

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

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

Луцюк Владислав Вадимович

УДК 620.93

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Реконструкція електрообладнання телятника з удосконаленням
електропривода кормороздавача

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

Луцюк Владислав Вадимович. Реконструкція електрообладнання телятника з удосконаленням електропривода кормороздавача. – 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 виробничої діяльності, який показав, що рівень автоматизації галузі тваринництва не відповідає сучасному рівню і тим завданням, які стоять перед галуззю. Відповідно було розраховано і вибрано обладнання, яке підвищило рівень електрифікації та автоматизації технологічних процесів у телятнику. Було розглянуто питання водопостачання, вентиляції, обігріву, освітлення основних і допоміжних приміщень.

Більш детально було розглянуто питання годівлі тварин. Було розраховано номінальні параметри електроприводу кормороздавача. У результаті аналізу отриманих даних стало видно, що пуск електродвигуна супроводжується низкою негативних явищ. Для усунення цих явищ у проєкті запропоновано використовувати пристрій плавного пуску електропривода кормороздавача фірми Schneider electric типу Altistar 22.

Ключові слова: кормороздавач, привід, електрообладнання, потужність, пуск, електродвигун.

ANNOTATION

Lutsiuk Vladyslav Vadymovych. Reconstruction of the electrical equipment of the calf barn with the improvement of the electric drive of the feeder. – *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". – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work analyzed production activities, which showed that the level of automation in the livestock industry does not meet the current level and the challenges facing the industry. Accordingly, the equipment was calculated and selected to increase the level of electrification and automation of technological processes in the calf farm. The issues of water supply, ventilation, heating, and lighting of the main and auxiliary premises were considered.

The issue of animal feeding was considered in more detail. The nominal parameters of the electric drive of the feeder were calculated. As a result of the analysis of the data obtained, it became clear that the start of the electric motor is accompanied by a number of negative phenomena. To eliminate these phenomena, the project proposes to use a soft-start device for the electric drive of the Schneider electric feeder of the Altistar 22 type.

Keywords: feeder, drive, electrical equipment, power, start, electric motor.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ.....	7
РОЗДІЛ 2. ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ І ОБЛАДНАННЯ.....	10
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ПРИСТРОЮ ПЛАВНОГО ЗАПУСКУ КОРМОРОЗДАВАЧА.....	18
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	30
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	31

ВСТУП

Сучасні машини та механізми в різних галузях техніки повинні мати високу продуктивність за одночасного забезпечення точної обробки, високого рівня автоматизації для полегшення обслуговування, бути порівняно доступними за вартістю, мати низькі експлуатаційні витрати, а також бути надійними та довговічними.

Цим вимогам відповідає автоматизований електропривод, який дозволяє плавно та ефективно регулювати швидкість виконавчого механізму, забезпечуючи оптимальні технологічні режими. Використання регульованого електроприводу сприяє наближенню трифазного низьковольтного асинхронного двигуна із короткозамкненим ротором до робочого елемента пристрою, спрощуючи кінематичні зв'язки, і загалом підвищує точність і позиціонування механізмів.

Автоматизація науково-технічного процесу можлива завдяки електроприводу та відповідній системі керування. Надійна робота електроприводу підвищує надійність машин і механізмів. Тому дослідження та використання ефективних регульованих електроприводів вважається важливим завданням у теорії та практиці автоматизованих електроприводів для сільськогосподарських об'єктів.

Сьогодні очевидно, що плавне керування запуском електродвигунів переважає над прямим запуском чи різними видами умовного м'якого запуску, такими як перемикання зі зірки на трикутник, використання автотрансформатора, реактора чи потенціометра.

Метою даного дипломного проєкту є вдосконалення експлуатації електрообладнання на фермі ВРХ з розробкою електроприводу кормороздавача.

Для досягнення поставленої мети в дипломному проєкті необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести розрахунок технологічних параметрів електроприводу.

2. Вибрати силове електрообладнання.
3. Вибрати апарати захисту електроприводу.
4. Розробити схему керування електроприводом.

Об'єкт дослідження: є процес функціонування електрообладнання на фермі ВРХ.

Предмет дослідження: закономірності, правила та способи вибору та використання енергетичного обладнання на фермі ВРХ.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Савченко Л. Г., Луцюк В.В. Розробка основних принципів функціонування роботизованої ферми. 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. 38-40.

2. Савченко Л. Г., Луцюк В.В. **Методи та засоби для визначення пошкоджень електрообладнання мережевого комплексу АПК.** 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 пуску кормороздавача.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 14 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 32 сторінки комп'ютерного тексту, **містить 6 таблиць і 8 рисунків.**

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

1.1 Характеристика об'єктів електрифікації

Територія, на якій розташоване підприємство за кліматичними умовами відноситься до третього району з вітром і швидкісним напором 300-400 Па, повторюваним раз на 5-10 років. Щодо ожеледиці, ця територія належить до четвертого району, де товщина шару льоду досягає 15 мм, і виникає раз на 5 років.

Окрім житлових будинків і виробничих об'єктів, тут знаходиться велика кількість адміністративних і комунальних установ (див. аркуш 1 графічної частини).

Електроживлення споживачів здійснюється по ПЛ-10 кВ, довжиною 3 км, а також по повітряних лініях електропередачі на 0,38 кВ загальною протяжністю 3,5 км.

Відхилення напруги у віддалених споживачів мережі існуючих ТП перевищує 7%. Такі відхилення виходять за межі припустимих норм, а через велику протяжність мережі не можна досягти нормального рівня напруги, змінюючи налаштування трансформаторів. За даними обслуговуючого персоналу, запуск потужного асинхронного двигуна ускладнений і можливий лише при відключенні частини навантаження підстанції. Захист ліній 0,38 кВ, що відходять, не повністю відповідає встановленим вимогам: часто відзначається неселективна робота релейного захисту та низька чутливість при коротких замиканнях на великій відстані.

Електротехнічні мережі прокладено кабелями з мідними жилами на напругу 660 В. Кабелі розташовані в лотках відкрито по технологічних конструкціях, а в місцях можливого механічного пошкодження вони захищені. Проходи кабелів через стіни, що ведуть з приміщень із нормальним

середовищем у вибухонебезпечні зони, герметизовані негорючими матеріалами.

Заходи з електробезпеки в мережах із глухозаземленою нейтраллю в зоні підвищеної вибухонебезпеки класу В-ІІа включають:

Занулення за допомогою спеціального провідника РЕ.

Додаткове заземлення всіх металевих конструкцій будівлі та технологічного обладнання. Обрана система заземлення типу TN-C.

Для вирівнювання потенціалів і захисту від статичної електрики проводиться заземлення технологічного обладнання.

Система блискавкозахисту будівель базується на металевих каркасах та стрижневих блискавковододах. Кожен об'єкт має власні штучні заземлювачі. Для підвищення ефективності електробезпеки пристрої занулення, заземлення та блискавкозахисту об'єднані в єдину систему шляхом додаткового підключення провідників.

Витрати електроенергії по об'єктах наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Витрати електроенергії по об'єктах, кВт×год.

Об'єкти	2020 г.	2021 р.	2022 р.	2023 р.
	43000	37530	40300	50300
Управління	35300	10930	17500	30900
Вагова	8700	5075	5973	7543
Гараж	40300	35977	41500	40385
Столова	14100	7980	13310	11140
Гуртожиток	40370	37875	33810	17701
Зернові склади	39300	13700	11000	9700
Нафтосклад	17100	17750	30310	31373
Продук. склад	14300	10710	9133	7151
Майстерня	59500	51750	57940	43590
Склад	14000	8930	9300	10700
Свердловина	79740	139940	78707	80154
Бригада МТПТ	17000	10570	10400	7801
Корп. №1	70700	70500	50100	57000
Корп. №2	77300	59300	55300	40700
Корп. №3	37800	39500	37500	43300
Корп. №4	9000	38900	37000	43300
Корп. №5	34000	83800	98000	105000
Корп. №6	37300	31500	35150	38700
Корп. №7	0	1500	34900	41800
Корп. №8	78500	43300	37550	38400
Корп. №9	75500	54000	47900	48300

1.2 Цілі та завдання дипломного проєктування

Аналіз виробничих показників показав, що для зниження енерговитрат необхідно провести заходи щодо вдосконалення експлуатації електрообладнання в технологічних процесах механізації тваринництва.

У зв'язку з цим визначено такі цілі та завдання дипломного проєктування. Метою даного дипломного проєкту є вдосконалення експлуатації електрообладнання на фермі ВРХ з розробкою електроприводу кормороздавача.

Для досягнення поставленої мети в дипломному проєкті необхідно вирішити такі завдання:

1. Провести розрахунок технологічних параметрів електроприводу.
2. Вибрати силове електрообладнання.
3. Вибрати апарати захисту електроприводу.
4. Розробити схему керування електроприводом насосів.

РОЗДІЛ 2

ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНИХ СХЕМ І ОБЛАДНАННЯ

2.1 Обґрунтування та вибір технологічного процесу

Рівень виробництва продукції у тваринництві характеризується надоями молока від корови, середньодобовими приростами живої маси, а також питомими затратами кормів, праці та засобів. Ці показники значною мірою залежать від застосованої технології – системи методів і прийомів, які використовуються для перетворення сировини на кінцевий продукт, а також організації виробництва .

Технологічні процеси включають три основні групи операцій: основні, допоміжні та супровідні.

Основні операції визначають основний напрямок технологічного процесу. Наприклад, подрібнення сухого зерна, дозування компонентів і білково-вітамінних добавок, а також їхнє змішування — основні операції, характерні для технологічного процесу виготовлення комбікормів. У телятнику, головною операцією є приготування кукурудзяного силосу.

Допоміжні операції у телятнику включають розвантаження та транспортування кормів, прибирання гною та завантаження його в тракторний причіп.

Супровідні операції, як-от приготування добавок і поживних розчинів, можуть не бути частиною конкретного технологічного процесу, але підтримують загальну діяльність.

Механізація обслуговування тварин сприяє створенню оптимальних умов для їхнього розвитку, що дозволяє повною мірою використати генетичний потенціал тварин.

Цим проектом передбачена комплексна електрифікація технологічних процесів, які включають приготування і роздачу кормів, водопостачання,

видалення гною, вентиляцію, опалення підприємницьких приміщень та освітлення телятника на 120 голів.

На фермі годівля тварин відбувається за допомогою високоефективних кормових змішувачів. Раціон годівлі включає молоко, злаково-бобове сіно, кукурудзяний силос, концентрати, кухонну сіль, кормовий фосфат.

2.2 Приготування та роздача кормів

Приготування якісних кормосумішей планується здійснювати в кормоцеху з електрифікованими технологічними лініями безперервної дії з мінімальними витратами ручної праці та високої продуктивності. У кормоцеху є такі технологічні лінії: термохімічна обробка силосу, соломи, сіна, хімічних добавок, змішування та роздача готової кормосуміші [5,6].

Холодний раціон кормів наведено в таблиці 2.1. Влітку передбачено вигул телят на пасовищах.

Таблиця 2.1 – Зимова добова потреба в кормах

Найменування корма	Добова потреба, кг	
	на одну голову	на 120 голів
Молоко	5,0	600,0
Сіно злаково-бобове	1,0	120,0
Силос кукурудзяний	5,0	600,0
Концентрати (суміш)	0,6	72,0
Соль поварена	0,016	1,92
Кормовий фосфат	0,03	3,6
Всього	10,65	1398

Роздачу кормів у стійловому приміщенні забезпечують кормороздавачі РВК-Ф-74.

Для керування та захисту електродвигуна приводу роздачі кормів у телятнику обрана принципова електрична схема, яка зображена на рис. 2.1.

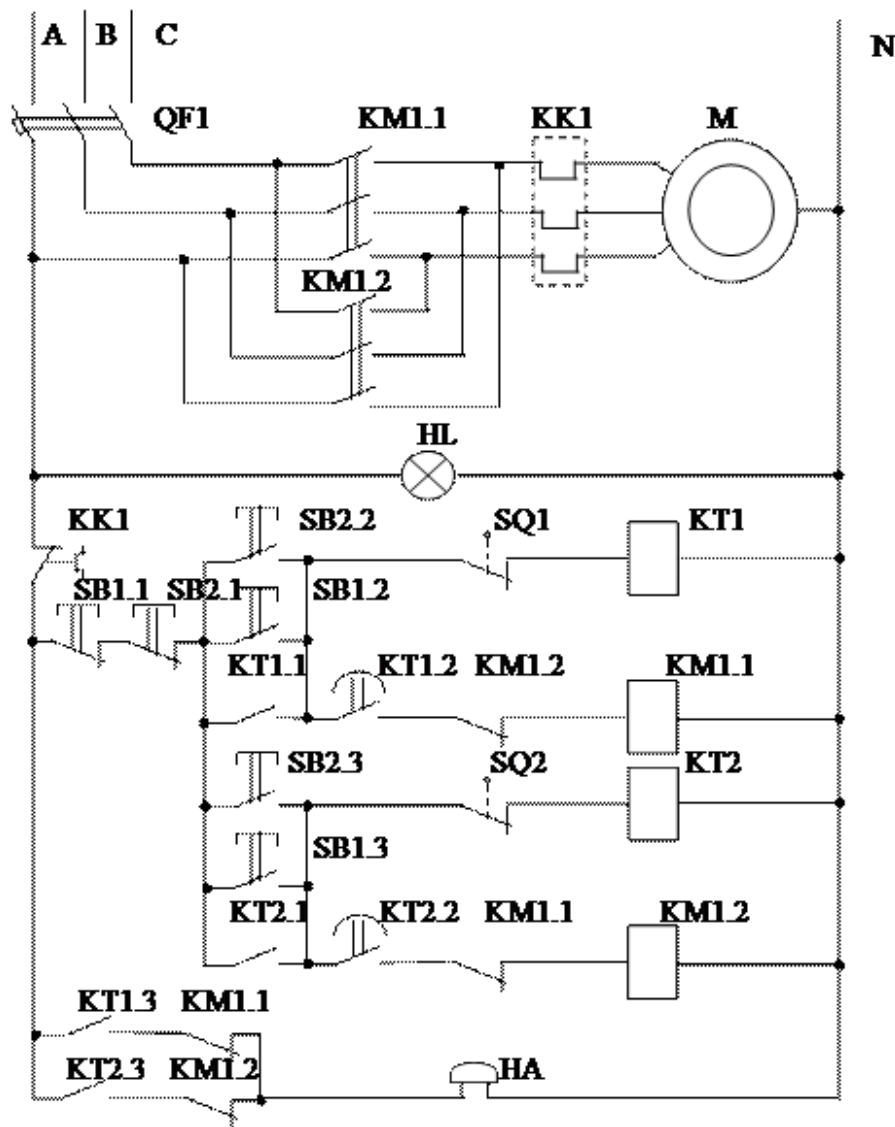


Рис. 2.1. Принципова електрична схема кормороздавача РВК-Ф-74

2.3 Обґрунтування та вибір технологічного обладнання

У сучасному аграрному виробництві все більше поширюються електротехнологічні процеси та відповідне обладнання. Дослідження і практика свідчать, що електротехнології є фундаментом для вдосконалення існуючих технологій у різних галузях сільського господарства. Вони допомагають підвищувати продуктивність і якість продукції, а також сприяють енергоресурсозбереженню [9,10].

Вибір і розробка електротехнологічного обладнання наразі є однією з важливих частин дипломної роботи та самостійної творчої діяльності.

Особливістю таких процесів є здатність безпосередньо впливати на об'єкти обробки шляхом використання електричної енергії або її проміжних перетворень. У багатьох технологічних процесах електроенергія служить робочим органом, який передає енергію об'єкту обробки для виконання конкретної функції.

Використання електричного поля прискорює ріст рослин, підвищує врожайність за рахунок передпосівної обробки насіння, покращує ефективність стерилізації, сепарації та обробки харчових продуктів.

Комплексна механізація та автоматизація в тваринництві безпосередньо пов'язана з технічним оновленням, підвищенням загального технічного рівня та енергетичним оснащенням галузі [1].

У сучасному тваринництві сформовано матеріально-технічну базу, яка забезпечує механізацію водопостачання на 94-97%, роздачу кормів на 68-94%, а видалення гною з приміщень — на 91-94%. Комплексна механізація на фермах та промислових підприємствах великої рогатої худоби досягає 66%.

До сьогодні в телятниках понад 46% операцій виконуються вручну, включаючи роздачу комбікормів і грубих кормів, очищення стійл та годівниць. Крім того, у тваринництві використовується значна кількість ручної праці, яка незначно підвищує продуктивність і не зменшує суттєво потребу в обслуговуючому персоналі.

Система машин для комплексної механізації тваринництва охоплює 1027 видів технічних засобів, серед яких 200 комплектів обладнання та потокових ліній, а також 250 автоматизованих засобів.

Ця система передбачає застосування передових технологій і необхідних засобів автоматизації для різних виробничих напрямів тваринництва, типів годівлі та рівнів концентрації, а також комп'ютеризації виробничих процесів. Насамперед, збільшується виробництво техніки оснащення сучасних спеціалізованих тваринницьких ферм.

До цієї техніки підвищуються вимоги щодо експлуатаційної надійності та довговічності.

У телятнику будемо використовувати таке технологічне обладнання:

- кормороздавачі РВК-Ф-74 для роздачі кормів;
- гноєприбиральний транспортер ТСН-160А;
- автопоїлку ПА-1;
- вентилятори ВО-Ф-5,6А;
- електрокалорифери типу СФОЦ-10/0,5 для обігріву телят.

2.4 Розробка електроприводів

Електропривод повинен надійно підтримувати оптимальний перебіг технологічного процесу з розрахунковою продуктивністю робочої машини, забезпечуючи при цьому високу економічну ефективність. Оскільки більшість машин оснащені електродвигунами, ми не обираємо їх з нуля, а лише перевіряємо відповідність вже обраного двигуна [2].

Для прикладу візьмемо вентилятор та виконаємо розрахунок і вибір електродвигуна з урахуванням його потужності, швидкості обертання, електричної модифікації, кліматичних умов експлуатації, часу розгону та максимально допустимої температури нагріву.

Механічна характеристика робочої машини:

$$M_c = M_{co} + (M_{cn} - M_{co}) * \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^x, \quad (2.1)$$

M_{co} — пусковий момент для машини з магнітним пуском,

$$M_{co}=0,1M_n, \text{ Нм}$$

M_{cn} — номінальний момент;

ω — значення кутової швидкості;

ω_n — номінальна кутова швидкість;

x — показник ступеня, $x=2$;

У відповідності до частоти визначаємо кутову швидкість:

$$\omega_n = \frac{\pi n}{30} \quad (2.11)$$

$$\omega_n = \frac{3,14 \cdot 930}{30} = 97,3 \text{ c}^{-1}$$

де n – номінальна частота обертання робочої машини, об/хв;
Вираховуємо номінальний момент за формулою:

$$M_n = 9550 \cdot \frac{P_n}{n} \quad (2.12)$$

$$M_n = 9550 \cdot \frac{0,37}{930} = 3,79 \text{ Нм}$$

де P_n – потужність двигуна, кВт; $P_n = 0,37 \text{ кВт}$;

$$M_{co} = 0,1 \times M_n = 0,379 \text{ Нм}$$

$$M_c = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{0}{97,3}\right)^2 = 0,379 \text{ Нм};$$

$$M_c = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{10}{97,3}\right)^2 = 0,415 \text{ Нм};$$

$$M_{c3} = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{20}{97,3}\right)^2 = 0,523 \text{ Нм};$$

$$M_{c4} = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{30}{97,3}\right)^2 = 0,704 \text{ Нм};$$

$$M_{c5} = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{40}{97,3}\right)^2 = 0,956 \text{ Нм};$$

$$M_{c6} = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{50}{97,3}\right)^2 = 1,28 \text{ Нм};$$

$$M_{c7} = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{60}{97,3}\right)^2 = 1,67 \text{ Нм};$$

$$M_{c8} = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{70}{97,3}\right)^2 = 2,19 \text{ Нм};$$

$$M_{c9} = 0,379 + (3,79 - 0,379) \times \left(\frac{80}{97,3}\right)^2 = 3,34 \text{ Нм};$$

Визначаємо потужність двигуна у відповідності до математичної залежності:

$$P_{\text{розр}} = \frac{L_{\text{в}} \times H_{\text{в}} \times 10^{-3}}{3,6 \times \eta_{\text{в}} \times \eta_{\text{пер}}}, \quad (2.13)$$

де $P_{\text{розр}}$ - розрахункова потужність двигуна, кВт;

$\eta_{\text{пер}}$ – ККД передача;

$H_{\text{в}}$ – напір, м;

$\eta_{\text{в}}$ – ККД вентилятора;

$L_{\text{в}}$ – продуктивність вентилятора, м³/год;

Подачу повітря розраховують за такою формулою:

$$L_{\text{в}} = K_{\text{Г}} \times L_{\text{пит}}, \quad (2.14)$$

де $K_{\text{Г}}$ – кількість голів, гол;

$L_{\text{пит}}$ – норма подачі повітря, яка припадає на один вентилятор,

$$L_{\text{уд}} = 2,1 \text{ м}^3/\text{год} ,$$

$$L_{\text{в}} = 120 \times 2,1 = 252 \text{ м}^3/\text{год}$$

Отже, розрахункова потужність двигуна дорівнює:

$$P_{расч} = \frac{252 \times 1,44 \times 10^{-3}}{3,6 \times 0,55 \times 1} = 0,179 \text{ кВт}$$

Звідси, визначаємо потужність двигуна:

$$P_{дв} = P_{расч} K_z, \quad (2.15)$$

де K_z – коефіцієнт запасу;

$$P_{дв} = 0,18 \times 1,18 = 0,22 \text{ кВт}.$$

Приймаємо електродвигуна АИРП80А6У2 потужність якого становить $P_{дв} = 0,37 \text{ кВт}$, частота обертання $n = 980 \text{ об/хв}$.

Вибір всіх інших двигунів проводимо за подібними розрахунками. Вибираємо відповідно для гноєприюирального транспортера два двигуна – АИР112МВ6СУ2 та АИР80В4СУ2, для вентилятора – АИРП80А6У2. Для електрокалорифера – АИР71А6У2.

Всі інші розрахунки проводимо згідно стандартних методик, результати розрахунків та проєстування представлено презентації до кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ПРИСТРОЮ ПЛАВНОГО ЗАПУСКУ КОРМОРОЗДАВАЧА

3.1 Опис наявного технологічного процесу роздачі корму

Роздача корму в телятнику залежить від складу раціону та способу утримання тварин [6,7]. Для правильного забезпечення годування застосовують кормороздавач типу РВК-Ф-74.

Кормороздавачі моделей РВК-Ф-74, ТВК-80 та КЛЮ-75 є стаціонарними і призначені для роздачі всіх видів кормів (окрім концентрованих та рідких) у разі прив'язного утримання, подаючи корм вздовж жолоба за допомогою стрічкового або пластинчастого транспортера. Вони відрізняються конструкцією розподільного транспортера та приводної станції.

Роздавач РВК-Ф-74 (рис. 3.1), розташований усередині годівниці, призначений для роздачі зелених, грубих і соковитих кормів та кормових сумішей під час утримання тварин у стійлі. Він являє собою ряди годівниць із транспортером, що встановлений всередині. Транспортер-кормороздавач складається з годівниць, завантажувального бункера, нерегульованої приводної станції та стрічкового транспортера.

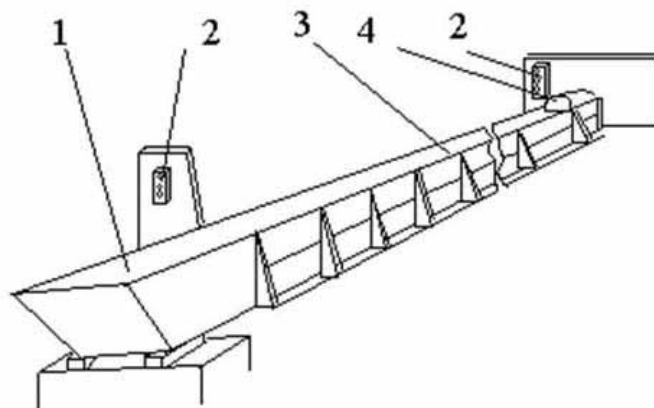


Рис. 3.1. Схема технологічна схема прийнятого кормороздавача РВК-Ф-74: 1 – бункер для завантаження; 2 – пост керування; 3 – годівниці; 4 – привід кормороздавача.

Привід складається з рами, на якій розміщена приводна станція. Передача крутного моменту на вал приводу стрічкового транспортера здійснюється через ланцюгову передачу. Робочий орган складається зі стрічки, до якої прикріплені канат та круглоланковий ланцюг.

Процес роботи відбувається так: корм завантажується в бункер за допомогою мобільного роздавальника. Стрічковий транспортер, запускаючись, переміщує корм уздовж годівниці. Коли стрічка з кормом досягає кінця годівниці, транспортер зупиняється. Перед наступним годуванням, під час зворотного руху транспортера, стрічка очищається від залишків корму, які змітаються в приямок. Після досягнення вихідного положення робочим органом привід зупиняється.

Для керування електродвигуном приводу роздавальника використовується електрична схема кормороздавача РВК-Ф-74, яка показана на рис. 3.2.

Елементи автоматизації стаціонарних транспортерів включають блокування послідовності запуску та зупинки, пристрої для контролю цілісності транспортувального органа, кінцеві та колійні вимикачі, реле часу та програмні пристрої, регулятори подачі корму, а також апарати для захисту від коротких замикань і перевантажень.

Для запобігання завалу завантажувальної голівки зернової норії під час її аварійної зупинки схемами керування передбачають автоматичний пристрій, який керує засувкою завантажувального вікна. Після вимкнення двигуна норії пристрій закриває засувку, яка припиняє надходження зерна до ковшів.

Двигуни транспортерів працюють за повного завантаження, тому обрив фази призводить до їхньої зупинки. Для надійності захисту двигунів від перегрівання передбачають тепловий або температурний захист.

Робочий процес відбувається так. Корм завантажується мобільним корморозподільником у бункер, вмикається привід робочого органу, який переміщує його вздовж кормового жолоба.

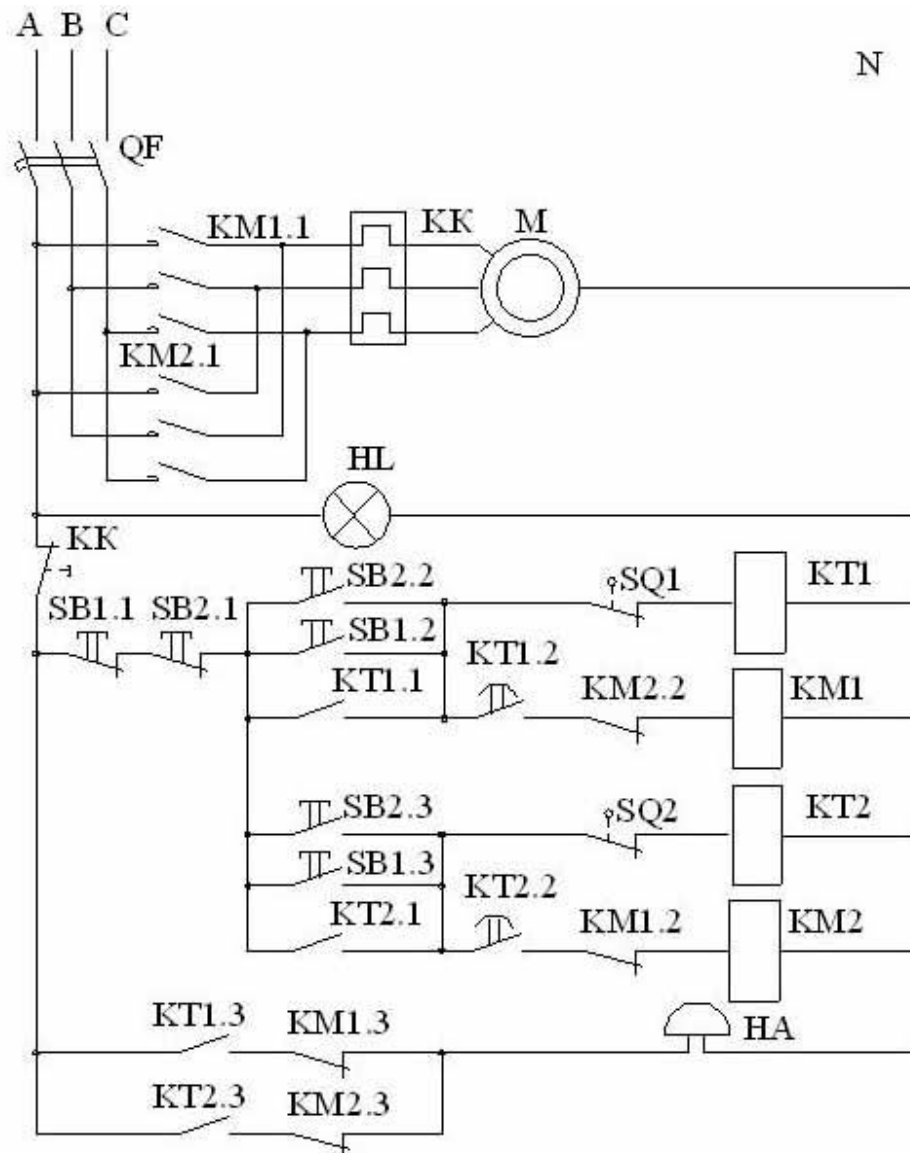


Рис. 3.2. Принципова електрична схема кормороздавача РВК-Ф-74

При повному переміщенні робочого органа вздовж годівниці привід зупиняється за сигналом кінцевого вимикача. Перед початком наступного годування робочий орган запускається у зворотному напрямку, і спеціальний скребок зчищає залишки корму в прямокутний. Коли робочий орган досягає початкового положення, привід автоматично вимикається.

Схема керування транспортером-роздавальником забезпечує реверсивне керування двигуном приводу з двох точок, автоматичну зупинку в кінцевих положеннях, звукову сигналізацію перед кожним запуском, світлову індикацію наявності живлення, захист від коротких замикань і перевантажень, а також електричне блокування пускача.

Для пуску двигуна М вмикають автоматичний вимикач QF і натискають кнопку SB2.2 або SB2.3, подаючи живлення на котушку реле часу KT1. Реле KT1 контактом KT1:2 без витримки часу вмикає дзвінок, а через певний час контактом KT 1.1 вмикає контактор КМ 1.1. Останній головними контактами вмикає двигун у мережу, а допоміжним розмикальним контактом вмикає дзвінок HA1. При досягненні стрічкою кінцевого положення спеціальний упор натискає на кінцевий вимикач SQ1 і привід зупиняється. Для реверсування робочого органу натискають на кнопку SB2.3 або SB4. спрацьовує реле часу KT2, яке контактом KT2.2 вмикає дзвінок HA1, а контактом KT2.1 з витримкою часу - контактор КМ1.2. У початковому положенні робочий орган зупиняється після розмикання контакту кінцевого вимикача SQ2. Для аварійної зупинки передбачені кнопки SB1 і SB2.1.

Захист від коротких замикань здійснюється автоматичним вимикачем QF, захист від перевантажень – тепловим реле КК1. Лампа HL1 сигналізує про наявність напруги живлення.

Більшість стаціонарних транспортерів входять до складу потокових ліній, і система управління ними є складовою частиною загальної схеми управління потоковою лінією.

Під час пуску асинхронного двигуна на холостому ходу в активному опорі його роторного кола виділяється тепла енергія, що дорівнює кінетичній енергії махових мас, які приводять в обертання, а під час пуску під навантаженням кількість енергії, що виділяється, відповідно збільшується. Виділення енергії в ланцюзі статора зазвичай дещо більше, ніж у роторному.

Під час частих пусків, а також за вельми важких умов пуску, коли махові маси механізмів, що приводяться в рух, великі, виникає небезпека перегрівання обмоток двигуна. Кількість пусків асинхронного двигуна на годину, допустима за умовами його нагрівання, тим більша, чим менша номінальна потужність двигуна і чим менші з'єднані з його валом махові маси. Під час подавання повної напруги на статор асинхронної машини мають місце два несприятливі чинники, а саме:

- велика кратність початкового пускового струму, яка досягає (6-10) I_n (рис. 3.3),
- коливальний затухаючий характер пускового моменту двигуна.

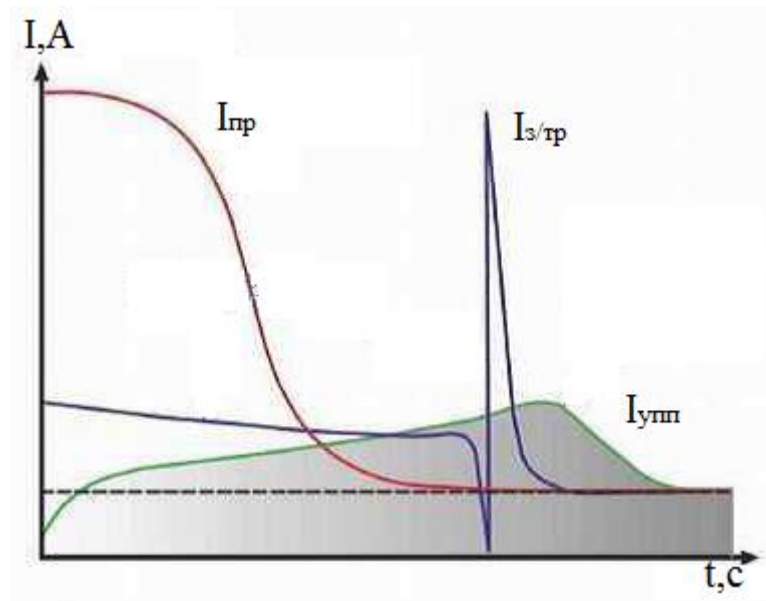


Рис. 3.3. Характеристика пуску електродвигуна кормороздавача.

Високий початковий пусковий струм призводить до значних коливань напруги на живильних шинах підстанції (особливо коли потужність трансформатора та двигуна приблизно однакова), що негативно впливає як на роботу інших споживачів, так і на самого двигуна (затягування запуску). Надмірний пусковий струм також спричиняє термічне перевантаження обмоток, що може призвести до передчасного старіння ізоляції, її пошкодження та короткого замикання між витками.

Різкі коливання моменту двигуна на початковому етапі запуску, які можуть у 4-5 разів перевищувати номінальний момент, створюють несприятливі умови для роботи механічної системи (кінематичного ланцюга). Отже, пряме підключення асинхронних двигунів до мережі для запуску має три суттєві недоліки: негативний вплив на двигун, на мережу та на технологічний процес.

Пікові струмові стрибки під час пуску (6-10 разів від номіналу) створюють значні сили на провідниках у лобових частинах обмотки двигуна, що поступово призводить до ослаблення бандажування обмотки, пошкодження

ізоляції та передчасного виходу двигуна з ладу через коротке замикання обмотки.

При живленні від автономних генераторів, особливо наприкінці лінії електропередач, падіння напруги на внутрішньому опорі джерела живлення та лінії внаслідок високих пускових струмів спричиняє провали напруги в мережі, що негативно позначається на роботі підключеного обладнання (контролери, комп'ютери, зв'язок, релейні захисні термінали тощо). Сам двигун може не запуститися через падіння моменту, пропорційного квадрату осідання напруги.

Пікові моменти змінного знаку під час запуску (4...5 разів від номіналу) поступово збільшують зазори в механічних з'єднаннях між двигуном та механізмом, що може негативно вплинути на технологічний процес у випадках, де присутні значні механічні навантаження.

3.2 Розробка електричної схеми керування кормороздавачем РВК-Ф-74 із плавним пуском і зупинкою

Застосування пристроїв плавного пуску дає змогу зменшити пускові струми, знизити ймовірність перегріву двигуна, збільшити його термін експлуатації та усунути ривки в механічній частині приводу під час пуску та зупинки двигунів [2].

Окрім ефекту плавного пуску, ці пристрої сприяють зменшенню активної споживаної потужності, суттєво знижують реактивну потужність, забезпечують захист двигуна, зменшують шум, нагрівання та вібрацію електродвигуна.

Впровадження пристроїв плавного пуску на основі фазового регулювання та їхнє постійне вдосконалення дедалі частіше призводить до їх вибору, навіть якщо немає гострої потреби в регулюванні швидкості обертання електропривода. Ці пристрої ефективні у випадках, коли проблему можна вирішити кількістю механізмів, які працюють паралельно, або застосуванням повторно-короткочасного режиму роботи.

Переваги пристроїв плавного пуску на основі фазового методу, як порівняти з частотними перетворювачами, коли не потрібне регулювання швидкості, також очевидні: значно менші вартість і втрати від прямого падіння напруги на силових елементах, простота схеми під'єднання і, як наслідок, більша надійність, наявність гармонійних складових лише під час пуску, хоча під час частих пусків виявляється необхідним застосування силових протизавадових фільтрів.

При цьому якість плавного пуску за фазового методу майже не відрізняється від частотного пуску.

Під час запуску асинхронного двигуна приводу кормороздавача в режимі «зірка - трикутник» відбувається таке:

- на першому етапі пуску обмотки двигуна, ротор якого ще нерухомий, комутуються на живильну мережу таким чином, щоб отримати конфігурацію «зірка»;

- потім, після заданого часового інтервалу, автоматично відбувається переключення обмоток у конфігурацію «трикутник».

Цей метод є найпоширенішим для зниження пускових струмів. Під час пуску в положенні «зірка», двигун, спеціально адаптований для таких запусків, споживає струм на третину нижчий порівняно з прямим запуском стандартного промислового двигуна. Такий підхід вважається відносно бюджетним, простим у використанні та надійним.

Порівняння пускових струмів під час прямого запуску і використання методу «зірка-трикутник» на початковому етапі демонструє значне зниження струму. Під час переключення з «зірки» на «трикутник», механізм швидко зупиняється, електрорушійна сила обертання зникає, і двигун знову має бути запущений напряму.

За даними діаграми на рисунку 3.3, на другому етапі значне зменшення амплітуди пускового струму вже не спостерігається. Знижується лише час тривалості цього перевантаження.

Установки, що мають заглибні насоси з електродвигунами, які вмикаються за таким методом, часто дорожчі, ніж із загальнопромисловими насосами, оскільки для таких електродвигунів потрібні два з'єднувальні кабелі замість одного.

Пристрій для плавного запуску електродвигуна – це електронний прилад, який знижує напругу та відповідно пусковий струм шляхом фазового керування. Цей прилад містить регулювальний блок, де налаштовуються параметри експлуатації та захисту, а також силовий блок із тиристорами, з'єднаними у зустрічно-паралельному ввімкненні. Завдяки такому пристрою пусковий струм зазвичай обмежують до значення, що в 2-3 рази перевищує номінальний струм. Наявність великого моменту інерції під час запуску може викликати надмірне теплоутворення в електродвигуні, зменшуючи його термін служби.

Під час плавного запуску електродвигуна тиристорний силовий блок забезпечує подачу струму несинусоїдальної форми, що створює вищі гармоніки. Проте через короткий час прискорення/гальмування це не має тривалого негативного впливу на мережу живлення, і зазвичай не порушує норм щодо вищих гармонік.

Проте такі перешкоди можуть впливати на роботу контролерів. Для запобігання цьому встановлюють протизавадні фільтри на вході пристрою плавного пуску. Як зазначено, такий пристрій рекомендується встановлювати разом із обхідним контактором, щоб електродвигун під час роботи був підключений безпосередньо до мережі живлення.

Це забезпечує мінімальний знос та зменшення втрати потужності пристрою для плавного пуску.

3.3 Силова частина пристрою плавного пуску

Основним елементом силової частини пристрою плавного пуску (ППП) є традиційний симістор (два зустрічно-паралельно підключені тиристири з

керувальним входом). Його підключають послідовно між живильним проводом та обмоткою двигуна (рисунок 3.4). Тиристор відкривається за умови, що прикладається пряма напруга між анодом і катодом, а також подається розблокувальний потенціал або імпульс на керуючий електрод.

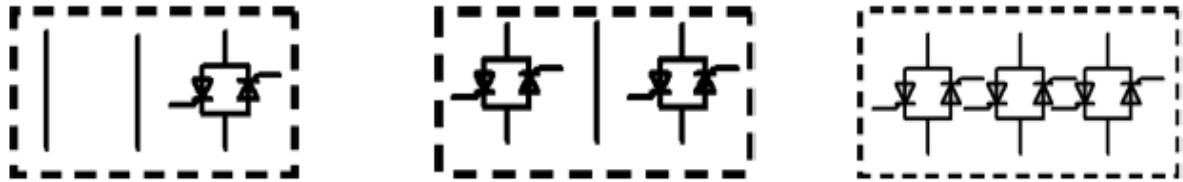


Рис. 3.4. Симістор для різних фаз

Тиристор замикається лише тоді, коли струм у ланцюзі «анод-катод-навантаження» зменшується майже до нуля. У пристрої плавного пуску (ППП) тиристор виконує функцію високошвидкісного напівпровідникового контактора, який вмикається напругою, а вимикається струмом.

Через індуктивну складову момент замикання тиристора, який живить обмотку двигуна, завжди відстає від моменту переходу синусоїди фазної напруги через нуль. Готові пристрої плавного пуску (ППП) зазвичай використовують симістори, які можуть підключатися до однієї, двох або всіх трьох фаз. Якщо обмотки з'єднані трикутником, симістори можна підключити не у фазу живлення, а в розрив обмотки. Це дозволяє зменшити струм через симістор у 1,73 раза, що дає змогу використовувати менш потужний і дешевший пристрій плавного пуску (ППП), хоча кількість необхідних кабелів при цьому подвоюється (при допустимому струмі, зниженому у 1,73 раза).

3.4 Вибір пристрою плавного пуску для кормороздавача

Режим роботи S1 передбачає тривалий період роботи з постійним навантаженням, що дозволяє системі досягти теплової рівноваги. Повторно-короткочасний режим S4 характеризується циклічним характером, що включає фази запуску, стабільної роботи з постійним навантаженням та періоду очікування, визначаючись тривалістю увімкнення.

Вибір пристрою Altistart 22 повинен базуватися на режимі роботи («нормальному» або «важкому») та номінальній потужності двигуна. Режим роботи визначається за струмообмеженням та типом роботи двигуна відповідно до стандартів S1 і S4, описаних у МЕК 60034-1.

Пристрій ATS22 призначений для управління розгоном та гальмуванням стандартних трифазних асинхронних електродвигунів із короткозамкненим ротором. Він здійснює управління моментом двигуна, що є ефективнішим порівняно зі звичайним керуванням, заснованим лише на регулюванні напруги або обмеженні струму. У пристрої ATS22 використовуються вдосконалені алгоритми керування, які забезпечують рівномірну зміну швидкості на всій характеристиці розгону та гальмування, а також зменшують нестабільність механізму наприкінці розгону.

Модельний ряд пристроїв ATS22 містить 15 типорозмірів залежно від номінального струму в діапазоні від 17 до 590 А. Пристрій ATS22 призначений для використання з двигунами напругою від 208 до 600 В, і виконує автоматичне підстроювання залежно від частоти живильної мережі (50 або 60 Гц). З урахуванням розрахованих параметрів електродвигуна для приводу кормороздатчика вибираємо пристрій плавного пуску ATS22D17.

З'єднання обмоток в клемнику двигуна залежать від напруги мережі живлення. Можливі два способи підключення: «зірка» або «трикутник». Схематичні рішення для цих варіантів підключення показані на рис. 3.5 та 3.6.

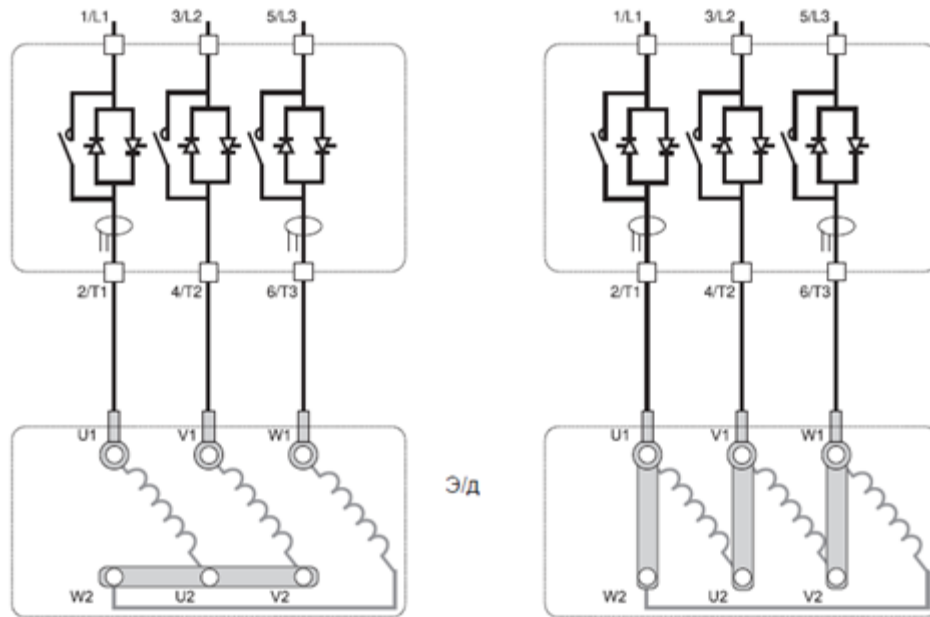


Рис. 3.5. Силові підключення УПП

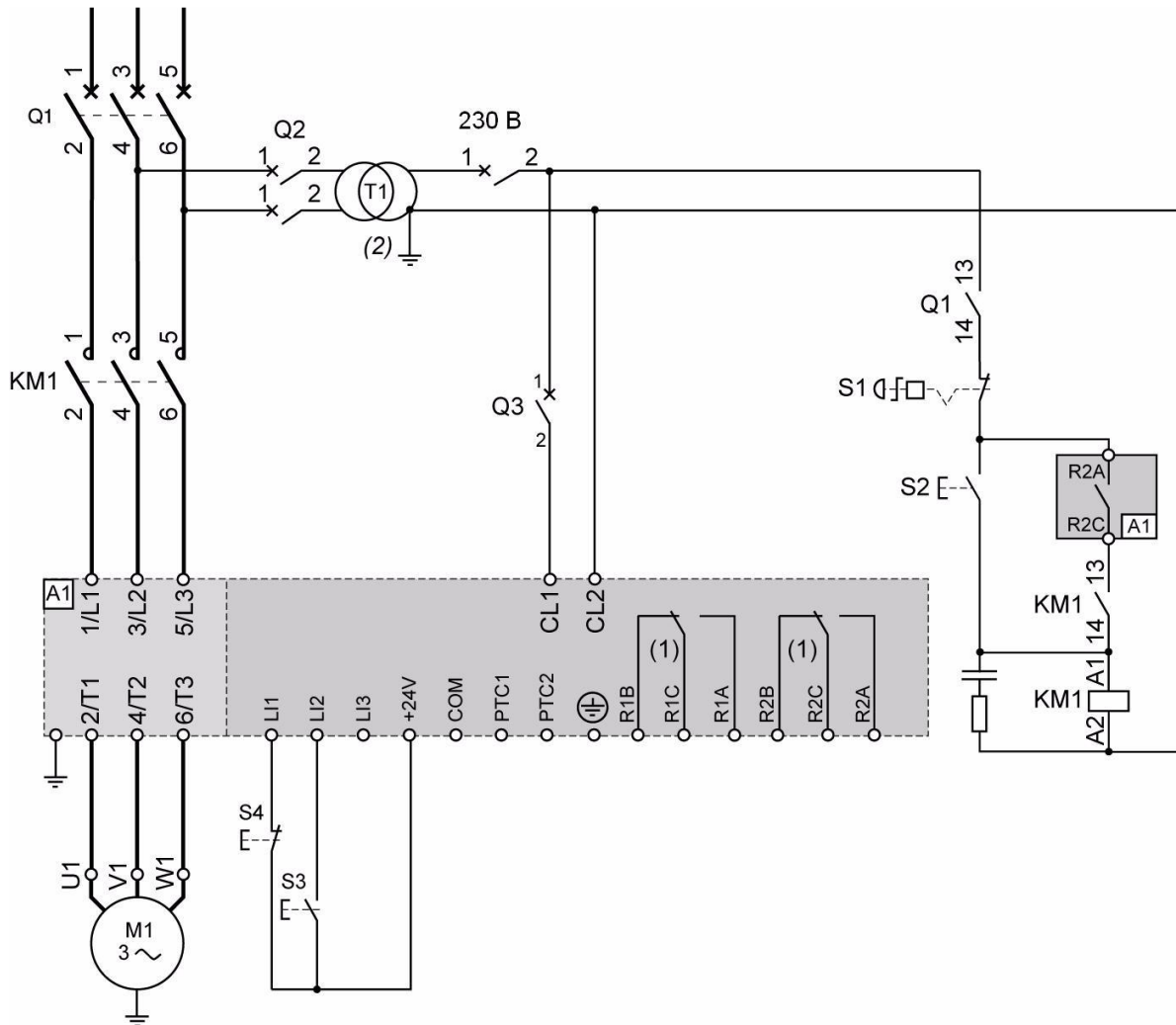


Рис. 3.6. Схема підключення УПП.

3.5 Процедура вибору параметрів

Процедура вибору та зміни параметрів складається з трьох етапів:

Використовуйте клавіші прокрутки, щоб обрати потрібне меню, потім натисніть клавішу ENT.

Усередині меню за допомогою клавіш прокрутки знайдіть потрібний параметр, після чого натисніть клавішу ENT.

Змініть значення параметра, використовуючи клавіші прокрутки, і натисніть ENT для збереження. Нове значення стане чинним відразу після натискання клавіші ENT. Наприклад, якщо під час запуску збільшити значення струмообмеження, то струм двигуна збільшиться негайно (максимум на 15 секунд).

Якщо вибране значення параметра правильне, його можна зберегти, натиснувши клавішу ENT. Якщо потрібно повернутися до попереднього значення, натисніть клавішу ESC або зачекайте 15 секунд, щоб пристрій Altistart 22 автоматично повернувся до попередніх налаштувань.

Висновки за розділом

У цьому розділі було розглянуто та проаналізовано існуючі методи зниження пускових струмів асинхронного електродвигуна з короткозамкненим ротором у приводі кормороздавача, і вибрано найефективніший варіант — використання пристрою плавного пуску (ППП). Впровадження цього рішення дозволило покращити характеристики електроприводу.

ВИСНОВКИ

Для підвищення продуктивності тваринництва, зниження витрат праці та собівартості основних видів тваринницької продукції в господарстві було проведено удосконалення процесу годівлі (кормороздавач РВК-Ф-45), освітлення (КЛЛ), обігріву та вентиляції (установка ТСУ-2-КЛУЗ «Кліматика»).

У першому розділі дипломного проекту дано загальну характеристику господарства. Аналіз виробничої діяльності показав, що рівень автоматизації галузі тваринництва не відповідає сучасному рівню і тим завданням, які стоять перед галуззю. Відповідно було розраховано і вибрано обладнання, яке підвищило рівень електрифікації та автоматизації технологічних процесів у телятнику. Було розглянуто питання водопостачання, вентиляції, обігріву, освітлення основних і допоміжних приміщень.

Більш детально було розглянуто питання годівлі тварин. Було розраховано номінальні параметри електроприводу кормороздавача. У результаті аналізу отриманих даних стало видно, що пуск електродвигуна супроводжується низкою негативних явищ. Для усунення цих явищ у проєкті запропоновано використовувати пристрій плавного пуску електропривода кормороздавача фірми Schneider electric типу Altistar 22.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевченко І.С. Системи автоматизованого електропривода виробничих установок. Навчальний посібник. Київ: ІСДО. 1994. 256с.
2. Трегуб В.Г. Основи проектування з елементами САПР. Київ: НУХТ, 2007. 67 с.
3. Андрющенко О.А. Основи автоматизованого проектування електромеханічних пристроїв і електромеханічних систем. Одеса: ОНПУ, 2011 345 с.
4. Ahmad Mukhtar. High Performance AC Drives: Modelling Analysis and Control. Springer, 2010. 290 p.
5. Жулай Є.Л., Зайцев Б.В. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній. Київ:: Вища освіта, 2001. 288 с.
6. Мартиненко І.І., Гончар В.Ф., Тищенко Л.П., Шарамок І.І. Електропривод і застосування електроенергії у сільському господарстві. Київ : Урожай, 1983 304 с.
7. Amara Y., Ben Ahmed H., Gabsi M. Hybrid Excited Synchronous Machines: Topologies, Design and Analysis. ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. Apart, 2022. 239 p.
8. Abu-Rub, Haithem. High performance control of AC drives with MatLAB/Simulink models. Abu Rub, Atif Iqbal, Jaroslaw Guzinski. 2012. April 514 p.
9. Barnes M. Practical Variable Speed Drives and Power Electronics. Newnes, 2003. 286 p.
10. Crowder R. Electric Drives and Electromechanical Systems: Applications and Control. 2nd Edition. Butterworth-Heinemann, 2020. 309 p.
11. El-Sharkawi M.A. Fundamentals of Electric Drives. 2nd Edition. Cengage Learn, 2019. 364 p.
12. Hughes Austin. Electric Motors and Drives. Third edition. — Newnes, 2006. 410 p.

13. Schröder D. Elektrische Antriebe - Grundlagen: Mit durchgerechneten Übungs - und Prüfungsaufgaben. Auflage. Springer, 2017. 838 p.
14. Seung-Ki Sul. Control of Electric Machine Drive System. Wiley, 2011. 414 p.