

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Прут Олег Анатолійович

УДК 631.24:658.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Розробка варіанту схем для модернізації електроприводів

на зерноелеваторах

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня *бакалавр*

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.

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

_____ Прут О. А.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Прядко Володимир Анатолійович
старший викладач кафедри

електрифікації, автоматизації
виробництва та інженерної екології

Консультант

Гончаренко Юрій Павлович

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та
інженерної екології

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Прут О. А. Розробка варіанту схем для модернізації електроприводів на зерноелеваторах. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В даній кваліфікаційній роботі представлені розроблені технології, вибране технологічне обладнання, проведено розробку варіантів схем та вибір електродвигунів, апаратів керування, захисту для модернізації електроприводів електротехнологічного обладнання для транспортування та зберігання зерна на елеваторах.

Ключові слова: бункер, вентиляція, вибір, електропривод, зерно, керування, контролер, модернізація, норія, розробка, схема.

ANOTATION

Pryt O. A. Development of variant of charts for modernisation of electromechanics on elevator of grain. it is Qualifying work on rights for a manuscript. Qualifying work on the receipt of educational degree bachelor after by speciality a 141 "Electroenergy, electrical engineering and electromechanics". It is the Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

The worked out technologies are presented in this qualifying work, a technological equipment is chosen, development of variants of charts and choice of electric motors, vehicles of management, defence are conducted for modernisation of electromechanics of electrotechnological equipment for transporting and storage of grain on elevators.

Key words : bunker, ventilation, choice, electromechanic, grain, management, inspector, modernisation, noria, development, chart.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ	
ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ НОРІЙ НА ЕЛЕВАТОРАХ ЗЕРНА.....	6
1.1. Характеристика типового технологічного процесу.....	6
1.2. Вибір технологічного обладнання.....	6
1.3. Перевірковий розрахунок потужності і вибір електродвигуна.....	8
1.4. Розробка функціонально - технології схеми.....	9
1.5. Розробка принципової схеми.....	9
Висновки до першого розділу.....	12
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ВАРІАНТУ СХЕМИ КЕРУВАННЯ	
ОБЛАДНАННЯМ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА.....	13
2.1. Характеристика напрямків використання зерна	13
2.2. Вибір електротехнологічного обладнання.....	13
2.3. Розрахунок потужності і вибір електродвигуна	14
2.4. Розробка принципової електричної схеми опис її роботи.....	16
Висновки до другого розділу.....	20
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ВАРІАНТІВ СХЕМ ДЛЯ	
МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ НА ЗЕРНОЕЛЕВАТОРАХ.....	21
3.1. Дослідження принципів побудови сучасних систем керування електродвигунами на елеваторах зерна.....	21
3.2. Автоматизація керування норією системою плавного пуску.....	24
3.3. Розробка керування вентиляторами бункерів зерноелеватора в автоматичному режимі роботи.....	26
Висновки до третього розділу.....	27
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	27
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	29
ДОДАТКИ.....	31

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку фермерських господарств одним із основних напрямків господарювання являється вирощування, післязбиральний обробіток зерна, а також його зберігання.

Тому на зерноелеваторах слід передбачити очистку, сортування, сушіння зерна і його зберігання з послідуочим використанням як насінневе, фуражне зерно, а також зерно для переробки на крупи і муку.

Це дасть можливість значну частину врожаю в короткий час переробити і реалізувати у вигляді муки і круп, так як ця продукція користується повсякденним попитом у споживачів і зменшиться потреба у приміщеннях і електротехнологічному обладнанні для зберігання зерна для переробки.

Такий підхід не тільки зменшить капітальні затрати але і прискорить обіг коштів, що відіграє важливу роль в сучасній економіці кожного господарства.

Тому на зерноелеваторах необхідно забезпечити вертикальне і горизонтальне транспортування зерна до технологічного обладнання для очищення, сушіння, завантаження в засіки для зберігання і відвантаження зерна на автотранспорт.

В роботі будуть розглянуті питання розробки технологічних процесів, вибору електротехнологічного обладнання з врахуванням виконання технологічних процесів

Одним із основних питань являється ефективність капіталовкладень.

Дослідивши та проаналізувавши ціни придбання нового електротехнологічного обладнання і модернізацію бувшого в експлуатації обладнання я вважаю, що значно дешевше провести модернізацію діючого електротехнологічного обладнання.

Тому в роботі будуть розглянуті питання розробки варіантів схем для модернізації електроприводів на зерноелеваторах.

Об'єкт дослідження – технології виробничих процесів та модернізація електроприводів електротехнологічного обладнання на елеваторах.

Предмет дослідження – електротехнологічне обладнання для транспортування зернових.

Мета і завдання – удосконалення технологічних процесів, модернізація електроприводів електротехнологічного обладнання, що покращить надійність роботи обладнання, зменшить затрати електроенергії.

Практичне значення та інженерні рішення – модернізація електроприводів електротехнологічного обладнання на зерноелеваторах за рахунок встановлення енергоощадного обладнання – одна з запорок зменшення енергетичних затрат.

За темою кваліфікаційної роботи опубліковано дві статті.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1. Прут О. А., Біденко Д. С., Прядко В. А. Можливості підвищення надійності роботи електроприводів. Збірник тез доповідей «Наукові читання – 2023» 01.05.2023 ПНУ м. Житомир. Житомир: Поліський національний університет, 2023.

2. Прут О. А. Розробка варіанту схем для модернізації електроприводів зерноелеватора на прикладі норії. Збірник тез доповідей «Наукові читання – 2023» 01.05.2023 ПНУ м. Житомир. Житомир: Поліський національний університет, 2023.

РОЗДІЛ 1

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ НОРІЙ НА ЕЛЕВАТОРАХ ЗЕРНА.

1.1. Характеристика типового технологічного процесу

В фермерських господарствах доцільно модернізувати зерноочисні пункти і створювати зерноелеватори до його складу буде входити технологічне обладнання, яке буде забезпечувати слідуючі технологічні процеси. Транспортування зерна з поля буде здійснюватися самоскидами, бортовими автомобілями. Після перевірки на вологість зерно потрапляє на очистку досушування звідти в зерносховища для зберігання і відвантаження споживачам.

При заготівлі, зберіганні та відвантаженні зерна одним із головних технологічних процесів являється транспортування зерна. Використовують горизонтальне, похиле та вертикальне транспортування зерна. При транспортуванні зерна використовують стрічкові, скребкові транспортери, норії, зерно проводи.

Розглянемо більш детально вертикальне транспортування зерна

1.2. Вибір технологічного обладнання

Для завантаження зерна в приймальний бункер КЗС-20 III використовуються ковшові елеватори ТК-5, НПК-30, норії типу НЦГ-10, НЦГ-20 та ін.

Проаналізувавши технологію виробничого процесу і технічні характеристики технологічного обладнання вибираю норію типу НЦГ-20. Загальний вигляд норії наводиться в додатку А.

Норія типу НЦГ-20 призначена для безперервного вертикального транспортування сипучих матеріалів. Технічні характеристики наводяться в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики норії типу НЦГ-20

Найменування	Показники
1	2
Продуктивність, т / год.	10
Швидкість стрічки, м / с	1,3
Ширина стрічки, мм	170
Крок ковша, мм	280
Висота норії (не більше), м	30
Електродвигун, кВт АИР80В6У3	1,1

Норія складається з башмака , труб, головки, ремня з ковшами і привідного пристрою. Башмак норії має кожух, вал барабана з підшипниками натяжного пристрою і приймальної доски. У нижній частині башмака є засувки для випускання продукту при завалі, у верхніх кришках – отвори для аспірації.

Вал барабана башмака обертається в радіальних сферичних дворядних шарикопідшипниках.

Корпуси підшипників кріпляться до повзунів, які переміщуються по напрямних башмаках за допомогою натяжного пристрою. Труби зв'язують башмак і головку норії. Переріз труб прямокутний. Деякі труби мають люки для спостереження за роботою норії і зміни ковшів. На торцях кожної труби є фланці для з'єднання труб між собою, з башмаком і головкою.

Прогумований ремінь обгинає верхній (приводний) і нижній (натяжний) барабани. Робочий орган норії – ківш, прикріплений до ремня норійними болтами. Головка норії складається з кожуха, ведучого вала з барабаном і привода. Кожух головки виконаний з листової сталі, має горизонтальне та вертикальне рознімання. У нижній частині кожуха зроблені два фланці для з'єднання труб, у верхній – випускний патрубок з фланцем.

Щоб не допустити зворотнього руху сипучих матеріалів, у випускному патрубку монтують регулюючий козирок. Вал барабана головка норії опирається на сферичні дворядні шарикопідшипники із затяжними втулками.

Приводний пристрій норії складається з електродвигуна з редуктором. Вал редуктора з валом барабана норії, а також вал електродвигуна з валом черв'яка з'єднані еластичними муфтами. [1, 2, 3].

1.3. Перевірковий розрахунок потужності і вибір електродвигуна.

Проаналізувавши технічні характеристики провожу перевірковий розраховую та вибираю електродвигун до норії.

При завантаженні КЗС продуктивність норії подачі зерна Q_3 повинна бути 20 т · год

Розрахункову потужність електродвигуна визначаю за формулою:

$$P_p = 9,81 K_1 Q h K_2 / \eta, \quad (1.1)$$

де P_p – розрахункова потужність електродвигуна, Вт;

Q - загальна маса переміщення, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$;

$$Q = Q_3 + Q_T \quad (1.2)$$

Q_T – маса рухомої частини норії, т. ($Q_T = 0,5$ т);

$$Q = 20 + 0,5 = 20,5 \text{ т.};$$

$$Q = 20,5 \text{ т/год} = 20500 / 3600 = 5,69 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1};$$

h – висота піднімання зерна, м (при вертикальному переміщенні $h = 10$ м);

K_1 – коефіцієнт завищення потужності (1,4);

K_2 - коефіцієнт запасу ($K_3=1,2$);

η – К.К.Д. транспортера з трансмісією ($\eta = 0,5$);

$$P_p = 9,81 \cdot 1,4 \cdot 5,69 \cdot 10 \cdot 1,2 / 0,5 = 1921 \text{ Вт.}$$

Згідно аналізу проведених розрахунків потрібно встановити новий електродвигун більшої потужності який має слідуочі електротехнічні характеристики тип АИР100L4 $P_H = 2,2 \text{ кВт}$; $n_H = 945 \text{ хв}^{-1}$; $I_H = 5,6 \text{ А}$; $K_i = 6$.

[1, 2, 3]

1.4. Розробка функціонально - технології схеми.

Вивантаження зерна в завальний бункер буде здійснюватися з гужового транспорту, самоскидів, з бортових автомобілів при допомозі автомобілепідйомника в завальний бункер.

Із завального бункера зерно при допомозі транспортних засобів подається в розподільчу башту, де зерно проходить очістку від сторонніх предметів і металу.

З башти зерно по транспортерах, трубопроводах подається: для сушіння, досушування, в зерносховища на верхні транспортери, накопичувальні бункери, засіки для зберігання і переробки.

Для вивантаження зерна з засіку на нижній транспортер використовуються заслінка з електроприводом.

Для вертикального завантаження зерна із завального бункера в КЗС буде використовуватися ковшові норія типу НЦГ-20.

Далі провожу розробку принципової схеми керування норією, розрахунок та вибір елементів схеми. [1, 2, 3]

1.5. Розробка принципової схеми.

Для вмикання, вимикання електрообладнання норії, а також захисту від струмів короткого замикання буде використовуватися автоматичний вимикач QF.

Для дистанційного керування електродвигуном норії, а також електромагнітом заслінки завального бункера проектую електромагнітні пускачі КМ1, КМ2.

Для захисту електродвигуна норії встановлюю теплове реле КК.

Для світлової сигналізації буде використовуватися сигнальна арматура HL1, HL2, HL3.

Для захисту кіл керування встановлюю автоматичний вимикач SF. Ручне керування буде здійснюватися при допомозі кнопок SB1, SB2, SB3, SB4.

Контролювати максимальне завантаження накопичувального бункера буде датчик сипучості SQ.

Принципова схема керування норією наводиться в додатку А.

Схема працює в слідуючому порядку.

При вмиканні автоматичного вимикач QF напруга подається на верхні контакти електромагнітного пускача KM1 і через автоматичний вимикач SF на кола керування. При цьому засвічується сигнальна лампа HL1, сигналізуючи про те що напруга подана на схему.

При натисканні на кнопку SB2 “Пуск” котушка пускача KM1 підключається до напруги, замикаються силові контакти, вмикається електродвигун норії і замикає коло живлення котушки KM2, готує котушку до вмикання, контакт KM1.1 блокує кнопку SB2. Також замикається контакт KM1.3 і засвічується лампа HL2, яка сигналізує про те що норія працює.

При натисканні на кнопку SB4 електромагнітний пускач KM2 спрацьовує і саоїми замикаючими контактами KM2.1 блокує кнопку SB4, KM2.2 подає живлення на електромагніт YA, який відкриває заслінку завального бункера і зерно подається до норії, KM2.3 вмикає сигнальну лампу HL3, сповіщаючи що заслінка відкрита.

Схема працює, іде завантаження накопичувального бункера. Коли рівень зерна досягне верхнього рівня, де встановлений датчик рівня зерна SQ, який автоматично спрацює і вимкне KM1 і KM2. Заслінка закриється, норія перестане працювати.

Також можна вимкнути норію спочатку натиснувши на кнопку SB3 закривши заслінку, а потім SB1 вимкнувши норію. [1, 2, 3].

Обґрунтування вибору елементів схеми.

Відповідно розробленої схеми виконую розрахунки і вибираю апарати схеми. Їх вибираю за призначенням, необхідною кількістю виконавчих елементів, за напругою, струмом, виходячи із умови , що пристрій буде розрахований на більшу напругу ніж напруга мережі

$$U_A \geq U_M$$

Робочий струм менший струму на який розрахований апарат:

$$I_A \geq I_P$$

Параметри котушок апаратів відповідали напрузі і струму кіл керування, умовам захисту від впливу навколишнього середовища, способу монтажу. При виборі також буду враховувати характер і режим роботи електроспоживачів, для керування якими призначенні технічні засоби автоматизації, вимог електробезпеки.

Електромагнітний пускач КМ вибираю відповідно умови

$$I_{н.п.} \geq K_i \cdot I_H / 6 ,$$

де $I_{н.п.}$ - номінальний струм пускача;

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

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

$$I_{н.п.} \geq 6 \cdot 5.6 / 6 = 5.6 \text{ А.}$$

Вибираю електромагнітний пускач типу ПМЛ – 120004 з приставкою ПКЛ – 2004 і котушкою на 220 В і тепловим реле РТЛ – 1008.

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

$$I_{н.р.} \geq I_{р.м.}$$

Визначаю загальний робочий струм електродвигуна і електромагніта заслінки

$$I_{P.M.} = 5.6 + 1,2 = 6,8 \text{ A}$$

Враховуючи, що автоматичний вимикач крім силових кіл живлення, живить і кола керування, і встановлюється в шафу управління, слід враховувати коефіцієнт 1,15, тобто

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

$$I_{H.P.} > 1,15 \cdot 6.8 = 7,82 \text{ A}$$

Вибираю автоматичний диференціальний вимикач типу ДВ2006 з $I_{H.P.} = 10 \text{ A}$, $I_{C.VITOKY.} = 10 \text{ mA}$ [3 5]

Для захисту кіл керування від струмів короткого замикання в схемі буде використовуватися автоматичний вимикач SF типу ВА- 2010-S, світлодіодна сигнальна арматура AD22C-10, кнопки керування типу ХВ2-ВА, датчик рівня зерна SQ типу СУ-1Ф. Вибрані апарати схеми зводимо в додаток А таблиця 1.

Висновки до першого розділу

Розроблені технологічна та принципова електрична схеми транспортування зерна. Розраховані та вибрані електродвигун та елементи схеми керування.

Проведено розрахунок та вибір електродвигунів відповідної потужності та виконання за тривалістю роботи та виконанням з врахуванням умов експлуатації. Проведено розрахунок і вибір захисних апаратів які відключають подачу електроенергії при перевантаженні, струмах короткого замикання, при потраплянні напруги на металеві корпуси електротехнологічного обладнання.

В додатку 1 приведені: загальний вигляд норії, функціонально – технологічна схема норії, принципова електрична схема керування норією.

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ВАРІАНТУ СХЕМИ КЕРУВАННЯ ОБЛАДНАННЯМ ДЛЯ ЗБЕРІГАННЯ ЗЕРНА

2.1. Характеристика напрямків використання зерна

Як правило в господарствах планується три напрямки використання зерна, для кожного із яких потрібно мати певну температуру і вологість .

Перший напрямок – це сушіння зерна до відносної вологості 10...14 % і зберігання при температурі $+2...+4^{\circ}\text{C}$ на насіння.

Другий напрямок – це сушіння і зберігання фуражного зерна при відповідній вологості 12...14 % і температурі $+8...+4^{\circ}\text{C}$.

Третій напрямок – це сушіння зерна та тимчасове зберігання і переробка його в літньо-осінній період на крупи і муку при відносній вологості 14...16 % і температурі $+8...+12^{\circ}\text{C}$.

Дослідження та практичний досвід показали, що третій напрямок являється найбільш ефективним, якмі можна виконувати використовуючи \бункер активного вентилявання зерна типу БВ – 25.

Розробка функціонально – технологічної схеми наводиться в додатку Б.

2.2. Вибір електротехнологічного обладнання

Враховуючи те, що зерно, одержане після комбайнового збирання врожаю близько 60% має віднону вологість більше 18%, то воно потребує штучного сушіння. Крім того зерно різного призначення при зберіганні потребує відповідних параметрів, а відповідно і різних об'ємів для його зберігання.

Проаналізувавши технології створення необхідних параметрів для зберігання зерна я прийшов до висновку, що найкраще для зерносушильного комплексі вибрати установки активного вентилявання зерна в засіках і бункерах типу БВ 25 технічні характеристики яких представлені в таблиці 1.

В них передбачено електромеханізацію процесів завантаження, розподілу повітря в середині бункера, створення і підтримання необхідної температури і вологості зерна і повітря. Тому в проекті потрібно буде розробити автоматизацію керування і підтримання необхідних узгоджених параметрів зерна і повітря при сушінні і зберіганні зерна [1]. .

Технічна характеристика обладнання для активного вентилявання зерна БВ-25 наводиться в додатку Б.

2.3. Розрахунок потужності і вибір електродвигуна

При модернізації електротехнологічного обладнання необхідно провести перевіркоий розрахунок пристроїв електроприводу. Тому в першу чергу проводжу перевіркоий розрахунок електроспоживачів – електродвигуна вентилятора і електрокалорифера вибраної установки БВ-25 і засіків.

Вентилятор служить для охолодження зерна, зниження його вологості, прискорення процесу післязбирального дозрівання, зберігання життєдіяльності насінного зерна, забезпечує подачу підігрітого повітря від калорифера.

Визначаю необхідну кількість повітря для охолодження маси зерна L (м^3) з врахуванням питомої теплоємності повітря і зерна, початкової і кінцевої температури зерна, [1, 2] за формулою:

$$L = C_3 \cdot (t_1 - t_2) \cdot m / C_{\text{п}} \cdot (t_1 - t_2) = (C_3 / C_{\text{п}}) \cdot m, .$$

де C_3 – питома теплоємність зерна, ккал / кг. ($C_3 = 0,5$ ккал/кг);

$C_{\text{п}}$ – питома теплоємність повітря, ккал / кг ($C_{\text{п}} = 0,235$ ккал/кг);

t_1, t_2 – температура зерна до і після охолодження, $^{\circ}\text{C}$ ($t_1 = 24^{\circ}\text{C}$, $t_2 = 4^{\circ}\text{C}$);

m – маса зерна, кг ($m = 25000$ кг) [3, 15] .

$$L = 0,5 (24 - 4) \cdot 25000 / 0,235 (24 - 4) = 50000 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Розраховую та вибираю електродвигундо вентилятора СВМ – 5М з частотою обертання робочого колеса 2850 об./хв., продуктивністю 50000 м³/год. тиском Н=400 Па.

Визначаю розрахункову потужність електродвигуна за формулою:

$$P = L \cdot H / \eta_{\text{п}},$$

де $\eta_{\text{п}}$ – к.к.д. передачі ($\eta_{\text{п}} = 1$);

$$L = 50000 \text{ м}^3/\text{год.} = 13,8 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$H = 400 \text{ Па} = 0,4 \text{ кПа}$$

$$P = 13,8 \cdot 0,4 / 1 = 5,5 \text{ кВт}$$

За [12] вибираю електродвигун типу АИР 100 L 2У3 з:

$$P_{\text{н}} = 5,5 \text{ кВт}; I_{\text{н}} = 10,7 \text{ А}; \eta_{\text{н}} = 2850 \text{ об./хв.}; K_i = 7,5$$

При вологості повітря більше 70 %, при сушінні зерна, доцільно використовувати електрокалорифері для підігріву повітря.

Для вибору потужності електрокалориферної установки визначаю кількість вологи, яку необхідно виділити із зерна за формулою:

$$G_{\text{D}} = G_{\text{M}} \cdot W_1 - W_2 / 100 - W_2$$

де G_{M} – маса зерна, яке підлягає сушінню, кг ($G_{\text{M}} = 25000 \text{ кг}$);

W_1 – початкова вологість, % ($W_1 = 20 \%$);

W_2 – кінцева вологість, % ($W_2 = 14 \%$).

$$G_{\text{B}} = 25000 \cdot (20 - 14) / (100 - 14) = 1744 \text{ кг.}$$

Кількість тепла для випаровування вологи G_{B} при сушінні зерна визначаю за формулою:

$$Q = q \cdot G_{\text{B}} / \eta_{\text{суш.}},$$

де q – кількість тепла, яке необхідне для випаровування 1 кг вологи,

Дж ($q = 1132,9 \cdot 10^3$ Дж);
 $\eta_{\text{суш.}}$ – к.к.д. калорифера , ($\eta_{\text{суш.}} = 1$).

$$Q = 1132,9 \cdot 10^3 \cdot 1744 / 1 = 1975777,6 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Потужність електронагрівних елементів калорифера визначаю за формулою:

$$P_H = Q / 3600 \cdot 10^3 \cdot \eta_k \cdot T ,$$

де T – час сушіння , год.

$$P_H = 1975777,6 \cdot 10^3 / 3600 \cdot 10^3 \cdot 1 \cdot 24 = 22,8 \text{ кВт}$$

Проаналізувавши результати проведених розрахунків і технічні характеристики установки активного вентилявання зерна БВ – 25 , я прийшов до висновку,що бункери БВ-25, з ємністю бункера 27 т., потужністю електродвигуна 5,5 кВт і електрокалорифера 24 кВт, задовольняють умови вентилявання, сушіння і зберігання зерна [1, 2, 5].

2. 4. Розробка принципової електричної схеми опис її роботи

Для вмикання, вимикання електрообладнання бункера активного вентилявання зерна,а також захисту від струмів короткого замикання буде використовуватися автоматичний вимикач QF1.

Для дистанційного керування електродвигуном вентилятора,а також секцій ЕК1 і ЕК2 електрокалорифера проектую електромагнітні пускачі КМ1, КМ2, КМ3.

Для захисту електродвигуна вентилятора встановлюю теплове реле КК.

Для світлової сигналізації буде використовуватися сигнальна арматура НЛ1, НЛ2, НЛ3, НЛ4.

Для захисту кіл керування встановлюю автоматичний вимикач QF2, а для перемикання режимів роботи керування – універсальний перемикач SA.

Ручне керування буде здійснюватися при допомозі кнопок SB1...SB6. Контролювати вологість будуть датчики S1, S2, S3.

Заповнення бункера буде контролювати датчик SL, а сигналізація про заповнення бункера при допомозі лампи HL5 і дзвінка НА. Проміжні реле через датчики вмикають і вимикають пускачі. Для зниження напруги в колах вмикання датчиків, реле проектує трансформатор.

Розроблена схема наводиться в додатку Б.

Робота принципової схеми.

Схема керування бункером активного вентилявання зерна розміщена: на рисунку 2, а характеристики апаратів схеми в специфікації.

Схема має два режими управління.

В першому випадку перемикач SA потрібно встановити у положення "Р" і ввімкнути та вимкнути вентилятор і електрокалорифер кнопками SB1... SB6. Про заповнення бункера зерном сигналізують лампа HL5 та дзвінок НА. Кнопкою SB7 вимикають дзвінок.

В другому випадку при автоматичному керуванні перемикач SA встановлюють у положення "А" і натискають на кнопку SB1. Спрацьовує пускача KM1, вмикає вентилятор і реле часу КТ.

Вологість повітря контролюється датчиками S1, S2 і S3. [1, 2].

Обґрунтування вибору апаратів схеми..

Апарати схеми вибираю за призначенням, необхідною кількістю виконавчих елементів, за напругою, струмом, виходячи із умови , що пристрій, апарат буде розрахований на більшу напругу ніж напруга мережі

$$U_A \geq U_M$$

Робочий струм менший струму на який розрахований апарат:

$$I_A \geq I_P$$

Параметри котушок апаратів відповідали напрузі і струму кіл керування, умовам захисту від впливу навколишнього середовища, способу монтажу. При виборі також буду враховувати характер і режим роботи електроспоживачів, для керування якими призначенні технічні засоби автоматизації, вимог електробезпеки.

Пускач КМ вибираю за умовою:

$$I_{н.п.} \geq K_i \cdot I_n / 6$$

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

K_i – кратність пускового струму ($K_i = 7,5$);

I_n – номінальний робочий струм електродвигуна, ($I_n = 10,7$ А)

$$I_{н.п.} \geq 7,5 \cdot 10,7 / 6 = 13,4 \text{ А.}$$

Вибираю електромагнітний пускач типу ПМЛ – 220004 з приставкою ПКЛ – 1104 і котушкою на 380 В і тепловим реле РТЛ – 1016.

Визначаю робочий струм нагрівальних елементів першої і другої секції для визначення величини електромагнітних пускачів КМ2 і КМ3.

Загальна встановлена потужність двох секцій становить: $P_{ЕК} = 24$ кВт. Секції мають однакову потужність, тобто по 12 кВт кожна. Кожна із секцій приєднана до трифазної мережі 380 В.

Робочий струм однієї секції визначають за формулою:

$$I = P \cdot 10^3 / \sqrt{3} \cdot U,$$

де P – потужність секції, кВт;

U – напруга мережі, В.

$$I = 12000 / \sqrt{3} \cdot 380 = 18 \text{ А.}$$

Вибираю електромагнітні пускачі ПМЛ – 210004.

Автоматичний вимикач QF1 вибираю за умовою, що номінальний струм теплового розчіплювача вимикача $I_{Н.Р.}$ повинен бути більшим або дорівнювати робочому струмі мережі:

$$I_{Н.Р.} \geq I_{Р.М.}$$

Визначаю загальний робочий струм електродвигуна і секцій електрокалорифера

$$I_{Р.М.} = 10,7 + 18 + 18 = 46,7 \text{ А}$$

Враховуючи, що автоматичний вимикач крім силових кіл живлення, живить і кола керування, і встановлюється в шафу керування, ввожу додатково поправочний коефіцієнт 1,15, тоді

$$I_{Н.Р.} \geq 1,15 I_{Р.М.}$$

$$I_{Н.Р.} > 1,15 \cdot 46,7 = 53,7 \text{ А}$$

Вибираю автоматичний вимикач типу АЕ 2046 з $I_{Н.Р.} = 63 \text{ А}$

Перевіряю вимогу вибору струмспрацювання розчіплювача

$$I_{СПР.Р.} \geq 1,25 \cdot I_{Д} \cdot K_i + I_{ЕК1} + I_{ЕК2}$$

$$I_{СПР.Р.} \geq 1,25 \cdot 10,7 \cdot 7,5 + 18 + 18 = 136 \text{ А}$$

Розрахунковий струм не повинен перевищувати каталожного

$$I_{СПР.Р.} \leq I_{СПР.К.}$$

Розраховую каталожне значення струму спрацювання

$$I_{СПР.К.} = 12 I_{Н.} = 12 \cdot 63 = 756 \text{ А}$$

$$136 < 756$$

Вибраний автоматичний вимикач QF1 задовольнить умови експлуатації.

Для захисту кіл керування від струмів короткого замикання в схемі буде використовуватися автоматичний вимикач QF2 типу АЕ 2022.

Перемикання режимів роботи буде здійснюватися при допомозі універсального перемикача УП5312.

Ручне керування- кнопками SB1, SB2, SB3, SB4, SD5, SB6, SB7 типу KB14 – 21.

Світлова сигналізація при допомозі арматури типу ЛС – 53, HL1, HL2, HL3, HL4, HL5 напругою 48 В.

Для витримки часу 9 – 10 хв для узгодження проходження теплогл повітря через зерно і спрацювання датчика S3 вибираю реле часу КТ типу ВС – 10 – 34.

Відносна вологість буде контролюватися регуляторами / датчиками / вологості ВДК, які працюють /вмикають/катушки проміжних реле К1,К2,К3 типу МКУ – 48 з $U_{\text{КОТ.}} = 12 \text{ В.}$ і К4 типу МКУ – 48 з $U_{\text{КОТ.}} = 380 \text{ В.}$ Для зниження напруги використовується трансформатор ТСБ – 0,25 380 / 12 В.

Контроль рівня зерна в бункері буде контролюватися даьчиком SL типу СУ-1Ф. Перелік вибраних апаратів схеми наводиться в таблиці 2 додаток Б. [1, 3].

Висновки до другого розділу

Дана характеристика технологічних процесів післязбиральної обробки зерна.

Проведено вибір технологічного обладнання, розрахунок та вибір електропривода, розроблена функціонально технологічна та принципова електрична схеми бункера активного вентилявання зерна.

Проведено розрахунок та вибір елементів схеми, приведена специфікація на вибрані елементи.

В графічній частині роботи на першому рисунку приводиться функціонально - технологічна схема, а на другому принципова схема керування електротехнологічним обладнанням для вентилявання зерна.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ВАРІАНТІВ СХЕМ ДЛЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ НА ЗЕРНОЕЛЕВАТОРАХ

3.1. Дослідження принципів побудови сучасних систем керування електроприводами на елеваторах зерна.

Переміщення зернової маси на зерноелеваторі залежить від вологості та засміченості зерна, яке вивантажується з автомобіля (рис. 3.2) в приймальний зерновий бункер 1. В нижній частині приймального бункера зернова маса переміщується транспортером 19 через метало уловлювач 18 на норію 3.

Перекидний клапан К1, переміщує зерно в сепаратор зерна 5 для очистки, або зразу через бункер 4 в модульнисушарку 2 (рис 3.2) для висушування, якщо зерно має підвищену вологість. Після бункера 4 зерно може подаватися, за допомогою перекидного клапана К2 до норії 9 для завантаження в бункер вологого зерна 8 . Відходи від зернової маси, з сепаратора попадають в бункер відходів 6.

Вологе зерно з бункера 8 за допомогою транспортера 17 поступає на норію 7 для подачі в сушарку зерна 2 для висушування (рис.3.1). Бункер вологого зерна 8 використовується в разі великої кількості зернової маси різної вологості.

Висушене зерно з сушарки 2 поступає на норію 9 з якої за допомогою перекидних клапанів К4 і К5 (рис. 4) може поступати у вивантажувальний бункер 14 або через транспортер 16 до норії 15. За допомогою норії 15 зерно завантажується в силос 11 для зберігання.

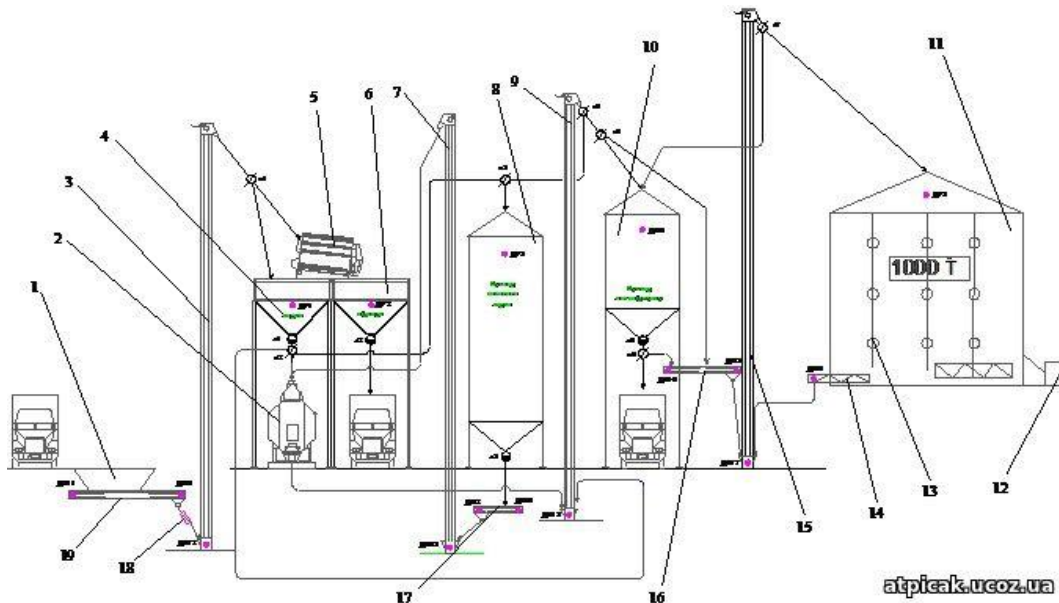


Рис. 3.1. Технологічна схема зерноелеватора. 1 – приймальний бункер зерна; 2 – модульна сушарка; 3 – завантажувальна норія; 4 – бункер зерна; 5 – сепаратор зерна; 6 – бункер відходів; 7 – норія; 8 – бункер вологого зерна; 9 – норія сухого зерна; 10 – вивантажувальний бункер; 11 – силос для зберігання зерна; 12 – вентилятор бункера; 13 – датчики температури; 14 – вивантажувальний транспортер; 15 – норія бункера; 16, 17 – проміжні транспортери; 18 –метало уловлювач; 19 – транспортер приймального бункера: ДР – датчики рівня; ДП – датчик положення; ДШ – датчик швидкості обертів); З – заслінки; К- перекидний клапан.

Для автоматичного розвантаження і переміщення зерна по технологічних маршрутах використовуються заслінки, що приводяться в роботу електродвигунами з редукторами [1, 2, 3]

Розглянемо як здійснюється автоматичне керування електродвигуном М2 заслінки. Режим роботи встановлюються перемикачем SA.

В автоматичному режимі по команді контролера та в ручному режимі.

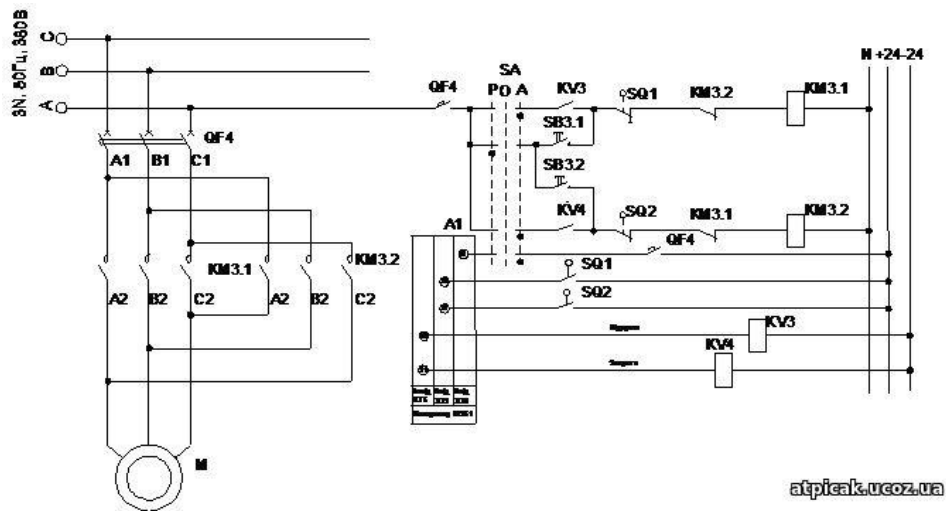


Рис. 3.2. Принципова схема автоматичного керування заслінками та перекидними клапанами зерна.

В положенні «Р» перемикача SA здійснюється ручний режим за допомогою кнопки поста SB3, який розміщується безпосередньо біля електродвигуна. Використовується під час налагоджувальних робіт.

При автоматичному режимі перемикач встановлюють в положення «А». одночасно подається сигнал керування на контролер, при ввімкненому автоматичному вимикачі QF4. Контролер А1, відповідно до ходу технологічного процесу, з виходу 20 подає напругу на котушку проміжного реле KV3. Це реле своїм замикаючим контактом KV3 подає напругу на котушку магнітного пускача KM3.1, який силовими контактами вмикає електродвигун мотор – редуктора електричної заслінки бункера. Одночасно замикаються контакти KM3.1, що подають сигнал на контролер. При повному відкритті заслінки спрацьовує кінцевий вимикач SQ1 і вмикає магнітний пускач KM3.1, який своїми контактами вмикає електродвигун.

Відповідно до технологічного процесу переміщення зернової маси контролер А1 з виходу 21 подає напругу на проміжне реле KV4, яке своїми контактами вмикає електродвигун редуктора М2 на закривання заслінки. При

повному закриванні кінцевий вимикач SQ2 вимикає електродвигун при закритому положенні.

Замикаючі контакти кінцевих вимикачів SQ1 і SQ2 подають сигнал на контролер про їх неспрацювання.

Аналогічно працюють перекидні клапана на зернопроводах, для переміщення зернової маси потехнологічних маршрутах.

Контролюється температура зерна під час зберігання за допомогою датчиків температури 13. В разі зміни температури від заданного значення вмикаються вентилятори 12 для провітрювання зернової маси.

Для вивантажування зерна з силосу 11 використовується вивантажувальний транспортер 14, який подає зерно на норію 15. З норії зерно поступає в вивантажувальний бункер 10, з якого самопливом за допомогою заслінки 3 4 висипається в кузов автомобіля.

Контролюється рівень зерна в бункерах за допомогою датчиків рівня ДР1- ДР5. В нижній частині бункерів для вивантажування використовуються автоматичні заслінки 3.1– 3.4 . Контроль роботи транспортерів і норій контролюються за допомогою датчиків швидкості (обертів) ДШ1 – ДШ7 5. В кожному транспортері в кінці руху зерна використовуються датчики підпору ДП1 – ДП4 (кінцеві вимикачі), які спрацьовують в результаті забивання зерном транспортера [17].

3.2. Автоматичне керування норією системою плавного пуску

Проаналізуємо роботу на прикладі схеми керування завантажувальною норією. (див. технологічну схему).

Розглянемо можливість керування норії за допомогою перемикачем SA в ручному і автоматичному режимах роботи.

Ручний режим застосовується для налагодження, або інших дій при допомозі кнопки SB2, яка встановлена без посередньо біля електродвигуна. Кнопка «SB1» використовується в нижній частині норій для аварійного відключення.

Для керування в автоматичному режимі перемикач «SA» встановлюємо в положення «А». В цьому режимі плавний пуск і робота норії буде здійснюватися за допомогою програмованого контролера А1.

Сигнал на вмикання цього режиму здійснюється через контакти перемикача, коли ми встановимо в положення «А». Контролер відповідно до програми подає напругу на котушку проміжне реле KV1 для вмикання плавного пуску за допомогою магнітного пускача KM1 та котушка проміжного реле KV-start. Контакти проміжного реле KV-start замикаються і подається сигнал на пуск плавного пуску А2. Відповідно до програми плавного пуску здійснюється запуск двигуна норії М [4, 7].

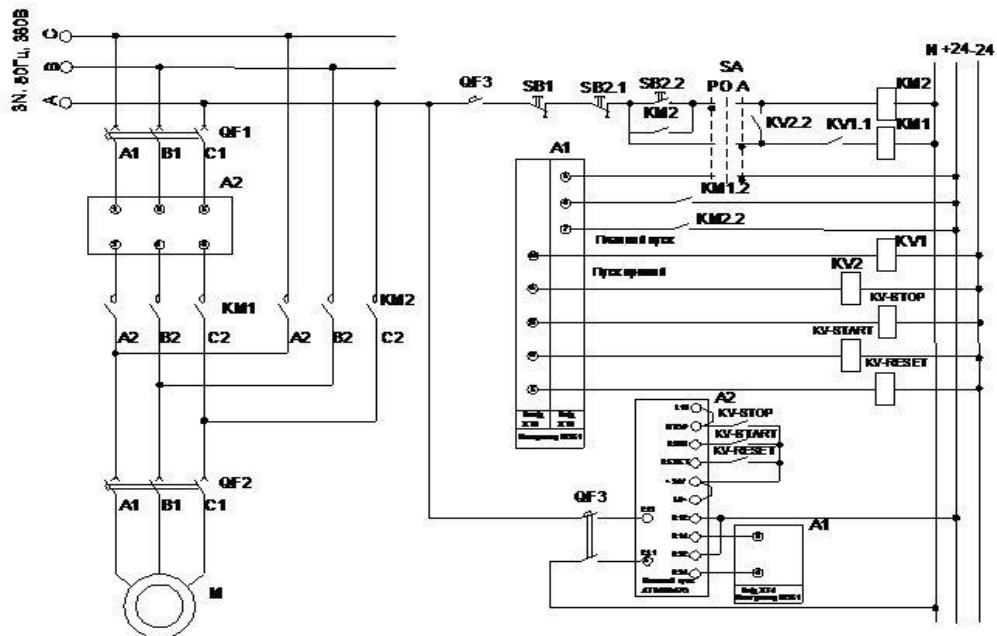


Рис. 3.3. Принципова схема автоматичного керування норією з пристроєм плавного пуску.

При успішному запуску двигуна норії пристрій плавного пуску подає сигнал на виводи 3, 4 входу ХТ4. Контролер А1 подає напругу на котушку проміжного реле KV-reset, а він своїми контактами подає сигнал на вмикання пристрою плавного пуску А2. Також контролер вимикає проміжне реле KV1 і подає напругу на котушку проміжного реле KV2. Контактми KV1 вимикається магнітний пускач для керування плавним пуском, а контактми

KV2 вмикається магнітний пускач KM2 для роботи електродвигуна при нормальній роботі.

Контакти магнітних пускачів KM1.2 і KM2.2. подають сигнал на контролер при їх роботі. Проміжне реле використовується для скидання сигналу з пристрою плавного запуску.

Автоматичне керування інших норій і транспортерів здійснюється одним тим же контролером ,тільки для цього використовуються інші входи і виходи контролера. Під час наладки здійснюється програмування контролера , встановлюються параметри і відповідні входи та виходи для всього обладнання зерноелеватора [4, 4, 7].

Захист електродвигуна норій здійснюється автоматичним вимикачем QF2, система плавного пуску QF1, а коло керування автоматичним вимикачем QF3.

3.3. Розробка керування вентиляторами бункерів зерноелеватора в автоматичному режимі роботи.

Ручний і автоматичний режими роботи в задаються перемикачем SA3.

Кнопки SB4.1 і SB4.2. розміщені поряд з електродвигуном і забезпечують керування електродвигунами вентиляторів в ручному режимі роботи.

При перемиканні перемикача SA3 в положення «А» схема буде працювати в автоматичному режимі з одночасною подачею сигналу на контролер про вмикання цього режиму. Відповідно до заданої програми та температури зернової маси (на схемі відсутні датчики температури зерна в бункері) на виході контролера XT3 подається сигнал на спрацювання котушки проміжного реле KV5. Контакти реле KV5.1 замикаються і подаютьнапругу на котушкумагнітногопускача KM4. Силкові контакти магнітного пускача KM4 подаютьнапругу на електродвигун вентилятора M4. Додаткові контактипускача KM4.2 подають сигнал на контролер повідомляючи, що він ввімкнений. Триває продувка зерновоїмаси до тих пір, поки контролер не вимкнепроміжне реле KV5. [4, 4, 7].

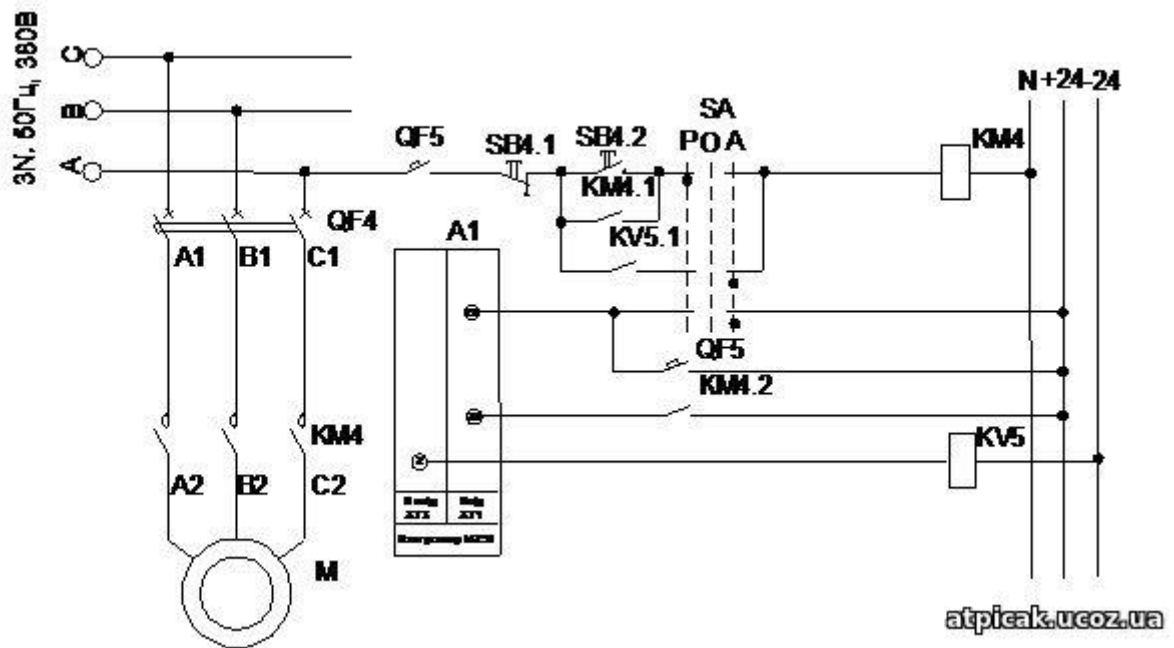


Рис. 3.4. Принципова схема автоматичного керування вентиляторами бункера.

Висновки до третього розділу

Виконано розробку варіантів схем для модернізації електроприводів на зерноелеваторах. Проведено дослідження принципів побудови сучасних систем керування електроприводами на елеваторах зерна.

Для зменшення пускового струму електродвигунів розроблена принципова електрична схема автоматизації керуванням норією зерноелеватора з системою плавного пуску.

Розроблена принципова схема автоматичного керування вентиляторами бункера з використанням контролера.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Робота виконана на основі завдання на проектування. Проведено дослідження та аналіз технологій виробничих процесів та електротехнологічного обладнання на зерноелеваторах, які потребують реконструкції та модернізації обладнання.

Виконано розробку варіантів схем для модернізації електроприводів на зерноелеваторах. Проведено дослідження принципів побудови сучасних систем керування електроприводами.

Для зменшення пускового струму електродвигунів розроблена принципова електрична схема автоматизації керуванням норією зерноелеватора з системою плавного пуску.

Розроблена принципова схема автоматичного керування вентиляторами бункера з використанням контролера.

Проведено: перевірковий розрахунок та вибір електродвигунів відповідної потужності з врахуванням умов експлуатації, апаратів керування, захисту та автоматизації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барало О. В. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування. /Навчальний посібник./ Таращанського коледж. 2010. – 457 с.
2. Гаврилюк І. А., Хандола Ю. М. Електропривод в АПК.Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт. – Харків.: Факт, 2009. – 280 с.
3. Гончар В. Ф. , Тищенко Л. П. Електрообладнання і автоматизація с. г. агрегатів і установок. К. Вища школа. 1989. 343 с.
4. Гончаров Ю. П, Будьонний О. В, Морозов В. Г, Панасенко М. В, Ромашко В. Я, Руденко В.С. За ред. Руденка В.С. Перетворювальна техніка. Підручник. Ч2/ - Харків: Фоліо, 2000. – 360 с.
5. Жулай Є.Л. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній. – К.: 2002
6. Костенко Д. В., Волянская Я.Б. Энергосберегающее управление асинхронным электроприводом с использованием микропроцессорной техники // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв: НУК, 2005. – №3 (402). – С. 101-110.
7. Костенко Д.В., Волянская Я.Б. Использование микроконтроллеров в интеллектуальных реле для асинхронных электроприводов // Электротехника и электромеханика: Материалы международной научно-технической конференции, 25-27 ноября 2004 г. – Николаев: НУК, 2004. – С. 55-56.
8. Лебедев В.Б. Обработка и хранение семян. – М., Колос, 1983. – 187 с.
9. Логвінов Г. С., Прядко В. А., Яремчук Л. М. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. – Ж., 2013.
10. Мартиненко І.І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. – К., Урожай, 1995. – 224 с.
11. Марченко О. С. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві. - К.: Урожай, 1995. – 416 с.
12. Олійник В. С. Довідник сільського електрика. К., Урожай, 1989. – 262 с.
13. Мельник Б.Б. Справочник по сушке и активному вентилированию зерна. - М., Колос, 1980. – 196 с.

14. Павлов В. Р. Електрообладнання підприємств по зберіганню і переробці зерна. К., Урожай, 1995. – 216 с.
15. Прядко В. А., Яремчук Л. М. Комплексна електромеханізація і автоматизація с.-г. виробництва. Ж. 2011.-385 с.
16. Прядко В. А. Яремчук Л. М. Автоматизація електроприводу с. – г. машин. Ж. 2011 р.
17. Технічні паспорти на електротехнологічне обладнання. К., Агросервіс, 2021.