

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

Медведчук Богдан Віталійович

УДК 631.3:636.084.74

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Обґрунтування варіанту модернізації електроприводу вентиляційної

установки корівнику

(тема роботи)

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

\_\_\_\_\_ Медведчук Б. В.  
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи  
Соколовський Олег Феліксович  
к.т.н., доцент кафедри електрифікації,  
автоматизації виробництва та  
інженерної екології

## АНОТАЦІЯ

Медведчук Б. В. Обґрунтування варіанту модернізації електроприводу вентиляційної установки в корівнику. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В даній кваліфікаційній роботі представлені розроблені технології, вибране технологічне обладнання. Проведено розробку варіантів схем та вибір електродвигунів, апаратів керування, захисту при модернізації електротехнологічного обладнання для вентиляції в корівнику.

**Ключові слова:** вентиляційна установка, електропривод, модернізація, розробка, схеми керування.

## ANOTATION

Medvedyk B. V. Ground of variant of modernisation of electromechanic of a vent setting in a cowshed. It is Qualifying work on rights for a manuscript. Qualifying work on the receipt of educational degree bachelor after speciality a 141 Electroenergy, electricalengineering and electromechanics". Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

Re presented in this qualifying work, a technological equipment is chosen, development of variants of charts and choice of electric motors, vehicles of management, defence are conducted during modernisation of electro-technological equipment for ventilation inn a cowshed.

**Keywords:** a vent setting, electromechanic, modernisation, development, management charts.

## ЗМІСТ

|                                                                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП.....                                                                                                               | 4  |
| РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ....                                                                  | 6  |
| 1.1 Характеристика ферми.....                                                                                            | 6  |
| 1.2 Впровадження ефективних технологій в корівниках.....                                                                 | 7  |
| Висновки до першого розділу.....                                                                                         | 7  |
| РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО<br>ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ.....                               | 8  |
| 2.1.1 Розробка технологічних процесів для створення<br>мікроклімату в корівниках. ....                                   | 8  |
| 2.1.2 Розробка функціонально – технологічної схеми.....                                                                  | 9  |
| 2.1.3 Проектування вентиляційної установки.....                                                                          | 10 |
| 2.1.4 Вибір електродвигуна.....                                                                                          | 11 |
| 2.2.1. Розробка функціонально – технологічної схеми<br>для створення мікроклімату в корівнику для утримання нетелів..... | 12 |
| 2.2.2 Розрахунок та вибір електротехнологічного обладнання .....                                                         | 13 |
| Висновки до другого розділу.....                                                                                         | 14 |
| РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИНЦИПОВИХ<br>СХЕМ УПРАВЛІННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ.....                        | 15 |
| 3.1.1 Розробка принципової електричної схеми опис її роботи.....                                                         | 15 |
| 3.1.2 Обґрунтування вибору апаратів схеми.....                                                                           | 16 |
| 3.1.3 Розробка переліку апаратів схеми.....                                                                              | 19 |
| 3.2.1 Розробка принципової електричної схеми керування<br>вентиляційною установкою в корівнику для нетелів.....          | 19 |
| 3.2.2 Обґрунтування вибору апаратів схеми.....                                                                           | 20 |
| 3.2.3 Розробка переліку апаратів схеми.....                                                                              | 22 |
| Висновки до третього розділу.....                                                                                        | 22 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....                                                                                                   | 23 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....                                                                                          | 24 |

## ВСТУП

**Актуальність теми.** На даний час тваринництво являється однією із основних проблемних галузей фермерського сільськогосподарського виробництва, яке повинно забезпечувати сировиною значну частину виробничих підрозділів промисловості, сільського господарства, медицини а населення продуктами харчування.

Значна частина тваринницьких ферм не працює так як знищена матеріальна технічна база відсутнє поголів'я корів, в селах в значній мірі зменшилося кількість спеціалістів, людей які можуть працювати, обслуговувати тваринницьке сільськогосподарське виробництво.

Дослідження та аналіз даної ситуації показує що позитивно вирішити це питання при допомозі створення фермерських господарств.

Тому при створенні фермерських господарств на базі зруйнованих ферм доцільно розглядати це питання комплексно провівши реконструкцію, капітальний ремонт будівель і території ферм з метою впроваджувати комплексну електромеханізацію і автоматизацію технологічних процесів на науковій основі, що дасть можливість покращення виконання виробничих процесів з врахуванням підтримання необхідного мікроклімату в тваринницьких приміщеннях.

При цьому потрібно звернути особливу увагу на створення і підтримання відповідного мікроклімату в приміщеннях корівників на протязі року при допомозі модернізації електроприводів для керування вентиляційними установками як в ручному так і в автоматичному режимах.

Для прикладу в роботі буде розглянуте питання обґрунтування модернізації електроприводів вентиляційних установок в двох корівниках для утримання дійних корів а в другому для утримання нетелів, які являються резервним фондом. В кожному корівнику потрібно створити відповідний мікроклімат в зв'язку з віком утримання корів і нетелів.

Тому тема являється актуальною так як може бути використаною при проектуванні, реконструкції і впровадженні в тваринницьких приміщеннях.

Об'єктом проектування являється зруйнована молочно товарної ферма на 300 голів для реконструкції корівника для утримання 200 дійних корів і корівника на 100 нетелів.

**Об'єкт дослідження** – технологічне обладнання вентиляційних установок для створення мікроклімату в корівниках.

**Предмет дослідження** – електротехнологічне обладнання вентиляційних установок для створення мікроклімату в корівнику.

**Мета і завдання** – модернізація електроприводів електротехнологічного обладнання вентиляційних установок, що покращить мікроклімат в корівниках для утримання корів і нетелів.

**Практичне значення** – модернізація вентиляційних установок для створення відповідного мікроклімату при утриманні корів за рахунок встановлення нового ефективного енергоощадного вентиляційного обладнання – одна з запорок покращити продуктивність корів і розвитку та росту нетелів.

Результати досліджень заслуховувались на конференціях і публікувалися.

#### **Перелік публікацій:**

1. Медведчук Б. В. Дослідження вентиляційних установок для створення мікроклімату. Збірник тез конференції НАУКОВІ ЧИТАННЯ 23.04.2025р. Ж: Поліський національний університет.68-70 с.

2. Медведчук Б. В. Дослідження можливості використання температури ґрунту в створенні мікроклімату. Матеріали конференції «СТУДЕНСЬКІ ЧИТАННЯ - 2024» 31.10.2024 р. Поліський національний університет.72-75 с.

## РОЗДІЛ 1

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ТВАРИННИЦЬКОЇ ФЕРМИ.

#### 1.1 Характеристика ферми

В роботі буде розглянута стара типова ферма площею 6000 м<sup>2</sup> на території якої буде проведена реконструкція і модернізація електротехнологічного обладнання в корівнику на 200 голів з розмірами: стійлове приміщення корівника має розміри 72 х 21 х 3,5 м, два тамбури розмірами 6 х 21 х 3,0 м і корівника на 100 нетелів. Розміри стійлового приміщення для утримання нетелів становлять 44 х 18 х 3,6 м; два тамбури розмірами 6 х 18 х 3,0 м.

Корівники побудовані з червоної цегли, покриття, стеля залізобетонні панелі, підлога забетонована, роздавання кормів з мобільного транспорту вентиляція природна. Непригодність корівників може становити до 50 %.

Практика показує що при такій ситуації капітальні затрати при фермерському способі господарювання може окупитися за 4 роки, що в межах нормативних показників.

Крім того на території ферми є:

- котельня – одноповерхова цегляна будівля на газовому паливі, яку планується реконструювати і встановити котел для роботи на біопаливі;
  - будинок тваринника для обслуговуючого персоналу;
  - ветеринарний пункт;
  - молочний блок, збудований між корівниками;
  - гноєсховище ;
  - кормоцех;
  - силосховище;
  - сіносховище;
  - вагова;
  - водонапірна вежа;
- система водопостачання.

## **1.2 Впровадження ефективних технологій в корівниках.**

В стійловому приміщенні корівника будуть встановлені стійла з лежачками для відпочинку корів, автоматизовані прив'язі типу ОСП-Ф-26,

На вулиці будуть обладнані безприв'язні вигульні майданчики.

Для роздавання кормів в корівниках будуть використовуватись стаціонарні кормороздавачі РВК-Ф-74, для прибирання гною будуть використовуватися комплекти транспортерів ТСН-160. Напування корів буде здійснюватися при допомозі електроводонагрівники ВЕП-600 з замкнутою системою водопостачання і автонапувалок ПА-ІА [7].

При утриманні корів і нетеліву корівниках створюється підвищена вологість, а повітря містить більше від норми вуглекислоти та аміаку.

Існуюча природна вентиляція не задовольняє створення необхідних параметрів мікроклімату в стійлових приміщеннях, тому в роботі будуть розглянуті ефективні технології встановлене модернізоване обладнання для вентиляції, що будуть створювати відповідні параметри мікроклімату.

## **Висновки до першого розділу**

Проведено дослідження, аналіз та стан корівників призначення, які не працюють або знаходяться в незадовільному стані і потребують реконструкції.

Аналіз стану приміщень і електротехнологічного обладнання фізично і морально в значній мірі застаріли, але ці об'єкти зможуть відновити фермери з невеликими капітальними затратами.

При цьому пріоритетними напрямками є реконструкція приміщень з урахуванням впровадження нових сучасних ефективних технологій, відновлення, та модернізація електротехнологічного з урахуванням енергоощадного обладнання на тваринницьких ферм.

В роботі для прикладу об'єктом проектування вибрана молочно товарна ферми з корівником на 200 голів і корівником на 100 нетелів для модернізації електроприводів електротехнологічного обладнання вентиляційних установок.

**РОЗДІЛ 2****ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ  
ДЛЯ СТВОРЕННЯ МІКРОКЛІМАТУ****2.1.1 Розробка технологічних процесів для створення мікроклімату  
в корівниках.**

При утриманні тварин в корівниках та виконанні виробничих процесів згідно санітарно технічних норм потрібно створювати і підтримувати відповідні параметри мікроклімату. Головними параметрами мікроклімату являються: загазованість, вологість, температура, швидкість руху повітря в стійлових та виробничих приміщеннях.

Забезпечення відповідних параметрів мікроклімату залежить від виду і віку тварин, способу утримання, пори року.

Для цього розроблено, досліджено та проаналізовано ряд технологій і електротехнологічного обладнання, серед яких є і вентилявання приміщень, тобто видалення зіпсованого повітря при подачі свіжого, чистого повітря з вулиці за рахунок тиску.

Спонукачами тиску можуть бути: природні – перепад тисків внутрішнього і вуличного повітря, яке проходить через двері, вікна або повітряні шахти;

комбіновані спонукачі повітря – використання природних і електромеханічних спонукачів (вентиляторів);

використання спонукачів (вентиляторів) при припливно-витяжній подачі повітря.

При проектуванні для створення відповідних параметрів мікроклімату вентиляційні установки вибирають за наступними характеристиками:

- за принципом дії);
- за виконанням;
- за ступенем керування;
- за режимом роботи.

Дослідивши та проаналізувавши характеристики корівника на 200 дійних корів, технологічні процеси для створення мікроклімату в корівнику, характеристики вентиляційних установок вибираю припливно – витяжну вентиляційну установку з рекуператором, що забезпечує підігрів повітря в рекуператорі а при необхідності і підключення електрокалорифера [1].

Крім того необхідно передбачити зміну продуктивності вентиляційної установки на протязі року (сезонність).

### **2.1.2 Розробка функціонально – технологічної схеми.**

Передбачається для корівника на 200 голів, централізоване вентилявання при допомозі припливно – витяжної вентиляційної установки ВУТ – 600 ВГ ЕС, яка встановлюється в вентиляційній камері.

Установка ВУТ – 600 ВГ ЕС працює по слідкуючому принципу:

Чисте холодне повітря з вулиці по повітропроводах поступає в установку ВУТ – 600 ВГ ЕС, в фільтрі здійснюється фільтрація поступаючого повітря, далі воно проходить через теплообмінник і при допомозі приточного вентилятора по повітропроводах подається в приміщення. Тепле забруднене повітря із приміщення по повітропроводах подається в установку ВУТ – 600 ВГ ЕС, в фільтрі здійснюється фільтрація поступаючого повітря, далі воно проходить через теплообмінник і при допомозі витяжного вентилятора по повітропроводах викидається на вулицю. В теплообміннику проходить обмін енергії теплого забрудненого повітря, яке надходить із стійлового приміщення, з чистим холодним повітрям яке поступає з вулиці (при цьому повітряні потоки не змішуються). Це зменшує втрати теплової енергії, що приводить до зменшення затрат на обігрів приміщення. Рекуперація відбувається тільки в холодну пору року.

Функціонально – технологічна схема установки ВУТ – 600 ВГ ЕС наводиться в додатку А. Установки ВУТ – 600 ВГ ЕС дає можливість підтримувати необхідні параметри мікроклімату в стійловому приміщенні корівника на протязі всього року.

### 2.1.3 Проектування вентиляційної установки

Розглянемо корівник на 200 корів, вага однієї корови середньому становить 500 кг., стійлове приміщення корівника буде мати розміри 72 x 21 x 3,5м.

Визначаємо що потрібний обмін повітря на 1 кг живої маси для корови становить

$$L_H = 0,25 \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}$$

Розраховуємо необхідний обмін повітря: [Л4]

$$L_{\Pi} = G \cdot L_H, \quad (2.1)$$

де G – загальна маса корів;

$$L_H = 0,25 \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{г}^{-1}.$$

$$L_{\Pi} = 500 \cdot 200 \cdot 0,25 = 25000 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1}$$

Згідно розрахунків за каталогом згідно номограми вибираю вентилятор №8 типу Ц4-70 з коефіцієнтом A=10900 [4].

Визначаю частоту обертання вентилятора

$$n = A / N_0, \quad (2.2)$$

$$n = 10900 / 8 = 1362,5 \text{ хв}^{-1}$$

Для прикладу визначаю необхідність підігріву припливного повітря з використанням коефіцієнт годинної кратності обміну повітря у приміщенні  $K_0$ . В установках без підігрівання повітря кратність повітреобміну не повинна перевищувати  $K_0=5$ .

Розраховую  $K_O$

$$K_O = L_{\Pi} / V, \quad (2.3)$$

де  $V$ - об'єм приміщення

$$V = 72 \cdot 21 \cdot 3,5 = 5292 \text{ м}^3$$

$$K_O = \frac{25000}{5292} = 4,7$$

Результати розрахунків показують, що в корівнику на 200 голів потрібно вибрати вентиляційну установку з механічним спонукачем з застосуванням рекуператора [2].

#### 2.1.4 Вибір електродвигуна.

Виконую перевірковий розрахунок та вибір електродвигуна

$$P_P = L_{\Pi} \cdot H / \eta_B \cdot \eta_{\Pi}, \quad (2.4)$$

де  $\eta_{\Pi}$ — к.к.д. передачі = 0,92.

Виконую перетворення [4]:

$$L_{\Pi} = 20100 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1} = 5,6 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}.$$

$$H = 1200 \text{ Па} = 1,2 \text{ кПа}.$$

$$P_P = 5,6 \cdot 1,2 / 0,83 \cdot 0,92 = 8,8 \text{ кВт}.$$

Вибираю необхідну потужність електродвигуна виходячи з умови

$$P_H \geq P_P K_3,$$

де  $K_3$ — коефіцієнт запасу 1,1

$$P_H \geq 8,8 \cdot 1,1 = 9,7 \text{ кВт}.$$

Для забезпечення необхідної продуктивності вентиляційної установки вибираю трьохшвидкісний електродвигун типу АІР160S8/6/4У2, який має три синхронні частоти: 750, 1000, 1500 хв<sup>-1</sup> і відповідні електротехнічні характеристики:

$$n_{H1} = 750 \text{ хв}^{-1}, P_{H1} = 4 \text{ кВт}, I_{H1} = 10,5 \text{ А}, K_i = 6;$$

$$n_{H2} = 960 \text{ хв}^{-1}, P_{H2} = 5,5 \text{ кВт}, I_{H2} = 12,3 \text{ А}, K_i = 7;$$

$$n_{H3} = 1450 \text{ хв}^{-1}, P_{H3} = 11 \text{ кВт}, I_{H3} = 22 \text{ А}, K_i = 7;$$

Згідно цих характеристик продуктивності  $L_{\Pi}$  вентилятора відповідно будуть [2]:

$$L_{\Pi1} = 9000 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1}; L_{\Pi2} = 13200 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1}; L_{\Pi3} = 20100 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1},$$

Що задовольнить підтримання відповідних параметрів мікроклімату на протязі року, використовуючи відповідні швидкості обертання ротора електродвигуна.

### **2.2.1 Розробка функціонально – технологічної схеми для створення мікроклімату в корівнику для утримання нетелів.**

У стійловому приміщенні для утримання нетелів вентиляційна установка буде застосовуватися для створення і підтримання відповідних параметрів мікроклімату у всіх зонах утримання нетелів. Потрібний мікроклімат в приміщенні буде контролюватися і забезпечувати обмін повітря, видалятися зіпсоване повітря і надходити свіже з вулиці.

В корівнику будуть працювати розосереджені припливно витяжні вентилятори в автоматичному режимі з підігрівом припливного повітря.

. Необхідна продуктивність вентиляційної установки буде забезпечуватися за рахунок кількості ввімкнених вентиляторів і величини поданої напруги на електродвигуни вентиляторів.

### 2.2.2 Розрахунок та вибір електротехнологічного обладнання установки для створення мікроклімату в корівнику для нетелі.

Для обміну повітря в корівника, розміри якого становлять 44 x 18 x 3,6 м, проводжу розрахунки, а кратність обміну повітря беремо згідно таблиці 1.

Розраховую обмін повітря

$$L_{\Pi} = G_I \cdot L_{H,I} \quad (2.5)$$

де  $G_I$  – маса корів, яка знаходиться у стійловому приміщенні, кг;

$L_{H,I}$  – норма повітрообміну на 1 кг живої маси за годину

$$L_{\Pi} = 100 \cdot 400 \cdot 0,3 = 12000 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1}.$$

Результати зводжу в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1. Дані кратності обміну повітря в стійловому приміщенні

| Вид і вік груп корів | Вага, кг | Повітрообмін, $\text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$ | Кількість корів, шт | Загальна кількість повітрообміну, $\text{м}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ |
|----------------------|----------|-------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|
| Нетелі               | 400      | 0,3                                             | 100                 | 12000                                                              |
| Всього               |          |                                                 |                     | 12000                                                              |

Згідно проведених розрахунків, аналізую електротехнічні характеристики технологічного обладнання і вибираю комплект обладнання “Клімат-4” призначений для автоматичного і ручного керування температурно – вологовим режимом в корівнику. Характеристики технологічного обладнання комплекту обладнання “Клімат” наводяться в додатку Б [2,5].

## **Висновки до другого розділу**

Проведено дослідження, аналіз та розробку технологічних процесів та функціонально – технологічних схем та вибір для створення мікроклімату в корівниках окремо для корів і нетелів.

Виконано розрахунки та вибір відповідного сучасного енергоощадного електротехнологічного обладнання та відповідних по потужностях електродвигунів для вентиляційних установок.

Для забезпечення необхідної продуктивності вентиляційної установки в корівнику для утримання корів вибрано трьохшвидкісні електродвигуни типу АИР160S8/6/4У2, які мають три синхронні частоти: 750, 1000, 1500 хв<sup>-1</sup> і відповідні електротехнічні характеристики [3].

Розроблена функціонально – технологічної схеми для створення мікроклімату в корівнику для утримання нетелів, що забезпечить відповідний рівномірний мікроклімат у всьому приміщенні.

Проведено розрахунок та вибір технологічного обладнання установки для створення мікроклімату в корівнику для нетелі на прикладі комплекту обладнання “Клімат-4”[3].

**РОЗДІЛ 3****РОЗРОБКА ТАМОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ  
УПРАВЛІННЯ ВЕНТИЛЯЦІЙНИМИ УСТАНОВКАМИ****3.1.1 Розробка принципової електричної схеми опис її роботи**

При розробці принципової електричної схеми враховується, що продуктивність вентиляційної установки для корів повинна змінюватися при допомозі трьохшвидкісного електродвигуна з ручним та автоматичним керуванням.

Електродвигун на статорі має дві незалежні обмотки: одну з числом полюсів  $2_p = 6$  і з'єднанням фаз на “зірку”, другу – з перемиканням числа полюсів з  $2_p = 8$  на  $2_p = 4$  ( з'єднання обмоток “ трикутником “ і “ подвійною зіркою “ відповідно ), що забезпечує три синхронні частоти обертання відповідно: 750, 1000, 1500 хв<sup>-1</sup> [1].

В силових колах проекту ввідний автоматичний вимикач QF, який забезпечить вмикання і вимикання електропривода і його захист від перевантаження і струмів короткого замикання. Електромагнітні пускачі КМ1, КМ2, КМ3.1, які комплектуються тепловими реле КК1, КК2, КК3 для приєднання обмоток статора до електричної мережі та захисту електродвигуна від перевантаження. Пускач КМ3.2 в схемі використовується для створення загальної точки “ подвійної зірки “ на вищій частоті обертання.

У колах керування використаю однополюсний автоматичний вимикач SF для захисту кіл від короткого замикання. Світлова сигналізація положення схеми керування буде здійснюватися сигнальними лампами НЛ1, НЛ2, НЛ3, які покажуть на якій частоті працює електродвигун. Сигнальні лампи вмикаються допоміжними контактами пускачів КМ1, КМ2, КМ3.2. Розмикаючими контактами цих пускачів здійснюється взаємне блокування самих пускачів, що виключає одночасне ввімкнення пускачів різних частот обертання.

Вибір режиму роботи схеми здійснюється при допомозі пакетно-кулачкового перемикача SA типу ПКУ-3 з п'ятьма фіксованими положеннями

рукоядки керування. Ці положення відповідають таким режимам роботи вентиляційної установки:

1 – “Вимкнуно”;

2 – “Автоматичне керування”;

3, 4, 5 – перша, друга і третя ступені частоти обертання ротора двигуна, що задаються вручну.

При ручному керуванні потрібно встановити рукоядку перемикача SA в положення, яке відповідає необхідній частоті обертання ротора двигуна вентилятора припливної установки.

В положенні “перша ступінь” замикаються контакти 7-8 перемикача, через які отримує живлення котушка пускача першої частоти обертання. Через контакти 9-10, 11-12 вмикаються пускачі, КМ2, КМ3, відповідно.

Для автоматичного керування припливною установкою перемикач SA встановлюється в положення 2 – “Автоматичне керування”. При цьому замикаються контакти 1-2, 3-4, 5-6 у колах котушок пускачів першої, другої та третьої частоти обертання

Провідники з маркуванням 21, 27, 32 даної схеми з’єднуються із схемою керування витяжним вентилятором, що забезпечить синхронну роботу витяжного вентилятора [1].

Схема керування витяжним вентилятором буде працювати так що при команді терморегулятора “норма” двигун вентилятора працює на другому ступені частоти обертання “нижче норми” – на першому “вище норми” – на третьому ступені швидкості. Розроблена принципова схема надається в додатках.

### **3.1.2 Обґрунтування вибору апаратів схеми.**

Відповідно розробленої принципової електричної схеми керування вентиляційною установкою, розраховую і вибираю її елементи.

Принципова схема і вибрані елементи та їх характеристики наводяться в додатку А.

При модернізації схеми для комутації і захисту апаратів схеми і мереж вибираємо диференційний автоматичний вимикач типу QF серії ДВ2006 з  $I_{H.P.} = 25 \text{ A}$  і відключаючим струмом витoku  $I_B = 10 \text{ mA}$  враховуючи найбільші характеристики електродвигуна  $I_{H3} = 22 \text{ A}$ ;  $K_i = 7$  [3].

Спочатку розраховуємо струм теплового розчіплювача автоматичного вимикача, виходячи із вимоги:

$$I_{H.P.} \geq 1,15 I_P,$$

де 1,5 – коефіцієнт спрацювання теплового розчіплювача;

$I_P$  – найбільший робочий струм електродвигуна, А ( $I_{H3} = 22 \text{ A}$ ).

$$I_{H.P.} = 1,15 \cdot 22 = 25 \text{ A}.$$

Вибираю диференційний автоматичний вимикач ДВ2006 з  $I_{H.P.} = 25 \text{ A}$  і відключаючим струмом витoku  $I_B = 10 \text{ mA}$ .

Проводжу перевірковий розрахунок спрацювання електромагнітного вимикача відносно пускового струму електродвигуна.

Виходячи із умови, каталожне

$$I_{\text{кат.}} \geq I_{\text{спр.р}}$$

Розраховую каталожне значення струму спрацювання електромагнітного розчіплювача:

$$I_{\text{кат.}} = 12 I_{T.P.}$$

$$I_{\text{кат.}} = 12 \cdot 25 = 300 \text{ A}$$

Визначаю розрахунковий струм спрацювання електромагнітного розчіплювача виходячи із умови [3]:

$$I_{\text{спр.р}} \geq 1,25 I_P K_i$$

$$I_{\text{спр.р}} \geq 1,25 \cdot 22 \cdot 7 = 192 \text{ А}$$

Умова виконується ,так як :

$$I_{\text{кат.}} \geq I_{\text{спр.р}}; \quad 300 > 192 \text{ А}$$

Автоматичний вимикач ДВ2006 вибрано вірно і тому при пуску електродвигуна помилкових спрацювань електромагнітного розчіплювача не буде.

Вибір електромагнітних пускачів виконую за вимогою

$$I_{\text{н.п.}} \geq K_i I_{\text{н}} / 6 ,$$

де  $I_{\text{н.п.}}$  – номінальний струм силових контактів пускача, А;

$K_i$  - кратність пускового струсу, ( $K_i=7$ ).

Розраховую та вибираю електромагнітний пускач КМ1 і теплове реле КК1.

$$I_{\text{н.п.1}} \geq 6 \cdot 10,5 / 6 = 10,5 \text{ А}$$

За [3] вибираю електромагнітний пускач ПМ-S-12 з тепловим реле типу РТ-S-16 – з діапазоном регулювання в межах 9 – 13 А.

Інші електромагнітні пускачі і теплові реле вибираю аналогічно, відповідно для:

КМ2 – ПМ-S – 12, РТ-S – 16,  $I_{\text{т.р.}} = 9 \dots 13 \text{ А}$ ;

КМ3.1 – ПМ-S-25, РТ-S – 102204,  $I_{\text{т.р.}} = 16 \dots 24 \text{ А}$ ;

КМ3.2 – ПМ-S-25,  $U_{\text{кат.}} = 220 \text{ В}$ .

Кола керування будуть захищатися від струмів короткого замикання автоматичним вимикачем SF типу А63М. Для світлової сигналізації вибираю світосигнальну арматуру HL1...HL3 типу РЛ101. Перемикання режимів роботи

буде здійснюватися при допомозі пакетно - кулачкового перемикача SA, типу ПЕП Е9 25 5 на п'ять фіксованих положень [3].

Інші елементи розробленої принципової схеми вибираю користуючись, враховуючи напругу, струм, призначення, комутаційні функції елементів і зводжу в табл. 1.

### 3.1.3 Розробка переліку апаратів схеми.

Таблиця. 3.1. Перелік апаратів схеми [3].

| Поз. познач. | Найменування                       | Кіл | Примітка                                        |
|--------------|------------------------------------|-----|-------------------------------------------------|
| HL1...HL3    | Світосигнальна арматура типу PL101 | 3   | зелена                                          |
| KK1          | Теплове реле РТ-S-16               | 1   | $I_{рег.} = 9 - 13 \text{ А.}$                  |
| KK2          | Теплове реле РТ-S – 16             | 1   | $I_{рег.} = 9...13 \text{ А;}$                  |
| KM1          | Ел. магнітний пускач ПМ-S-12       | 1   | $U_{кот} = 220 \text{ В}$                       |
| KM2          | Ел. магнітний пускач ПМ-S – 12     | 1   | $U_{кот} = 220 \text{ В}$                       |
| KM3.1, KM3.2 | Ел. магнітний пускач ПМ-S-25       | 2   | $U_{кот} = 220 \text{ В}$                       |
| KK3          | Теплове реле РТ-S 25               | 1   | $I_{рег.} = 18...25 \text{ А}$                  |
| M            | Тришвидкісний ел. двигун АИР160    | 1   | $P_H = 4/5,5/11 \text{ кВт}$                    |
| QF           | Диф. автоматичний вимикач ДВ2006   | 1   | $I_H = 25 \text{ А,}$<br>$I_B = 10 \text{ м А}$ |
| SA           | Перемикач ПЕП Е9 25 5              | 1   | на 5 положень                                   |
| SF           | Автоматичний вимикач А-63          | 1   | $I_H = 4 \text{ А}$                             |

### 3.2.1 Розробка принципової електричної схеми керування вентиляційною установкою в корівнику для нетелів

Характеристики технологічного обладнання комплексу обладнання і розроблена модернізована принципова електрична схема керування вентиляційною установкою в корівнику для нетелів наводиться в дод. Б [2, 3].

### 3.2.2 Обґрунтування вибору апаратів схеми.

Відповідно розробленої принципової електричної схеми керування вентиляційною установкою, розраховую і вибираю її елементи згідно методики приведеної вище.

Ввідний вимикач QF1 захищатиме електроустановку від перевантаження, струмів короткого замикання і витоку струму. Попередньо вибираю диференціальний автоматичний вимикач серії ДВ2006, враховуючи найбільші характеристики електродвигунів номінальний струм силових кіл і кіл керування буде становити  $I_p = 25 \text{ A}$ .

Спочатку визначаю розрахунковий струм теплового розчіплювача автоматичного вимикача, враховуючи що:

$$I_{H,P} \geq 1,15 I_p,$$

де 1,5 – коефіцієнт неточності спрацювання;

;

$I_p$  – найбільший сумарний робочий струм, А ( $I_p = 25 \text{ A}$ ).

$$I_{H,P} = 1,15 \cdot 25 = 28,8 \text{ A}.$$

Вибираю автоматичний вимикач ДВ з  $I_{H,P} = 32 \text{ A}$  з вимикаючим струмом витоку  $I_{\text{витоку}} = 10 \text{ mA}$  [3].

Проводжу перевірковий розрахунок спрацювання електромагнітного вимикача відносно пускового струму електродвигуна.

$$I_{\text{кат.}} \geq I_{\text{спр.р}}$$

Розраховую  $I_{\text{кат}}$  струму спрацювання електромагнітного розчіплювача:

$$I_{\text{кат.}} = 10 I_{T.P.}$$

$$I_{\text{кат}} = 10 \cdot 32 = 320 \text{ A}$$

Визначаю розрахунковий струм спрацювання електромагнітного розчіплювача виходячи із умови:

$$I_{\text{спр.р}} \geq 1,25 I_p K_i.$$

$$I_{\text{спр.р}} \geq 1,25 \cdot 25 \cdot 7 = 219 \text{ A}$$

Умова виконується ,так як :

$$I_{\text{кат.}} \geq I_{\text{спр.р}}; \quad 320 > 219 \text{ A}$$

Автоматичний вимикач ДВ-2006 вибрано вірно і тому при пуску електродвигуна помилкових спрацювань електромагнітного розчіплювача не буде [2].

Вибираю електромагнітні пускачі згідно вимоги

$$I_{\text{н.п.}} \geq K_i I_n / 6 ,$$

де  $I_{\text{н.гр.}}$  - номінальний струм групи вентиляторів які вмикатимуться одним пускачем, ( $I_{\text{н.гр.}} = 4,2 \text{ A}$ ).

Розраховую та вибираю електромагнітний пускач КМ1

$$I_{\text{н.п.1.}} \geq 7 \cdot 4,2 / 6 = 4,9 \text{ A}$$

Розрахунки для КМ2...КМ6 проводяться аналогічно. За каталогом вибираю електромагнітні пускачі ПМ1-09.Електромагнітні пускачі, для забезпечення комутації кіл керування, додатково комплектуються приставками ПК – 2204.Для вмикання і вимикання вентиляторів, захисту від перевантаження і струмів короткого замикання встановлюю 18 штук автоматичних вимикачів типу ВА – 2001 з  $I_n = 3 \text{ A}$ .

Кола керування будуть захищатися від струмів короткого замикання запобіжником FUтипу ППНИ-33 з  $I_{\text{н.вст}} = 2 \text{ A}$ . Для світлової сигналізації вибираю сигнальну арматуру HL1...HL2 типу NXD. Інші елементи розробленої принципової схеми вибираю користуючись [2], враховуючи

напругу, струм, призначення, комутаційні функції елементів і зводжу в специфікацію таблиця 3. 2 [3].

### 3.2.3 Розробка переліку апаратів схеми.

Таблиця. 3.2 Перелік апаратів схеми.

| Поз. поз-начення | Найменування                                        | Кіл. | Примітка                     |
|------------------|-----------------------------------------------------|------|------------------------------|
| A1, A2           | Мікроелектронний терморегулятор МЭТРС-3             | 2    | Ужив-я = 220 В               |
| BK1...BK5        | Датчик термоперетворювач ТСМ-6141                   |      |                              |
| FU               | Запобіжником типу ППНИ-33 -00                       | 1    | Ін.вст =2 А.                 |
| HL1...HL2        | Арматура сигнальна типу NXD в комплекті з опорами   | 2    | зелена                       |
| HG               | Цифровий індикатор ИН18                             | 1    | 6- позиційний                |
| KM1...KM6        | Ел. магнітний пускач ПМ1-09. приставками ПК – 2204. | 6    | Uкот = 220 В                 |
| KV1...KV3        | Реле проміжне РЭК 78/4                              | 3    | Uкот = 220 В                 |
| M1...M18         | Електродвигун 4АПА,                                 | 18   | P <sub>н</sub> = 0,55 кВт    |
| QF1              | Диференціальний автоматичний вимикач серії ДВ2006   | 1    | Ін = 32 А<br>І витоку =10 мА |
| QF2...QF19       | Автоматичних вимикачів типу ВА – 2001               | 18   | Ін =3 А.                     |
| SA1              | Тумблер ТВ1-2В                                      | 1    | 2-позиційний                 |
| SA2              | Перемикач 8П1Н2                                     | 1    | 8- позиційний                |
| T                | Автотрансформатор АТ-10                             | 1    | U = 380...70 В               |

### Висновки до третього розділу

Проведено розробку та модернізацію принципових електричних схем управління електроприводами вентиляційних установок стійлових приміщень для утримання корів і нетелів.

Виконано обґрунтований вибір апаратів керування, захисту, автоматизації для схем вентиляційних установок та складені переліки апаратів схем. Апарати керування, захисту автоматизації вибрані згідно вибраних енергоощадних електродвигунів, що в значній мірі зменшить енергозатрати.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У першому розділі було приведено як приклад характеристику об'єкту проектування: типової молочної ферми яка не працює на території якої є корівником на 200 дійних корів і корівника на 100 нетелів з відповідними розмірами і природною вентиляцією а також допоміжними спорудами, приміщеннями які сприятимуть роботі ферми.

Природна вентиляція не задовольняє створення необхідних параметрів мікроклімату в стійлових приміщеннях, тому в роботі були розглянуті ефективні технології і впроваджені модернізовані енергоощадні електроприводи для вентиляційних установок, які покращать мікроклімат, при утримання корів і нетелі, що в значній мірі покращить їх умови утримання і продуктивність.

Виконано розробку ефективних технологій для утримання корів і нетелів.

У другому розділі було виконано розробку ефективних технологічних процесів та вибір обладнання для створення мікроклімату.

Виконано розробку функціонально – технологічних схеми, проведено вибір вентиляційних установок. Проведено розрахунок відповідних потужностей і вибір сучасних енергозберігаючих електродвигунів.

У третьому розділі проведено розробку та модернізацію принципових електричних схем управління електроприводами вентиляційних установок в ручному та автоматичному керуванні, підготовлений перелік апаратів схем, що дасть можливість покращити можливості для створення відповідного мікроклімату.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Барало О. В. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування. Навчальний посібник. – К.: Урожай 2010 – 457с.
2. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник /П. В. Волох, Ревенко Л. В., В. А. Прядко, П. Г. Самойленко, Л. С. Червінський та ін. – К. : Аграрна освіта. 2014. – 506 с.
3. Електропривід сільськогосподарських машин - НМЦ, 2005.- 410 с.: іл.
4. Жулай Є.Л., Зайцев Б.В. та ін. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній. – К.: Вища освіта, 2001-288 с.,: іл.
5. Конспект лекцій з дисципліни "Монтаж енергетичного обладнання та засобів автоматизації ". - Мелітополь: "ТДАТУ ", 2009. - 180 с.
6. Куценко Ю. М. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Монтаж енергообладнання та засобів автоматизації" / Ю. М. Куценко. - Мелітополь : ТДАТА, 2005. - 120 с.
7. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві. О.С. Марченко, О.В. Дацишин, Ю.М. Лавріненко та ін.; за ред. О.С. Марченка. - К.: Урожай. 2015. -416 с.
8. Марченко О. С. Довідник по монтажу і налагодженню електрообладнання в сільському господарстві / О. С. Марченко. - К.: "Урожай ", 2014. - 237 с.
9. Марченко О. С. Довідник по монтажу і налагодженню електрообладнання в сільському господарстві / О. С. Марченко. - К.: "Урожай ", 2014. - 237 с.
10. Прядко В. А. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Монтаж енергообладнання та засобів автоматизації" / Прядко В. А. – Житомир: Поліський національний університет, 2025.
11. Прядко В. А. Монтаж енергообладнання та засобів автоматизації / В. А. Прядко. – Ж. Поліський національний університет, 2025. – 127 с.