МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра електрифікації, автоматизації
та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Тимків Валентин Володимирович

УДК629.113:621

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

«Обґрунтування методики енергозберігаючих технологій на птахофермі»

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

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

_____ В.В. Тимків_____
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Олег Феліксович Соколовський
к.т.н. доцент

Житомир - 2025

АНОТАЦІЯ

Тимків Валентин Володимирович. Обґрунтування методики енергозберігаючих технологій на птахофермі.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Запропоновано обґрунтування методики енергозберігаючих технологій на птахофермі шляхом її реконструкції. Удосконалення систем теплопостачання, раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів, зниження витрат палива та енергії – найважливіші завдання інженерної служби сільських населених пунктів та виробничих об’єктів.

Ключові слова: птахоферма, свійські птахи, електродвигун, трансформатор, освітлення, схеми захисту.

ABSTRACT

Tymkiv Valentyn Volodymyrovych. Justification of the methodology of energy-saving technologies on a poultry farm.

Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The substantiation of the methodology of energy-saving technologies on a poultry farm through its reconstruction is proposed. Improvement of heat supply systems, rational use of fuel and energy resources, reduction of fuel and energy consumption are the most important tasks of the engineering service of rural settlements and production facilities.

Keywords: poultry farm, poultry, electric motor, transformer, lighting, protection schemes.

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1 ЗНАЧЕННЯ ПТАХІВНИЦТВА В НАРОДНОМУ ГОСПОДАРСТВІ 7

1.1 Загальні відомості 7

1.2 Пріоритети птахівництва 7

2 ОБ’ЄКТ ГОСПОДАРЮВАННЯ 10

2.1 Загальна інформація 10

2.2 Технологічне устаткування 11

3 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА 19

3.1 Розрахунок потужності трансформаторної підстанції 19

3.2 Вибір розташування трансформаторної підстанції 22

3.3 Розрахунок мереж 0,4 кВ 23

3.4 Розрахунок і вибір силового обладнання 30

3.5 Визначення електричного навантаження на вводі в приміщення пташнику 33

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

ВСТУП

Актуальність теми. У сучасних умовах аграрне виробництво є одним із найбільших споживачів паливно-енергетичних ресурсів. Теплопостачання та енергозабезпечення становлять важливу частину інженерної інфраструктури сільських населених пунктів і виробничих об’єктів. Розвиток систем теплопостачання та повне задоволення потреб у тепловій енергії тісно пов’язані з покращенням соціально-побутових умов на селі, підвищенням продуктивності в галузях тваринництва і рослинництва, а також з удосконаленням процесів заготівлі та використання кормів.

Проблеми електропостачання залишаються актуальними, адже без стабільного та якісного енергозабезпечення неможливе ефективне функціонування жодної сфери господарської діяльності: промисловості, сільського господарства, транспорту, житлово-комунального господарства тощо.

Сучасні тенденції вказують не лише на зростання попиту на електроенергію, але й на посилення вимог до її якості, надійності постачання, безпеки та ефективності використання. В умовах зростання споживання палива особливого значення набуває впровадження альтернативних джерел енергії — вторинних та відновлюваних.

Об’єкт дослідження — основні принципи оптимізації енергоспоживання у процесі вирощування курей на птахофермі.

Предмет дослідження — підходи до ефективної реконструкції птахоферми.

Мета роботи — визначити оптимальний підхід до реалізації успішної реконструкції.

Практичне значення отриманих результатів полягає в тому, що запропоновані рішення можуть бути використані не лише для модернізації конкретної птахоферми, а й адаптовані для інших подібних підприємств птахівничої галузі.

1 ЗНАЧЕННЯ ПТАХІВНИЦТВА В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1.1 Загальні відомості

Птахівництво — це напрям сільського господарства, що зосереджується на вирощуванні, утриманні та годівлі домашньої птиці з метою отримання м'яса, яєць, пуху й пір'я. Ефективна робота цієї галузі потребує впровадження електрифікації, механізації й автоматизації виробничих процесів, а також суворого дотримання ветеринарно-профілактичних норм. Птахівництво є однією з найтехнічно розвинених сфер тваринництва, а його продукція відіграє важливу роль у покращенні раціону населення.

Порівняно з іншими галузями тваринництва, птахівництво має суттєві переваги: високу швидкість росту птиці, у 2–5 разів менші енергетичні витрати, ніж при виробництві свинини чи яловичини, а також швидке повернення вкладених коштів завдяки оперативному збуту продукції.

На рис. 1.1 представлено основні види продукції птахівництва.
За рівнем інформативності тваринницька птахоферма належить до середніх типових об'єктів управління (ТОУ). Серед основних параметрів контролю найважливішими є температура всередині приміщення, концентрація шкідливих речовин і рівень вологості повітря.

Кількість забруднювальних компонентів визначається об'ємом повітря, що подається до пташника, а також чисельністю тварин, які там утримуються. Температура всередині приміщення залежить від тепловтрат у навколишнє середовище та енерговитрат на підігрівання повітря до потрібного рівня.

Варто враховувати, що життєдіяльність птиці чи тварин як біологічних об'єктів ТОУ супроводжується виділенням тепла. Це необхідно брати до уваги під час створення моделі теплообміну та оцінювання процесів вологовиділення в повітряному середовищі птахоферми.

Рисунок 1.1 – Курчата і кури

1.2 Пріоритети птахівництва

Слід зазначити, що птахівництво відіграє важливу роль у народному господарстві, передусім завдяки можливості забезпечувати населення якісними продуктами харчування — м’ясом та яйцями. Ця продукція характеризується:

• високою поживною цінністю;

• добрими дієтичними властивостями;

• приємними смаковими якостями та іншими перевагами.

В Україні птахівництво є одним із найрозвиненіших і найдинамічніших секторів аграрного виробництва. Галузь здатна у стислі терміни забезпечити споживачів дієтичним, енергетично повноцінним м’ясом та яйцями, що є важливими для досягнення збалансованих норм харчування населення.

Одне куряче яйце покриває добову потребу людини у багатьох вітамінах:

• вітамін B2 — на 10–12%;

• вітамін D — на 10–40%;

• вітамін A — на 15–16%;

• вітамін B12 — на 50–100%.

Крім того, білок яйця майже повністю засвоюється організмом — практично на 100%. Важливою перевагою птахівництва є його висока продуктивність: для отримання 1 тонни курячого м’яса потрібно у 12 разів

менше часу, ніж для вирощування великої рогатої худоби, і в 8 разів менше порівняно зі свинарством.

Окрему цінність становить і пташиний послід, який вважається одним із найефективніших органічних добрив. У перерахунку на суху речовину він містить:

• 30–35% сирого протеїну;

• 12–14% сирої клітковини;

• 30–37% безазотистих екстрактивних речовин;

• 3–5% жиру;

• 11,5–16,5% золи.

Після спеціальної хімічної обробки курячий послід також може використовуватися як кормова добавка.

Висновок до першого розділу

Птахівництво належить до найрентабельніших напрямів тваринництва. Це зумовлено тим, що одна людина здатна обслуговувати велику кількість птиці, а витрати корму на приріст 1 кг живої маси значно менші, ніж у інших видів тварин:

• у птиці — приблизно 2,1 кг,

• у свиней — 4–6 кг,

• у великої рогатої худоби — 7–9 кг.

Подальший розвиток галузі визначається саме низькою кормомісткістю виробництва поживної продукції, що робить птахівництво суттєво ефективнішим у порівнянні з іншими сферами тваринництва.

2 ВИВЧЕННЯ ПИТАННЯ ВИРОЩУВАННЯ СВІЙСЬКОЇ ПТИЦІ

2.1 Загальна інформація

На підприємствах, що займаються вирощуванням птиці, застосовується інтегрована система управління аграрним виробництвом, яка охоплює всі стадії процесу — від інкубації яєць до доставки птиці на забій та виконання супутніх операцій.

Основою цього стандарту є принципи належної сільськогосподарської практики, система аналізу небезпечних факторів і контролю критичних точок, а також вимоги щодо охорони довкілля.

Залежно від кліматичних і економічних умов, підприємства використовують різні методи утримання птиці:

• клітковий;

• підлоговий (на глибокій піщаній або сітчастій підлозі);

• вигульний;

• вольєрний або комбінований.

Кліткове утримання найчастіше застосовується на великих птахофабриках і спеціалізованих господарствах, що виробляють харчові яйця, займаються вирощуванням бройлерів, поросят чи молодняка для відгодівлі. Птицю розміщують у клітках, розташованих в один або кілька ярусів.

Підлогове утримання передбачає вирощування птиці у просторих приміщеннях — пташниках, з можливістю вигулу або без нього. Цей спосіб підходить для фермерських та невеликих комерційних господарств. Птицю утримують на природному піску або на спеціальних сітчастих чи решітчастих підлогах.

Вигульний метод утримання найчастіше застосовується на племінних підприємствах. У таких умовах птиця постійно перебуває на відкритому повітрі та отримує достатньо сонячного світла, що позитивно позначається

на її здоров'ї, підвищує якість інкубаційних яєць і забезпечує кращу збереженість вирощуваного молодняка.

Вольєрне утримання переважно використовують у регіонах із теплим кліматом. У цьому випадку птицю розміщують у легких спорудах без фасадних стін, які з'єднані з вольєрами — невеликими майданчиками, огородженими сіткою або дошками.

Комбінований метод притаманний великим комерційним господарствам і птахофабрикам. Спочатку молодняк вирощують у клітках до досягнення приблизно 60-денного віку, після чого переводять до табірних умов утримання.

2.2 Технологічне обладнання

На території птахоферми розташована підстанція 10/0,4 кВ, під'єднана до повітряної лінії електропередач.

Електротехнічна служба підприємства включає фахівця з охорони праці, двох електромонтерів IV розряду та двох сантехніків.

Основу технологічного оснащення становить комплект обладнання ЦБК-20В, призначений для автоматизованого зберігання, розподілу комбікормів і подачі питної води. До його ключових елементів входять:

- зовнішні кормові бункери;
- трубчасті розподільні системи з бункерними годівницями;
- установки для напування;
- підвісні дротяні конструкції.

Зовнішній бункер БСК-10 (рис. 2.1) використовується для накопичення комбікорму та встановлюється біля будівель ферми. Його головне призначення — забезпечення безперебійної подачі корму. На кришці передбачена завантажувальна горловина 2 з відкидною кришкою 3, що відкривається за допомогою ручки, закріпленої на тросі. На верхній задній стінці 7 розміщено датчик рівня корму 8, який контролює ступінь заповнення бункера.

У нижній частині конструкції встановлено спіральний транспортер ТНШ-А 5 зі зігнутою формою та приймальним пристроєм. Приймач дає можливість встановлювати транспортер під нахилом від 15° до 30°.

У приймачі також встановлено заслінку 4, яку використовують для перекриття подачі корму в разі аварії або під час випробування бункера.

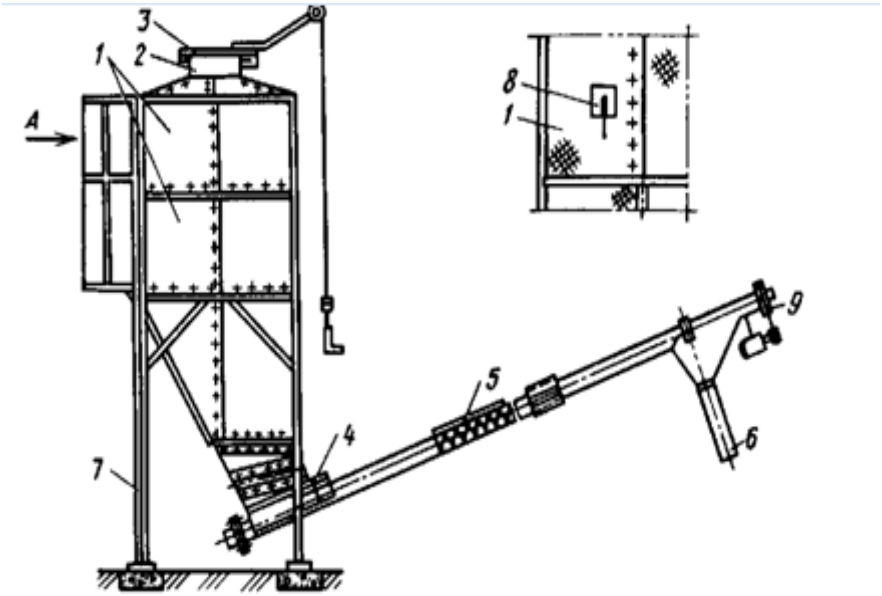

Рисунок 2.1 – Бункер БСК-10 для зберігання сухих кормів:

1 – корпус, 2 – шийка бункера; 3 – верхня кришка; 4 – заслінка; 5 – транспортер ТНШ – А; 6 – вивантажувальна лійка; 7 – драбина із захисним огородженням; 8 – давач рівня корму; 9 – електричний привад.

Для виходу корма на транспортері знаходиться спусковий рукав 6. Управління роботою привода транспортера здійснюється електрообладнанням, загального з приводом трубчатого кормороздавача. Для обслуговування бункер комплектується металевими сходами 7 з захисним огородженням. Трубчастий кормороздавач РТШ-2 призначений для роздачі комбікормів у бункерні годівниці. Роздавач корму складається з приводу-живильника, транспортуючим органом, натяжним і поворотним пристроями, телескопічних спусків, годівниць, вагового датчика та електроустаткування.

Привід-живильник виконує функцію приймання та подачі корму до кормороздавачів (рис. 2.1).

Його конструкція — це зварна рама, на якій розміщено бункер (поз. 1). На платформі рами (поз. 13) встановлено привід (поз. 12).

Рух від приводу передається через низку елементів: тягу (поз. 18), кулісу (поз. 16), гойдалку (поз. 15) та шток (поз. 20), який уже приводить у дію ворушила (поз. 21). Шток пересувається в підшипниках (поз. 19), закріплених на бункері. Ворушила, виконуючи зворотно-поступальні рухи, запобігають зависанню корму всередині бункера. Гойдалка обертається у тримачах (поз. 14), оснащених капроновими вставками.

У передній частині платформи на кронштейнах розміщені колеса (поз. 17), що виконують роль напрямних роликів. Натяжні механізми (поз. 10) забезпечують оптимальне натягування каната під час роботи та його правильне спрямування до бункера. Безперебійну роботу привода, а також можливість його аварійної зупинки, забезпечує спеціалізоване електрообладнання (поз. 9).

Для зручності обслуговування та підвищення безпеки експлуатації в кришці (поз. 4), капоті (поз. 11) та захисній огорожі (поз. 7) передбачені спеціальні вікна (поз. 5). У верхній частині рами встановлено пристрій (поз. 3) для рубання каната, з’єднання його кінців і різання дисків. У нижній частині рами розташований лоток (поз. 8) для збору залишків корму, що потрапляють із трубопроводу [2].

На бічній стінці бункера змонтовано мембранний датчик рівня корму. Дві труби, закріплені у верхній частині бункера, слугують для його під’єднання до кормороздавачів.

Кормороздавач (рис. 2.2) призначений для розміщення транспортного елемента. Його конструкція містить оглядові вікна та складається з відрізків електрозварних або оцинкованих труб діаметром 57 мм і довжиною 2,4 м, що щільно з’єднуються між собою хомутами.

Транспортувальний елемент, що забезпечує переміщення корму, являє собою сталевий трос із поліамідними дисками, надійно закріпленими на його поверхні.

Робочий орган функціонує зі швидкістю 0,5–0,67 м/с. Для подачі корму безпосередньо до годівниці використовується телескопічний спуск, який складається з двох труб різного діаметра, з'єднаних між собою гвинтовим механізмом із фіксуючим елементом.

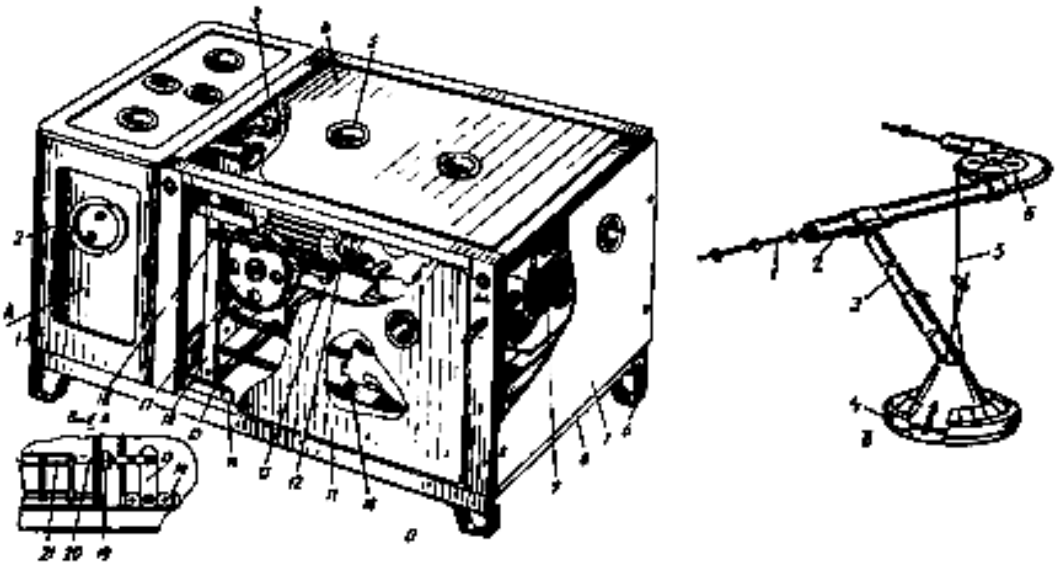

Рисунок 2.2 – Кормороздавач

Привід живильника кормороздавача РТШ-2 включає такі основні складові:

1 — бункер для зберігання к

2 — люк для завантаження,

3 — механізм подачі,

4 — верхня кришка,

5 — кормова кишеня,

6 — регулювальна опора,

7 — захисна огорожа,

8 — подаючий лоток,

9 — електрообладнання,

10 — пристрій натяжки,

11 — капот.

Бункерна годівниця моделі КЦБ-2-06А має об’єм 5,5 дм³ і складається з низки ключових компонентів. Основою конструкції є піддон (позиція 16), на якому встановлені кільце (2) та підніжна сітка (1). До піддона фіксується вісь (8), яка утримується за допомогою двох гайок (15) і шайб (3). З обох сторін конічної частини піддона розташовані чаші (4). Бункер (7) у зібраному вигляді кріпиться до осі (8) за допомогою гака (9), разом із кронштейнами (13, 14) і розширювачем [5].

Підвішування годівниці здійснюється за шнур (12) через гак (10) і підвіску (11). Для регулювання висоти підвішування враховують ріст курчат, розміщуючи верхній край піддона на рівні їхніх спин. Простір між піддоном (16) і бункером (7) налаштовують шляхом зміщення бункера по осі (8) і фіксації його гаком (9). Залежно від сипучості корму, зазор між піддоном і бункером вибирають таким, щоб він забезпечував заповнення лише третини глибини піддона, але не більше ніж 22 мм. Надмірне заповнення може призводити до втрат корму.

Ваговий датчик моделі КЦБ-1-03 використовується для автоматичного управління увімкненням або вимкненням двигуна кормороздавача залежно від кількості корму в годівниці та темпів його споживання птахами.

Датчик монтується над останньою годівницею системи. Його конструкція включає кінцевий вимикач, шарнірний важіль із болтовим регулюванням, а також пружину, що з’єднує важіль із кронштейном.

Годівниця підвішується на гак, розташований на кінці важеля. До складу електрообладнання кормороздавача входять сполучна коробка, аварійні вимикачі, які зупиняють механізм у разі аварійного наближення повзуна натяжного пристрою до вимикача, а також датчик рівня корму, що зупиняє завантаження за умови повного заповнення бункера.

Корм надходить із бункера через привід-живильник по кормопроводу у телескопічні спуски. Ці спуски поступово заповнюють кожну годівницю системи. Після наповнення останньої годівниці ваговий датчик автоматично вимикає привід.

У разі роботи в ручному режимі привід-живильник запускають за допомогою перемикача, розташованого на шафі керування. Таймер налаштовують на добовий цикл годування. Таким чином, привід-живильник автоматично поповнюватиметься кормом із зовнішнього бункера.

Система напування СПА призначена для забезпечення молодняку водою з віку 16 днів до завершення його вирощування. Вона включає водяний бак, лінії водопостачання та ряд чашкових автопоїлок.

Водяний бак слугує для підтримання постійного необхідного тиску води у системі. Його конструкція виконана із листової сталі у формі прямокутника. На днищі бака розміщена зливна труба, яка запобігає переповненню. Лінії водопостачання забезпечують подачу води до поїлок, які працюють за умов тиску у магістралі від 5 до 104 Па.

Підключення поїлок до трубопроводів здійснюється за допомогою гнучких полівінілхлоридних трубок. Чашкова автопоїлка моделі АКП-1,5 (рис. 2.3) має об’єм 2 літри, діаметр 380 мм та глибину 55 мм. Усередині поїлки встановлено клапан, фіксацію якого забезпечує гайка.

Корпус 10 містить клапан 13, на який надіті гумові сідла 5, пружина 12 та штуцер 11. Зовні на трубку нагвинчена головка 7 та зафіксована різьбовою гайкою і ущільнена прокладкою 9. Поїлку кріплять капроновим шнуром 4.

Для запобігання від розгойдування в чашку поїлки вставляють штир 18 і закріплюють втулкою 17 з гайкою 16. Штир 18 опущений у трубку 1, яка закріплена в підлозі, а вразі застосування гідравлічно-баластної ємності поїлка стане вільно підвішеною.

За таких умов знижується трудомісткість під час ветеринарно-санітарної обробки системи напування. Поїлки налагоджують таким чином, щоб за рівня заповнення чаші не відбувалося вимкнення подачі води [5].

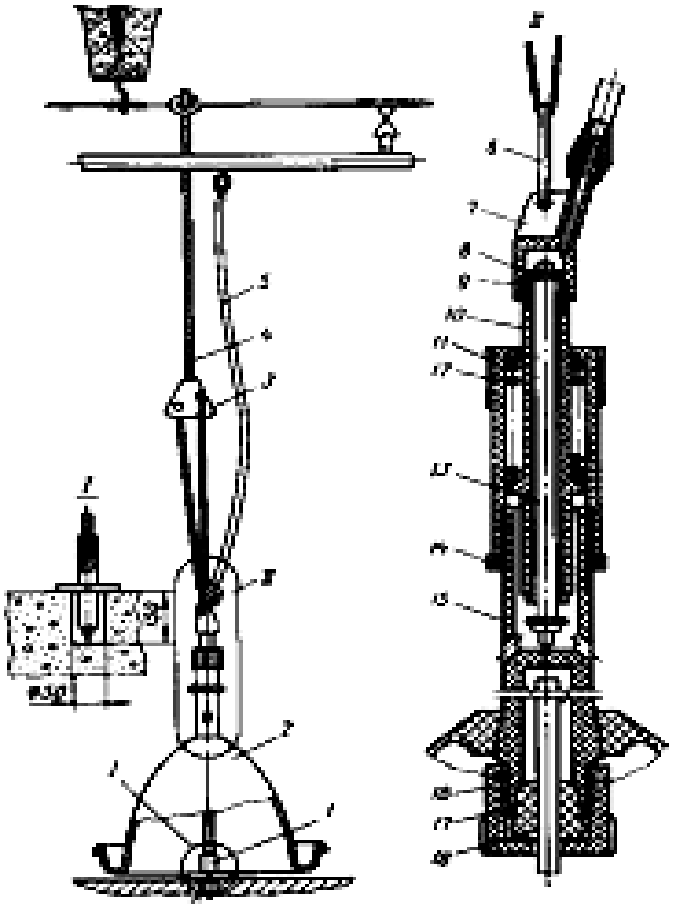

Рисунок 2.3 – Чашкова автопоїлка АКП-1,5:
1– трубка для здійснення фіксації; 2– чашка; 3– підвіска; 4– шнур;
5– трубка гнучка приєднувальна;ь6– гак; 7– головка; 8– сідло;
9– прокладка; 10 – трубка; 11 – штуцер; 12–пружина; 13–клапан;
16–гайки; 15 –корпус клапана; 17– втулка; 18– штир.

Висновки до другого розділу

Великі бройлерні ферми та птахофабрики стають дієвим вирішенням продовольчих питань, забезпечуючи стабільне й оперативне постачання якісної продукції споживачам. Аналізуючи технологічне оснащення об’єкта дослідження, можна дійти висновку, що птахівництво потребує подальшого вдосконалення з метою здешевлення виробничих процесів і підвищення якості готової продукції.

3 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок потужності трансформаторної підстанції

Електрообладнання птахоферми включає електродвигуни, ящик керування ЦБК-20В-04, а також різні вимикачі, розетки та інші компоненти. Його робота базується на наступному принципі: спочатку електрична напруга подається на автоматичні вимикачі, розташовані у ящику керування, після чого через контакти цих вимикачів і магнітні пускачі вона передається безпосередньо до електродвигунів. Система керування функціонує від напруги 220 В при частоті 50 Гц. Для захисту керувальних ланцюгів використовується запобіжник типу ПРС-6-П з плавкою вставкою номіналом 4 А. Контроль процесу роздачі корму здійснюється за допомогою давачів, наприклад, КЦБ-1-О3. Автоматизацію роботи кормороздавача забезпечує програмне реле часу, а запуск вивантажувального транспортера бункера типу БСК-10 активується сигналом датчика рівня корму типу ОБН-1-03.040. Для проектування зовнішніх електромереж і трансформаторних підстанцій необхідно виконати розрахунок електричних навантажень на вводах будівлі, враховуючи специфіку конкретного об’єкта. Після цього визначаються основні ймовірнісні навантаження сільськогосподарських споживачів, які знаходять своє відображення в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Навантаження споживачів

Наіменування приміщення	$P_{дн}$, кВт	$P_{в}$, кВт	$cos\varphi_{дн}$	$cos\varphi_{в}$
Пташник 5000 кур	20	20	0,75	0,85
Сховище зерна	10	10	0,75	0,85
Сховище яєць	5	1	0,7	0,75
Приміщення управління	10	10	0,7	0,75
Приміщення реалізації	15	8	0,85	0,9
Вуличне освітлення тереторії	2	4	0,85	0,9
	—	5,5	—	0,55

Навантаження вуличного освітлення визначається за умов 0,250 кВт на одне приміщення, або п 3 Вт на кожен метр периметра птахоферми:

$$P_{осв} = n \cdot P_1 + l \cdot P_2 \qquad (3.1)$$

P_1 – потужність, розрахована для одного приміщення, у ватах; P_2 – потужність, визначена на один метр довжини периметра, у ватах; l – довжина периметра птахоферми, у метрах; n – кількість будівель на території птахоферми.

$$P_{осв} = 250 \cdot 7 + 3 \cdot 400 = 2950 \text{ Вт.}$$

Повна потужність з урахуванням $cos\varphi$ визначається за формулою:

$$S = \frac{P_p}{\cos\varphi} \quad , \qquad (3.2)$$

де P_p – розрахункова потужність, кВт.

Щоб визначити загальне навантаження споживачів, враховуючи різницю, що перевищує чотириразовий показник, використовується метод надбавок до максимального навантаження. Цей метод також відомий як метод коефіцієнтів одночасності або коефіцієнтів використання. Основні етапи процесу виглядають так:

$$P_{розр..} = P + \sum_{i=1}^{n} \Delta P_i \ , \qquad (3.3)$$

де P – найбільша потужностей, кВт;

$\Sigma\Delta P$ – сума надбавок, кВт.

$$P_p^в = 12{,}5 + 10 + 0{,}6 + 6 + 4{,}8 + 2{,}4 = 38{,}8 кВт,$$

Середньозважений $cos\varphi$ обчислюється за виразом:

$$\cos\varphi = \frac{\sum(P_i \cdot \cos\varphi_i)}{\sum P_i} \quad , \qquad (3.4)$$

где P_i – потужність i-го споживача, кВт;

$cos\varphi_i$ –коефіцієнт потужності i-го споживача;

$$\cos\varphi_д = \frac{(20+10)\cdot 0{,}75+(5+10)\cdot 0{,}7+(15+2)\cdot 0{,}85}{20+20+5+10+15+2} = 0{,}75 .$$

$$\cos\varphi_в = \frac{(20+10)\cdot 0{,}85+(1+10)\cdot 0{,}75+(8+4)\cdot 0{,}9+5{,}5\cdot 0{,}55}{20+20+1+10+8+4+5{,}5} = 0{,}86 .$$

Підставляючи числові значення у формулу (3.4), будемо мати денну та вечірню потужність:

$$S_д = \frac{38{,}4}{0{,}75} = 219{,}2\ кВА$$

$$S_в = \frac{38{,}8}{0{,}86} = 186{,}8\ кВА$$

Коли $S_д > S_в$ – подальший розрахунок потрібно вести по $S_д$. Кількість трансформаторних підстанцій приблизно визначаємо за наступної формули:

$$N_{тп} = P_p \cdot \sqrt{\frac{0{,}6}{\left(\Delta U \cdot \frac{Pp}{F}\right)\cdot \cos\varphi}}, \qquad (3.5)$$

де P_p –повне навантаження , $кВт$;

F – площа об’єкта дослідження, км^2;

ΔU –втрати напруги (допустимі) силової мережі 0,38кВ, у %;

$$N_{тп} = 164{,}4 \cdot \sqrt{\frac{0{,}6}{\left(5\cdot\frac{164{,}4}{0{,}064}\right)\cdot 0{,}75}} = 1{,}25 .$$

На основі розрахункової потужності визначено, що необхідна кількість трансформаторних підстанцій становить приблизно одну. Відповідно, прийнято рішення про встановлення однієї трансформаторної підстанції. Обраний тип трансформатора — масляний ТМ-250 з номінальною потужністю 250 кВА.

Система перемикання обмоток — перемикання без збудження (зміна коефіцієнта трансформації можлива лише при вимкненому трансформаторі). Ручне перемикання відгалужень забезпечує адаптацію до змін у напрузі живлення. Надійність підстанції класифікується як друга категорія.

Для електроприймачів другої категорії надійності передбачено двостороннє живлення, яке забезпечується через:

- дві незалежні лінії електропередачі напругою 10 кВ;
- взаємне резервування джерел живлення.

З міркувань резервування планується встановлення двох трансформаторів. Це рішення дозволяє в разі виходу з ладу одного трансформатора зберігати хоча б часткове забезпечення навантаження за рахунок другого. Тип підста

3.2 Розрахунок мереж 0,4 кВ

Доцільно дослідити та зрозуміти основи створення таблиці відхилень напруги, а також розрахунку втрат та надбавок напруги для трансформаторної підстанції (ТП). Номінальна напруга мережі приймається стандартною: 10 кВ / 0,38 кВ. Для сільськогосподарських споживачів передбачено: - При 100% навантаженні напруга може знижуватися до -5%.

При 25% навантаженні дозволяється надбавка до +5%. Відхилення напруги розраховується за наступною формулою:

$$\delta U^{100} = \Sigma H^{100} + \Sigma \Delta U^{100}; \qquad (3.6)$$

$$\delta U^{25} = \Sigma H^{25} + \Sigma \Delta U^{25}, \qquad (3.7)$$

де δU^{100}, δU^{25} – відхилення напруги при 100% і 25% навантаженні у відсотках;

$\delta U1^{00}$, δU^{25} – втрата напруги при 100 відсоткової і 25 відсоткової навантаженні, %;

H^{100}, H^{25} – надбавки при 100% і 25% навантаженні, %.

У разі нашого випадку маємо, відхилення напруги у споживача:

$$\delta U^{25} = \Sigma H^{25} + \Sigma \Delta U^{25} \qquad (3.8)$$

де δU_n – відхилення напруги у споживача, %;

$\delta U_{нб}$ – відхилення напруги на шинах ТП, %;

$\delta U_{тр}$ – падіння напруги в трансформаторі, %;

ΔU_{10} – падіння напруги в лінії 10кВ, %;

$\delta U_{0.38}$ – падіння напруги в лінії 0,38кВ.

$$\Delta U_{10} + \Delta U_{0.38} = \delta U_n - \delta U_ш - \delta U_{нб} - \Delta U_{тр},$$

Підставляємо числові значення, отримуємо :

$$\Delta U_{10} + \Delta U_{0.38} = +6 - 4 + 2{,}5 - (-5) = 9{,}5\%,$$

Тоді:

$$\Delta U_{10} = -4{,}5\%, \quad \Delta U_{0.38} = -5\%,$$

Напруга у споживачів при 25 відсотковому навантаженні становить:

$$\delta U^{25} = -2 - 1 + 2{,}5 - 1{,}13 = -1{,}63\%,$$

У раз δU_n < 5% – робимо висновок, що втрати напруги і оптимальні надбавки трансформатора знайдені вірно. Усі розрахунки заносимо до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Розрахункові данні

N п/п	Елементи схеми	Навантаження	
		100%	25%
1	Відхилення на шинах 10 кВ	+6	-2
2	Втрати напруги на лінії 10 кВ	-4,5	-1,13
3	Трансформатор 10/0,4 кВ: - втрати напруги - надбавка	 -4 +2,5	 -1 +2,5
4	Втрати напруги на лінії 0,4 кВ	-5	0
5	Споживач	-5.0	-1,63

Мета полягає у визначенні кількості ліній, оптимальних маршрутів їх прокладання для рівномірного розподілу навантаження та забезпечення необхідної гнучкості мережі під час оперативних перемикань. У розробку закладається реалізація трьох ліній. Під час побудови схеми мережі напругою 0,38 кВ у розрахункову модель включають:

- джерело живлення, представлене трансформаторною підстанцією (ТП);
- лінії електропередачі (Л1, Л2, Л3);
- номери вузлів;
- відстані між вузлами в кілометрах;
- денне та вечірнє планове споживання електроенергії.

Основною задачею електротехнічного розрахунку мережі 0,38 кВ є вибір оптимального перерізу та типу проводів або кабелів, а також перевірка відповідності напруги на боці споживача встановленим нормам. Необхідно виконати розрахунок кабельної лінії між трансформаторною підстанцією та пташником на 5000 курей.

Підбір площі поперечного перерізу струмопровідних жил здійснюється з урахуванням їх допустимого нагрівання.

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_н}, \qquad (3.9)$$

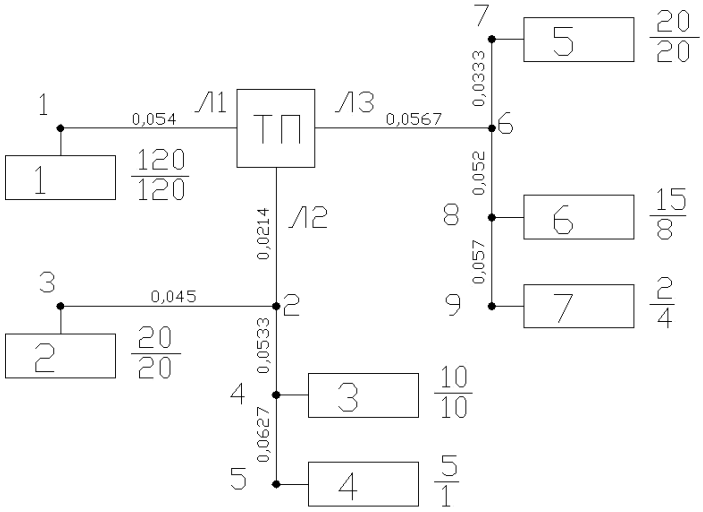

Рисунок 3.4 – Схема електрична структурна повітряної лінії 0,38 кВ

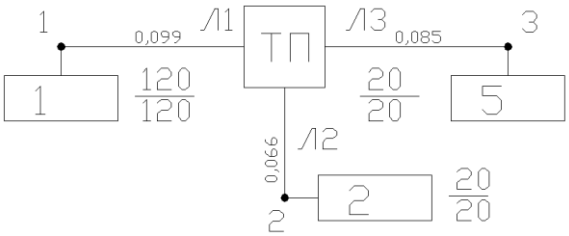

Рисунок 3.5 – Схема кабельної лінії мережі 0,38 кВ:

1 – пташник на 10000 курей;

2,5 – пташник на 5000 курей;

3 –сховище яєць;

4 –сховище зерна;

6 – приміщення управління;

7 – приміщення магазину.

де P_p – розрахункова потужність на вході птахоферми кВт;

$U_н$ – номінальна напруга, кВ.

$$I_p = \frac{40}{\sqrt{3} \cdot 0{,}38} = 60 A.$$

По відповідній документації /5/ приймаємо переріз силового кабелю $F=4,0\ мм^2$ з $I_{доп}=38\ А$ при прокладенні в землі.

$$38А > 30,4А$$

Для цього згодиться кабель марки АВВГ 5х4, робимо повірку на допустимі втрати відповідно до формули:

$$\Delta U,\% = \frac{P_p \cdot l}{c \cdot F}, \qquad (3.10)$$

де l –довжина лінії, м;

c – коефіцієнт, що залежить від напруги та матеріалу провідника /9/.

$$\Delta U,\% = \frac{20 \cdot 66}{46 \cdot 4} = 7,2\%$$

Виконуємо перевірку:

$$\Delta U,\% \le \Delta U_{доп}, \qquad (3.11)$$

де $U_{доп}$ – допустима втрата напруги в мережі 0,38 кВ визначається згідно з таблицею (3). Якщо умова не дотримується, слід обрати кабель з більшим перетином жил, після чого провести повторну перевірку.

$$\Delta U,\% = \frac{20 \cdot 66}{46 \cdot 6} = 4,7\%,$$

$$4,7\% \le 5\%.$$

Отриманні дані свідчать про виконання умови.

Визначаємо середньозважений коефіцієнт потужності $cos\varphi_i$:

$$\cos\varphi_{с.в.} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i \cos\varphi_i}{\sum_{i=1}^{n} P_i}, \qquad (3.12)$$

де P_i – розрахункова потужність i-го споживача, кВт;

На основі розрахункової схеми визначаємо середньозважене значення коефіцієнта потужності. Розглянемо лінію Л2 (фідер 2):

- Ділянка 0–2 – розрахунок виконується за схемою;
- Ділянка 2–3 – коефіцієнт потужності cosφ = 0,75, оскільки тут підключений один споживач;
- Ділянка 2–4 – коефіцієнти однакові для всіх споживачів, тому використовуємо загальне значення cosφ;
- Ділянка 4–5 – коефіцієнт cosφ = 0,7, знову ж через наявність одного споживача.

Аналогічно проводимо обчислення для інших ліній. Отримані результати заносимо до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати розрахунків повної та еквівалентної потужності денного максимуму

Участок лінії	P, кВт	cosφ	S, кВА	$S_э$, кВА
Лінія 2				
0-2	29	0,73	21,2	14,8
2-3	20	0,75	26,6	18,62
2-4	13	0,7	18,5	13,02
4-5	5	0,7	7,1	4,97
Лінія 3				
0-6	29,8	0,79	37,3	26,1
6-7	20	0,75	26,7	18,7
6-8	15,6	0,85	18,4	12,9
8-9	2	0,85	2,4	1,68

Визначаємо повну розрахункову потужність на всіх ділянках мережі, кВА за наступною формулою:

$$S_p = \frac{P_p}{\cos\varphi}, \qquad (3.13)$$

де P_p - розрахункова потужність на ділянці, кВт;

$cos\varphi$ - коефіцієнт потужності.

Ділянка мережі 0-1 для лінія Л-1:

$$S_{0-1} = \frac{38,8}{0,75} = 51,7 кВА .$$

Аналогічно визначаємо повну потужність на інших ділянках мережі. Отримані значення зводимо до таблиці (3.4). Визначення еквівалентної потужності. Потім визначаємо еквівалентне навантаження за формулою:

$$S_э = S_p \cdot K_д, \qquad (3.13)$$

де S_p – повна розрахункова потужність на ділянці, кВА;

$K_д$ – коефіцієнт, що враховує динаміку зростання навантажень.

Приймаємо для новоспоруджених мереж $К_д$ = 0,7 /4/.

Визначаємо еквівалентну потужність на інших ділянках мережі[4].

Отримані значення зводимо до табл. 3.4. Переріз проводів —додаток 33 /4/. Підбираємо: Для лінії 1 (Фідер 1) ділянку мережі 0-1: Інтервал економічних навантажень: понад 26,4 кВА. Вибираємо провід А50. Аналогічним чином попередньо підбираємо перерізи проводів для інших ділянок. Результати зводимо до табл. 3.4.

Таблиця 3.4 –Попереднє визначення перерізу проводів на ділянках лінії

Ділянка лінії	Інтервал економічних навантажень, кВА	Марка проводів
0-1	Вище 26,4	5А50+А50
Лінія 2		
0-2	5,5 … 26	5А25+А25
2-3	5,5 … 26	5А25+А25
2-4	5,5 … 26	5А25+А25
4-5	5,5 … 26	5А25+А25
Лінія3		
0-6	5,5 … 26	5А25+А25
6-7	5,5 … 26	5А25+А25
6-8	5,5 … 26	5А25+А25
8-9	5,5 … 26	5А25+А25

3.4 Розрахунок і вибір силового обладнання

Основним типом силового електрообладнання є електродвигуни, що використовуються для приводу технологічного устаткування. Вибір електродвигуна здійснюється з урахуванням таких ключових параметрів, як особливості робочого середовища, необхідна потужність, номінальна напруга, робочий струм, частота обертання, рівень ковзання, а також коефіцієнт корисної дії (ККД). Для приводу горизонтального транспортера доцільно обирати трифазні асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором. Особливо рекомендуються двигуни серії АІР, які мають низку переваг порівняно з двигунами серії 4А.

- більш енергоекономніші;
- вага на 18% менша;
- значно підвищена надійність;
- менші габаритні розміри;
- вищі показники ККД та коефіцієнта потужності.

Вибір електродвигуна для приводу горизонтального транспортера, призначеного для видалення гною, здійснюється з урахуванням найбільшого можливого рівня завантаження. Для цього необхідно визначити:

- пусковий момент електродвигуна;
- необхідну потужність електродвигуна;
- визначити опір руху транспортерного ланцюга.

Сила опору руху транспортера під час роботи на холостому ходу залежить від маси ланцюга, тертя в підшипниках та інших факторів.

$$F_x = m \cdot q \cdot l \cdot f_x \quad , \tag{3.14}$$

де m – маса метра ланцюга зі скребками, кг/м;

q = 9,81 Н/с^2;

l – довжина ланцюга, м;

f_X – коефіцієнт тертя ланцюга.

$$F_x = 5 \cdot 9{,}81 \cdot 130 \cdot 0{,}5 = 3188{,}3H.$$

Зусилля, що витрачається на подолання опору тертя посліду під час переміщення:

$$F_н = m_н \cdot q \cdot f_н, \tag{3.15}$$

де $m_н$ – маса посліду що припадає на одне прибирання в каналі, кг;

N – чисельність птиці, гол;

$F_н$ – коефіцієнт тертя посліду об дно каналу,

Z – кількість прибирань посліду на добу.

$$m_н = \frac{0{,}3 \cdot 1040}{2} = 156кг \tag{3.16}$$

$F_н = 156 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}97 = 1484{,}4$

Зусилля, необхідне для подолання тертя посліду об бокові стінки каналу під час руху, визначатиметься за формулою:

$$F_б = P_б \cdot f_н, \tag{3.17}$$

$$P_б = \frac{m_н \cdot q}{2}, \tag{3.18}$$

де $P_б$ – тиск посліду на бічні стінки — 50% від загальної ваги, H;

$$F_б = 765{,}2 \cdot 0{,}97 = 742{,}2 \text{ Н}$$

Момент опору, зведений до валу електродвигуна при максимальному навантаженні – буде становити:

$$M_{\max} = \frac{F_{\max} \cdot \upsilon}{\omega \cdot \eta_n}, \tag{3.19}$$

де υ –швидкість руху транспортерного ланцюга, м/с;

$\eta_п$ –ККД механічної передачі, %;

ω – коефіцієнт тертя посліду об дно каналу.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{дв}}{30} = \frac{3{,}14 \cdot 1440}{30} = 150{,}7 \text{ рад/с.}$$

$$M_{\max} = \frac{9653{,}7 \cdot 0{,}19}{150{,}7 \cdot 0{,}9} = 10{,}7 \text{ Н}_{\text{м.}}$$

Момент максимального зусилля опору тертя буде становити:

$$M_{\max\, тр} = 1{,}2 \cdot M_{\max},$$

$$M_{\max\, тр} = 1{,}2 \cdot 10{,}7 = 12{,}84 \text{ Н.}$$

Для пуску електродвигуна в цьому разі потрібно виконати умови:

$$K_м^2 \cdot \mu n \geq M_{тпр} + 0{,}25M \tag{3.20}$$

Звідки потрібний момент електродвигуна буде становити:

$$M_н \geq \frac{M_{тпр}}{K_н^2 \cdot \mu_п - 0{,}25} \tag{3.21}$$

де $\mu_п$ – кратність пускового моменту;

$K_н$ – коефіцієнт, що враховує зниження напруги; Нм.

$$M_н \geq \frac{12{,}84}{0{,}9^2 \cdot 2 - 0{,}25} = 9{,}4 \text{ Нм.}$$

Необхідна потужність електродвигуна становить:

$$P = M_н \cdot \omega_н,$$

$$P = 9{,}4 \cdot 150{,}7 = 1{,}4 \text{ кВт}$$

Для іншого електрообладнання розрахунок виконується аналогічно. Результати розрахунків записуються в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7 – Силове електрообладнання пташника

№ п/п	Найменування операцій	Робоча машина	Кількість	Тип електродвигуна	Паспортні дані					
					Рн, кВт	S, %	n, мин$^{-1}$	η, %	cosφ	Кі
1	Вентиляція	ВЦ 6,3–100	2	АИР90L6/8	1,5	7,5	925	0,76	0,72	6
2	Видалення гною	Поперечный транспортер	1	АИР100L4	4	6	1410	0,85	0,84	7
3		Продольный транспортер	4	АИР80В4	1,5	7	1395	0,78	0,83	5,5
4		Наклонный транспортер	1	АИР90L6	0,37	12	1320	0,68	0,7	5
5	Роздача кормів	БСК–10	2	АИР71В6	0,55	8,5	915	0,685	0,7	4,5
6		РТШ–2	2	АИР71В6	0,55	8,5	915	0,685	0,7	4,5

3.5 Визначення електричного навантаження на вводі

Розрахункова потужність є одним із ключових параметрів під час визначення електричних навантажень у різних спорудах і будівлях. Для виконання такого розрахунку доцільно застосовувати метод технологічного графіка, який особливо ефективний для сільськогосподарських об'єктів. У цих господарствах виробничий процес зазвичай має чітко визначений розклад, що сприяє ритмічній організації роботи. Застосування подібного підходу забезпечує отримання максимально точних результатів. Основна ідея методу полягає у створенні добового графіка навантажень.

Для групи електроприймачів розрахункова потужність визначається як змінне навантаження, що відповідає фактичному у певні проміжки часу, при цьому враховується максимальний тепловий вплив на елементи електропостачальної системи. Розрахунковою приймається найбільше можливе навантаження, яке спостерігається протягом не менше 30 хвилин. Водночас проводиться детальний аналіз усіх доступних споживачів електроенергії: їхні параметри та періоди роботи зазначаються у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Добовий технологічний графік роботи електрообладнання

№ п/п	Найменування операцій	Робоча машина	Кількість	P, кВт	η, %	$K_з$	$P_п$, кВт	Час роботи, г
1	Вентиляція	ВЦ6,3–100	2	1,5	0,76	0,7	1,38	авт.
2	Роздача кормів	БСК–10	2	0,55	0,68	0,5	0,4	авт.
		РТШ–2	2	0,55	5	0,5	0,4	авт.
3	Ел. освітлення	Люміністентні	—	4,48	0,68	1	5,27	16
		лампи	—	1,71	5	1	1,71	16
4	Гноєвидалення	Лампи	1	4	0,85	0,5	2,35	0,2
		розжарювання	4	1,5	1	0,5	0,96	0,2
		Поперечний	1	0,37	0,85	0,5	0,27	0,2
		транспортер			0,78			
		Поздовжній			0,68			
		транспортер						
		Похилий						
		транспортер						

Можливо припустити, що електричні приймачі, які працюють в автоматичному режимі і функціонують безперервно. Складання графіка навантаження слід розпочинати з обладнання, що діє постійно, додаючи поступово споживачів із тривалішим часом роботи.

1. Система вентиляції. Обладнання для роздачі корму.
2. Освітлювальні прилади.
3. Система видалення гною.

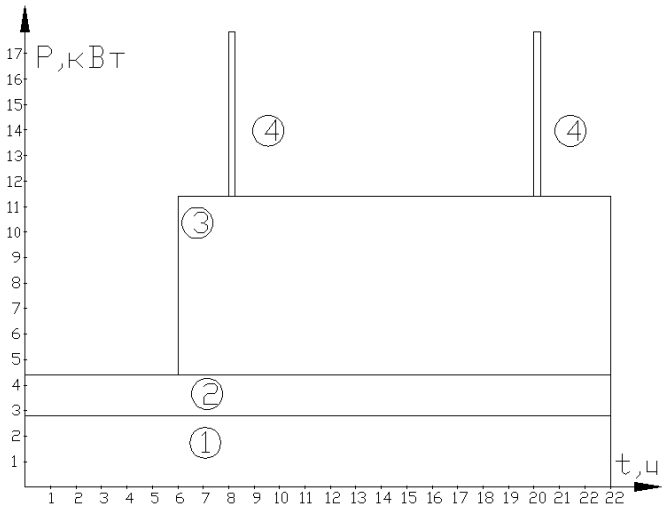

Рисунок 3.6 – Добовий графік навантаження

Графік свідчать, що максимальна потужність дорівнює P_p=17,85 Вт. Це ще не явно вираженим максимум, тому потрібно внести коректив. Розрахункову потужність потрібно визначати відповідно до формули:

$$Pp = \sum_{1}^{n} \frac{Py \cdot Kз}{\eta} + \sum_{1}^{m} \frac{P_y^1 \cdot Kз \cdot t}{\eta \cdot 0{,}5}, \qquad (3.27)$$

де P_y – потужність електрообладнання, яке працює понад 0,5 годин.

Py1 – встановлена потужність електричного обладнання, яке працює менше 0,5 годинн.

Z – тривалість безперервної роботи кожної одиниці електрообладнання із встановленої групи P_{y1}.

$K_з$ – коефіцієнт завантаження групи.

$$Pp = \frac{1{,}5 \cdot 0{,}7}{0{,}76} \cdot 2 + \frac{0{,}55 \cdot 0{,}5}{0{,}685} \cdot 4 + \frac{4{,}48 \cdot 1}{0{,}85} + \frac{1{,}71 \cdot 1}{1} + \frac{4 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}25}{0{,}85 \cdot 0{,}5} + \frac{1{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}25}{0{,}78 \cdot 0{,}5} \cdot 4 +$$

$$+ \frac{0{,}37 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}25}{0{,}68 \cdot 0{,}5} = 15{,}02 \text{ кВт.}$$

$$cos\varphi = \frac{1{,}5 \cdot 2 \cdot 0{,}76 + 4 \cdot 0{,}85 + 1{,}5 \cdot 4 \cdot 0{,}78 + 0{,}37 \cdot 0{,}68 + 0{,}55 \cdot 4 \cdot 0{,}685 + 4{,}48 \cdot 0{,}85 + 1{,}71 \cdot 1}{1{,}5 \cdot 6 + 4 + 0{,}37 + 0{,}55 \cdot 4 + 4{,}48 + 1{,}71} = 0{,}81.$$

В цьому разі повна потужність буде дорівнювати:

$$S = \frac{P_p}{\cos\varphi} = \frac{15{,}02}{0{,}81} = 18{,}54 \text{ кВА} \qquad (30)$$

Розрахунковий струм на вводі в пташник дорівнює:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{15{,}02}{1{,}73 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}81} = 28{,}21 \text{ А}$$

3.6 Шляхи енергозберігаючих технологій на птахофермах

Скорочення енергоспоживання – ключовий чинник підвищення рентабельності у сфері птахівництва. В цьому контексті особливо важливим є впровадження заходів з підвищення енергоефективності виробництва. Першим кроком на шляху до економії енергоресурсів є встановлення приладів обліку на кожному об’єкті та регулярний аналіз отриманих показників, що дозволяє контролювати споживання енергії. Необхідно визначати витрати різних видів енергоресурсів на виготовлення одиниці продукції, наприклад, на один кілограм живої ваги.

Використання сучасних енергозберігаючих технологій сприятиме суттєвому зниженню витрат на пальне і електроенергію. Слід також звернути увагу на теплоізоляцію конструкцій та забезпечення герметичності пташників. Це допоможе зберегти тепло та зменшити витрати на опалення. Недостатня герметичність призводить до потрапляння холодного повітря через тріщини і отвори, що спричиняє намокання підстилки, конденсацію на поверхнях, локальні зниження температури і, відповідно, підвищує потребу в додатковому обігріві.

Герметизація зазорів навколо дверей, вікон, припливних жалюзі та вентиляційних решіток дозволяє скоротити неконтрольоване надходження повітря. Особливу увагу слід приділяти підготовці пташників до холодного сезону.

Установка теплоізоляційних екранів для припливних жалюзі та торцевих вентиляторів допоможе значно знизити теплові втрати і запобігти виникненню холодних зон. Енергозбереження наразі є одним із ключових пріоритетів в Україні і розглядається не як тимчасова кампанія, а як довгострокова, ретельно спланована програма дій, впроваджена на державному рівні.

Висновок до третього розділу

Застосування асинхронних двигунів обумовлюється рядом переваг, що проявляються при порівнянні з іншими типами електродвигунів. Найбільш вагомими є їхня висока надійність у поєднанні з простою експлуатацією та обслуговуванням. Додатковою перевагою є можливість прямого підключення до електромережі.

Окрім цього, асинхронні двигуни вирізняються відносно низькою вартістю виготовлення та експлуатації. Саме ці фактори стали вирішальними при виборі двигунів для технологічного обладнання на птахофермах, зокрема у нашому випадку.

Було обрано трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором, оскільки вони мають кращу економічність порівняно з моделями серії 4А: їхня маса менша на 18%, при цьому забезпечується вища надійність, компактніші розміри та підвищений коефіцієнт корисної дії (ККД).

Для успішного виробництва конкурентно спроможних енергоефективних технологій та обладнання доцільним є перетворення відповідних розрізнених, ізольованих підприємств та організацій на цілісну виробничу та впроваджувальну систему; створення замкнутих виробничих циклів випуску готової продукції механізмів підтримки національного виробника, оптимальних рівнів відкритості економіки; створеню галузі виробництва енергоефективної техніки та технологій.

ЗАГАЛЬНИЙ ВИСНОВОК

У дипломному проєкті здійснено розрахунок обладнання опалювально-вентиляційної системи птахофабрики. Вибрано пароводяні калорифери типу КВСБ-ПУЗ (2 шт.) та вентилятори Е 6,3 100-1 з електродвигунами AIP90L6/8 потужністю 1,5 кВт (2 шт.). Для гноєвидалення передбачено використання одного електродвигуна AIP100L4 (4 кВт), чотирьох AIP80B4 (1,5 кВт) та одного AIP90L6 (0,37 кВт).

Електропостачання забезпечується трансформаторною підстанцією закритого типу з двома трансформаторами ТМ-250 кВА. З урахуванням шкідливого впливу птахівництва на довкілля, зокрема на ґрунти, повітря та водні ресурси, при проєктуванні передбачено дотримання всіх чинних санітарних і ветеринарних норм, необхідних для виробництва органічної продукції.

Досліджуючи цю тематику, вважаємо за доцільне запропонувати такі кроки щодо енергозбереження та посилення реформування енергетичної галузі країни:

− використання альтернативних джерел енергії (збільшення частки вітрових, сонячних електростанцій);

− упровадження нових видів джерел енергії (наприклад, виділення енергії при спалюванні сміття, соломи тощо);

− заохочення охорони довкілля та енергоощадливості у виробничому та споживчому секторах;

− перехід від енергозбереження до енергоефективності;

− використання технічних засобів досягнення енергоефективності тощо.

Потрібно відзначити, що виробництво м’яса та яєць впливає на:

- забруднення повітря (аміак, пил, леткі сполуки),
- ґрунтів (через зберігання та утилізацію посліду),
- води (при неправильному поводженні з відходами).

Також потрібно зауважити про очисні споруди, системи фільтрації повітря, або використання біогазових установок для зменшення екологічного впливу на довкілля.

ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Птахівництво: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%82%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B2%D0%BD%D0%B8%D1%86%D1%82%D0%B2%D0%BE

2. Пустова Н.В., Пустова З.В. Птахівництво. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм навчання закладів вищої освіти спеціальності 204 «Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва». Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2023 р. 234 с.

3. Будзко И.А., Зуль И.М. Електропостачання сільського господарства. – Миколаїв: Агропромвидавництво, 1990. – 496с. https://www.google.com/search?q=4&sourceid=chrome&ie=UTF-8

4. Хомик Н.І., Ткаченко І.Г., Довбуш А.Д. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник до курсового проєктування / Н. І. Хомик, І.Г. Ткаченко, Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. 100 с.

5. .Вирощування і утримання птиці на підлозі: https://studfile.net/preview/5585123/page:17 /

6. Харкута К.С. та ін. Практикум по електропостачанню сільського господарства. Миколоїв: Агропромвидавництво, 1992. 223с.

7. Комплекти обладнання для утримання курей-несучок промислового стада: https://buklib.net/books/35518/

8. Довідник по електропостачанню і електроустаткуванню. Під редакцією Л.А. Федорова. К.; Енергоіздат, 1997.

9. Охорона праці у тваринництві. Навчальний посібник для підготовки фахівців ОКР «Спеціаліст», «Магістр» зі спеціальності 7.130. 201, 8.130.– зооінженерія.

10. Про затвердження Правил охорони праці у птахівництві: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1067-08#Text

11. Машини для тваринництва та птахівництва. За ред. Кравчука В.І. Мельника Ю.Ф. – К.: Вид. Дослідницьке, 2010. 207с.

12. Екологічні проблеми у зонах тваринницьких комплексів:

chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/d18d1f02-c611-4a24-8ff7-aeb3488adcf2/content