

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва
та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЛАВРИНОВИЧ ВІТАЛІЙ ВІТАЛІЙОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування модернізації електроприводу транспортного візка мобільного
кормороздавача для свиноферм

141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело

_____ В.В. Лавринович

Керівник роботи

Коновалов Олександр Васильович

Старший викладач кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

к. е. н: доцент Соколовський Олексій Феліксович

Житомир 2021

АНОТАЦІЯ

В роботі виконане обґрунтування модернізації електроприводу мобільного кормороздавача на відгодівельній свинофермі. Мобільний кормороздавач доцільно обладнувати електроприводами змінного струму з трифазними асинхронними двигунами з коротко замкнутим ротором.

Практична цінність обґрунтована та розроблена електрична схема електроприводу кормороздавача.

Обґрунтована методика та приведений приклад розрахунку електрообладнання електроприводу мобільного кормороздавача.

Лавринович В. В. «Обґрунтування модернізації електропривода мобільного кормороздавача на відгодівельній свинофермі»

Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

Поліський національний університет, Житомир, 2021.

Ключові слова: електропривід, електродвигун, електропостачання, енергозбереження, потужність.

ANNOTATION

The substantiation of modernization of the electric drive of the mobile feeder on a fattening pig farm is executed in work. It is expedient to equip forging the mobile forage distributor with electric drives of alternating current with three-phase asynchronous motors.

The practical value is substantiated and the electric scheme of the electric drive of the feeder is developed and developed. The method is substantiated and the example of calculation of the electric equipment of the mobile feeder drive is given.

Lavrynovych V.V. "Substation of modernization of the electric drive of a mobile feeder on a fattening pig farm "

Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualifying work for a Bachelor degree in specialty 141 "Electric power, electrical engineering and electromechanics" Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

Key words: electric drive, electric motor, power supply, energy saving, power.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1.....	7
ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МОБІЛЬНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА	7
1.1 Характеристика мобільного кормороздавача (МКР)	7
1.2 Опис роботи мобільного кормороздавача КС-1,7.	9
1.3 Електропривід мобільного кормороздавача КС-1,7.....	12
1.4 Особливості сучасних серій асинхронних електродвигунів.....	13
Висновки по першому розділу	13
РОЗДІЛ 2.....	15
РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНА.....	15
2.1 Визначення еквівалентної потужності машини та електродвигуна	15
2.2 Перевірка електродвигуна на перевантажувальну здатність:.....	16
2.3 Визначення повної, активної і реактивної потужності, споживаної електродвигуном з електричної мережі.....	17
Висновки до другого розділу	18
РОЗДІЛ 3.....	19
СХЕМА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ.....	19
3.1 Вимоги до схеми керування електроприводу транспортного візка. Опис роботи електрообладнання розробленої схеми управління та захисту електропривода транспортного візка мобільного кормороздавача.	19
3.2 Розрахунок і вибір електричних апаратів та елементів електричної схеми.	21
3.3 Вибір електромагнітних пускатів і проміжних реле	22
3.4 Вибір апаратів ручного управління.....	23
3.5 Вибір перемикачів	24

3.7 Вибір трансформатора	26
3.8 Розрахунок і вибір апаратів захисту.....	26
3.9 Вибір запобіжників	27
3.11 Розрахунок та вибір проводів і кабелів	28
3.12 Вибір провoda для ланцюгів управління.....	29
3.13 Вибір кабелів в силових ланцюгах	29
Висновки до третього розділу	29
ВИСНОВКИ	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:	32

ВСТУП

Для приводу машин агрегатів та потокових технологічних ліній промислового та сільськогосподарського призначення застосовуються електроприводи змінного та постійного струму. Вибір типу електропривода обумовлений особливостями технологічних операцій та іншими умовами.

В роботі виконано обґрунтування та розрахунок електроприводу мобільного кормороздавача

Актуальність теми: Впровадження електроприводів змінного струму на базі асинхронних двигунів дозволить підвищити надійність обладнання та зменшити його електроспоживання.

Об'єкт дослідження: Методи підвищення надійності та енергоефективності трифазних асинхронних двигунів з коротко замкнутим ротором.

Предмет дослідження: Причини виникнення відмов в елементах електропривода при його експлуатації.

Мета: Зменшення електроенергії що споживається електроприводом, підвищення його надійності та зменшення витрат на експлуатацію.

Завдання дослідження: Обґрунтувати та розробити електропривід мобільного кормороздавача КЄС-1,7, виконати розрахунок основних параметрів електрообладнання.

Методи дослідження: Аналіз виникнення відмов електродвигунів та пуско-захисної апаратури в електроприводах з трифазними асинхронними двигунами.

Впровадженні інженерні рішення: Розроблена принципіальна електрична схема електроприводу мобільного кормороздавача .

Практичне значення: Підвищення надійності електроприводу, зменшення споживання електроенергії. Розроблена методика розрахунку параметрів електрообладнання електроприводу кормороздавача КЄС-1,7.

Наукові публікації автора за темою дослідження:

1. Тези доповіді на тему «Розрахунок потужності та вибір електродвигуна приводу транспортного візка, мобільного кормороздавача». Лавринович В.В. Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. Житомир 2021 р. (20 травня)
2. Тези доповіді на тему «Дослідження можливості ефективної модернізації електрообладнання кормороздавачів при реконструкції тваринницьких ферм» Лавринович В.В., Костриця А.В., Коновалов О.В.. Збірник тез науково-практичної конференції 1-го туру всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей інженерії та енергетики «Студентські читання – 2021» Житомир 2021 (18 січня)

Структура та обсяг роботи: Робота містить анотацію, вступ, три розділи, висновки, література, додатки. Обсяг 25 сторінок А4 друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА МОБІЛЬНОГО КОРМОРОЗДАВАЧА

1.1 Характеристика мобільного кормороздавача (МКР)

Для роздавання кормів на відгодівельних свинофермах використовують мобільні кормороздавачі КЄС-1,7. Він містить візок з колесами, який рухається по рейкам вздовж фронту годівлі. На візку розміщується бункер, в який завантажується кормова суміш. Бункер обладнаний двома шнековими дозаторами. Видача кормо сумішей регулюється заслінками дозаторів.

Мобільний кормороздавач КС-1,7,призначений для роздавання кормових суміші на відгодівельних свинофермах.

Для запобігання підтікання корму вивантажувальний пристрій обладнаний спеціальним ущільненням. Переміщення заслінки в напрямних пристроях здійснюється штурвалом через шестерню і зубчасту рейку. Привод візка кормороздавача здійснюється від мотор-редуктора через ланцюгову

передачу, через розподільну коробку, а приводи вивантажувальних шнеків – клинопасовими передачами.[2, с. 123]

Загальний вигляд і будова кормороздавача КС-1,7 наводиться на рисунку 1.

На рисунку 1.1, зображено зовнішній вигляд мобільного кормороздавача на відгодівельній свинофермі і його будова.

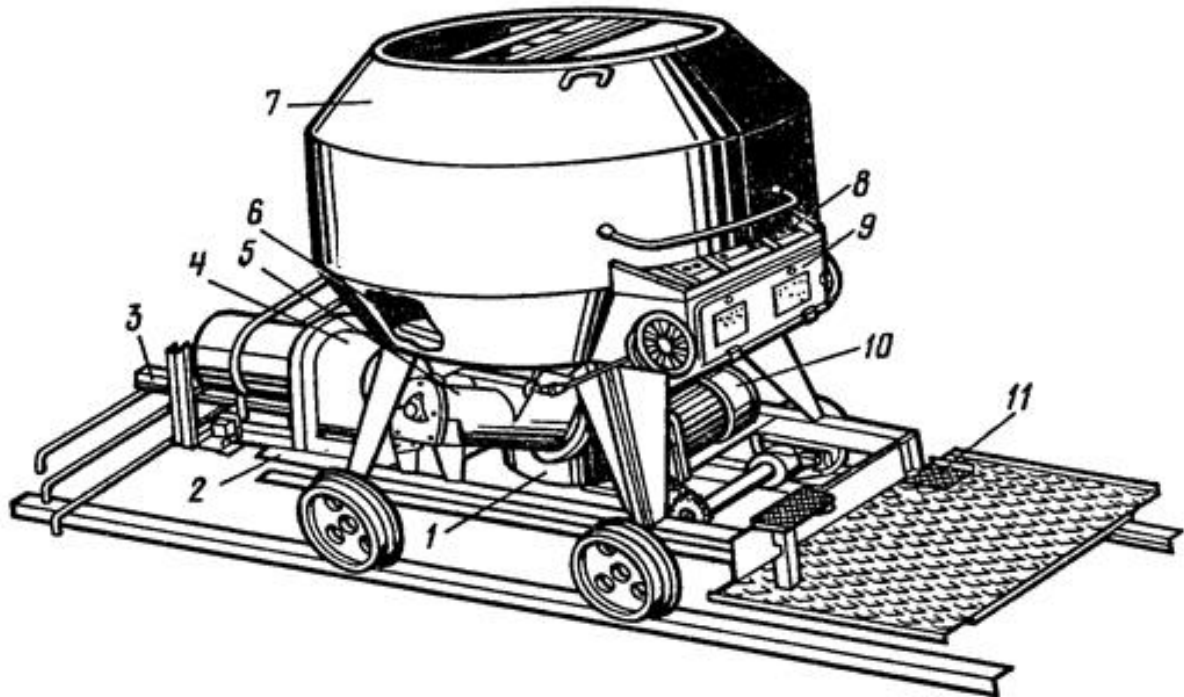


Рисунок 1.1 Зовнішній вигляд і будова мобільного кормороздавача КС-1,7.

1- розподільча коробка; 2- транспортний візок ; 3- пристрій автоматичного відключення електрообладнання кормороздавача при наїзді його на перешкоду, при русі вперед ; 5- дозатори зі шнеками і заслінками ; 7- бункер для кормової суміші; 8- пристрій для керування з органами ручного управління ; 9- панель з контрольно-вимірними приладами ; 10- електродвигун приводу транспортного візка; 11- педаль гальма;

Таблиця 1

Технічні характеристики мобільного кормороздавача КС-1,

Тип	Мобільний
Продуктивність при роздаванні, т/год	30
Ємність бункера, мЗ	2
Вологість кормових сумішей, %	80
Встановлена потужність, кВт	7,1
Швидкість пересування, м/с	0,033
Ширина колії, мм	750
Габаритні розміри, мм	-
-висота	1850
-ширина	2450
-довжина	1650
Маса, кг	1000

1.2 Опис роботи мобільного кормороздавача КС-1.7.

Кормороздавач являє собою двовісний візок, який пересувається над годівницями, по рейковому шляху. Останній розміщений на жорсткій металевій естакаді. На візку встановлений бункер, всередині якого вмонтовано два вивантажувальні шнеки. У нижній частині бункера є вивантажувальні вікна, які перекриваються заслінками. Привід заслінок ручний.

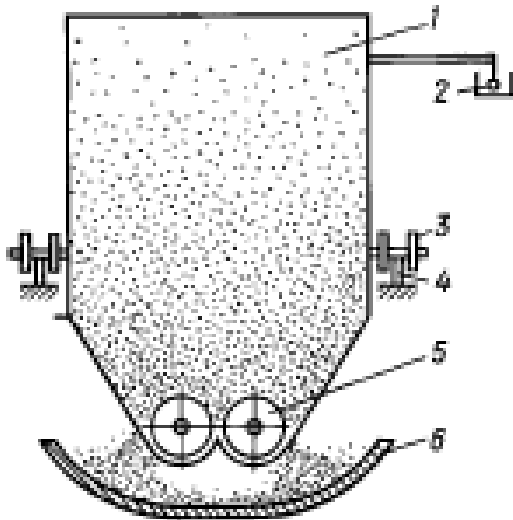


Рис.1.2. Технологічна схема мобільного кормороздавача КС-1,7

Технологічна схема, мобільного кормороздавача, складається з наступних елементів:

1- бункер; 2- кабель в лотку; 3- котки для переміщення мобільного кормороздавача; 4- напрямні рейки; 5- вивантажувальні шнеки; 6- годівниця;

Завантажування бункера здійснюється при закритих вивантажувальних вікнах, і зупинених вивантажувальних шнеків. Норма видачі корму регулюється величиною відкриття заслінок, а також зміною частоти обертання шнеків переставлянням ланцюга на блоці зірочок привода. Живлення до мобільного кормороздавача підводиться від електромережі змінного струму, через кабель, що розміщується в лотку.

Перед роздавання кормів в бункер мобільного кормороздавача КС-1,7, завантажуються кормосуміши з кормоцеху або мобільного транспорту. Перед початком роботи оператор вмикає змішувач, починається додаткове змішування кормів, після цього оператор вмикає електродвигун ходової частини (візка) кормороздавача для руху його уздовж годівниць вперед по рейках.

Мобільний кормороздавач може роздавати корми на одну або дві сторони, в залежності від вмикання шнеків і відкриття засувки двосторонній роздачі корму вмикають обидва шнека.

При виникненні перешкоди необхідно щоб кормороздавач зупинився, тому необхідно передбачити в складі електроприводу пристрій, для автоматичного вимикання електродвигуна руху кормороздавача.

Після завершення роздавання кормо сумішей або спорожнювання бункера зупиняють електродвигуни приводу вивантажувальних шнеків, а потім двигун кормороздавача переключають на зворотній хід і кормороздавач рухається в місце завантаження або стоянки.

Приводи візка і робочих органів здійснюється від автономних, незалежних один від одного, електродвигунів. Візок приводиться в роботу через редуктор і ланцюгову передачу[33, с. 80].

На Рис.1.3 зображена кінематична схема, мобільного кормороздавача КС-1,7

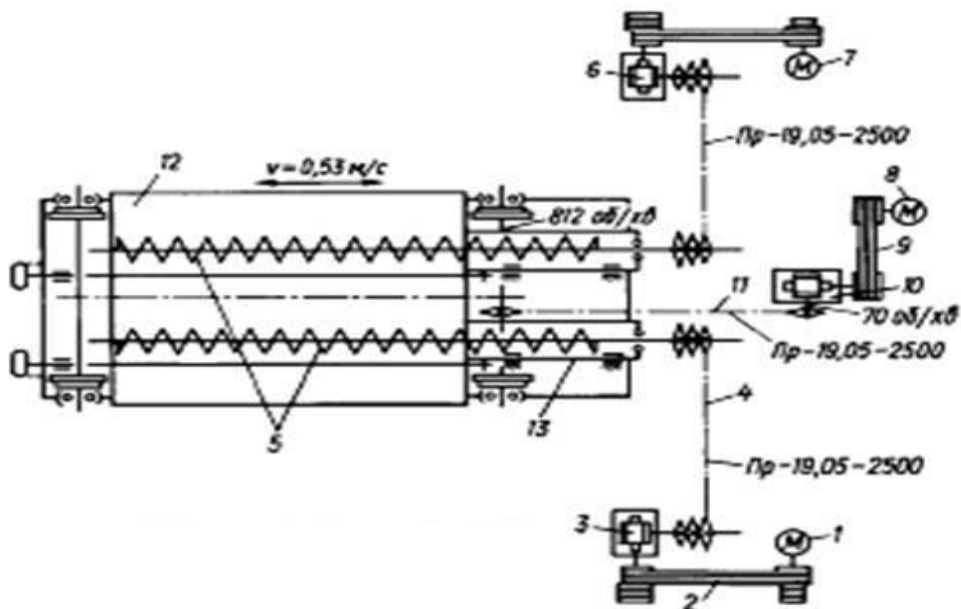


Рис.1.3. Кінематична схема мобільного кормороздавача включає в себе наступні елементи:

1,7,8- електродвигуни ; 2,9- пасові передачі; 3,6,10- редуктори; 4,11- ланцюгові передачі; 5 – вивантажувальні шнеки; 12- бункер; 13- шиберна засувка;

1.3 Електропривід мобільного кормороздавача КС-1,7.

Електропривід мобільного кормороздавача КСС-1,7 складається із трьох незалежних електроприводів:

- 1.Електропривід двигуна транспортного візка з потужністю- 4,0 Квт.
- 2.Електропривід першого вивантажувального шнека з потужністю - 1Квт.
- 3.Електропривід другого вивантажувального шнека з потужністю- 1Квт.

Станція управління містить контактнo-комутаційні апарати ручного та автоматичного керування, а також апарати автоматичного захисту старих серій випуску[17, с. 23].

Силіві кола електродвигунів та коло управління захищені від струмів короткого замикання та струмів перевантаження плавкими запобіжниками.

Захист електродвигунів від перегрівання струмами перевантаження здійснюється двополюсним тепловим реле, серії РТЛ.

Живлення мобільного кормороздавача здійснюється від трифазної чотирьох провідної мережі змінного струму з глухо заземленою нейтраллю.

Лінійна апруга 380 В, частота струму 50 Гц.[11, с. 58]

Таблиця 2

Основні дані мобільного електричного кормороздавача КСС-1,7

Тип	Продуктивність, т/год	Місткість Бункера, м	Кількість обслуговуваних тварин, год	Потужність кількість двигунів, кВт/шт	Швидкість при роздачі, м/с
КСС-1,7	31-62	1,7	600-1200 на відгодівлі	3,7/3	0,5

1.4 Особливості сучасних серій асинхронних електродвигунів

На даний час вітчизняне виробництво виготовляє двигуни серії АИ різних модифікацій. Попередня серія 4А базувалася на рекомендаціях МЕК та РЕВ відносно узгодження шкали потужностей та установчих розмірів. В основу серії були вперше покладені не габаритні діаметри осердя статора, як в колишніх серіях, а висоти осі обертання. Двигуни 4А охоплювали діапазон потужностей від 0,06 до 400 кВт і виконувалася на 17 стандартних висотах осі обертання. На кожній з висот, окрім 225 мм, випускалися двигуни двох різних довжин. З висотою осі обертання 225 мм випускалися двигуни тільки однієї довжини. Таким чином, шкала потужностей серії містила 33 ступені.

Серія АИ (Асинхронні Інтерелектро) була розроблена в рамках міжнародної організації Інтерелектро фахівцями колишніх країн соціалістичної співдружності. Двигуни серії АИ на відміну від серії 4А мають покращені енергетичні показники, покращені пускові характеристики, що відповідають рекомендаціям Публікації МЕК 34-12. з висотою осі обертання 200 мм і більше мають ступінь захисту IP23. Також двигуни серії АИ забезпечують підвищені показники надійності (термін служби до капітального ремонту не менше 10 років, але не більше 20000 год.), покращені віброакустичні характеристики (рівень шуму знижений у порівнянні з серією 4А на 10–15 дБ), знижені витрати активних матеріалів (міді – на 2,5 %, електротехнічної сталі – на 4 %), знижену масу і конструктивних матеріалів відповідно на 10–15 % і 15–20 %. Двигун основного виконання мають ступінь захисту IP54 і IP44.

Висновки по першому розділу

Особливості технологічних операцій мобільного кормороздавача на відгодівельних свинофермах, обладнання режими роботи електродвигунів та інші умови обумовлюють доцільність застосування для приводу мобільного

кормороздавача електрприводів змінного струму з асинхронними двигунами з коротко замкнутим ротором. Технічні характеристики асинхронних двигунів задовольняють вимогам до приводів даного призначення

В електроприводі мобільного кормороздавача застосовуються трифазні асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором, старої серії 4А. Схема управління виконана на релейно-контактних апаратах, випуск яких був початий 20-30 років тому. Тому виникла потреба виконати модернізацію електроприводу, а саме застосувати асинхронні двигуни нової серії АИ, та апарати керування та захисту останній серій. З метою підвищення надійності електропривода та зменшення енергоспоживання.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНА

Електродвигун вибирають за потужністю та швидкості обертання.

При цьому враховують технологію виробництва, вид передаточного механізму, умови навколишнього середовища та напругу мережі живлення:

$$\text{а) } P_{\text{дв}} \geq P_{\text{Е. Д}}$$

$$\text{б) } \omega_{\text{дв}} \approx \omega_{\text{М}}$$

2.1 Визначення еквівалентні потужності машини та електродвигуна

Еквівалентна потужність машини за робочий період

$$P_{\text{Е.М}} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}} \quad (2.1)$$

$$P_{\text{дв. ном.}} \geq k_3 P_{\text{Е. М}} / \eta_{\text{пер.}}, \quad (2.2)$$

$$P_{\text{Е. Д}} = 1,15 \cdot 2703 / 0,92 = 3379 \text{ Вт.}$$

Еквівалентна потужність двигуна на валу:

$$P_{\text{Е. Д}} = k_3 P_{\text{Е. М}} / \eta_{\text{пер.}},$$

де k_3 – коефіцієнт запасу, який залежить від типу і потужності вентилятора

$$(k_3 = 1,15)$$

$\eta_{\text{пер}}$ – коефіцієнт корисної дії пасової передачі ($\eta_{\text{п}} = 0,92$)

Потужність електродвигуна для привода визначається з виразу

$$P_{\text{дв. ном.}} \geq k_3 P_{\text{Е. М}} / \eta_{\text{пер.}},$$

$$P_{\text{Е. Д}} = 1,15 \cdot 2703 / 0,92 = 3379 \text{ Вт.}$$

Вибираю електродвигун за умовою $P_{\text{дв. ном.}} \geq P_{\text{е. д.}}$, тобто $P_{\text{н. д}} \geq 3379$ Вт.

Вибраний електродвигун має слідуючі характеристики: тип АИР132S8ЕЗ, $P_{\text{н}} = 4,0$ кВт, $I_{\text{н}} = 10,5$ А, $K_i = 6,0$, $n_{\text{н}} = 715$ об · хв⁻¹, ($\omega_{\text{н}} = 74,8$ с⁻¹),

$K_{\text{min.}} = 1,4$; $K_{\text{max.}} = 2,2$; $\cos \phi_{\text{ном}} = 0,7$; ККД. = 83 %; $U_{\text{н}} = 380$ В.

Перевірка вибраного електродвигуна на перевантажувальну здатність

Згідно характеристик вибраного електродвигуна перевіряємо пускові та перевантажувальні властивості електродвигуна.

Припустимо, що електродвигун запускають при найбільшому завантаженню

$$M_{\text{макс.}} = M_1 = P_1 / \omega_{\text{н}}$$

$$M_{\text{макс.}} = 3000 / 74,8 = 40,1 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

2.2 Перевірка електродвигуна на перевантажувальну здатність:

$$M_{\text{н(пер)}} = M_{\text{макс.}} / K_{\text{доп}} \quad (2.3)$$

де, $K_{\text{доп.}}$ - коефіцієнт допустимого перевантаження, $K_{\text{доп.}} = 0,75 \cdot K_{\text{max.}}$

Тоді:

$$M_{\text{н(пер)}} = 40,1 / 0,75 \cdot 2,2 = 24,3 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Номінальний момент двигуна

$$M_{\text{н}} = P_{\text{н}} / \omega_{\text{н}} \quad (2.4)$$

$$M_{\text{н}} = 4000 / 74,8 = 53,5 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Як видно з розрахунків $M_{\text{н}} > M_{\text{н(пер)}}$; $53,5 > 24,3$ Н · м.

Отже вибраний двигун відповідає умовам перевантаження.

Перевіряємо електродвигун за умовами пуску із врахуванням зниження напруги в мережі

$$M_{н.(пуск)} = \frac{1,25 \cdot M_{макс.}}{K_{мін} \cdot U^2},$$

де $K_{мін}$ – каталожне значення кратності мінімального моменту двигуна
 U - напруга мережі під час пуску двигуна у відносних одиницях, $U=0,925$

$$M_{н.(пуск)} = \frac{1,25 \cdot 40,1}{1,4 \cdot 0,925^2} = 41,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Як видно з розрахунків вибраний електродвигун забезпечить пуск електродвигуна візка кормороздавача так як згідно виміг $M_n > M_{н.(пуск)}$
 тобто $53,5 > 41,8$.

2.3 Визначення повної, активної і реактивної потужності, споживаної електродвигуном з електричної мережі

Активну потужність, споживану електродвигуном з електричної мережі, визначають за формулою:

$$P_{м.ном} = \frac{P_{ном} \cdot K_з}{\eta_{д.ном}} \quad (2.5)$$

де: $P_{ном}$ – номінальна потужність електродвигуна, ($P_{ном} = 4,0$ кВт)

$K_з$ – коефіцієнт завантаження ($K_з = 0,8$);

$\eta_{д.ном}$ - номінальне значення ккд електродвигуна ($\eta_{д.ном} = 0,83$).

$$P_{м.ном} = \frac{4,0 \cdot 0,8}{0,83} = 3,86 \text{ кВт}.$$

Реактивну потужність, споживану електродвигуном, визначають за формулою:

$$Q_{ном} = P_{м.ном} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ном} \quad (2.6)$$

де: $\operatorname{tg} \varphi_{ном}$ – тангенс кута ($\operatorname{tg} \varphi_{ном} = 1$) при номінальному значенні

$$\cos \varphi_{ном} = 0,7.$$

$$Q_{ном} = 3,86 \cdot 1 = 3,86 \text{кВар}.$$

Повну потужність, кВ·А, визначаємо за формулою

$$S_{\partial.ном} = \sqrt{P_{м.ном}^2 + Q_{ном}^2} \quad (2.7)$$

$$S_{\partial.ном} = \sqrt{3,86^2 + 3,86^2} = 5,46 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Висновки до другого розділу

Модернізований кормороздавач складається з трьох незалежних електроприводів з трифазним асинхронним двигуном з коротко замкнутим ротором, нової серії АИ.

Двигуни працюють в короткочасному режимі S2, розрахунок потужності виконаний методом еквівалентної потужності Розрахунокова потужність електроприводу транспортного візка, дорівнює $P_{дв.ср} = 3,9$ кВт. За каталогом вибрано асинхронний електродвигун з короткозамкнутим ротором типу АИС200М4У3, потужністю 4 кВт.

РОЗДІЛ 3

СХЕМА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТА РОЗРАХУНОК ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

3.1 Вимоги до схеми керування електроприводу транспортного візка. Опис роботи електрообладнання розробленої схеми управління та захисту електропривода транспортного візка мобільного кормороздавача.

Схема управління повинна забезпечити:

1. Ручний пуск і зупинку електроприводу.
2. Роботу електропривода транспортного візка в режимі реверсування, для забезпечення руху візка вперед і назад вздовж фронту годівлі тварин.
3. Зупинку двигунів приводу шнеків на заданих ділянках лінії роздавання кормів.
4. Автоматичне відключення електроприводу транспортного візка при його наїзді на перешкоду при русі вперед.
5. Автоматичний захист силових кіл і кіл керування від струмів короткого замикання та струмів перевантаження.
6. Автоматичний захист електродвигунів від перегрівання струмами перевантаження
7. Електричне блокування одночасного вмикання магнітних пускачів ланцюга управління транспортного візка.
8. Сигналізацію режимів роботи електроприводів.

Розроблена електрична схема електроприводу транспортного візка кормороздавача представлена на рисунку 4.

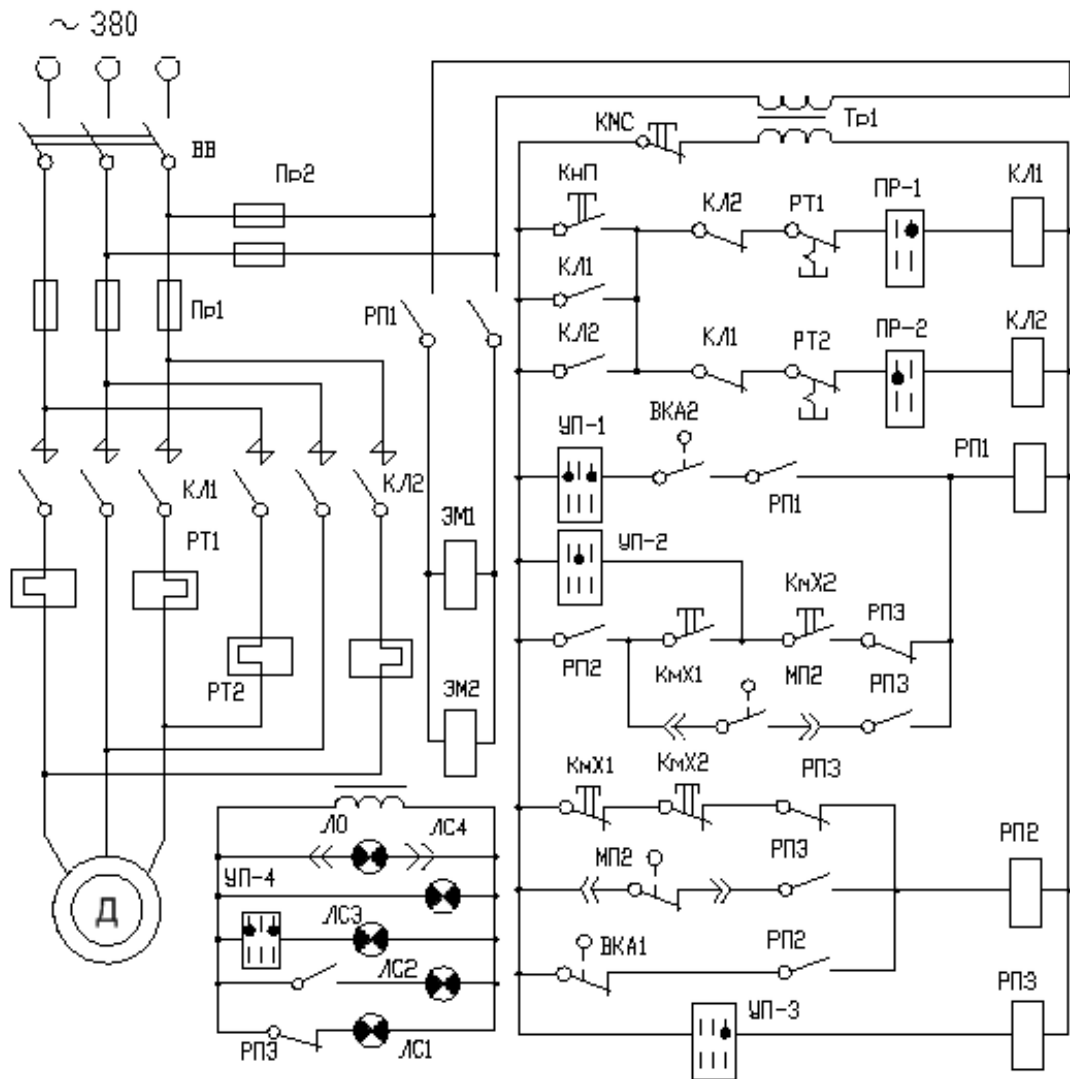


Рисунок 4 - Електрична схема управління транспортним візком мобільного кормороздавача КСС-1,7

Опис роботи електрообладнання розробленої схеми управління та захисту електропривода транспортного візка мобільного кормороздавача.

Оператор подає трифазну напругу живлення на електропривід за допомогою автоматичного вимикача ВВ. Для руху вперед оператор вмикає кнопку КнП. В цьому випадку включається магнітний пускач КЛ1. При замиканні його силових контактів трифазна напруга подається на електродвигун і візок рухається вперед. Для руху назад оператор перемикач РП ставить в положення 2 і натискає кнопку КнП. В цьому випадку

включається в роботу пускач КЛ2 і вимикається пускач КЛ1. При замиканні силових контактів пускача КЛ2 на двигун подається трифазна напруга з іншим порядком слідування фаз і двигун реверсується. Візок змінює напрям руху на протилежний. Захист силового кола та кола управління від струмів короткого замикання та струмів перевантажень здійснюється плавкими запобіжниками Пр1, Пр2. Захист електродвигуна від перегрівання струмами перевантажень здійснюється тепловими реле РТ1, РТ2. Сигналізація режимів роботи електрообладнання здійснюється сигнальними лампочками ЛС1, ЛС2, ЛС3, ЛС4.

3.2 Розрахунок і вибір електричних апаратів та елементів електричної схеми.

Для вибору електричних апаратів робимо розрахунок струму в окремих ланцюгах схеми. В даній схемі кормороздавача струм, що протікає в силовому ланцюгу, визначається електродвигуном. Обмотки електромагнітів споживають незначний струм.

Номінальний струм електродвигуна:

$$I_{ном} = \frac{P_{ном}}{U \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi \cdot \eta}, \quad (4.1)$$

$$I_{ном} = \frac{31,5}{0,38 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,92 \cdot 0,875} = 59,4(A)$$

Виберемо виходячи з технологічних умов два однакових електромагніта, вони служать для управління електромагнітною муфтою. Електротехнічна промисловість спеціально для таких цілей випускає електромагніти типу ЕМЛ1203. За каталогом вибираємо електромагніт ЕМЛ1203 У3-1 в бризго захищеному виконанні, з гнучкими виводами.

Структурні позначення електромагніту:

ЕМЛ1203 ХХ-Х:

ЕМЛ - електромагніт ліцензійний,

1 - габарит електромагніта,

2 - спосіб впливу на виконавчий механізм,

0 - режим роботи (відносна тривалість включення) ПВ = 100; 40% ,

3 - ступінь захисту (близько захисту) IP54 по ГОСТ 14254 96 ,

1 - з гнучкими виводами;

2 - з електричним з'єднувачем по ТУ 16-434.153 86.

Таблиця 3.1

Технічні характеристики електромагніту

Номінальна напруга, В	Номінальне тягове зусилля, Н	Час, с		Номінальна потужність, Вт	Номінальна частота включень, вкл / год
		спрац.	возвр.		
380	47	50	50	25	8000

Номінальний струм електромагнітів:

$$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{U},$$

$$I_{ном} = \frac{S_{ном}}{0,38} = \frac{0,025}{0,38} = 0,6A \quad (4.2)$$

3.3 Вибір електромагнітних пускатів і проміжних реле

Електромагнітні пускаті необхідно вибирати тільки для управління силовими навантаженнями. У випадку, якщо електромагнітний пускат не комутується силовий ланцюг має перевагу при виборі, яку необхідно віддавати проміжним реле, які відрізняються від електромагнітних пускатів малими габаритами і низькою споживаною потужністю.

Вибираємо найбільш поширений в даний час пускач серії ПМЛ. За розрахунком струму вибираємо пускач КМ1 ПМЛ-4160МУ2В, так як необхідний ще один допоміжний замикає контакт, вибираємо приставку ПКЛ-11МУ4А (1з +1 р).

Таблиця 3.2

Технічні характеристики пускачів

Позначення і типи пускачів		Напруга контактів, В	Струм головних контактів А	число головних контактів в зам / роз м	число допоміжних контактів зам / роз	Напруга котушки, В
КМ1 ПМЛ-4160МУ2В	потрібно	380	59,4	3/0	2/0	110
з приставкою ПКЛ-11МУ4А (1з+1р)	вибрано	380	63	3/0	2/2	110

3.4 Вибір апаратів ручного управління

До апаратів управління відносяться: кнопки управління, вимикачі, перемикачі, кінцеві і шляхові вимикачі. Вибір здійснюється:

По номінальній напрузі мережі:

$$U_{ном} \geq U_{ном.с} \quad (3.3)$$

По тривалому розрахунковому струму ланцюга:

$$I_{ном} \geq I_{трив}, \quad (4.4)$$

$$I_{відк} \geq I_{трив}. \quad (4.5)$$

Тривалий розрахунковий струм ланцюга:

$$I_{трив} = S / U_{ном}, \quad (4.6)$$

де S - найбільша сумарна потужність, споживана апаратами при одночасній роботі.

$$S = \sum S_{pi}, \quad (4.7)$$

де S_{pi} - потужність споживана кожним окремим апаратом у включеним.

В даній схемі преса напруга в ланцюгах управління складає 110 В, максимальна кількість одночасно включених апаратів - 1 магнітний пускач четвертої величини і 3 проміжних реле. Згідноз довідковими даними магнітний пускач четвертої величини під час роботи споживає потужність 20 ВА, а проміжне реле 8 ВА. За формулою (4.6) визначаємо тривалий розрахунковий струм:

$$I_{трив} = \frac{20 + 3 \cdot 8}{110} = 0,44.$$

3.5 Вибір перемикачів

У схемі є перемикач SA1, який забезпечує два режими роботи мобільного кормороздавача - поодинокими і безперервними ходами. За розрахунком струму вибираємо перемикач типу ПЕ011 відкритого виконання з рукояткою на два положення, номінальним струмом 10 А, що задовольняє умові (4.4).

Таблиця 3.3

Технічні характеристики перемикачів

позиційне позначення	Серія	Номинальна напруга, В	Номинальний струм, А	число полюсів	ступінь захисту
УП1	ПЕ011	110	10	1	IP44

3.6 Вибір кінцевих вимикачів

У схемі управління для обмеження переміщення повзуна є два шляхових вимикача SQ1 і SQ2. Вибираємо два однакових шляхових вимикача серії ВПК-2111БУЗ в захищеному виконанні (IP67) з роликівим штовхачем, на номінальний струм 10 А , що відповідає умові (6.4).

Позначення шляхових вимикачів

ВПК2Х1ХБХХ:

ВПК - вимикач шляховий.

Х - введення провідників, ступеня захисту по ГОСТ 1425480: 0-базове кріплення, ступінь захисту IP00; 1-базове кріплення, різьбовий неущільнений або прітичної

неущільнений введення, ступінь захисту IP67 (IP54 *), 2-фронтальне кріплення для розміщення в нішу, ступінь захисту IP00;

1 - умовне позначення двопо лусного вимикача з поєднанням контактів.

2-важіль з роликом.

Б - умовне позначення виконання вимикача з біметалічними контактами;

Таблиця 3.4

Технічні характеристики вимикачів шляхових

позиційне позначення	Серія	Номінальна напруга, В	Номінальний струм, А	вид приводу	ступінь захисту
SQ1 і SQ2	ВПК-2111БУЗ	110	10	роликовий штовхач	IP67

3.7 Вибір трансформатора

У схемі управління преса використовується однофазний понижуючий трансформатор напруги 220/110 В. Визначимо потужність трансформатора, для цього визначимо потужність, споживану ланцюгом управління:

$$S_{mp} = S_{ynp} = 0,35 \cdot m \cdot S_y + 0,4 \cdot n \cdot S_\epsilon, \quad (4.8)$$

Максимальна кількість одночасно включених апаратів - 1 магнітний пускач четвертої величини і 3 проміжних реле. Згідно довідковими даними магнітні пускачі четвертої величини в робочому стані споживає потужність 20 ВА, а реле напруги 8 ВА

$$S_{mp} = S_{ynp} = 0,35 \cdot 3 \cdot 8 + 0,35 \cdot 1 \cdot 20 + 0,4 \cdot 3 \cdot 68 + 0,4 \cdot 1 \cdot 200 = 177 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

Вибираємо трансформатор типу ОСМ1-0, 380/110 потужністю 400 ВА.

3.8 Розрахунок і вибір апаратів захисту

Апаратом захисту – це пристрій, який автоматично відключає і захищає електричний ланцюг при режимах роботи, які значно відрізняються від номінальних.

3.9 Вибір запобіжників

Запобіжники вибираються за:

Номінальною напругою:

$$U_{ном.пр} \geq U_{ном.с}, \quad (4.9)$$

по тривалому розрахунковому струму лінії:

$$I_{ном.пл.вст} \geq I_{трив.} \quad (4.10)$$

Номінальна напруга мережі 110 В, тривалий розрахунковий струм склав 0,4 А. Вибираємо плавкий запобіжник серії НПН з номінальним струмом плавкої вставки 6 А, що задовольняє умові (4.3).

3.10 Вибір автоматичних вимикачів

Вибір автоматичних вимикачів проводиться за номінальною напругою і струму з дотриманням наступних умов.

$$U_{ном.а} \geq U_{ном.с}, \quad (4.11)$$

$$I_{ном.т.р.} \geq 1,25I_{ном}, \quad (4.12)$$

$$I_{відсіч} \geq 1,25I_{пуск}. \quad (4.13)$$

Номінальний струм всього ланцюга дорівнює сумі номінальних струмів електромагнітів, двигуна, трансформатора. Номінальний струм електродвигуна було розраховано в попередньому пункті і склав 59,4 А, номінальний струм електромагнітів при підрахунку склав 0,4 А.

Необхідно знайти номінальний струм трансформатора:

$$I_{розр} = S_{ном} / U_{ном}, \quad (4.14)$$

$$I_{розр} = 400 / 220 = 1,81А.$$

Тоді номінальний струм усієї схеми буде дорівнює:

$$I_{ном.сх} = I_{ном.дв} + 2 \cdot I_{ном.маг} + I_{ном.тр}, \quad (4.15)$$

$$I_{ном.сх} = 59,4 + 2 \cdot 0,4 + 1,81 = 62,01А$$

Підставляємо розрахунковий струм схеми в умову (4.12):

$$I_{\text{ном.т.р.}} \geq 1,25 \cdot 62,01$$

$$I_{\text{ном.т.р.}} \geq 77,5 \text{ A}$$

Вибираємо автомат типу ВА51-31. Визначимо струм не спрацювання електромагнітного розчіплювача, який не повинен перевищувати пускового струму електродвигуна .

$$80 \cdot 7 \geq 59,4 \cdot 1,25 \cdot 7$$

$$560 \geq 519,75 \text{ A} .$$

Обраний автомат задовольняє всім умовам.

3.11 Розрахунок та вибір проводів і кабелів

При виборі виду електропроводки, електропроводів і способу прокладання проводів та кабелів повинні враховуватися вимоги електробезпеки і протипожежної безпеки. Перетин провідників повинен бути вибраний за умовами їх нагрівання електричним струмом.

Умови на нагрівання проводів тривалим розрахунковим струмом має вигляд:

$$I_{\text{допуст}} \geq I_{\text{розр}} , \quad (4.16)$$

$$I_{\text{допуст}} \geq K_3 \cdot I_3 . \quad (4.17)$$

де $I_{\text{допуст}}$ - допустимий тривалий струм для електропроводу або кабелю за нормальних умов прокладки, який визначається за таблицями тривалих допустимих струмових навантажень на дроти та кабелі;

$I_{\text{розр}}$ - Тривалий розрахунковий струм лінії;

I_3 - Номінальний струм або струм спрацьовування захисного апарату;

K_3 - Кратність тривалого допустимого струму. Для проводу, який захищений автоматичним вимикачем, $K_3 = 1$ а запобіжником $K_3 = 0,33$).

3.12 Вибір провода для ланцюгів управління

Розрахунковий струм кіл керування дорівнює 0,4 А , ланцюги управління захищені запобіжником НПН з номінальним струмом плавкої вставки 6 А. Обираємо для ланцюгів управління кабель ПВ1 перетином $0,5\text{мм}^2$ т.к. з тривало допустимим струмом 11 А. Оскільки провід знаходиться у джгуті, то тривало допустимий струм необхідно зменшити до 8,8 А.

Згідно умови (4.16). Перевіримо вибраний провід по умові (4.17)

$$8,8 \geq 6 \cdot 0,33 = 8,8 \geq 1,98$$

Обраний провід (ПВ 1x0,5) відповідає всім умовам.

3.13 Вибір кабелів в силових ланцюгах

Вибираємо кабель для живлення двигуна М. Розрахунковий струм в ланцюзі електродвигуна дорівнює 59,4 А.

Двигун захищений автоматичним вимикачем ВА51-31, з номінальним струмом розчеплювача 80 А. Вибираємо кабель АВВГ 3x25 +1 x16 з допустимим струмом 88 А, тому що $88 \geq 80$. Перевіримо вибраний кабель по другій умові:

$$88 \geq 80 \cdot 1 = 88 \geq 80$$

Даний кабель підходить для живлення двигуна.

Висновки до третього розділу

Схема керування мобільним кормороздавом забезпечує ручне управління індивідуальними електроприводами транспортного візка, та дозаторів-роздавачів. Схема управління транспортним візком забезпечує реверсивний режим роботи трифазного асинхронного двигуна, а також схема

управління забезпечує автоматичне відключення електродвигуна транспортного візка при наїзді його на перешкоду при русі вперед. Схема виконана переважно на контактних комутаційних апаратах старих серій, тому потребує заміни апаратів керування та захисту на апарати сучасного виконня . Потужність ланцюга управління дорівнює $S_{mp}=177 \text{ В}\cdot\text{А}$. При виборі магнітних пускачів, вибираємо найбільш поширений в даний час пускач серії ПМЛ.

ВИСНОВКИ

Особливості технологічних операцій мобільного кормороздавача на відгодівельних свинофермах, обладнання режими роботи електродвигунів та інші умови обумовлюють доцільність застосування для приводу мобільного кормороздавача електродвигунів змінного струму з асинхронними двигунами з коротко замкнутим ротором.

Технічні характеристики асинхронних двигунів задовольняють вимогам до приводів данного призначення

В електроприводі мобільного кормороздавача застосовуються трифазні асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором, старої серії 4А. Схема управління виконана на релейно-контактних апаратах . випуск яких був початий 20-30 років тому. Тому виникла потреба виконати модернізацію електроприводу, а саме застосувати асинхронні двигуни нової серії АИ, та апарати керування та захисту останній серій. Розрахункова потужність електроприводу транспортного візка, дорівнює $P_{дв.ср} = 3,3$ кВт. Виходячи із тривалого режиму роботи електродвигуна S1 і навантажувальної діаграми , розрахована потужність даного двигуна , та вибраний його тип за каталогом . За каталогом вибрано асинхронний електродвигун з короткозамкнутим ротором типу АИС200М4У3 потужністю 4 кВт ступінь захисту двигуна від впливів навколишнього середовища IP54.

Схема керування мобільним кормороздавачем забезпечує ручне управління індивідуальними електроприводами транспортного візка, та дозаторів-роздавачів. Схема управління транспортним візком забезпечує реверсивний режим роботи трифазного асинхронного двигуна, а також схема управління забезпечує автоматичне відключення електродвигуна транспортного візка при наїзді його на перешкоду при русі вперед. Схема виконана переважно на контактних комутаційних апаратах старих серій, тому потребує заміни апаратів керування та захисту на апарати сучасного виконання . Потужність ланцюга управління дорівнює $S_{mp} = 177$ В·А.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Белікова Л.Я. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – О. : Наука і техніка, 2012. – 480 с.
2. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Н. М. Недилько. - М.: Агропромиздат, 1986. - 368 с.
3. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. - М.: Колос, 2004. - 344 с.
4. Будзко И.А. Электроснабжение сельскохозяйственного производства. Справочник. М.: Колос, 1974 – 352с.
5. Гаврилюк І. А. Електропривод в АПК. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2009. - 280 с.
6. Гаврилюк І. А. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та поточкових ліній : підруч. / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2008. - 260 с.
7. Гессен В.Ю., Григор'єв Ю.О. Електричні станції і підстанції. К.: Вища школа, 1970 – 479с.
8. Гончар В. Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок : навч. посіб. / В. Ф. Гончар, Л. П. Тищенко. - К. : Вища шк., 1989.-343 с.
9. ГОСТ 21128-83 «Системы злектроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники злектрической знергии. Номинальнїе напряжения свїше 1000 В и допускаемїе отклонения».
10. ГОСТ 282249-93 " Короткие замыкания в злектроустановках. Методы расчета в злектроустановках переменного тока до 1 кВ" (введен с 01.01.97р.).

11. ГОСТ 721-77 «Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В».
12. Електропривод : підруч. / Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І. Савченко та ін.; за ред. Ю. М. Лавріненка. - К.: „Ліра-К”, 2009. - 504 с.
13. Електропривід : підруч. / О. С. Марченко, Ю. М. Лавріненко, П. І. Савченко, Є. Л. Жулай; за ред. О. С. Марченка. - К.: Урожай, 1995-208с
14. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній : підруч. / Є. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лавріненко та ін. ; за ред. Є. Л. Жулая. - К.: Вища освіта, 2001. - 288 с.
15. Закон України "Про електроенергетику" // Відомості Верховної Ради України, 1998. №1.
16. И.Л. Каганов. Курсовое и дипломное проектирование. - М.; «Агропромиздат», 1990.-351 с.
17. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. - М.: Агропромиздат, 1990. - 35 с.
18. Кацман М.М. Электрические машины. – М. : Высшая школа, 1990. – 463 с. 21. Кацман М.М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электроприводу. – М. : Издательский центр "Академия", 2011. – 256 с.
19. Куценко Ю.М. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлев та ін. – К. : Аграрна освіта, 2013 – 449 с.
20. Климентовський Ю. А. Технічні засоби автоматики / Ю. А. Климентовський, А. М. Гладкий. - К.: Вид-во „ДВІД”, 2003. - 238 с.
21. Мартыненко И. И. Автоматика и автоматизация производственных процессов / Мартыненко И. И., Головинский Б. Л., Проценко Р. Д. - М.: Агропромиздат, 1985. - 335 с.
22. Марченко І.І., Лисенко В.М., Тищенко Л.П., Лукач В.С. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства. К.: Вища школа, 1999 – 201с.

23. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів механіко-технологічного факультету / Лисиченко М. Л., Масюткін Є. П., Ільчов І. П. та ін. - Харків, 2006. -130 с.
24. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник/ . В В.Москаленко. – М.: Высшая школа, 2001. – 596с.
25. Правила устройства электроустановок. - М: Энергоатомиздат, 1986. - 648с.
26. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Дисконт, 1995.-260с.
27. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Основа, 1998.
28. Практикум з електропривода. В.С. Олійник, О.С. Марченко, Є. Л. Жулай та ін.; – К.: Урожай, 1995. – 192 с.
29. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства / Под. ред. Будзко И.А. - М.: Колос, 1982. - 319 с.
30. Практикум по электроприводу в сельском хозяйстве / Савченко П. И., Гаврилюк И. А., Земляной И. Н. и др. - М.: Колос, 1996. - 224 с.
31. Практикум з електроприводу і електрообладнання ; уклад.: Ю. М. Лавріненко, О. Ю. Синявський, П. В. Олійник. - К. : Видав, центр НУБіП, 2008. - 78 с.
32. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства. К.: Вища школа, 1983 – 343с.
33. Руководящие материалы по проектированию электроснабжения сельского хозяйства. ВГПИ й НИИ «Сельэнергопроект». - М.: 1981. - 106 с.
34. Черник М.А. Электричні машини: збірник задач / М.А. Черник, В.Г. Гайдук. – К. : Львівська політехніка, 2008. – 176 с.
35. Чиликин М. Г. Общий курс электропривода / М. Г. Чиликин, А. С. Сандлер. -М.: Энергоиздат, 1981. - 576 с.