

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Дідок Наталія Василівна

УДК 631.3:636.084.74

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування варіанту модернізації електроприводів технологічного
обладнання для приготування кормів

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

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

Керівник роботи
Прядко Володимир
Анатолійович
старший викладач кафедри
електрифікації,
автоматизації виробництва
та інженерної екології

Консультант
доцент
Гончаренко Ю. П

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Дідок Н. В. Обґрунтування варіанту модернізації електроприводів технологічного обладнання для приготування кормів. – 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 приготування кормів.

Ключові слова: гвинтовий транспортер, електропривод, подрібнювач зерна, модернізація, розробка, установка, схеми керування.

ANOTATION

Didok N. V. Substantiation of the option of modernisation of electric drives of technological equipment for feed preparation. Qualification work for the bachelor's degree in speciality 141 ‘Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics.’ - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

This qualification work presents the developed technologies, selected technological equipment. The development of circuit options and the selection of electric motors, control devices, protection during the modernisation of electrotechnological equipment for feed preparation.

Key words: screw conveyor, electric drive, grain chopper, modernisation, development, installation, control schemes.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ОБ’ЄКТІВ ПРОЕКТУВАННЯ....	6
1.1. Характеристика зернотоку.....	6
1.2. Характеристика кормоцеху.....	7
Висновки до першого розділу.....	7
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	8
2.1.1. Розробка технології для завантаження зерна.....	8
2.1.2. Вибір транспортера для завантаження зерна.. ..	8
2.2.1.Характеристика технологічного процесу подрібнення зерна.....	9
2.2.2. Вибір робочої машини для подрібнення зерна.....	11
2.2.3. Перевірковий розрахунок потужності і вибір електродвигуна.....	12
Висновки до другого розділу.....	13
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ.....	14
3.1.1. Розробка принципової електричної схеми танспортера.....	14
3.1.2. Обґрунтування вибору апаратів схеми.....	15
3.1.3. Складання переліку апаратів схеми.....	16
3.1.4. Розробка шафи керування.....	16
3.2.1. Розробка принципової електричної схеми дробарки.....	16
3.2.2. Обґрунтування вибору апаратів схеми.....	18
3.2.3. Розробка переліку апаратів схеми.....	19
Висновки до третього розділу.....	20
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	22

ВСТУП

Актуальність теми.

Коли на полях зерно в колосках дозріває його при допомозі комбайнів скошують, обмолочують і вивантажують в автомобілі які доставляють зерно на зернотоки де його сушать, очищають, сортують розділяють на фракції для використання як насіння, продовольче яке мелють на муку і фуражне зерно яке служить для приготування кормо сумішей.

Одним із основних технологічних та допоміжних процесів у фермерських господарствах є транспортування, приготування і роздача кормів на основі та використанні фуражного зерна.

На даний час в сільськогосподарському виробництві використовуються застарілі технології і електротехнологічне обладнання і в значній мірі відчувається нехватка спеціалістів і робітників.

Застосувати передові технології, впровадити комплексну електромеханізацію виробничих процесів з впровадженням електромеханізованих та автоматизованих електроприводів для технологічного обладнання при транспортуванні і приготуванні кормів буде являтися пріоритетним напрямком виконання роботи.

Особливо це відноситься до впровадження електроприводів які використовуються при транспортуванні, подрібненні концентрованих кормів, зерна, які входять до складу кормосумішей.

В роботі буде розглянуте питання обґрунтування модернізації електроприводів технологічного обладнання для завантаження та подрібнення зерна для приготування кормів.

Тому тема являється актуальною так як може бути використані при проектуванні, реконструкції і впровадженні для приготування кормів.

Об'єктом проектування являється зерносковище і кормоцех.

В роботі будуть розроблені технології виконання виробничих процесів, вибране електротехнологічне обладнання для завантаження зерна з завального

бункера на мобільний транспорт та подрібнення зерна для приготування кормів в кормоцеху.

Об'єкт дослідження –технології процесів та електроприводи для завантаження на мобільний транспорт та подрібнення зерна в кормоцеху.

Предмет дослідження – електротехнологічне обладнання для завантаження на мобільний транспорт та подрібнення зерна.

Мета і завдання –модернізація схем керування електроприводами.

Практичне значення – модернізоване електротехнологічне обладнання завантаження зерна в значній мірі зменшить затрати людських ресурсів, що на даний час так необхідно і підвищить продуктивність праці і якість кормів.

Результати досліджень були представлені на конференціях і опубліковані в збірниках тез.

Перелік публікацій

1. Дідок Н. В.Дослідження та аналіз можливості модернізації електроприводу норії. Збірник тез 23 квітня 2025 року. Житомир: Поліський національний університет.63-65 с.

2. Дідок Н. В., Прядко В. А. Принципи розробки автоматизації процесів для приготування кормів. Матеріали науково – практичної конференції «СТУДЕНСЬКІ ЧИТАННЯ - 2024» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет. 69-72 с.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ ПРОЕКТУВАННЯ

1.1 Характеристика зернотоку

Як показують дослідження та аналіз на сьогоднішній день в значній мірі збільшується збір зернових фермерськими господарствами за рахунок викупу і оренди земельних паїв. Постало питання про підвищення продуктивності праці при первинній обробці, транспортуванні, переробці і зберіганні зернових.

Тому фермерам слід розглянути питання реконструкції, капітальному ремонту виробничих приміщень і площ з врахуванням ефективних технологічних процесів з використанням модернізації електротехнологічного обладнання з метою комплексної електромеханізації, автоматизації виробничих процесів з застосуванням ефективного електротехнологічного обладнання з метою зменшення застосування людської праці що відіграє важливу роль під час війни.

Автоматизація фермерського сільськогосподарського виробництва підвищує надійність і продовжує термін роботи устаткування, полегшує і оздоровлює умови праці, підвищує безпеку праці і робить її престижнішою, скорочує текучість робочої сили і економічність затрати праці, збільшує кількість і підвищує якість продукції, прискорює процес стирання відмінностей між розумовою і фізичною працею, промисловою і сільськогосподарською.

Впровадженню засобів автоматики сприяє науково-технічний прогрес в сільському господарстві, який полягає в швидкому зростанні технічної і енергетичної озброєності сільськогосподарської праці,

Об'єктом проектування являється територія зернотоку, розмірами 36 x 18 x 4 м. На території зернотоку знаходяться: забетонована площадка 30 x 20 м для післякомбайнового обробітку та природнього сушіння зерна, для очищення зерна використовують зерноочисну машину типу ОВП-20, посівний матеріал очищають і сортирують очисно сортувальною машиною ОС-4,5А, зерносховище, автомобіле підйомник, вага, завальний бункер для прийому зернових з мобільного транспорту.

1.2 Характеристика кормоцеху

Кормоцех це приміщення яке знаходиться як правило на тваринницьких і птахофермах де готуються корми для згодовування. В залежності від раціону приготування кормів в кормоцехах встановлюється відповідне електротехнологічне обладнання, яке забезпечує підготовку, приготування та завантаження кормів для кормороздавачі.

До технологічних процесів кормоприготування відносяться: миття корнебульбоплодів, подрібнення соковитих, грубих, концентрованих кормів, їх змішування, запарювання [4].

Це стосується при подрібненні концентрованих кормів, особливо зерна, яке входять до складу кормосумішей.

Концентровані корми (зерно) в основному подрібнюють молотковими дробарками, рідше – плющилками.

В кормоцехах для змішування подрібненого зерна в кормосумішах із запарюванням і без запарювання використовують уніфіковані одновальні змішувачі СКО-Ф-3 і СКО-Ф-6[7].

Висновки до першого розділу

Проведено дослідження та аналіз об'єктів проектування зернотоку та кормоцеху, характеристики території, споруд, технологічного обладнання.

Аналіз показав що в фермерських господарствах збільшується вирощування та збір зернових. Тому у фермерів гостро стоїть питання про підвищення продуктивності праці та якості при первинній обробці, транспортуванні, переробці і зберіганні зернових. Тому фермерам слід розглянути питання реконструкції, капітальному ремонту виробничих приміщень і площ з врахуванням ефективних технологічних процесів з використанням модернізації електротехнологічного обладнання з метою комплексної електромеханізації, автоматизації виробничих процесів з застосуванням ефективного електротехнологічного обладнання. Для кормосумішей зернові подрібнюють молотковими дробарками в кормоцехах.

РОЗДІЛ 2.

РОЗРОБКА ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ ТА ВИБІРТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1.1 Розробка технології для завантаження зерна

Планується впровадити ефективні технології і забезпечити повну електромеханізацію і автоматизацію виробничих процесів після збиральної обробки і зберігання зерна з послідовним завантаженням зерна в мобільний транспорт.

Це допоможе зменшити трудові і фінансові затрати при завантаженні зернових, що в значній мірі підвищить продуктивність праці на зернотоках.

На проектованому об'єкті потрібно влаштувати завантаження зерном мобільний транспорт для подальшого його транспортування.

Після досушування і очищення зерно зсипається в завальний бункер через решітку. Бункер розташований під забетонованою площадкою. З завального бункера при допомозі похилого транспортера зерно подається в мобільні транспортні засоби: машини, причепа і т. д.

Тому в роботі розроблена технологія, вибране електротехнологічне обладнання для завантажувального транспортера і транспортування зерна з завального бункера в мобільний транспорт.

2.1.2 Вибір транспортера для завантаження зерна.

Проаналізувавши технологію виробничого процесу завантаження зерна і технічні характеристики технологічного обладнання вибираю гвинтовий шнековий транспортер типу ТШ, який забезпечить переміщення зерна з завального бункера в мобільний транспорт [1, 7] .

Кінематичні схеми гвинтових транспортерів наводяться на рис. 2.1 а і б, а загальний виглядвузлів шнекового транспортера перед монтажом на рис. 2.2.

Зерно по жолобу переміщається за рахунок руху гвинтового робочого органу спіралі яка кріпиться до штанги, яка приводиться в рух при допомозі електроприводу.

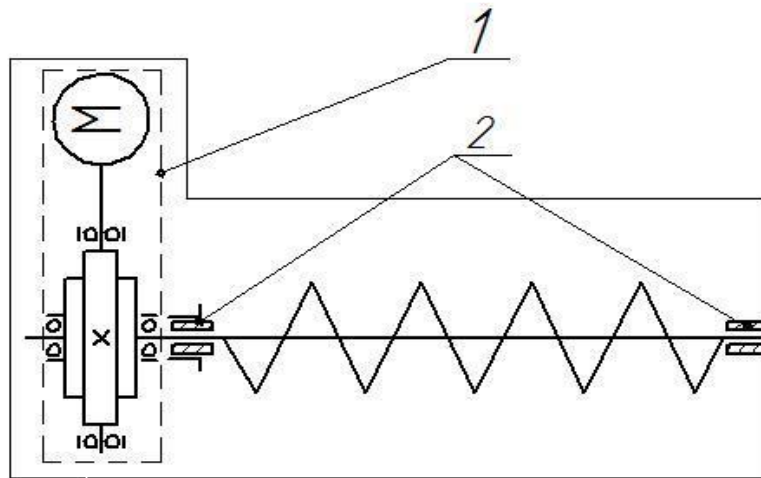


Рис 2.1. Кінематична схема транспортера ТШ

а) Транспортери ТШ-100 - У1

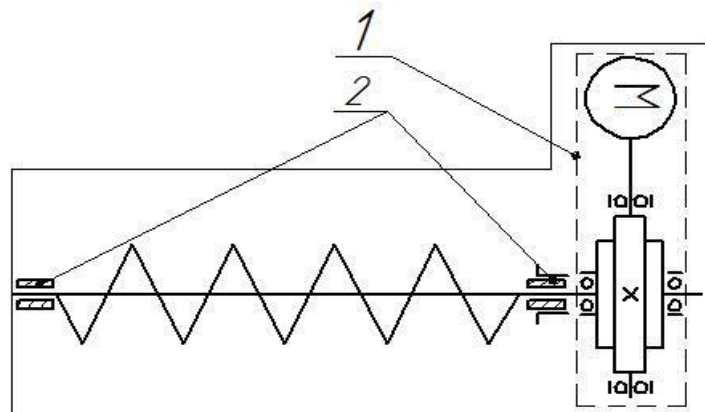


Рис 2.1. Кінематична схема транспортера ТШ

б) Транспортера ТШ-100/БЗ

Таблиця 2.1 Позначення змащування вузлів

Позначення вузлів змащування	Найменування змазування частин	Сорт змащувального матеріалу	Періодичність змащування
1	Мотор – редуктор	Згідно паспорта мотора - редуктора	Згідно паспорта мотора - редуктора
2	Капронова втулка		



Рис. 2.2. Загальний вигляд вузлів шнекового транспортера перед монтажом.

Перевірковий розрахунок потужності і вибір електродвигуна представлений в додатку А (2.1.3).

2.2.1 Характеристика технологічного процесу подрібнення зерна

На сучасному етапі розвитку сільського господарства широко впроваджується внутрішньогосподарська та міжгосподарська спеціалізація.

Основними технологічними та допоміжними процесами у тваринницьких господарствах є приготування і роздача кормів, транспортування вантажів, водопостачання, вентиляція та обігрівання тваринницьких приміщень, прибирання гною і посліду, доїння корів, обробка, зберігання та часткова переробка молока, стрижка овець та ін.

Застосувати передові технології, впровадити комплексну електромеханізацію виробничих процесів з застосуванням електро-

механізованих та автоматизованих електроприводів для технологічного обладнання.

Це стосується при подрібненні концентрованих кормів, особливо зернових, які входять до складу кормосумішей.

Концентровані корми (зерно) в основному переробляють молотковими дробарками, рідше – плющилками/

Молоткові дробарки широко використовуються завдяки простоти конструкції, високому к. к. д., низькими питомими витратами електроенергії.

Режим роботи дробарок тривалий. Навантажувальна діаграма має слабо змінний характер, особливо з автоматизованою подачею зерна.

Зерно, яке підлягає подрібненню, подається з бурта завантажувальним транспортером у зерновий бункер. Рівень зерна в бункері контролюється.

З бункера через щілину, яка створюється заслінкою, магнітний сепаратор зерно потрапляє в подрібнювальну камеру, де подрібнюється молотковим ротором. Подрібнена маса зерна створена повітряним потоком обертання ротора, по кормо проводу поставляється до сепаратора де розподіляється на фракції [7].

2.2.2 Вибір робочої машини для подрібнення зерна

Проаналізувавши машини для подрібнення зерна вибираю безрешітну дробарку ДБ-5, технічні характеристики якої наводяться в таблиці 1, а рисунок дробарки в дод. на рис. 2.1.

Дробарка ДБ-5 забезпечує подрібнення кормового зерна вологістю до 17 % і має продуктивність помелу в межах 1,8-6 т/год. [4].

Робочі органи дробарки приводяться в дію від чотирьох електродвигунів типу 4АМ (див. дод. А рис.2.2, а) які мають погані електротехнічні характеристики, що негативно впливають на показники ефективності роботи дробарки [7].

Таблиця 1. Технічна характеристика дробарки ДБ-5

Найменування	Показники
Тип	стаціонарна
Продуктивність, т / год	5
Діаметр ротора, мм	500
Кількість молотків, шт	80
Питома енергомісткість, кВт х год. / т	4...8
Встановлена потужність електродвигунів, кВт:	
вивантажувального шнека М1- 4АМ	1,1
Дробарки М2-4АМ	30
Завантажувального шнека М3- 4АМ	1,1
привод заслінки М4 – РД - 0,9	10 Вт 110 В
Габаритні розміри мм:	
довжина	8450
ширина	2600
висота	3720
Маса , кг	990

2.2.3 Перевірковий розрахунок потужності і вибір електродвигуна.

Розраховую потужність і вибираю електродвигуни для привода дробарки, враховуючи що необхідна продуктивність Q приймаємо 5 т /год. Питома енергомісткість A , для подрібнення зерна буде становити $A = 5 \text{ кВт} \cdot \text{год.} / \text{т}$.

Розраховую необхідну потужність електродвигун для ротора дробарки за формулою [2]

$$P_{\text{д.2.р}} = K_X A Q / \eta_{\text{п}} , \quad (2.1)$$

де K_X – коефіцієнт, який враховує втрати холостого холостого ходу, ($K_X = 1,1$);
 $\eta_{\text{п}}$ – к. к. д. передачі, приймаю $\eta_{\text{п}} = 0,93$.

$$P_{\text{д.2.р}} = 1,1 \times 5 \times 5 / 0,93 = 29,6 \text{ кВт.}$$

Проаналізувавши результати розрахунків і характеристики комплектного електродвигуна дробильного барабана роблю висновок що електродвигун М2 потрібно замінити на сучасний електродвигун типу АІР180М2У3 який має кращі відповідні характеристики $P_n = 30$ кВт; $I_n = 55,5$ А; $K_i = 7,5$ і задовольнить умови експлуатації [2].

Відповідно і електродвигуни М1, М3, М4 потрібно замінити на сучасні електродвигунитипу АІР які мають кращі відповідні характеристики і задовольнить умови експлуатації, дані яких знаходяться в таблиці 3.2.

Висновки до другого розділу

У другому розділі розроблена технологія виробничого процесу для завантаження зернових на мобільний транспорт при допомозі шнекового транспортера. Розроблена будова, принцип роботи шнекового транспортера.

Представлений загальний вигляд вузлів шнекового транспортера перед монтажом.

Проаналізувавши технічні характеристики провожу перевіркоий розраховую та вибираю електродвигун до шнекового транспортера При максимальному завантаженні машин продуктивність транспортера подачі зерна Q_3 повинна бути 30 т · год.

Згідно аналізу проведених розрахунків потрібно встановити новий електродвигун більшої потужності який має слідуочі електротехнічні характеристики тип АІР80В6У3 $P_n = 1,1$ кВт; $n_n = 945 \text{ хв}^{-1}$; $I_n = 3$ А ; $K_i = 4,5$.

Розроблена технологічна схема для подрібнення зерна. Проведено вибір обладнання для подрібнення зерна. Виконано перевіркоий розрахунок потужності і вибір сучасних електродвигунів. Розраховую потужність і вибрано електродвигуни для привода дробарки, враховуючи що необхідна продуктивність Q приймаємо 5 т /год. Робимо висновок що електродвигун М2 потрібно замінити на сучасний електродвигун типу АІР180М2У3 $P_n = 30$ кВт; $I_n = 55,5$ А; $K_i = 7,5$ який задовольнить умови експлуатації

РОЗДІЛ 3.

РОЗРОБКА ТА МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ

3.1.1 Розробка електричної схеми транспортера

Для управління електроприводом транспортера будуть використовуватися апарати керування, захисту. Для подачі напруги, відключення схеми а також захисту її від аварійних режимів використовуємо автоматичний вимикач QF.

Принципова електрична схема керування гвинтовим шнековим транспортером для завантаження зерна з завального бункера в мобільний транспорт передбачає керування електродвигуном пускачем КМ1, а захист тепловим реле КК. Керування заслінкою буде виконувати пускач КМ2.

Для цього будуть використовуватися кнопки SB1- SB4.

При спрацюванні SB2 “Пуск” одержує живлення котушка електромагнітного пускача КМ1, останній спрацьовує, вмикає електродвигун транспортера при цьому котушка КМ2 отримає живлення готуючи блокуючи кнопку SB2 контактом КМ1.1 приводиться в роботу транспортер про що сигналізує лампа HL2 [4].

Електромагнітний пускач КМ2 спрацьовує при натисканні на кнопку SB4 і подає живлення на електромагніт YA, для відкриття заслінки завального бункера і інформує що заслінка відкрита. В схемі світлова інформація надається при допомозі світло діодів HL1 - HL3.

Кола керування захищаються автоматичним вимикачем SF.

Контролювати максимальне завантаження зерном мобільного транспорта буде здійснювати виносний датчик сипучості SQ.

Розроблені принципова і монтажна електрична схема керування гвинтовим шнековим транспортером для завантаження зерна з завального бункера в мобільний транспорт наводиться в додатку Б рис. 3.1 і 3.2.

3.1.2 Обґрунтування вибору апаратів схеми

Згідно розробленої принципової електричної схеми проводжу вибір апаратів схеми.

Електромагнітні пускачі вибираю за вимогою:

$$I_{н.п.} \geq K_i \cdot I_H / 6 ,$$

де $I_{н.п.}$ - робочий струм силових контактів пускача;

K_i – кратність пускового струму ($K_i = 4,5$) ;

I_H – номінальний робочий струм електродвигуна, ($I_H = 3$ А)

$$I_{н.п.} \geq 4,5 \cdot 3 / 6 = 2,3 \text{ А.}$$

Вибираю електромагнітний пускач типу ПМЛ-12 Ук 220 В і КК реле РТЛ– 1008 з I рег. 2,4...4 А.

Автоматичний вимикач QF вибираю за умовою, що номінальний струм теплового розчіплювача вимикача $I_{н.р.}$ повинен бути більшим або дорівнювати струмі мережі:

$$I_{н.р.} \geq I_{р.м.}$$

Розраховую сумарний струм ЕД і електромагніта заслінки

$$I_{р.м.} = 3 + 1,2 = 4,2 \text{ А}$$

Автоматичний вимикач вибирається з урахуванням коефіцієнт 1,15, тоді

$$I_{н.р.} \geq 1,15 I_{р.м.}$$

$$I_{н.р.} > 1,15 \cdot 4,2 = 4,8 \text{ А}$$

Вибираю вимикач типу АЕ 2026 з $I_{н.р.} = 5$ А .

Для захисту кіл керування від струмів короткого замикання в схемі буде використовуватися автоматичний вимикач SF типу AD22- 22DS. Інші апарати вибираю згідно вимог аналогічно за [2].

3.1.3 Складання переліку апаратів схеми.

Таблиця 3.1.Перелік апаратів схеми керуванням транспортером [2]

Поз. познач.	Найменування	К- ть	Примітка
QF	Вимикач автоматичний АЕ-2026	1	$I_n = 5 \text{ А}$
KM1	Електромагнітний пускач типу ПМЛ-120004	1	$U_{\text{кот}} = 220\text{В}$
KM2	Електромагнітний пускач типу ПМЛ-110004	1	$U_{\text{кот}} = 220\text{В}$
KK	Теплове реле РТЛ-1008	1	$I_{\text{рег.2,4...4,0А}}$
SF	Вимикач автоматичний типу ВА-2010-S	1	$I_n = 3 \text{ А}$
HL1...HL3	Світлодіодна арматура сигнальна AD22-220S	3	$U_{\text{кот}} = 220\text{В}$
SB1, SB3	Кнопки керування типу ХВ2– BR42 «Стоп»	2	Червона
SB2, SB4	Кнопки керування типу ХВ2– BA2 «Стоп»	2	Чорна
SQ	Датчик рівня зерна	1	СУ-1Ф
YA	Електромагніт заслінки	1	МИС – 0,6
M	Електродвигун АИР80В6У3	1	$P_n = 1,1 \text{ кВт}$

3.1.4 Розробка шафи керування

Одним із основних питань проектування являється питання розміщення апаратів керування, захисту і технічних засобів автоматизації.

Для керування роботою транспортера апарати керування, захисту і технічні засоби автоматизації розміщую в металевій шафі.

Згідно розробленої принципової електрочної схеми, вибраних апаратів керування, захисту, технічних засобів автоматизації їх розмірів та умов експлуатації, розробляю металоконструкцію шафи керування, вказую їх розміщення на стінках шафи .

Для зручності монтажу шафи керування, на задню стінку додатково виготовляємо металеву панель, на якій розмічаємо і свердлимо отвори під розміри для встановлення відповідної апаратури. На цій панелі встановлюється автоматичні вимикачі QF, SF, електромагнітні пускачі КМ1, КМ2, теплове реле КК, клемний ряд. На дверях свердяться отвори для встановлення: трьох сигнальних арматур HL1 HL3, чотирьох кнопок керування SB1...SB4 [9].

На корпусі передбачені місця для занулення корпусу і дверей шафи керування.

Монтажну схему (схему внутрішніх з'єднань) шафи керування виконую методом зустрічного маркування, де над провідниками вказую номер кола а біля провідника адресу на який апарат провідник підключається. Монтаж шафи керування виконується мідним проводом ПВ. Кола керування виконується проводом ПВ1 поперечним перерізом 1 мм², при переході на двері шафі використовується провід ПВ4 поперечним перерізом 0,75 мм². На кінцях провідників встановлюють маркувальні бірки на яких вказується адреса від якого апарата підключається провідник і номер провідника згідно принципової схеми [10].

Внутрішні і зовнішні проводки з'єднуються в шафі керування при допомозі клемного ряду ХТ.

Розроблена шафа керування знаходиться в додатку Б.

3.2.1 Розробка принципової електричної схеми дробарки

Згідно розробленої технологічної схеми для управління електроприводом дробарки будуть використовуватися апарати керування, захисту і автоматики, які монтуються в шафі керування.

Розроблена принципова електрична схема дробарки та опис її роботи наводиться в додатку Б [4, 5].

3.2.2 Обґрунтування вибору апаратів схеми

В зв'язку з заміною старих енергозатратних електродвигунів відповідно вибираю нові апарати керування, захисту автоматизації.

Проводжу розрахунок та вибір апаратів керування і захисту з урахуванням заміни електродвигунів вимог та технології виробничого процесу.

Обґрунтування вибору елементів схеми.

Ввідний пакетний вимикач SA1 проекту з урахуванням загального струму споживачів

$$I_{\text{заг.}} = I_{\text{д1}} + I_{\text{д2}} + I_{\text{д3}} + I_{\text{д4}}. \quad (3.1)$$

$$I_{\text{заг.}} = 3,1 + 55,5 + 3,1 + 0,3 = 62 \text{ А.}$$

За каталогом вибираю пакетний вимикач ВГПМЗ х 63.

Автоматичні вимикачі QF1 і QF2 вибираю за родом струму, а також за умовами їх експлуатації дотримуватись наступних вимог:

$$U_{\text{а.ном}} > U_{\text{мер.ном}}; I_{\text{а.ном}} > I_{\text{дв.ном}}; I_{\text{т.ном}} > I_{\text{дв.ном}}; I_{\text{е.ном}} \geq I_{\text{дв.ном}} K_i$$

Згідно вимог вибираю автоматичний вимикач по схемі QF1 типу ВА51-29-34 з $I_{\text{н.р.}} = 63 \text{ А.}$

Решту апаратів розраховую і вибираю згідно методик наведених вище і звозу в перелік апаратів схеми табл. 3.2.3 [2].

3.2.3 Розробка переліку апаратів схеми.

Таблиця 3. 2. Перелік елементів схеми [2].

Позиційне позначення	Найменування	К-ть	Примітка
A	Регулятор завантаження	1	
FU1 FU2	Запобіжник ПНВС	1	$I_{вст..} = 4 \text{ A}$
HA	Дзвінок ЗВП-220	1	$U = 220 \text{ B}$
HL1	Арматура сигнальна ЛС	1	$U = 220 \text{ B}$
KK1, KK2	Реле теплове РТЛ-100804	2	$I_{PEF} = 2,1 \dots 4 \text{ A}$
KM3	Пускач електромагнітний ПМЛ-570004	1	$U_{КАТ.} = 220 \text{ B}$
KM1, KM3	Пускач електромагнітний ПМЛ-120004	2	$U_{КАТ.} = 220 \text{ B}$
KT	Реле часу типу ВС-10	1	$U = 220 \text{ B}$
KV1, KV2	Проміжне реле МКУ-48	1	
	Електродвигуни		
M1	АИР80В6У3		$P_H = 1,1 \text{ кВт};$ $I_H = 3,1 \text{ A}$
M2	АИР180М2У3	1	$P_H = 30 \text{ кВт};$ $I_H = 55,5 \text{ A}$
M3	АИР80В6У3	1	$P_H = 1,1 \text{ кВт};$ $I_H = 3,1 \text{ A}$
M4			$P_H = 10 \text{ Вт};$ $U = 110 \text{ B}$ $I_H = 0,3 \text{ A}$
PA	Амперметр	1	$I = 0 \dots 60 \text{ A}$
QF1	Вимикач автоматичний ВА51-29-34	1	$I_H = 63 \text{ A}$
QF2	Вимикач автоматичний ВА51-29-34	1	$I_H = 8 \text{ A}$
R1...R3	Опір типу ПЭ-21	2	
SA1	Ввідний пакетний вимикач ПГПМ3х63	1	$I_H = 63 \text{ A}$
SA2	Перемикач УП 1256	1	2х позиційний
SA3, SA4	Вимикач П2Т-13Л	2	$I_H = 2 \text{ A}$
	Кнопка керування		
SB1, SB3, SB5	«Стоп» типуКВ14	3	червона
SB2, SB4, SB6	Кнопка керування «Пуск» типуКВ14	3	чорна
SL1 SL2	Датчик рівня зерна	2	
SQ1, SQ2	Кінцевий вимикач	2	
TA	Трансформатор струму ТТИ-А 60/5	1	$I = 60 / 5 \text{ A}$
TV	Трансформатор ТСБ 220/ 12	1	$U = 220 / 12 \text{ B}$
VD2	Випрямляч діодний	1	$U = 12 \text{ B}$
VS	Симістор	1	
YC	Електромагнітна муфта	1	

Висновки до третього розділу

В третьому розділі на основі розроблених технологічних схем виконані розробки та модернізація принципів схем управління електроприводами шнекового транспортера та дробарки зернових.

Розроблені принципова і монтажна електрична схема керування гвинтовим шнековим транспортером для завантаження зерна з завального бункера в мобільний транспорт наводиться в додатку Б рис. 3.1 і 3.2.

При розробка електричної схеми шнекового транспортера використовувалися апарати керування, захисту та автоматики в електричних колах.

Виконано обґрунтування вибору апаратів схеми в зв'язку з заміною старих енергозатратних електродвигунів відповідно вибираю нові апарати керування, захисту автоматизації.

Проведено розрахунок та вибір апаратів керування і захисту з урахуванням заміни електродвигунів вимог та технології виробничого процесу.

Для подачі напруги, відключення схеми а також захисту її від аварійних режимів використовуємо автоматичний вимикач QF.

Автоматичні вимикачі QF вибираю за родом струму, а також за умовами їх експлуатації дотримуватись наступних вимог:

$$U_{a.ном} > U_{мер.ном} ; I_{a.нои} > I_{дв.ном} ; I_{т.ном} > I_{дв.ном} ; I_{e.ном} \geq I_{дв.ном} K_i$$

Керування електродвигуном пускачем КМ1, а захист тепловим реле КК. Керування заслінкою буде виконувати пускач КМ2.

Виконані розробки переліку апаратів схем і зведені в таблиці для шнекового транспортера

Розроблена принципова електрична схема дробарки та опис її роботи наводиться в додатку Б [4, 5].

Виконані розробки переліку апаратів схем і зведені в таблиці 3.2.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі було розглянуте питання обґрунтування модернізації електроприводів технологічного обладнання для завантаження та подрібнення зерна для приготування кормів.

Тема роботи являється актуальною так як може бути використані при проектуванні, реконструкції і впровадженні для приготування кормів.

В першому розділі проведено дослідження та аналіз об'єктів проектування зернотоку та кормоцеху, характеристики території, приміщення технологічного обладнання та їх призначення.

У другому розділі розроблена технологія для завантаження зерна, вибраний транспортера, будова, принцип роботи шнекового транспортера. Проведено розрахунок потужності і вибір електродвигуна. Розроблена технологічна схема для подрібнення зерна. Проведено вибір обладнання для подрібнення зерна. Виконано перевірковий розрахунок потужності і вибір електродвигуна.

У третьому розділі розглянуто питання розробки та модернізації принципових електричних схем керування електроприводами шнекового транспортера і подрібнювача зерна та опис їх роботи. Проведено розрахунки та вибір апаратів схем згідно вимог, та складені специфікації для принципових схем шнекового транспортера та подрібнювача зерна.

Розроблені принципова і монтажна електрична схема керування гвинтовим шнековим транспортером для завантаження зерна з завального бункера в мобільний транспорт наводиться в додатку Б рис. 3.1 і 3.2.

Розроблена принципова електрична схема дробарки та опис її роботи наводиться в додатку Б [4, 5].

Виконані розробки переліку апаратів схем і зведені в таблиці 3.2.

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 потокових 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. 1995. -416 с.
8. Марченко О. С. Довідник по монтажу і налагодженню електрообладнання в сільському господарстві / О. С. Марченко. - К.: "Урожай ", 2014. - 237 с.
9. Прядко В. А. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом "Монтаж енергообладнання та засобів автоматизації" / Прядко В. А. –Житомир: Поліський НУ, 2025.
10. Прядко В. А. Монтаж енергообладнання та засобів автоматизації / В. А. Прядко. – Ж.. Поліський НУ, 2025. – 127 с.