропонована система керування технологічним процесом підтримання мікроклімату в складських приміщеннях може працювати в двох режимах. Першим режимом відповідно є автоматичний, з виконанням заданої програми по підтриманні необхідних параметрів відповідно до отриманих даних.

Даний режим роботи забезпечується системою керування установки підтримання мікроклімату, що контролює параметри по температурі та вологості в різних частинах складського приміщення.

Другий режим, відповідно ручний режим керування з заданням конкретних параметрів по температурі та по вологості в приміщенні складу.

При роботі в автоматичному режимі всі система працює в режимі, що відповідає певному алгоритму. Температурний датчик DA1 та датчик контролю вологості DA2 подає мікроконтролеру DD1 сигнал про отримані значення даних параметрів контролю.

Мікроконтролер DD1 здійснює контроль виконавчими пристроями установки підтримання мікроклімату. Основними з яких є:

- контроль положення заслінки камери для підготовки повітря, керування виконується відповідно механізмом M1;
- контроль та керування триходовим клапаном керування водяним калорифером, керування відбувається механізмом M2;

- керування електромагнітним клапаном, що здійснює подачу води для виконання охолодження повітря за допомогою холодної води, керування виконується YA2;

- керування електромагнітним клапаном, що здійснює подачу води для проведення зволоження повітря, керування виконується YA;

- керування вентилятором подачі повітря, керування виконується відповідно електродвигуном M3;

- керування вентилятором рециркуляції, керування виконується відповідно електродвигуном M4.

За умови певного відхилення параметрів повітря мікроконтролер надсилає сигнал до пристрою, що відповідає за алгоритм роботи RB0-RB7. Наступним етапом здійснюється подача напруги до тиристорів, що позначені на схемі VT1-VT8. Після спрацювання тиристорів, відбувається подача живлення на проміжне реле, що позначено KV9-KV14. Також живлення отримують магнітні пускачі KM1, KM2 та відповідно KM5. Результатом такого логарифму є вмикання механізму виконання процесу або зміна напрямку обертання даних виконавчих механізмів, що позначені на схемах M1, а також M2.

Паралельно з виконавчими механізмами здійснюється вмикання сигнальних ламп HL1-HL6. Дані лампи відповідають за сигналізацію виконання робочого процесу. При цьому також вмикається сигнальна лампа HL7, яка попереджає про роботу установки підтримання мікроклімату в автоматичному режимі.

Мікроконтролер, датчик температури та датчик вологості живляться від блоку живлення G1. Блок живлення в своєму складі містить схеми забезпечення стабілізації напруги.

Правильність роботи загальної системи контролюється оператором відповідно до виведених даних від датчиків температури та вологості.

За умови використання ручного режиму роботи установки оператор здійснює вмикання виконавчого механізму з використанням кнопок SB1-SB16.

Дані кнопки відповідають за ввімкнення необхідного для складського приміщення обладнання що змінює температуру чи вологість в приміщенні.

На панелі керування виводиться сигнал на лампу HL8, що відповідає за сигналізацію ручного режиму роботи установки.

До даної установки підтримання мікроклімату також надається відповідне програмне забезпечення, що допомагає здійснювати контроль параметрів в автоматичному режимі.

4.1 Особливості вибору автоматичних вимикачів та апаратури захисту

Відповідно до принципової схеми керування установкою підтримання мікроклімату в складських приміщеннях застосовується наступне обладнання установки:

- пуск та зупинка електродвигунів М3 та М4 відбувається за допомогою електромагнітних клапанів YA1, а також YA2. Захист від короткого замикання використовується автоматичний вимикач, що показаний на схемі QF1;

- захист кола керування від короткого замикання здійснює запобіжник плавкого типу FU1;

- дистанційний спосіб керування привідними електродвигунами виконується з використанням електромагнітних пускачів KM1, а також KM2;

- дистанційний спосіб керування електромагнітними клапанами YA1 та YA2 та іншими механізмами керування здійснюється за допомогою реле напруги KV9-KV14;

- перемикання між різними режимами виконується перемикачем SA1;

- комутація окремих ділянок схеми здійснюється з використанням реле напруги, що позначене на схемі як KV1-KV8

- світлова сигналізація проходить за допомогою сигнальних ламп сигналізації HL1-HL8.

Привід вентилятора установки здійснюється електричним двигуном АИР90L4У3, з номінальною потужністю 2,2 кВт. Основні технічні параметри електродвигуна наведено в довідковій літературі.

Вибір автоматичного вимикача, що позначено на схемі QF1 проводимо відповідно до методики, наведеної в літературних джерелах. Відповідно вибір робимо за умовами номінальної напруги, номінального струму та струмів відсічки. Відповідно до отриманих даних пропонується обрати автоматичний вимикач CFI-16-25-4-003. Основні технічні дані даного вимикача наведено в довідковій літературі.

Також необхідно виконати вибір запобіжника плавкого типу, що зображено на схемі FU. Використовуємо умови вибору з довідкової літератури, при цьому вибір виконуємо за номінальним струмом та напругою. В результаті для роботи даної схеми пропонується обрати запобіжник плавкого типу ВП2Б-1, що розміщується в корпусі ДВП-4/3.

З літературних джерел використовуємо методику вибору магнітних пускачів, що зображені на схемі КМ1-КМ2. Вибір здійснюємо за значеннями номінальної напруги, струмом, а також за напругою живлення та струмом теплового реле. Обираємо електромагнітні пускачі типу ПМЛ-11-10ДМ.

Також, у відповідності до умов вибору теплових реле (КК1 та КК2) за струмами теплового реле та його напрацювання обираємо реле типу РТЛ-1022.

Всі технічні показники обраного обладнання наведено в довідковій літературі, та нами не наводились в пояснювальній записці. Вибір іншого обладнання виконуємо відповідно до умов їх вибору та наводимо на аркуші креслення.

Також необхідною умовою проектування електроустановок є необхідність виконання вибору проводів та кабелів. Для даної установки обираємо провід АПВ3×2,5, розрахований на значення тривало-допустимого струму, що складає 16А. Відповідно заземлення установки пропонується виконати проводом типу АПВ1×4.

Для керування системою підтримання мікроклімату в приміщенні складу ПП «Авхутський» використовується доволі велика кількість апаратів керування та захисту. В результаті виникає необхідність вибору щита керування, а отже нами рекомендується обрати щит типу ЩПК-3-ЗЛ1, що має габаритні розміри достатні для розміщення всього обладнання.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

При організації складських приміщень необхідною умовою є дотримання великої кількості норм та правил, а також різноманітних вимог, що стосуються товарів чи продуктів що розміщені на складах.

Першочергово для організації складських приміщень необхідно виконати дотримання чистоти та порядку на складі. Для розміщення товару чи продукції необхідно використовувати відповідні стелажі, що обираються залежно від типу продукції для зберігання. Необхідно зауважити, що в складських приміщеннях рекомендовано робити групування товарів з однаковими характеристиками при зберіганні.

Більшість складських приміщень пов'язана з використанням доволі великої кількості працівників, для розвантаження, завантаження та переміщення по складському приміщенню вантажу. При цьому необхідно дотримуватись вимог законодавства при залученні до такої роботи працівників.

Для розвантажувально завантажувальних робіт доволі часто в складських приміщеннях використовують допоміжне обладнання. Да такого обладнання можуть відноситись різного роду талі, вилкові навантажувачі ручні або електричні та інше обладнання. При цьому необхідно дотримуватись чітко вимог безпеки. при розвантажуванні чи завантажуванні за допомогою самохідних мобільних пристроїв перед початком руху подається попереджувальний сигнал про виконання роботи.

Також необхідно враховувати особливість того, що при розвантажуванні мобільними розвантажувачами заборонено, в зоні їх роботи знаходитись стороннім працівникам чи іншим особам.

Необхідно також враховувати особливість товарів для зберігання, що мають певні характеристики, наприклад товари, що швидко псуються (продукти харчування) повинні знаходитись ближче до зони відвантаження. Продукти тривалого зберігання необхідно розміщувати в глибині складського приміщення.

Всі приміщення мають бути забезпечені відповідними засобами пожежогасіння, при цьому необхідно враховувати особливість продукції та розміри самого складського приміщення. Модернізація, що пропонується проектом потребує залучення спеціалістів відповідного фаху. Необхідно зазначити, що роботи по реконструкції системи електропостачання мають на меті створити максимально можливий режим енергозбереження роботи об'єкту з дотриманням безвідмовності їх роботи.

Для проведення монтажу електрообладнання на складських приміщеннях, що належать приватним підприємствам, за умови відсутності персоналу власних енергетиків необхідно залучати відповідні організації. Дані організації кваліфіковано займаються роботами з монтажу електрообладнання та подальшим обслуговуванням систем електропостачання, освітлення та ін.

Необхідно зазначити, що основна відповідальність в складських приміщеннях за охорона праці несе саме їх власник, тобто директор ПП «Авхутський». Виходячи з цього керівник зобов'язаний забезпечувати всіх працівників робочим одягом та засобами індивідуального захисту відповідно до робіт, які виконують працівники. Підтримання всього електрообладнання в технічно справному стані та вирішення аварійних питань заміни обладнання знаходиться в відповідальності керівника підприємства.

Перед виконанням робіт керівник підприємства або відповідальний бригадир повинен проводити всі типи інструктажів відповідно до робіт які виконуються. необхідно зазначити, що за останні роки на приватному підприємстві відсутні нещасні випадки. За останні роки були легкі лише легкі поранення в результаті недотримання вимог охорони праці. При цьому втрати працездатності працівників зафіксовано не було.

Виходячи з вище наведеного, можна зробити наступний висновок, що дотримання всіх заходів з охорони праці забезпечує нормальні та безпечні умови праці. Необхідно зауважити, що в цілому по підприємству стан охорони праці знаходиться в задовільному стані, а отже і рівень виробничої безпеки працівників має високі показники.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Нами пропонується провести визначення економічного ефекту, при запровадженні системи підтримання мікроклімату складського приміщення. Також необхідно при цьому враховувати запропоновану автоматизацію установки підтримання мікроклімату.

Для прикладу пропонується виконати порівняння варіантів двох варіантів проектного – з запровадженням системи автоматизації мікроклімату та існуючого варіанту без подібної системи.

Початковим етапом техніко-економічного розрахунку є визначення основних затрат відповідно до рівняння:

$$Z_i = B_i + E_H K_i \rightarrow \min. \quad (6.1)$$

де B_i – витрати при реалізації автоматизації системи мікроклімату приміщення, грн.;

E_H – коефіцієнт, для оцінки ефективності капіталовкладень в проект;

K_i – значення величини вкладених коштів в реалізацію системи керування процесом підтримання мікроклімату, грн.;

$$K_i = K_p + K_y + K_H \quad (6.2)$$

де K_p – загальна вартість обладнання на виконання системи контролю мікрокліматом, грн.;

K_y – вартість електромонтажних робіт по підключенню системи контролю мікрокліматом складського приміщення, грн.;

K_H – загальна вартість з налагодження системи керування мікрокліматом складського приміщення, грн.

Для модернізації системи контролю мікрокліматом необхідно виконати закупівлю складових частин для забезпечення роботи системи підтримання мікроклімату. Загальна вартість 50 526 грн.

Виходячи з отриманих даних ми виконаємо розрахунок показників:

$$K_i = 50526 + 2250 + 1125 = 53901 \text{Bm}$$

Оскільки дана установка потребує електроенергії для роботи то необхідною умовою є визначення вартості затраченої електроенергії:

$$E_B = K_r \cdot K_d \quad (6.3)$$

де K_r – час роботи системи мікроклімату складу на добу, год;

K_d – час роботи системи мікроклімату складу за річний проміжок часу, 1/рік.

При розрахунку кращим є показник споживання електроенергії відповідно до різних варіантів:

$$E_K = E_{B1} - E_{B2} \quad (6.4)$$

де E_{B1} та E_{B2} – споживання системою мікроклімату електричної енергії за річний проміжок часу, (кВт·год)/рік;

$$E_K = 21600 - 15120 = 6480 \text{кВтгод/ рік}$$

Підставивши в наступний вираз отримаємо певний кількісний показник:

$$\Gamma_{ee} = 6,9 \cdot E_K \quad (6.5)$$

$$\Gamma_{\text{еэ}}^1 = 6,9 \cdot 21600 = 149040 \text{ грн/ рік}$$

$$\Gamma_{\text{еэ}}^2 = 6,9 \cdot 15120 = 104328 \text{ грн/ рік}$$

В результаті отриманих даних можемо визначити кількість коштів, що вдалось зекономити в результаті впровадження системи мікроклімату з системою рекуперації та системою керування:

$$\Gamma_{\text{ек}} = \Gamma_{\text{еэ}}^1 - \Gamma_{\text{еэ}}^2 \quad (6.6)$$

$$\Gamma_{\text{ек}} = 149040 - 104328 = 44712 \text{ грн/ рік}$$

Для отримання економічного ефекту необхідно визначити фонд оплати праці для робітника, що здійснює керування системою мікроклімату в приміщенні складу:

$$\Phi_{\text{оп}} = T_{\text{ст}} \cdot 12 \cdot K_p \quad (6.7)$$

де $T_{\text{ст}}$ – тариф на виконання оплати праці оператора установки мікроклімату складського приміщення, грн./міс;

K_p – кількість робітників, що виконують контроль за параметрами мікроклімату в складському приміщенні.

$$\Phi_{\text{оп1}} = 15600 \cdot 12 \cdot 2 = 374400 \text{ грн/ рік}$$

$$\Phi_{\text{оп2}} = 15600 \cdot 12 \cdot 1 = 187200 \text{ грн/ рік}$$

Результатом впровадження розробки також є економія фонду заробітної плати, що становить:

$$\Phi_{\text{ск.оп}} = \Phi_{\text{оп1}} - \Phi_{\text{оп2}}^{\text{1 варіант}} \quad (6.8)$$

$$\Phi_{\text{ск.оп}} = 374400 - 187200 = 187200 \text{ грн/ рік}$$

Сумарний показник економічного ефекту виражається:

$$E_p = \Gamma_{\text{ек.ел}} + \Phi_{\text{ск.оп}} + \Pi_{\text{дод}} \quad (6.9)$$

де $\Pi_{\text{дод}}$ – величина прибутку при реалізації системи мікроклімату, грн/рік.\

При реалізації системи підтримання мікроклімату маємо ситуацію коли додатковий прибуток відсутній.

$$E_p = 44712 + 187200 = 231912 \text{ грн/ рік}$$

Оцінку проекту проводимо відповідно до терміну окупності капіталовкладень:

$$T_0 = K_{\text{вк}}/E_p \quad (6.10)$$

$$T_0 = 50526/231912 = 0,3 \text{ року}$$

Результат впровадження системи модернізації установки створення та підтримання мікроклімату в приміщенні має доволі гарні показники по окупності оскільки маємо ситуацію з незначним вкладенням коштів в систему автоматизації існуючої установки. При цьому ефект від її впровадження значно більший адже попередньо не потрібно в ручну контролювати температурний режим в складському приміщенні. При цьому вивільняється працівник, що задіяний в інших процесах.

Отримані данні розрахунку зводимо в таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Техніко-економічні показники керування мікрокліматом складського приміщення

Показники	Існуючий варіант	Проектний варіант
Капітальні вкладення, грн.	-	50526
Втрати електроенергії, кВт*год./рік	21600	15120
Вартість втраченої електроенергії, грн./рік	149040	104328
Фонд оплати праці тис. грн./рік	374400	187200
Економія фонду оплати праці, грн/рік	-	187200
Економічний ефект, грн/рік	-	231912
Термін окупності, років	-	0,3

Отримані данні підтверджують значну ефективність використання систем створення мікроклімату в складських приміщеннях. При цьому не враховано ефект від підтримання якісних показників товарів, то ж запропонований проект є ефективним та може бути впроваджений в реалізацію.

ВИСНОВКИ

На сьогодні в Україні малі приватні підприємства та різні ФОП сприяють розвитку економіки країни. При цьому необхідно враховувати їх велику кількість особливо це стосується тих підприємств, що виконують різного роду реалізації продукції, в тому числі і продуктів харчування.

Всі ці підприємці мають в своєму використанні складські приміщення для зберігання продукції. Модернізація систем електропостачання, освітлення та мікроклімату даних приміщень дозволяє отримати доволі гарні показники роботи.

При цьому загальна реконструкція, що запропонована проектом дозволяє підвищити продуктивність праці робітників, збільшити терміни зберігання продукції та покращити загальні умови складського приміщення.

В результаті проведення автоматизації системи керування маємо можливість працездатності системи без участі оператора, а отже виникає можливість вивільнення працівника з даного процесу та відповідно підвищення якості виконання регулювання та контролю. Вивільнення працівника дозволяє задіяти його в інших процесах на складі продукції ПП «Авхутський».

При проведенні аналізу особливостей охорони праці отримано аналіз основних показників та особливостей роботи подібних підприємств та надано рекомендації з покращення загальної безпекової ситуації на підприємстві.

Економічний ефект має доволі малі показники терміну окупності капіталовкладень. При цьому затрати на модернізацію не можна порівнювати з показниками впровадження системи мікроклімату в складському приміщенні.

Загальним висновком є можливість впровадження запропонованих рішень в використання на реальних об'єктах підприємств різних форм власності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила улаштування електроустановок. – 5-те вид., перероблене і доповнене (станом на 21.07.2017). – Міненерговугілля України, 2017. – 617 с
2. Електротехнічні матеріали та вироби. Навчальний посібник. Тимофєєв Ігор Олександрович. Лань, 2021, 268 с.
3. О.Ю. Юрченко, Г.В. Барсукова, А.В. Чепіжний, Г.А. Тимошенко // Монтаж електрообладнання і систем керування. Монтаж щитів керування електричними двигунами // Навчально-методичний посібник для здобувачів освіти 2, 1 с.т. курсів спеціальності: «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» інженерно-технологічного факультету денної та заочної форми навчання, СВО «бакалавр». – Суми: СНАУ, 2023. – 144 с.
4. Козирський В.В. Основи електропостачання [Текст] : підручник / В.В. Козирський, С.М. Волошин. – Київ : Компринт, 2021. – 497 с.
5. Електричні мережі та системи: Конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», спеціалізації «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: С.П. Шевчук, О.В. Мейта. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022.– 167с.
6. Давиденко Л.В. Електропостачання промислових об'єктів. Практикум [Текст]: навчальний посібник / Л.В. Давиденко, Н.В. Коменда, В.А. Давиденко, М.М. Євсюк – Луцьк : ВІП ЛНТУ, 2022.– 244 с.
7. Named Haggi James M. Fenton. Techno-Economic Assessment of Net-Zero Energy Buildings: Financial Projections and Incentives for Achieving Energy Decarbonization Goals. December 2024. DOI:10.48550/arXiv.2412.00874.
8. Xue Wang, Xiaolei Zhang, Jianqi Song (2023). The analysis of solar energy investment, digital economy, and carbon emissions in China Sec. Solar Energy, 11. Available at: <https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1183857>

9. Chen, X., Song, C., Wang, T. (2022). Analysis of energy losses and energy consumption law in low-voltage zones. *Journal of Physics: Conference Series*, 1(012016). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2022/1/012016>
10. Carr, D., & Thomson, M. (2022). Non-technical energy losses. *Energies*, 15(6), 2218. <https://doi.org/10.3390/en15062218>
11. Lom, M., & Pribyl, O. (2021). Smart city model based on systems theory. *International Journal of Information Management*, 56, 102092.
12. Humayun, M., Alsaqer, M. S., & Jhanjhi, N. (2022). Energy optimization for smart cities using iot. *Applied Artificial Intelligence*, 36(1), 2037255.
13. Ullah, Z., Naeem, M., Coronato, A., Ribino, P., & De Pietro, G. (2023). Blockchain applications in sustainable smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 97, 104697.
14. Васи́лець С., Васи́лець К., Ільчук В. Оцінювання точності вузла обліку електроенергії при зниженому струмі навантаження. *Modeling, Control and Information Technologies* 2024-12-07. Journal article DOI: [10.31713/MCIT.2024.020](https://doi.org/10.31713/MCIT.2024.020)
15. Vasylets, S., & Vasylets, K. (2019). Refinement of the mathematical model of frequency converter cable branch with a singlephase short circuit. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(9 (100)), 27–35. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176571>
16. Kholiddinov I. Kh, Musinova Gulasalkhon, Yulchiev M.E., et al. Modeling of calculation of voltage unbalance factor using Simulink (Matlab) // *The American Journal of Engineering And Techonology*. 2020. V.2. № 10. pp. 33-37.
17. Вовк О.Ю. Метод періодичного діагностування асинхронних двигунів/ О.Ю. Вовк, Л.М. Безменнікова, С.О. Квітка // *Праці ТДАТУ*. – 2010. - № 10, Т4. - С. 39-46.
18. Somka O, M. Zagirnyak, V. Prus. Reliability Models of Electric Machines with Structural Defects Proceedigs 2015 16th International Conference on “Computational Problems of Electrical Engineering” CPEE–2015, – Lviv, Ukraine, 2015. – p. 249-251.

19. Somka O., M. Zagirnyak, V. Prus, The methods for accounting the degree of electric machines aging in the assessment of their reliability 2019 IEEE International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES) – Kremenchuk, Ukraine, 2019. – P.194-197
20. Billinton and Ronald N. Allan, “Reliability Evaluation of Engineering Systems: Concepts and Techniques”, Second Edition, Springer-Verlag, Berlin 181 (Germany), 2008. – 342 p.
21. Matlab, Getting Started Guide, R2011b. The MathWorks, Inc., 3 Apple Hill Drive, Natick, MA 01760-2098, USA, 276 p.
22. Сьомка О. О., В. В. Прус Комп'ютеризований діагностичний комплекс для випробувань електричних машин на надійність Науковопрактичний журнал «Електротехніка і електромеханіка» – Харків: Національний технічний університет «ХПІ», 2015. – Вип. 3/2015 – Ст. 27–30.
23. Сьомка О. О., В.В. Прус, С.Є. Дзеніс Обґрунтування впливу процесу старіння на електричні та магнітні властивості шихтованих осердь електричних машин Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”. Збірник наукових праць. Серія: Електричні машини та електромеханічне перетворення енергії – Х. : НТУ „ХПІ”. - 2016. - № 11 (1183) 2016 – С. 115-122.
24. M. Zagirnyak, V. Prus, Siomka O. Electric machine reliability prediction models taking into account the state of major structural components Proceedings of the abstracts the 15th International Conference on “Computational Problems of Electrical Engineering” CPEE–2014, – Terchova – Vratna dolina, Slovak Republic, 2014. – P. 57
25. O. Somka, V. Prus, A. Nikitina Somka O. The determination of the condition of the windings of electric machines with long mean-time-between failures 2017 International Conference on Modern Electrical and Energy Systems (MEES) – Kremenchuk, 2017. – P. 164-167.
26. M. Zagirnyak, A. Kalinov, and Zh. Romashykhina, “Decomposition of electromotive force signal of stator winding in induction motor at diagnostics of the

rotor broken bars”, Scientific Bulletin of National Mining University, issue 4(154), 2016, pp. 54–61.

27. В. В. Прус, Сьомка О. О. Зміна властивостей електротехнічної сталі під впливом теплових та механічних факторів / Збірник наукових праць XIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і спеціалістів у місті Кременчук 8-9 квітня 2015 р. – Кременчук, КрНУ, 2015. – С. 229-230.

28. Somka O. The use of the thermal image control in the current monitoring of electric machines / M. Zagirnyak, V. Prus, O. Somka // Book of digests the 7th Symposium on Applied Electromagnetics SAEM'2018. – Podčetrtek, Slovenia, 2018. – P. 9–10.