

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології
Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Українець Святослав Васильович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Модернізація системи освітлення в СТОВ «Старосолотвинська
птахофабрика»

141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Савченко Л.Г.
к.і.н., доцент

АНОТАЦІЯ

Українець Святослав Васильович. Модернізація системи освітлення в СТОВ «Старосолотвинська птахофабрика». – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз господарської діяльності на забезпеченість господарства основними фондами, енергетичними та трудовими ресурсами.

Розглянуто електрифікацію технологічних процесів. Проаналізовано всі параметри та запропоновано систему світлодіодного освітлення, так само розраховано систему вентиляції, систему освітлення, систему опалення.

Проведений аналіз ефективності світлодіодних ламп порівняно з лампами розжарювання, які використовували до цього свідчить, що світлодіодна лампа більш енергоємна, тому незважаючи на свою вартість вона себе окупає дуже швидко.

Розробили систему мікроклімату та обрали комбіноване опалення: повітряне, поєднане з вентиляцією плюс теплообмінники.

Джерело живлення вибираємо трансформаторну підстанцію 10/0.4 кВ з номінальною потужністю 160 кВА.

Впровадження світлодіодного освітлення з функцією світанок і захід сонця призведе до економії електроенергії та підвищення продуктивності тварин.

Ключові слова: птахофабрика, освітлення, автоматизація, електрифікація, світлодіодна лампа.

ANNOTATION

Ukrainian Svyatoslav Vasilyevich. Modernization of the lighting system at Starosolotvynska Poultry Farm, LLC. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for the bachelor's degree in the specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics". – Polissya National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work analyzes the economic activity in terms of the provision of fixed assets, energy and labor resources.

The electrification of technological processes is considered. All parameters were analyzed and an LED lighting system was proposed, as well as a ventilation system, lighting system, and heating system.

An analysis of the efficiency of LED lamps compared to incandescent lamps that were used before shows that LED lamps are more energy-intensive, so despite their cost, they pay for themselves very quickly.

We developed a microclimate system and chose combined heating: air heating combined with ventilation plus heat exchangers.

The power source was a 10/0.4 kV transformer substation with a rated capacity of 160 kVA.

The introduction of LED lighting with the sunrise and sunset function will lead to energy savings and increased animal productivity.

Keywords: poultry farm, lighting, automation, electrification, LED lamp.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ СТОВ «СТАРСОЛОТВИНСЬКА ПТАХОФАБРИКА».....	7
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	12
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПТАШНИКА.....	25
РОЗДІЛ 3. АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ.....	34
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	41
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42

ВСТУП

Птахівництво є однією з найважливіших галузей сільського господарства, що забезпечує населення цінними продуктами харчування. Воно відзначається високою інтенсивністю та динамічним розвитком у складі агропромислового комплексу країни.

Птахівництво забезпечує не лише яйця та м'ясо курей, качок, гусей і індиків, а й продукти переробки, такі як яечний порошок, паштет, супові набори, субпродукти, консерви. Цей перелік лише частково відображає спектр продукції галузі.

Ефективність розвитку птахівництва значною мірою залежить від селекції, спрямованої на покращення продуктивних якостей, виведення нових порід, ліній і кросів, а також від збалансованого харчування та впровадження сучасних технологій. Завдяки веденню птахівництва на промисловому рівні стає можливим отримання високоякісної продукції при ефективному використанні корму.

Сучасна промисловість пропонує різноманітні комплекси обладнання з клітковими батареями, які механізують і автоматизують більшість виробничих процесів до 95%.

У технологіях птахівництва освітлення та вентиляція мають значний вплив на розвиток птиці. Імітація заходу і світанку, забезпечення оптимального повітрообміну позитивно позначаються на фізичному та психологічному стані птиці, стимулюючи її розвиток.

Метою цього дипломного проєкту є електрифікація пташника із застосуванням світлодіодних ламп і світильників, підключених до автоматизованого блоку управління.

Для досягнення поставленої мети було поставлено і вирішено наступні завдання:

- розробити схеми керування електричним освітленням з використанням системи «світанок – захід сонця»;

- провести розрахунок освітлювальної мережі, підібрати марку і кількість світлодіодних ламп.

Об'єкт дослідження: є процес функціонування системи освітлення птахофабрики СТОВ «Старосолотвинська птахофабрика».

Предмет дослідження: закономірності, правила та способи вибору та використання енергетичного обладнання птахофабрики СТОВ «Старосолотвинська птахофабрика».

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Савченко Л. Г., Літяга О.В., **Українець С.В.** Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез X-ї всеукраїнської науково-практичної конференції *«Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь»*. м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 35-38.

2. Савченко Л. Г., **Українець С.В.** Досвід розвитку діяльності птахівництва зарубіжних країн. Міжнародна науково-практична конференція молодих науковців, аспірантів і здобувачів вищої освіти *«Проблеми та перспективи розвитку сучасної науки»*. м. Рівне, 9-10 травня 2024 року. Рівне : НУВГП. С.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних підприємств представляє розроблена автоматизована система керування електричним освітленням птахофабрики «світанок – захід сонця».

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 14 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 43 сторінки комп'ютерного тексту, містить 6 таблиць і 8 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ І ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ СТОВ «СТАРСОЛОТВИНСЬКА ПТАХОФАБРИКА»

Птахівництво є високоефективною галуззю сільськогосподарського виробництва, в якій застосовують безліч різноманітних технологічних процесів, що сприяють поліпшенню якості товарної продукції, вивільненню ручної праці. Промисловість випускає різні комплекти обладнання для механізації та автоматизації основних виробничих процесів у разі кліткового та підлогового вирощування бройлерів, як-от годівля, напування, видалення гною, регулювання мікроклімату, опалення, освітлення.

Пташник в СТОВ «Старосолотвинська птахофабрика» являє собою цегляну будівлю, габаритні розміри якої становлять 66×24×3. Схема пташника показана на рис. 1.1.

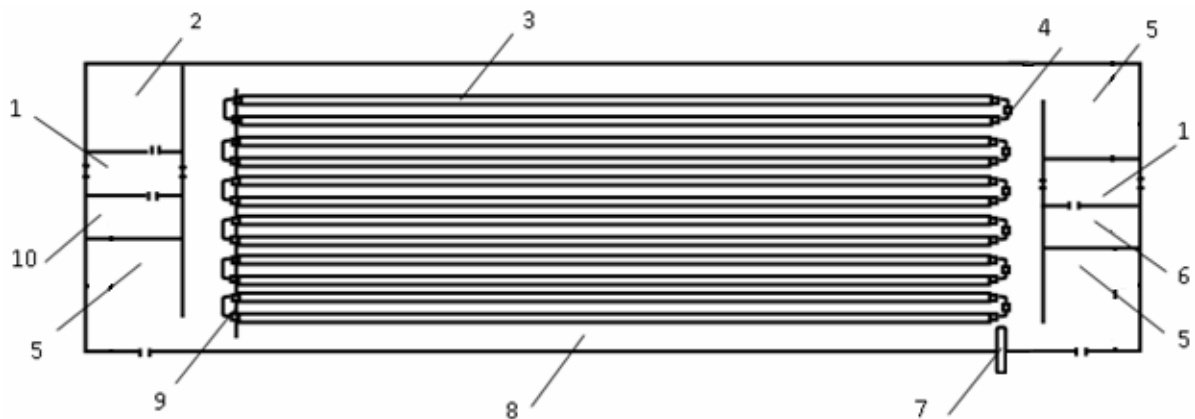


Рис. 1.1. Схема пташника для утримання курей-бройлерів: 1 – коридор; 2 – операторська; 4 – механізм скребковий помітний; 3 – батарея каскадна триярусна; 5 – вентиляційна камера, 6 – інвентарна; 7 – транспортер скребковий; 8 – приміщення для птахів; 9 – транспортер кормо завантаження; 10 – вбиральня.

Для утримання курей-бройлерів у пташнику розміром 66×24×3 обрано клітинну батарею БКМ-3Б. Тому надалі ми будемо розглядати обладнання, що входить до складу батареї БКМ-3Б.

Комплект обладнання БКМ-3Б призначений для вирощування бройлерів від 1 до 140 днів, за винятком роду антикорозійного покриття підніжної решітки клітинної батареї. У батареях для вирощування бройлерів вона має поліетиленове покриття зеленого кольору, а в батареях для ремонтного молодняка покриття виконано методом гарячого цинкування.

Комплекти обладнання являють собою систему механізмів і пристроїв, що забезпечують подачу корму птаху, постачання птахам води, регулярне прибирання і видалення посліду з пташника. Керують механізмами від шаф керування, як у ручному, так і в автоматичному режимі.

Корм із бункера 1 (рис. 1.2) подається похилим транспортером до приймача горизонтального транспортера 2, який послідовно завантажує бункери каскадних батарей 3.

Під час заповнення бункера останньої батареї спрацьовує вимикач подачі корму, встановлений на стінці горловини, і двигуни лінії кормоподачі (БСК-10, ТУУ-2А) відключаються. У разі зниження рівня корму в бункерах клітинних батарей і звільнення вимикача подачі корму знову вмикаються двигуни лінії кормороздачі.

Двигуни кормороздачі на клітинних батареях вмикаються від реле часу.

Корм на кожному ярусі роздається кормороздавачем ланцюгового типу, живлення всіх ліній кормороздачі відбувається від єдиного бункера. На вході в годівницю вставлені сітчасті вкладиші, що оберігають птицю від потрапляння носами на ланцюг кормороздавача. Упродовж усього періоду вирощування птаха в клітках сітчасті вкладиші мають перебувати в годівницях.

У даному пташнику використовуються краплинні автопоїлки, які живляться через розділовий бак з автоматичною підтримкою рівня. подача води з водопровідної мережі до поїлок здійснюється через індивідуальні бачки постійного рівня (шляхом відгину важеля поплавка рівень води повинен знаходитися на 10...15мм нижче переливного отвору), встановлені з двох кінців батареї на кожному ярусі, і водоводні труби. У бачках встановлено фільтри для очищення води від механічних включень.

Для напування птиці всередині кліток на водоводних трубах встановлюють мікрочашкові (клапанні) поїлки. Залежно від віку птиці висоту поїлок можна регулювати за допомогою лебідок.

Періодичність прибирання посліду залежить від способу утримання птиці. При клітинному утриманні послід прибирається щодня. З настилу другого і третього ярусів прибирають скребками в зазор між настилами, наявний по всій довжині батареї. Із траншей під клітками на поперечний транспортер послід видаляють установками МПС-2М. Поперечний транспортер НКЦ подає послід за межі будівлі пташника в транспортні засоби.

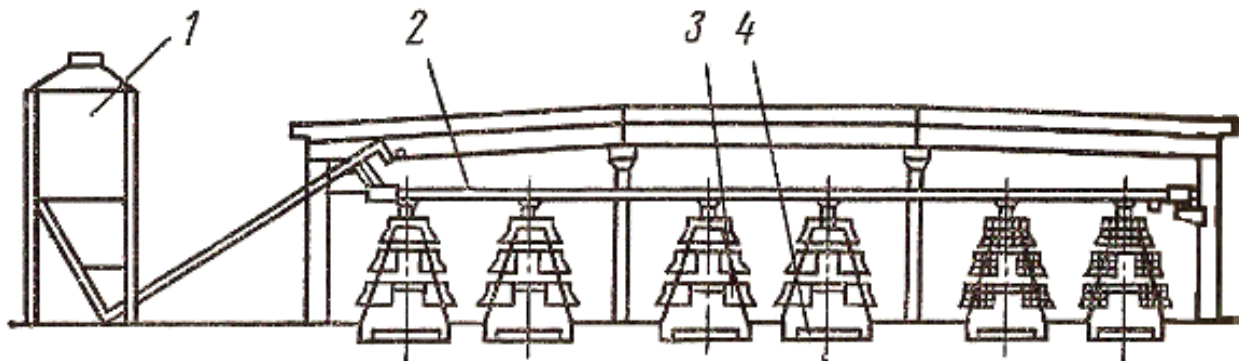


Рис. 1.2. Схема комплекту обладнання БКМ-3Б у пташнику розміром $24 \times 66 \text{ м}^2$: 1 – бункер для сухих кормів марки БСК-10; 2 – транспортер марки ТУУ-2А; 3 – батарея каскадна; 4 – пристосування для очистки посліду марки МПС-2М.

Особливістю кліткових батарей БКМ-3Б є каскадне розташування блоків кліток (рисунк 1.3), що забезпечує гарний повітрообмін, освітленість гнізд і зручність обслуговування птиці. Блок виконаний із сітчастих деталей, скріплених між собою скобами. Під третім і другим рядами блоків гнізд кріплять оцинковані металеві послідні настили 8, на яких розташовують скребки 7 для скидання посліду в зазор між настилами в послідну траншею 12 під батареєю. У передній частині кліток знаходиться годівниця 9, зафіксована в кронштейнах 10 рам каркаса. На передній стінці кожної клітки є дверцята 1 для посадки і висадки птиці. Дверцята в закритому стані фіксуються гачком. Поперечні перегородки кліток у передній частині закінчуються суцільною частиною перегородки, в якій є паз для проходу водовідвідної труби та її

підйому і отвір для дроту і каната регулювання рівня водовідних труб. Каркас блоків – кліток з'єднується стяжками (на другому і третьому ярусах) з передньою і задньою стійками батареї. Каскадне розташування кліток батареї створює сприятливі умови для роботи механізму прибирання посліду на батареї. З похилих настилів послід зчищають скребками 7 полегшеної конструкції. Два скребки закріплені на тяговому канаті й приводяться в рух від одного двигуна.

З пташника послід видаляють установками МПС-2М і НКЦ-7 (типу ТСН-3,0Б).

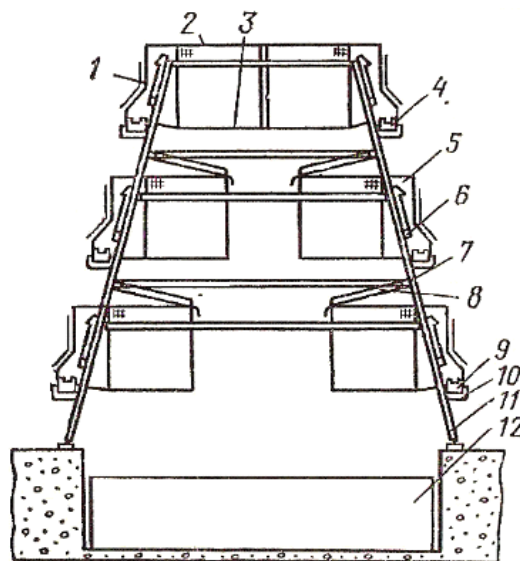


Рис. 1.3. Схема кліткової батареї моделі БКМ-3Б: 1 – двері; 2 – кришка; 3 – підніжна решітка; 4 – кришка годівниці решітчаста; 5 – пластина фігурна; 6 – напувалка; 7 – скребок; 8 – настил; 9 – годівниця; 10 – кронштейн; 11 – стійка; 12 – траншея для посліду.

Для цього пташника як систему вентиляції використовуємо шафу керування, призначену для комплексного керування системою вентиляції, контролю параметрів, а також захисту систем вентиляції на основі контролера температури - Pixel 2511-02-0. У щиті розміщено промисловий логічний контролер керування системою, силові компоненти для керування роботою вентиляторів, контролер температури та пристрої захисту.

Подача повітря регулюється ступінчасто шляхом подачі однієї з трьох ступенів живлення на затискачі електродвигунів і зміна числа підключених вентиляторів.

Для підтримки допустимих меж температури використовують електрокалориферні установки типу СФОЦ. Переваги їх полягають у тому, що в цьому агрегаті поєднується опалювальний прилад і припливна вентиляція. Приплив підігрітого повітря забезпечує оптимальні параметри повітряного середовища приміщення за температурою, вологістю і газовим складом відповідно до вимог санітарно-гігієнічних норм. Одноразові витрати на калориферне опалення на 50...70% менші, ніж при електрокотельному опаленні.

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

2.1 Аналіз споживаної електроенергії

Електричне освітлення – важливий фактор, від якого значною мірою залежить комфортність перебування і роботи людей, продуктивність птиці.

Основні показники штучного освітлення повинні забезпечити нормальні та безпечні умови праці людей і утримання птиці, сприяти підвищенню продуктивності праці та якості продукції.

Як джерела світла зазвичай застосовують лампи розжарювання і люмінесцентні лампи. У нашому випадку встановлено лампи розжарювання різного номіналу від 60 до 100 Вт.

Потужність освітлення дорівнює:

$$P_{\Sigma} = 60 \times 90 + 24 \times 100 + 4 \times 75 = 8100 \text{ Вт} = 8,1 \text{ кВт.}$$

Чергове освітлення становить 10% від усього освітлення. На чергове освітлення припадає по 1 лампі з кожного ряду і дві лампи двох коридорів, тобто чергове освітлення становить 7 ламп, загальною потужністю:

$$P_{\text{деж}} = 5 \times 60 + 2 \times 100 = 500 \text{ Вт.}$$

Встановлено щиток освітлення ОЩ-12, встановлено 12 автоматів:

- 1 автомат – резерв;
- 1 автомат – чергове освітлення;
- 7 автоматів на 7 рядів освітлення;
- 1 автомат на підсобні приміщення.

Встановлено автомати для всіх груп освітлення: А-63 з $I_n = 16 \text{ А}$, $I_{\text{нр}} = 10 \text{ А}$.

За правилами встановлення електрообладнання в сільському господарстві не рекомендується використовувати дроти та кабелі з площею перерізу струмоведучої жили менше $2,5 \text{ мм}^2$. А електропроводка виконана алюмінієвим проводом з одинарним обплетенням. Загальна довжина якої становить 820 м.

Середньодобове споживання електроенергії становить:

$W_{\text{кз}}$ кормозавантаження: = 1,8 кВ×год;

$W_{\text{кр}}$ кормороздавачі: = 10,8 кВ×год;

$W_{\text{уп}}$ прибирання посліду: = 7,65 кВ×год;

$W_{\text{ос}}$ освітленням: = 113,4 кВ×год;

$W_{\text{от}}$ опалення: = 1533 кВ×год;

$$\sum W = 1,8 + 10,8 + 7,65 + 113,4 + 1533 = 1666,65 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

2.2 Вибір системи та виду освітлення, типу джерел світла

У всіх приміщеннях пташника будемо проектувати загальну рівномірну систему освітлення. У таблиці 2.1 наведено вид освітлення.

Таблиця 2.1 – Вибір виду освітлення

№	Найменування	Вид освітлення
1	Приміщення для птахів	Технологічне
2	Підсобне приміщення	Робоче
3	Приміщення для перенавантаження посліду	Робоче
4	Веткамера	Робоче
5	Вбиральня	Робоче
6	Тамбур	Робоче
7	Веткамера	Робоче

Нормовану освітленість обирають залежно від характеру зорових робіт, найменшого розміру об'єкта розрізнення, його контрасту з фоном, характеристики фону і виду джерела світла.

Вибір нормованої освітленості та коефіцієнта запасу по всіх приміщеннях наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вибір нормованої освітленості та коефіцієнта запасу

Найменування приміщення	Нормована освітленість, E_n , лк	Нормована площа	Мінімальна ступінь захисту СП	Коефіцієнт запасу
Приміщення для птахів	50	Г – 0	IP 54	1,5
Підсобне приміщення	50	В – 1,5	IP 20	1,5
Приміщення для перенавантаження посліду	50	Г – 0	IP 20	1,3
Ветер. камера	20	Г – 0,8	IP 54	1,5
Вбиральня	50	В – 1,5	IP 20	1,3
Тамбур	50	Г – 0	IP 20	1,3
Ветер. камера	20	Г – 0	IP 20	1,3

Вибір світлового приладу здійснюють за трьома основними критеріями: за конструктивним виконанням, за світлотехнічними характеристиками, за економічними показниками. Для кожного приміщення пташника необхідно підібрати спеціальний світловий прилад, який відповідатиме всім вимогам до освітленості, безпеки, економічності.

Таблиця 2.3 – Вибір світлового приладу

№	Найменування приміщення	Світловий прилад
1	Приміщення для птахів	ЛСП 44-2×36
2	Підсобне приміщення	ЛСП 44-2×36
3	Приміщення для перенавантаження посліду	ССО-А-220-007-УХЛІ «Люкс»
4	Ветер. камера	ССО-А-220-007-УХЛІ «Люкс»
5	Вбиральня	ССО-А-220
6	Тамбур	ССО-А-220
7	Ветер. камера	ЛПП 20-2×58-103

2.3 Світлотехнічний розрахунок

Приміщення для птахів належить до категорії сирих приміщень, де відносна вологість понад 75%. Є пари води, здатні конденсуватися при невеликих зниженнях температури. За категорією пожежонебезпеки секція для птахів належить до класу П-1. Для секції для птахів, як і для більшості с/г

приміщень, виберемо світловий прилад із косинусною кривою сили світла (Д) [1]. Вибираємо світильник ЛСП 44-2×36-001.

Світильники ЛСП44-2×36-001 слід, переважно, розмішувати рядами. Ряди світильників слід виконувати безперервними або з розривами (у світлі), що не перевищують 0,5 розрахункової висоти.

Задамося чисельними значеннями λ_c і λ_e з таблиці 2.1 [1].

$$\lambda_c=1,2 \quad \lambda_e=1,6;$$

Визначимо розрахункову висоту освітлювальної установки H_p у м, за формулою:

$$H_p = H_o - h_{cs} - h_{pab}, \quad (2.1)$$

де H_o – висота приміщення, м;

$h_{cs} = 0 \dots 0,5$ – висота звису світильників;

h_{pab} – висота робочої поверхні від підлоги, м.

$$H_p = 2,7 - 0,3 = 2,4 \text{ м}$$

За рівномірного розміщення світильники розташовують по вершинах квадратів, прямокутників або ромбів, оптимальний розмір у м сторони яких визначається за формулою:

$$\lambda_c H_p \leq L \leq \lambda_e H_p, \quad (2.2)$$

$$1,2 \cdot 2,4 \leq L \leq 1,6 \cdot 2,4$$

$$2,88 \leq L \leq 3,84 \Rightarrow L_{opt} = 3,36 \text{ м}$$

Крайні світильники встановлюють на відстані в м за формулою:

$$l_{AB} = (0,3 - 0,5)L, \quad (2.3)$$

$$l_{AB} = 0,5 \cdot 3,36 = 1,68 \text{ м}$$

За відомим значенням L , по довжині A і ширині B приміщення визначаємо: число світильників по довжині приміщення N_A в шт за формулою:

$$N_A = \frac{A}{L}, \quad (2.4)$$

$$N_A = \frac{58}{3,36} = 17,3 \approx 17 \text{ шт}$$

Число світильників за шириною приміщення N_B в шт за формулою

$$N_B = \frac{B}{L}, \quad (2.5)$$

$$N_B = \frac{24}{3,36} = 7,1 \approx 7 \text{шт}$$

І загальне число світильників N_B у шт за формулою

$$N = N_A \cdot N_B, \quad (2.6)$$

$$N = 17 \cdot 7 = 119 \text{шт}$$

Визначаємо відстані від світильників до стіни l_A і l_B в м за формулою:

$$l_A = \frac{A - L_{\text{опт}}(N_A - 1)}{2}, \quad (2.7)$$

$$l_A = \frac{58 - 3,36 \cdot (17 - 1)}{2} = 2,12 \text{ м}$$

$$l_B = \frac{B - L_{\text{опт}}(N_B - 1)}{2}, \quad (2.8)$$

$$l_B = \frac{24 - 3,36 \cdot (7 - 1)}{2} = 1,92$$

Лампи у відділі для птахів будуть зрізані на тросах відповідно до встановлених вимог. Для визначення необхідної потужності освітлювальної установки у відділі для птахів ми використаємо точковий метод, який дозволяє встановити світловий потік ламп, необхідний для досягнення необхідного рівня освітленості в обчислювальній точці, враховуючи розміщення ламп та умови, при яких відбиття від стін, стелі та робочої поверхні не має значного впливу.

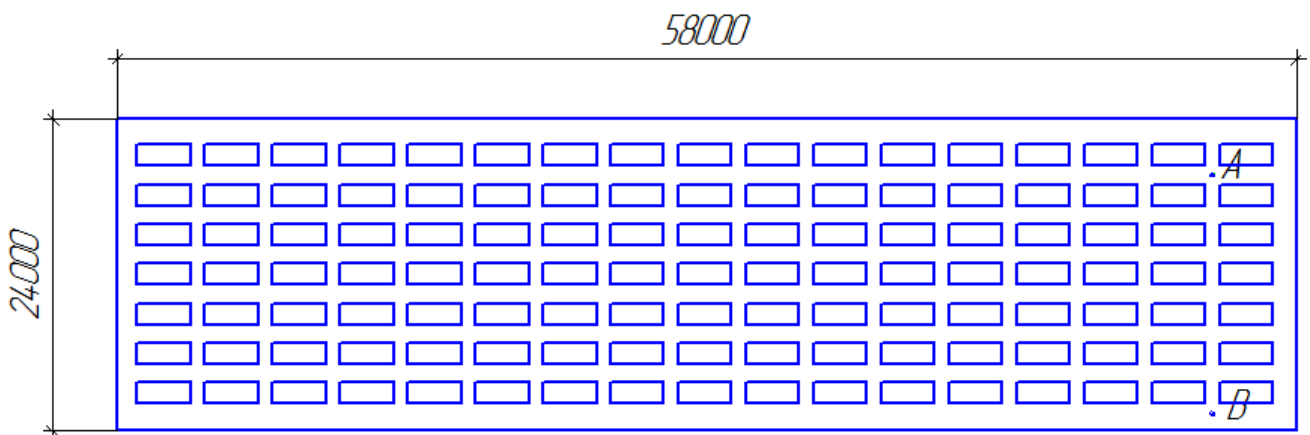


Рис. 2.1. Вибір контрольних точок на плані секції для птахів

Таблиця 2.4 – Розрахункові дані

№ конт. точки	№ світильника	d_i , м	α_i^0 , град	$I\alpha_i^{1000}$, кд	$\cos^3\alpha_i$	e_i , лк	Σe_i , лк
А	1,2,10,11	2,38	44,8	228,91	0,37	14,4	57,2
	3,12	5,32	65,7	128,2	0,068	1,5	3
	4,13	8,51	74,3	70,7	0,021	0,3	0,4
							60,6
В	37,38	2,61	47,41	244,3	0,4	12,8	25,4
	39	5,43	66,12	128,2	0,067	1,46	1,47
							26,87

В точці (В) освітленість досягає мінімуму. Ми приймаємо це значення як розрахункове. Розраховуємо світловий потік джерела світла Φ у люменах у кожному світильнику за відповідною формулою, починаючи з точки (В).

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E_n \cdot K_z}{\mu \cdot \sum e_i}, \quad (2.9)$$

де $\mu=1,1$ – коефіцієнт, що враховує додаткове освітлення від віддалених світильників та відбиття від огорожувальних конструкцій;

1000 – світловий потік умовної лампи, в люменах.

Для коефіцієнта запасу приймаємо $K_z=1,3$.

$$\Phi = \frac{1000 \cdot 50 \cdot 1,5}{1,1 \cdot 26,87} = 2537 \text{ лм}$$

Враховуючи, що світильник двохламповий $\Phi_l = \frac{\Phi}{2} = \frac{2537}{2} = 1268 \text{ лк}$

За чисельним значенням потоку та даними з каталогу [3] оберемо стандартну світлодіодну лампу УНИПРО-120.

Світловий потік обраної лампи: $\Phi_{нл}=1200 \text{ лм}$ [3].

Проведемо розрахунок відхилення табличного потоку від розрахункового, при цьому має виконуватися умова.

$$-0,1 \leq \frac{\Phi_l - \Phi_{нл}}{\Phi_{нл}} \leq +0,2 \quad (2.10)$$

$$-0,1 \leq \frac{1268 - 1200}{1200} \leq +0,2$$

$$-0,1 < 0,056 < +0,2$$

Отже, вибір лампи є правильним.

Знаючи кількість рядів n і кількість світильників у ряду N , потужність одного освітлювального пристрою можна визначити.

$$P_{yy} = \frac{P_{св} \cdot N \cdot n}{A} \quad (2.11)$$

$P_{св}=36$ Вт (за даними джерела [4]);

$$P_{yy} = \frac{36 \cdot 7 \cdot 17}{1392} = 3,08 \text{ Вт / м}$$

Допоміжне приміщення відноситься до категорії сухих приміщень, де відносна вологість не перевищує 60%. Конденсація парів практично неможлива. У виробничих приміщеннях зазвичай застосовують світильники прямого або переважно прямого світлорозподілу з типовими кривими сили світла К, Г або Д. Для допоміжного приміщення пташника обираємо КСС Д [1]. Виходячи з характеристик допоміжного приміщення, обираємо світловий прилад ССО-А-220-ДБУ01-7-001УХЛ1. Визначимо розрахункову висоту освітлювального пристрою в метрах за формулою (1):

$$H_p = 2,7 - 0,8 - 0,3 = 1,6 \text{ м,}$$

Задамося чисельними значеннями λ_c і λ_e з табл. 2.1 [1]:

$$\lambda_c=1,8 \quad \lambda_e=2,6$$

При загальному рівномірному освітленні, а при можливості й локалізованому освітленні, світильник рекомендується розташовувати в кутах квадратних, прямокутних або ромбічних областей. Оптимальний розмір сторони таких областей визначається за формулою (2.2).

$$\begin{aligned} 1,8 \cdot 1,6 &\leq L \leq 2,6 \cdot 1,6 \\ 2,88 &\leq L \leq 4,16 \Rightarrow L_{opt} = 4,0 \text{ м} \end{aligned}$$

Світильники, розташовані на краях, повинні бути встановлені від стіни на відстані, яка визначається за допомогою формули (2.3).

$$l_{AB} = 0,5 \cdot 4,0 = 2 \text{ м}$$

За відомим значенням L , довжиною A та шириною B приміщення визначаємо кількість світильників по довжині приміщення за формулою (2.4).

$$N_A = \frac{24}{4} = 6$$

Кількість світильників по ширині приміщення визначається за формулою (2.5).

$$N_B = \frac{6,5 - 2 \cdot 2}{4} = 0,625$$

Обираємо $N_A=6$ (шт), $N_B=1$ (шт), а загальну кількість світильників у приміщенні визначаємо за формулою (2.6).

$$N = 6 \cdot 1 = 6$$

Визначаємо реальні відстані між світильниками у ряду та між рядами за допомогою формул (2.7) та (2.8).

$$L_A = \frac{24}{6} = 4 \text{ м}$$

$$L_B = \frac{6,5}{1} = 6,5 \text{ м}$$

Перевіримо відстань, на якій знаходиться світильник від стіни. Вона повинна бути рівною $(0,3 \dots 0,5)L_{\text{ОПТ}}$:

$$0,3 \cdot 4 \leq 2 \leq 0,5 \cdot 4 \quad 1,2 < 2 < 2$$

$$0,3 \cdot 6,5 \leq 2 \leq 0,5 \cdot 6,5 \quad 1,95 < 2 < 3,25$$

Відстань від світильника до стіни відповідає вимогам. Отже, відстань від світильника до стіни складатиме 2 метри. Світильники у допоміжному приміщенні будуть закріплені на металевих трубках згідно з вимогами.

Для визначення потужності освітлювальної установки у допоміжному приміщенні застосуємо метод коефіцієнта використання світлового потоку, оскільки в приміщенні відсутні великі тіньові об'єкти із світлими огорожуючими поверхнями.

Визначимо коефіцієнти відбиття: для стелі – $\rho_{\text{п}}=0,7$, для стін – $\rho_{\text{с}}=0,5$, для робочих поверхонь – $\rho_{\text{р}}=0,1$.

Індекс приміщення визначимо за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot H_{\text{р}}} \quad (2.12)$$

$$i = \frac{6,5 \cdot 12}{(6,5 + 12) \cdot 1,6} = 2,64.$$

За даними з джерела [1] визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку. Цей коефіцієнт враховує частку світлового потоку, яка досягає робочої поверхні. Коефіцієнт використання світлового потоку η_{I} пропорційний ККД

світильника, залежить від форми кривої сили світла, збільшується зі збільшенням площі приміщення та зменшенням розрахункової висоти, зі збільшенням коефіцієнта відбиття огорожувальних конструкцій, але зменшується зі збільшенням віддалення форми приміщення від квадрата. $\eta_{II}=0,58$ [1];

Обчислюємо світловий потік лампи у світильнику Φ в люксах.

$$\Phi = \frac{E_H \cdot S \cdot Kz \cdot z}{N \cdot \eta_{II}}, \quad (2.13)$$

де S – площа приміщення, m^2 ; $z=1,1-1,2$ – коефіцієнт нерівномірності; N – кількість світильників у приміщенні.

$$\Phi = \frac{150 \cdot 78 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{8 \cdot 0,71} = 3398 \text{ лк}$$

Оскільки світильник дволамповий, то $\Phi_l = \frac{\Phi}{2} = \frac{3398}{2} = 1699 \text{ лк}$.

Вибираємо світлодіодну лампу. $\Phi_{нл}=1800 \text{ лк}$ [3].

Розрахуємо відхилення розрахункового світлового потоку від каталожного:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_l - \Phi_{нл}}{\Phi_{нл}} \cdot 100\% = \frac{1699 - 1800}{1800} \cdot 100\% = -5,6\% \quad (2.14)$$

Визначаємо питому потужність окремої освітлювальної установки:

$$P_{уд} = \frac{P_l \cdot N \cdot n}{A}, \quad (2.15)$$

де P_l – потужність лампи, Вт;

N – кількість

n – кількість ламп в світильник;

A – площа приміщення, m^2 .

$$P_{уд} = \frac{22,5 \cdot 8 \cdot 2}{78} = 4,6 \text{ Вт/м}^2$$

Приміщення для перевантаження посліду відноситься до категорії сухих приміщень, де відносна вологість не перевищує 60%. Конденсація парів майже неможлива. Для цього приміщення вибираємо криву сили світла Д [1]. Враховуючи характеристики, обираємо світловий прилад ССО-А-220-ДБУ01-7-

001УХЛ1 (лампа-світильник, підвісний, призначений для громадських приміщень).

Визначимо розрахункову висоту освітлювального пристрою за формулою (2.1).

$$H_p = 2,7 \text{ м},$$

Визначимо чисельні значення λ_c і λ_e визначимо за табл. 2.1 [1].

$$\lambda_c = 1,2 \quad \lambda_e = 1,6$$

При загальному рівномірному освітленні, а також, якщо можливо, при локалізованому освітленні, світильник слід розташовувати у вершинах квадратних, прямокутних або ромбічних зон. Оптимальний розмір сторони таких зон визначається за формулою (2.2).

$$\begin{aligned} 1,2 \cdot 2,7 &\leq L \leq 1,6 \cdot 2,7 \\ 3,24 &\leq L \leq 4,32 \Rightarrow L_{\text{опт}} = 3,78 \text{ м} \end{aligned}$$

Крайні світильники встановлюють від стіни на відстані, що визначається формулою (2.3)

$$l_{AB} = 0,4 \cdot 3,78 = 1,5 \text{ м}$$

За відомим значенням L , довжиною A та шириною B приміщення визначаємо кількість світильників по довжині приміщення за допомогою формул (2.4).

$$N_A = \frac{5,6}{3,7} = 1,5 \approx 2$$

Кількість освітлювальних приладів уздовж ширини кімнати визначається за рівняннями (2.5).

$$N_B = \frac{3,6}{3,78} = 0,95 \approx 1$$

Загальну кількість світильників у приміщенні визначаємо за формулою (2.6).

$$N = 2 \cdot 1 = 2$$

Світильники в коридорі будуть закріплені на металевих трубах відповідно до глави 6.6 ПУЕ.

Для розрахунку потужності освітлювальної системи коридору використаємо метод питомої потужності, оскільки це другорядне приміщення і до його освітлення не висуваються особливі вимоги.

Запишемо формулу розрахунку потужності P_p у Вт.

$$P_p = \frac{P_{уд} \cdot S}{N}, \quad (2.16)$$

де P_p – розрахункова потужність;

N – кількість світильників у птахофабриці;

$P_{уд}$ – питома потужність освітлення, Вт/м².

$$P_{уд} = 4,2 \text{ Вт/м}^2$$

$$P_p = \frac{4,2 \cdot 20,16}{2} = 42,34 \text{ Вт}$$

Вибираємо світлодіодний світильник ССО-А-220-ДБУ01-7-001УХЛ1 $P_{св}=40$ Вт; світловий потік 3200 лм [6].

Зробимо перевірку обраного світильника:

$$0,9P_p \leq P_{св} \leq 1,2P_p$$

$$0,9 \cdot 42,34 \leq 40 \leq 1,2 \cdot 42,38$$

$$38,1 < 40 < 50,8$$

Світильник обрано правильно.

2.4 Вибір схеми подачі електроенергії та робочої напруги для освітлювальної мережі.

Розрахунок електричних освітлювальних мереж включає визначення перерізів проводів і кабелів, за яких робочий струм ліній не створює перегрівання проводів, забезпечуються необхідні рівні напруги у ламп і достатня механічна міцність проводів.

Для живлення освітлювальних приладів загального внутрішнього і зовнішнього освітлення, як правило, має застосовуватися напруга не вище 220 В. Тому для живлення освітлювальної мережі цієї будівлі виберемо мережу з напругою 220 В.

Згідно з ДСТУ поділимо споживачів на окремі групи. Відповідно до ПУЕ, максимальний струм у групі не має перевищувати 25 А.

Група А (однофазна, трипровідна): технологічне освітлення секції для птахів. Включає:

а) 74 світильники ЛСП44-2х36-001 із лампами УНІПРО-120.

Група Б (однофазна, трипровідна): технологічне освітлення секції для птахів. Включає:

а) 45 світильників ЛСП44-2х36-001 із лампами УНІПРО-120.

Група В (двофазна, чотирипровідна): робоче освітлення венткамери, службових та підсобних приміщень. Складається з:

а) 6 світильників ССО-А-220-ДБУ01-7-001УХЛ1;

б) 4 світильників ССО-А-220-007-УХЛ1 «Люкс» (ВАТ Протон);

в) 2 світильників ССО-А-220-ДБУ01-7-001УХЛ1.

Група Г (двофазна, чотирипровідна): робоче освітлення електрощитової, санвузла та підсобки. Складається з:

а) 4 світильників ПССП 220;

б) 2 світильників ССО-Б-220-006 УХЛ1 «Селена» (ВАТ Протон).

Група Д (однофазна, трипровідна): чергове освітлення коридорів і тамбурів. Складається з:

а) 4 світильників ССО-А-220-007 УХЛ1 «Люкс» (ВАТ Протон);

б) 2 світильників ССО-А-220-ДПУ01-4х10-001 УХЛ1 «Атлант» (ВАТ Протон);

в) 2 світильників ЛСП44-2х36-001 із лампами УНІПРО-120.

Струм у групі визначається за формулою.

$$I = \frac{P}{m \cdot U_{\phi} \cdot \cos \alpha}, \quad (2.17)$$

де P – потужність усіх споживачів у групі, Вт;

m – число фаз;

U_{ϕ} – фазна напруга мережі, В;

$\cos\alpha$ – коефіцієнт потужності, для вибраних нами світлодіодних ламп $\cos\alpha=0,95$ [3].

Розрахунок струму групі А

$P_A=1620$ Вт,

$$I_A = \frac{1620}{1 \cdot 220 \cdot 0,95} = 7,8 \text{ A};$$

Розрахунок струму групі Б

$P_B=1620$ Вт,

$$I_B = \frac{1620}{1 \cdot 220 \cdot 0,95} = 7,8 \text{ A};$$

Розрахунок струму групі Г

$P_G=132$ Вт,

$$I_G = \frac{132}{2 \cdot 220 \cdot 0,95} = 0,3 \text{ A};$$

Розрахунок струму групі Д

$P_D=210$ Вт,

$$I_D = \frac{210}{1 \cdot 220 \cdot 0,95} = 1 \text{ A};$$

Розрахунок струму на вводі

$$P_{вв} = 1620 + 1620 + 540 + 132 + 210 = 4122 \text{ Вт}$$

$$I_{P_{вв}} = \frac{4122}{3 \cdot 220 \cdot 0,95} = 6,6 \text{ A}.$$

Таблиця 2.5 – Характеристика груп

№ гр	Кількість світильників	Довжина груп, м	Струм, А	Розр. нагр., Вт	Число фаз	$\cos\alpha$
Вхід			6,6	4132	3	0,95
А	1. 74	185,1	7,8	1630	1	0,95
Б	2. 45	181,1	7,8	1630	1	0,95
В	3. 14	89,5	1,3	550	2	0,95
Г	4. 6	45,1	0,3	142	2	0,95
Д	5. 8	118,5	1	220	1	0,95

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК І ВИБІР ОСНОВНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ПТАШНИКА

3.1 Розрахунок і вибір електроприводів

Електропривод – це електромеханічна система, яка в своєму повному вигляді включає перетворювальний, електродвигунний, передавальний та керувальний пристрої. Іноді перетворювальний та передавальний компоненти можуть бути відсутні.

Електропривод має забезпечувати належну роботу технологічного процесу при запланованій продуктивності робочої машини та високій економічній ефективності. При виборі оптимального електроприводу слід дотримуватися таких принципів:

- найбільша відповідність електроприводу характеристикам робочої машини (технологічним, кінематичним, механічним, навантажувальним та інерційним);
- максимальне використання потужності електродвигуна під час роботи;
- відповідність електроприводу параметрам мережі живлення;
- привабливий зовнішній вигляд, зручність та безпека в експлуатації.

Здебільшого завдання вибору зводиться до оцінки відповідності електроприводу робочої машини.

У більшості випадків як електропривод використовують коротко замкнуті асинхронні двигуни, оскільки вони найдешевші, найпростіші за конструкцією і надійні в експлуатації.

Вибираємо двигун для ланцюгового транспортера кормороздавача.

Для ланцюгового транспортера двигун $P_{розр}$ у кВт, вибирають за формулою:

$$P_{расч.} = Q:(367 \times \eta_n) \times (L \times f + (h \cdot \eta_T)); \quad (3.1)$$

де Q – подача транспортера, Q = 2,0 т/год.;

η_n – ККД передачі руху від електродвигуна до транспортера, $\eta_n = 0,75$;

L – горизонтальна складова шляху пересування вантажу, $L = 174$ м;

f – коефіцієнт опору руху; $f = 2,25$;

h – висота підйому, $h = 0$;

η_T – ККД транспортера, $\eta_T = 0,6$

$$P_{\text{розр.}} = 2:(367 \times 0,75) \times (178 \times 2,25 + (0:0,6)) = 2,7 \text{ кВт}$$

Вибираємо електродвигун серії 4A100S4Y3; $P_n = 3$ кВт; $I_n = 7,3$ А; $n = 1430$ мин^{-1} ; $k_i = 6,0$; $\eta = 0,82$; $\cos\varphi = 0,83$; $\lambda_{\text{max.}} = 2,4$; $\lambda_n = 1,2$; $\lambda_{\text{min.}} = 1,6$.

Перевіряємо двигун $P_{\text{пер}}$ у кВт, на перевантажувальну здатність за формулою

$$P_n \geq P_{\text{пер}} = 1,33P_{\text{max.}} \cdot \lambda_{\text{max.}}; \quad (3.2)$$

$$P_{\text{пер}} = 1,33 \cdot 3 : 2,4 = 1,7 \text{ кВт}, \quad 3 \text{ кВт} > 1,7 \text{ кВт}$$

Перевіряємо двигун на можливість пуску

Кутова швидкість двигуна: $\omega_n = 3,14 \times 1430 : 30 = 149,6$ рад/с^{-1}

Кутова швидкість машини: $\omega_m = 3,14 \times 28,60 : 30 = 2,9$ рад/с^{-1}

Номинальний момент двигуна: $M_n = 3000 : 149,6 = 20,1$ $\text{Н}\cdot\text{м}$

Момент опору машини $M_{\text{спр}}$ у Нм, приведений до валу електродвигуна, визначається за формулою

$$M_{\text{спр}} = M_c \times \omega_m \cdot \omega_n; \quad (3.3)$$

$$M_n \geq M_{\text{нп}} = 1,25 \times M_{\text{спр}} \cdot (\lambda_{\text{min.}} \times u^2); \quad (3.4)$$

$$M_{\text{спр}} = 603 \times 2,9 : 149,6 = 11,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_n = 1,25 \times 11,6 : (1,6 \times 0,925^2) = 10,59 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Оскільки $M_n = 20,1$ $\text{Н}\cdot\text{м}$ перевищує $M_{\text{нп}} = 10,59$ $\text{Н}\cdot\text{м}$, запуск двигуна при максимальному навантаженні в 3 кВт гарантовано.

Для кормозавантажувального транспортера двигун підбирається аналогічним чином.

Обираємо двигун 4A90L6Y3; $P_n = 1,5$ кВт; $I_n = 4,1$; $\eta = 0,75$; $\cos\varphi = 0,74$; $k_i = 5,5$; $\lambda_{\text{max.}} = 2,2$; $\lambda_n = 2,0$; $\lambda_{\text{min.}} = 1,6$.

Обираємо двигун для шнекового транспортера, що подає корм із бункера на кормозавантажувальний транспортер.

Потужність шнекового транспортера P_n у кВт знаходиться за формулою:

$$P_n = Q \cdot 367 \eta_n \times (L \times f + (h : \eta_T)) \times k, \quad (3.5)$$

де k – коригувальний коефіцієнт, який залежить від кута нахилу транспортера.

$$P_n = 20 : (367 \times 0,6) \times (4 \times 1,2 + (2,5 : 0,6)) \times 1,4 = 1,15 \text{ кВт.}$$

Вибираємо двигун 4A90L6Y3; $P_n = 1,5$ кВт; $I_n = 4,1$ А; $\eta = 0,75$; $\cos\varphi = 0,74$; $k_i = 5,5$; $\lambda_{\max} = 2,2$; $\lambda_{\pi} = 2,0$; $\lambda_{\min} = 1,6$.

Перевірка здійснюється аналогічно перевірці ланцюгового транспортера.

Параметри всіх електродвигунів наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри обраних електродвигунів.

Тип двигун	Кількість	$I_n, \text{А}$	$P_n, \text{кВт}$	$n_n, \text{хв}^{-1}$	$\cos\varphi$	λ_{\max}	λ_{\min}	λ_{π}	k_i	$\eta, \%$
Цепний тр-р. 4A100S4Y3	6	7,3	3	1430	0,83	2,4	1,6	1,2	6,0	82
Кормозав. тр-р. 4A90L6Y3	1	4,1	1,5	1000	0,74	2,2	1,6	2,0	5,5	75
Шнековий тр-р. 4A90L6Y3	1	4,1	1,5	1000	0,74	2,2	1,6	2,0	5,5	75
Тросошайбовий тр-р. 4100S4Y3	3	7,3	3	1430	0,83	2,4	1,6	1,2	6,0	82
Горизонтальний тр-р. 4A90L6Y3	1	4,1	1,5	1000	0,74	2,2	1,6	2,0	5,5	75
Похилий тр-р. 4A90L6Y3	1	4,1	1,5	1000	0,74	2,2	1,6	2,0	5,5	75
Тр-р. збирання послід із кліток 4A100S4Y3	6	7,3	3	1430	0,83	2,4	1,6	1,2	6,0	82

3.2 Розрахунок і вибір електроприводів системи вентиляції

Для забезпечення оптимального мікроклімату в птахівничих приміщеннях та його автоматичного регулювання застосовуються серійно вироблені комплекси вентиляційно-опалювального обладнання. Їх використання дозволяє рівномірно розподіляти приточно-витяжні потоки,

сприяти змішанню приточного та внутрішнього повітря, а також підтримувати стабільну температуру по всьому приміщенню.

Для вентиляції птахівничих приміщень використовується спеціальне обладнання, яке допомагає підтримувати вологість, температуру та концентрацію шкідливих газів у допустимих межах.

Для вентиляції використовують відцентрові та осьові вентилятори, які зазвичай безпосередньо з'єднані з електродвигуном.

Для розрахунку вентиляції визначається кількість вуглекислого газу, що виділяється птахами за годину, C :

$$C = 1,7 \times 4160 = 7072 \text{ л/год.}$$

де 1,7 л/год – об'єм вуглекислого газу, що виділяється однією птахою [9]; 4160 – кількість курчат-бройлерів у пташнику.

Об'єм вуглекислого газу в 1 м^3 зовнішнього повітря становить $C_1 = 0,3 \text{ л/м}^3$, а допустима його концентрація в 1 м^3 повітря всередині пташника — $C_2 = 2,5 \text{ л/м}^3$ [7].

Необхідний годинний повітрообмін L у $\text{м}^3/\text{год}$ визначається для видалення CO_2 .

$$L = 1,2C:(C_2 - C_1); \quad (3.6)$$

$$L = 1,2 \times 7072:(2,5 - 0,3) = 3858 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість вологи, що виділяється птахом протягом години, з урахуванням норм таблиці [2] і поголів'я птаха W_1 у г/год. Визначається за формулою:

$$W_1 = 3 \times 4160 = 12480 \text{ г/год.}$$

Кількість вологи, що міститься в 1 м^3 зовнішнього повітря за температури -3°C ($d_{1\text{нас}} = 3,81 \text{ г/м}^3$) і відносної вологості $\phi_1 = 0,9$

$$d_1 = 3,81 - 0,9 = 3,43 \text{ г/м}^3$$

Допустиму кількість вологи в 1 м^3 повітря всередині приміщення визначають за мінімальної температури 7°C ($d_{2\text{нас}} = 7,8 \text{ г/м}^3$, [7]) та допустимої відносної вологості $\phi_2 = 0,75$ [4], бо розрахунки показують, що зі зменшенням температури всередині приміщення необхідний годинний повітрообмін збільшується:

$$d_2 = 7,8 \times 0,75 = 5,85 \text{ г/м}^3.$$

Необхідний годинний повітрообмін L у $\text{м}^3/\text{год}$ за умовами видалення вологи:

$$L = 1,1W_1:(d_2 - d_1); \quad (3.7)$$

$$L = 1,1 \times 12480:(5,85 - 3,43) = 5673 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для розрахунку використовують максимальне значення необхідного годинного повітрообміну $L = 5673 \text{ м}^3/\text{год}$. При рівномірному розміщенні вентиляторів у пташнику вибираються вентилятори ВО5 з подачею $L_1=3000\text{м}^3/\text{год}$ і тиском 19,6 Па. Кількість вентиляторів визначається як $n=L:L_1= 5673:3000 = 1,89$, приймається $n = 2$.

Вентилятори ВО5 оснащуються електродвигунами з підвищеним ковзанням, потужністю 0,37 кВт.

Шафа керування призначена для комплексного контролю системи вентиляції, моніторингу параметрів та забезпечення захисту. У ній розміщені промисловий логічний контролер для керування системою, силові компоненти для контролю роботи вентиляторів, контролер температури та захисні пристрої.

Шафа керування виконує такі основні функції:

- ручний запуск і зупинка;
- керування та захист вентиляторів із термоконтактами;
- захист калорифера від замерзання;
- регулювання температури припливного повітря;
- підключення датчика засмічення фільтра;
- підключення каналного датчика температури повітря;
- таймер (автоматична робота установки за програмою ввімкнення та вимкнення).

Щит керування вентиляцією (далі ЩКВ) призначений для автоматизації роботи припливної системи. Схема ЩКВ передбачає контроль параметрів припливної установки та захист обладнання, яке є її частиною.

Припливна установка забезпечує подачу необхідної кількості свіжого повітря в приміщення, з попереднім підігрівом у зимовий період або

прямотоком у літній. Нагрівання повітря до заданої температури відбувається шляхом регулювання обсягу теплоносія, який проходить через калорифер припливної установки.

До складу припливної установки П та її системи автоматизації входять:

- вхідна заслінка припливу;
- привід керування вхідною заслінкою припливу;
- повітряний фільтр припливу;
- диференціальний датчик тиску для визначення засміченості повітряного фільтра припливу;
- водяний калорифер секції нагріву;
- триходовий клапан секції нагрівання;
- привід керування триходовим клапаном секції нагрівання;
- водяний насос;
- капілярний термостат;
- датчик температури зворотного теплоносія;
- зовнішній датчик температури;
- датчик температури припливного повітря;
- припливний вентилятор.

Заслінка припливу призначена для запобігання потраплянню повітря в припливну установку під час режиму простою. Керування заслінкою здійснюється за допомогою електричного приводу. Привід має пружинне повернення, що гарантує закриття заслінки в разі відключення живлення. Мінімальне положення приводу, яке становить 30%, достатнє для заведення поворотної пружини. Відкриття заслінки відбувається одночасно із запуском припливної установки.

Повітряний фільтр припливу запобігає потраплянню пилу, сажі тощо в припливну установку і в приміщення, яке обслуговується. Для індикації засмічення фільтра до і після нього встановлюються повітряні вводи диференціального датчика тиску. Якщо датчик спрацьовує, на передній панелі

дверцят ЩУВ загоряється жовтий індикатор «Фільтр припливу». У разі засмічення фільтр слід почистити або замінити.

Увага: експлуатація припливної установки без фільтра заборонена, щоб уникнути засмічення радіатора водяного калорифера.

Водяний калорифер секції нагріву призначений для попереднього підігріву повітря, що забирається з вулиці в опалювальний період. Це система теплових трубок і пластин, які нагріваються рідинним теплоносієм із теплового пункту чи міських тепломереж. Зміна теплопродуктивності калорифера здійснюється шляхом регулювання обсягу теплоносія, що проходить через нього. Для захисту калорифера від обмерзання після нього встановлюється капілярний термостат, який спрацьовує, якщо температура повітря після калорифера опускається нижче $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ у режимі «Нагрівання».

Змішувальний вузол нагріву призначений для регулювання теплопродуктивності водяного калорифера. Він складається з триходового клапана, приводу керування ним і водяного насоса. Теплопродуктивність регулюється зміною положення триходового клапана за допомогою приводу, який отримує сигнал $0\text{...}10\text{ В}$. Постійна циркуляція теплоносія через калорифер забезпечується водяним насосом. У разі аварії насоса припливна установка блокується від повторного увімкнення.

3.3 Розрахунок системи опалення

Різні системи опалення та види обладнання можуть створити однакові умови мікроклімату, тому вибір між ними здійснюється на основі техніко-економічного аналізу.

Електричні калорифери — це обладнання для нагрівання повітря, яке працює за допомогою тубулярних електронагрівачів (ТЕНів) чи відкритих нагрівальних елементів. Вони комплектуються відцентровими чи осьовими вентиляторами, системами регулювання потужності та подачі повітря, контрольними пристроями і сигналізацією.

Розрахункова температура зовнішнього повітря становить -25°C , але довготривалі спостереження показують можливе падіння до -35°C .

Основні дані: Пташник розрахований на 4160 курей-бройлерів, розміри пташника складають $66 \times 24 \times 3$ м, конструкція будівлі з цегли, стіни мають товщину 395 мм, вікна та ворота подвійні, калорифер розміщено всередині будівлі. Температура у пташнику повинна підтримуватися на рівні 18°C . Розрахункова температура повітря внутрішня – 35°C , а калорифер живиться від мережі 380/220 В. Кратність повітрообміну встановлена на рівні 5.

Тепло, що виділяється птахами на кожен кілограм маси згідно з НТП-СХ-4-72, становить 11 Вт. Враховуючи масу одного бройлера 1,3 кг, визначається загальна кількість тепла, що виділяється птахами у приміщенні.

$$P_n = 1,3 \times 11 \times 4160 = 59488 \text{ Вт} = 59,5 \text{ кВт.}$$

Площа перекриття: $F_{\text{пер}} = 66 - 24 = 1584 \text{ м}^2$.

Площа стін: $F_{\text{ст}} = 2 - 66 - 3 + 2 - 24 - 3 = 540 \text{ м}^2$.

Площу воріт F_v і вікон $F_{\text{ок}}$ приймаємо 5% від площі стін

$$F_v = F_{\text{ок}} = 0,05 \times 540 = 27 \text{ м}^2.$$

Втрата теплоти через огороження P_o в кВт, визначається за формулою

$$P_o = \Sigma k \times F \times (v_{\text{п}} - v_{\text{н}}) \times 10^{-3}; \quad (3.8)$$

де k – коефіцієнт теплопередачі огорожень, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \times \text{C})$ (значення k [7]);

F – площа огороження, м^2 ;

$v_{\text{п}}$ – температура повітря всередині приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

$v_{\text{н}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$.

$$P_o = (1,17 \times 1584 + 1,54 \times 540 + 2,33 \times 27 + 2,68 \times 27) \times (18 - (-35)) \times 10^{-3} = (1853,28 + 831,6 + 62,91 + 72,36) \times 53 \times 10^{-3} = 150 \text{ кВт.}$$

Теплота P_v у кВт, що виноситься з вентиляльованим повітрям

$$P_v = C \times \gamma \times Q \times (v_{\text{п}} - v_{\text{н}}) \times k_v \times 10^{-3}; \quad (3.9)$$

де C – питома теплоємність повітря, $C = 0,28 \text{ Вт} \times \text{ч} : (\text{кг} \times ^{\circ}\text{C})$;

γ – щільність повітря, $\text{кг}/\text{м}^3$;

Q – об'єм приміщення, $Q = 66 \times 24 \times 3 = 4752 \text{ м}^3$;

k_B – година кратність повітрообміну, $k_B = 5$.

$$P_B = 0,28 \times 1,342 \times 4752 \times (18 + 35) \times 5 \times 10^{-3} = 473 \text{ кВт.}$$

Розрахункова теплота калорифера P_m у кВт визначається за формулою

$$P_m = P_o + P_B - P_{II}; \quad (3.10)$$

$$P_T = 150 + 473 - 59,5 = 563,5 \text{ кВт.}$$

Потужність калорифера P_k у кВт визначається за формулою

$$P_k = P_T / \eta_k; \quad (3.11)$$

$$P_k = 563,5 / 1 = 563,5 \text{ кВт.}$$

Вибираємо п'ять калориферних установок СФОЦ – 100/0.5Т. Загальна потужність кожної $P_o = 94$ кВт, потужність електрокалорифера $P_k = 90$ кВт, число секцій – 3,36 нагрівачів. Подача вентилятора при температурному перепаді 51...30 °С 1,25...2,5 м²/с двигун Да112М4С.

Третю установку СФОЦ – 60/0.5Т, загальна потужність $P_o = 69$ кВт, потужність калорифера $P_k = 67,5$ кВт, 3 секції, 27 нагрівачів, за температурного перепаду 50...30°С подача вентилятора 0,9...1,6 м²/с, тип двигуна Да9014С. Калориферні установки розміщують у спеціальних приміщеннях із торців будівлі. З одного боку встановлюють одну установку СФОЦ - 100/0.5Т, з іншого – дві інші.

РОЗДІЛ 4

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ

4.1 Огляд світлодіодного освітлення птахофабрик

Відомо, що конструкції, розроблені для промислових об'єктів, часто не підходять для використання в пташниках через специфіку умов експлуатації на птахофабриках:

Умови на птахофабриках вкрай суворі: існує високий рівень запиленості, обладнання часто миється за допомогою апаратів високого тиску, та спостерігається підвищена температура;

Вирощування птиці здійснюється згідно зоотехнічних норм, що вимагає високу рівномірність освітленості і періодичну зміну інтенсивності освітлення без стресу для тварин, зокрема функція «світанок/захід сонця» є обов'язковою;

Використання традиційних ламп у світильниках збільшує витрати на обслуговування, адже розміщення освітлення всередині кліток ускладнює заміну ламп.

З урахуванням цих особливостей, світильники живляться від 220В змінного струму і регулювання яскравості здійснюється за допомогою ШІМ-модуляції. Корпуси світильників виготовлені з оптично прозорого ударостійкого полікарбонату. Приклад світлодіодного освітлення пташника представлений на рис. 4.1.

Також важливою особливістю є живлення 220В і сигнал керування 0-10В, а розділення живлення і сигналу керування потребує використання п'ятипровідного кабелю для підключення світильників



Рис. 4.1. Освітлення птахофабрики світлодіодами

Освітлення пташників є складним завданням, що приховує багато підводних каменів. Тому я закликаю всіх фахівців птахофабрик ретельно підходити до вибору обладнання. Приділяйте увагу конструкції, перевіряйте, як забезпечується герметичність, та як здійснюється розподіл і відведення тепла. Пам'ятайте, що сучасні системи освітлення для птахофабрик – це рішення, яке можна встановити один раз і користуватися роками. Цінність такого обладнання вимірюється не лише в грошовому еквіваленті, але й у його надійності та довговічності, легкості монтажу, а також в інших параметрах, які слід враховувати під час купівлі.

4.2 Регульоване освітлення для птахофабрики

Регульоване освітлення для птахофабрики є одним з основних елементів системи, яка забезпечує технологію «безстресового» вирощування птиці. Якість освітлення безпосередньо впливає на приріст ваги, несучість, смертність, конверсію кормів та інші аспекти технологічного процесу. Регульоване освітлення в пташнику передбачає не лише можливість змінювати рівні

освітленості за заданою програмою, а й плавне вмикання та вимикання світла. Правильний вибір освітлювального обладнання для птахофабрики може допомогти знизити виробничі витрати і тим самим збільшити прибуток підприємства. Розглянемо кілька аспектів керування освітленням, які застосовуються у різних системах освітлення пташників.



Рис. 4.2. Робота системи світанок-захід

Енергозберігаюче світлодіодне освітлення для пташника вимагає використання спеціальних надійних приладів для регулювання яскравості. Неякісна розробка джерел живлення і блоків управління може призвести до зниження терміну служби світлодіодів. Якщо ж застосовуються регулятори від перевірених виробників, димування освітлення в пташнику істотно знижує теплове навантаження на джерела світла, і термін служби світильників може досягати 100000 годин. На ринку птахівничого обладнання представлений спеціалізований прилад, що має всі необхідні для зоотехніки опції і дозволяє якісно управляти і використовувати світлодіодне освітлення в пташнику.



Рис. 4.3. Шафа управління освітленням

Регульоване освітлення пташників на основі лінійних люмінесцентних ламп сьогодні широко застосовується на багатьох птахофабриках. Такі системи містять у своїй конструкції досить дорогі пристрої керування яскравістю, а також потребують періодичної заміни ламп і їх подальшої утилізації. Слід зазначити, що світлодіодне освітлення в пташниках забезпечує високоякісне освітлення та плавне регулювання завдяки пристрою ШУО-05. Також можна використовувати кольорові люмінесцентні лампи, якщо це потрібно. Однак слід зазначити, що компактні люмінесцентні лампи не рекомендуються для освітлення пташників через їхню низьку регульованість, короткий термін служби (6-8 тисяч годин) та нездатність вмикатися на мінімальному рівні яскравості (1-5%).

4.3 Розробка блоку керування світлодіодним освітленням

Блок керування представляє собою мікропроцесорний програмований пристрій з наступними характеристиками:

- використовується мікроконтролер ATmega8;
- три незалежні виконавчі канали;
- окремі часові інтервали таймерів для кожного каналу;

- налаштування трьох періодів плавного включення та вимикання для кожного каналу;
- добовий режим роботи таймера з 00:00 до 23:59;
- точність налаштування таймерів до 1 хвилини з можливістю налаштування тривалості від 1 хвилини до 24 годин для кожного каналу;
- повне керування таймером за допомогою чотирьох кнопок;
- РК графічний дисплей;
- інтерфейс російською мовою;
- індикація стану кожного каналу таймера;
- можливість загального скидання з користувацького меню.

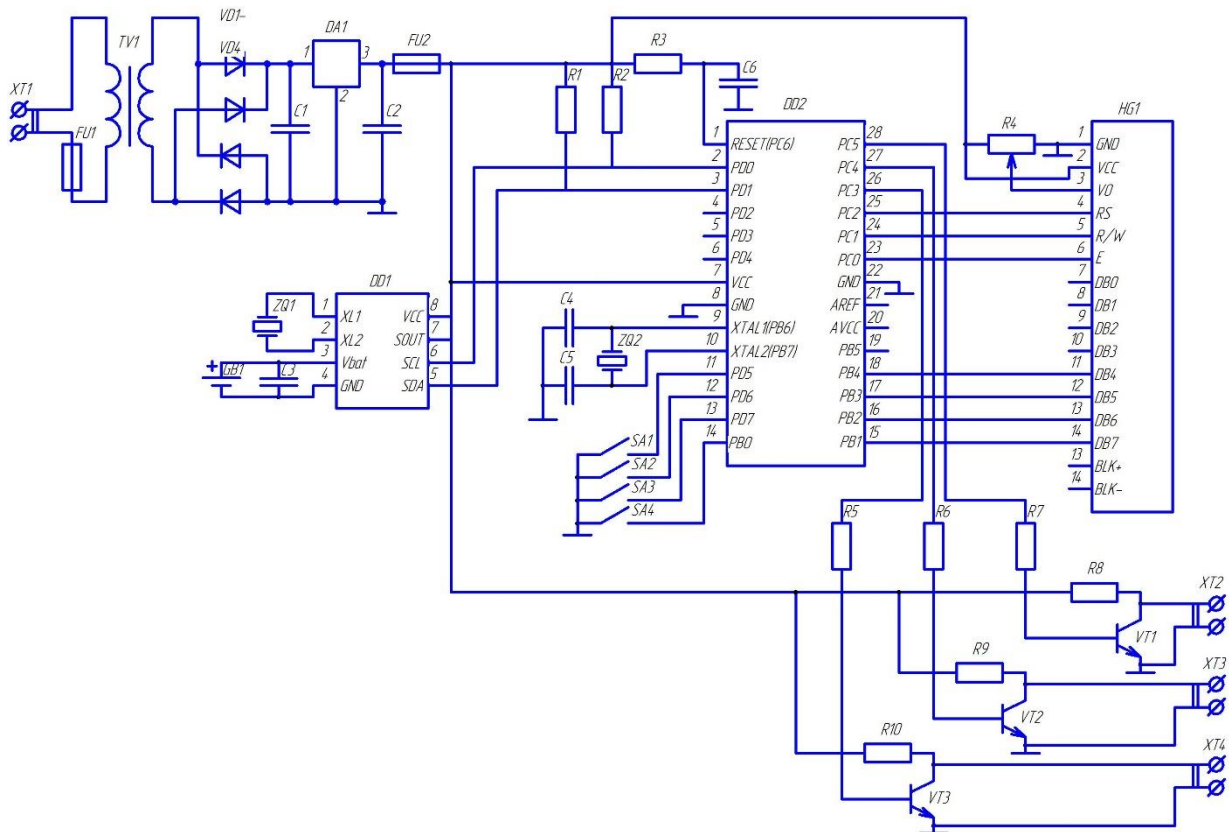


Рис. 4.4. Схема принципова блока керування освітленням

Для відстеження часу в схемі використовується високоточний годинник реального часу на мікросхемі DS1307, яка має наступні можливості:

- містить функції годинника та календаря;
- точність установки — до однієї секунди;

- резерв ходу годинника забезпечує запас роботи до 10 років у разі відсутності зовнішнього живлення;
- програмне налаштування для корекції похибки ходу.

Для регулювання інтенсивності освітлення застосовується широтно-імпульсна модуляція. Блок керування дозволяє створювати режим роботи освітлення «світанок-захід сонця» з можливістю програмування з клавіатури:

- часу початку світанку;
- тривалості періоду світанку;
- тривалості світлового дня;
- часу початку сутінків;
- тривалості періоду сутінків;
- тривалості нічного періоду.

Для кожного каналу управління можна запрограмувати до трьох повних циклів роботи освітлення. Налаштування блока здійснюється за допомогою кнопок SA1...SA4. Щоб увійти в меню налаштувань, натисніть кнопку SA1. Переміщення по меню і зміну параметрів виконують кнопками SA2 та SA3, підтвердження — кнопкою SA1. Скасування і повернення до попереднього рівня меню відбувається за допомогою кнопки SA4.

Блок складається з мікроконтролера DD2 ATmega 8 (Atmel), годинника реального часу DD1 DS1307 (Dallas Semiconductors), графічного дворядного дисплея HG1, блока живлення на трансформаторі TV1 та інтегрального стабілізатора на 5 Вольт DA1.

Після подачі живлення увійдіть у меню блока керування та налаштуйте поточний час. Потім для кожного з трьох каналів налаштуйте алгоритм роботи (час увімкнення, тривалість наростання освітленості, тривалість роботи на повну потужність, час вимкнення, тривалість зниження рівня освітленості) та увімкніть або вимкніть роботу каналу керування. Налаштування проводьте згідно з вказівками на дисплеї блока керування.

Підключення до електромережі здійснюється через клемну колодку XT1. Виводи для керування світильниками приєднуються до клемних колодок XT2...XT4 каналів керування №1...№3.

Коли живлення подається на клемну колодку XT1, мережева напруга через запобіжник FU1 надходить на первинну обмотку понижувального трансформатора TV1, де відбувається перетворення напруги з 220 В на 9 В. Ця перетворена напруга знімається з вторинної обмотки трансформатора TV1 і подається на вхід мостового випрямляча, складеного з діодів VD1...VD4. Випрямлена напруга подається на згладжувальний конденсатор C1 і потім на інтегральний стабілізатор напруги DA1. З виходу стабілізатора постійна напруга 5 В подається на згладжувальний конденсатор C2 і далі через запобіжник FU2 на виводи живлення мікросхем DD1 і DD2. Водночас напругу живлення подають на RC-ланцюг R3C6, який забезпечує первинне скидання мікроконтролера при запуску. Контрольна програма контролера ініціюється до роботи, здійснюється опитування мікросхеми DD1 по шині даних I2C, яка підтягнута за допомогою резисторів R1 і R2 до напруги живлення.

Дані про поточний час передаються з мікросхеми DD1 до пам'яті мікроконтролера DD2. Після того як користувач налаштує параметри роботи кожного каналу керування за допомогою кнопок SA1...SA4 і дисплея HG1, сигнали керування передаються відповідно до налаштованого алгоритму через транзистори VT1...VT3 на драйвери світильників. Інтенсивність освітлення регулюється широтно-імпульсною модуляцією. Чим ширший імпульс на виході транзисторів, тим більшою є потужність системи освітлення.

Щоб уникнути необхідності налаштовувати годинник після відключення живлення, у схемі передбачене автономне джерело живлення GB1, здатне підтримувати роботу годинника протягом 10 років. Точність роботи годинника забезпечує кварцовий резонатор zQ1 з частотою 32768 Гц.

Для налаштування яскравості підсвічування дисплея в схемі передбачений підлаштування резистора R4.

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті проведено аналіз господарської діяльності на забезпеченість господарства основними фондами, енергетичними та трудовими ресурсами.

Розглянуто електрифікацію технологічних процесів. Проаналізовано всі параметри та запропоновано систему світлодіодного освітлення, так само розраховано систему вентиляції, систему освітлення, систему опалення.

Проведений аналіз ефективності світлодіодних ламп порівняно з лампами розжарювання, які використовували до цього свідчить, що світлодіодна лампа більш енергоємна, тому незважаючи на свою вартість вона себе окупає дуже швидко.

Розробили систему мікроклімату та обрали комбіноване опалення: повітряне, поєднане з вентиляцією плюс теплообмінники.

Джерело живлення вибираємо трансформаторну підстанцію 10/0.4 кВ з номінальною потужністю 160 кВА.

Впровадження світлодіодного освітлення з функцією світанок і захід сонця призведе до економії електроенергії та підвищення продуктивності тварин.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Akagi Hirofumi, Watanabe Edson Hirokazu, Aredes Mauricio. Instantaneous Power Theory and Applications to Power Conditioning. 2nd ed. Wiley, 2017. 744 p.
2. Giri A.K., Arya S.R., Vinnikov D. (eds.) Distributed Energy Systems: Design, Modeling, and Control. CRC Press, 2023. 308 p.
3. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Київ: Мінбуд України, 2006. 96 с.
4. ДСТУ EN 12464-1:2016 Світло та освітлення. Освітлення робочих місць. Частина 1. Внутрішні робочі місця. Національний стандарт України. Київ: УкрНДНЦ, 2016. 47 с.
5. Scaddan Brian. Electrical Installation Work. 9 Edition. Routledge, 2019. 331 p.
6. Кушлик Р.В., Кушлик Р.Р. Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Частина 3. Проектування електричного освітлення. Методичні рекомендації. Мелітополь: ТДАТУ, 2019. 55с.
7. Суворова К.І. Промислове освітлення. Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2019. 82 с.
8. Соловей О.І. Споживачі електричної енергії. Електричне освітлення. Черкаси: ФОП Гордієнко Є.І., 2018.132 с.
9. Тубальцев А.М. Виробниче освітлення та його розрахунок. Навчальний посібник. Миколаїв : УДМТУ. 2001. 84 с.
10. Кушлик Р.В., Яковлев В.Ф., Куценко Ю.М. Електричне освітлення та опромінення. Харків: Планета-прінт, 2016. 332 с.
11. Уткіна Т.Ю., Кісельов В.Є., Рябцев В.Г. Система автоматичного управління освітленням птахофабрики в режимах Світанок-Захід. Вісник Черкаського державного технологічного університету. 2021. № 3. С. 5-13.
12. Говоров П.П., Поперечний В.О., Говоров В.П. Освітлювальні електричні системи та мережі. Харків: ХНАМХ, 2009. 227 с.

13. Петровський М.В. Електроосвітлення. Суми : Сумський державний університет, 2012. 227 с.
14. Салтиков В.О. Проектування, монтаж і експлуатація освітлювальних установок. Харків: ХНАМГ. 2007 81 с.