

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Гончар Олександр Володимирович

УДК 621.331:631.354.025

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування модернізації електроприводу самохідного ковшового шнекового
навантажувача зерна.
(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

О.В. Гончар
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Коновалов Олександр Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)
старший викладач кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)
Консультант
Палійчук Володимир Костянтинівич
(прізвище, ім'я, по батькові)
к. т. н. доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Гончар О. В. «Обґрунтування модернізації електроприводу самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна »

Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В роботі виконано обґрунтування модернізації електроприводу самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна (КШН). Для приводу навантажувача доцільно використовувати електроприводи з трифазними асинхронними двигунами.

Практична цінність обґрунтована та розроблена електрична схема електроприводу самохідного КШН.

Обґрунтована методика та приведений приклад розрахунку електрообладнання електроприводу ковшового шнекового навантажувача зерна.

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

ANNOTATION

Gonchar OV "Substantiation of modernization of electric drive of self-propelled basket auger grain loader"

Qualification work on the rights of the manuscript.

The substantiation of modernization of the electric drive of the self-propelled bucket screw loader of grain (KSN) is executed in the work. For the drive of the loader it is expedient to use electric drives with three-phase asynchronous motors.

The practical value of the processed and manufactured electric circuit of the self-propelled KSHN electric drive.

The method is substantiated and the example of calculation of the electric equipment of the electric drive of the bucket screw loader of grain is resulted.

Qualifying work for a bachelor's 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.....	4
1. РОЗДІЛ 1	
ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОХІДНОГО КОВШОВОГО ШНЕКОВОГО НАВАНТАЖУВАЧА ЗЕРНА	6
1.1 Електропривод самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна (КШН).....	6
1.2 Будова та робота навантажувача. Кінематична схема.....	7
1.3 Система електропостачання самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна.....	11
2. РОЗДІЛ 2	
РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ	12
2.1 Визначення режиму роботи електродвигуна	12
2.2 Розрахунок потужності та вибір електродвигунів.....	14
2.3 Перевірка вибраного електродвигуна на перевантажувальну здатність.....	16
2.4 Розрахунок активної, реактивної та повної потужностей приводу КШН.....	17
3. РОЗДІЛ 3	
СХЕМА КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ	19
3.1 Розробка електричної схеми керування електроприводом установки, опис її роботи.....	19
3.2 Опис роботи та управління самохідним ковшово шнековим навантажувачем зерна.....	20
3.3 Обґрунтування та вибір апаратів керування і захисту.....	21
3.4 Вибір провідників і кабелів силової проводки.....	22
Висновки.....	24
Список використаних джерел.....	26
Додаток А.....	29
Додаток Б.....	30
Додаток В.....	31

ВСТУП

Для приводу машин агрегатів та потокових ліній сільськогосподарського та промислового призначення найчастіше застосовуються електродвигуни змінного струму.

Асинхронні двигуни, як правило, розраховані на термін роботи 10-15 років без капітального ремонту при умові правильної їх експлуатації. Переважно відмови асинхронних двигунів (85%-95%) пов'язані з пошкодженням ізоляції обмоток. Інші відмови викликані мехічними пошкодженнями. На сьогоднішній час надійність електроприводів досить низька, щорічно виходять з ладу і ремонтуються до 30% парку електричних машин. На сучасному етапі розвитку електроустановочного промисловості освоїла випуск електродвигунів з кращими технічними характеристиками, вищою надійністю та меншим електроспоживанням. Це досягається за рахунок застосування більш тонкої ізоляції яка здатна витримувати високі температури та використання поліпшених марок електротехнічної сталі та удосконалення систем охолодження машин.

Із наведеного слідує необхідність проведення модернізації електроприводів машин та агрегатів які були виготовленні декілька десятків років тому.

В роботі виконано обґрунтування модернізації електроприводу самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна. Тому, що старі двигуни серії 4А не відповідають параметрам ефективної роботи електроприводів та безвідмовної роботи .

Актуальність теми: Обґрунтування впровадження електроприводів змінного струму на базі асинхронних двигунів дозволить підвищити надійність обладнання самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна та зменшити його електроспоживання.

Об'єкт дослідження: Методи підвищення надійності та енергоефективності трифазних асинхронних двигунів змінного струму.

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

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

Завдання дослідження: Обґрунтувати модернізацію електроприводу КШН, виконати розрахунок основних параметрів електрообладнання.

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

Впровадженні інженерні рішення: Розроблена принципіальна електрична схема електроприводу для ковшово шнекового навантажувача зерна.

Практичне значення: Підвищення надійності електроприводу, зменшення споживання електроенергії.

Наукові публікації автора за темою дослідження:

1. Тези доповіді на тему « Дослідження можливостей використання транспортерів при створенні потокових ліній в сільськогосподарському виробництві » Гончар О. В., Камінський О. В., Онищук В. В. Матеріали науково- практичної конференції I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. Житомир 2021р. (18 січня)
2. Тези доповіді на тему « Вимірювальна апаратура для експериментальних досліджень електроприводів » Гончар О. В. Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. Житомир 2021р. (20 травня)

Структура та обсяг роботи: Робота містить анотацію, вступ, три розділи, висновки, література, додатки. Обсяг 26 сторінок А4 друкованого тексту.

РОЗДІЛ 1

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ САМОХІДНОГО КОВШОВОГО ШНЕКОВОГО НАВАНТАЖУВАЧА ЗЕРНА

1.1 Електропривод самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна (КШН)

Ковшовий шнековий навантажувач Р6-КШП-6 і модифікації, які відрізняються тільки висотою завантаження, призначений для навантаження зерна і кукурудзи в качанах з рівних поверхонь, а також може бути використаний для штабелювання (буртування) зернових і роботи всередині складів. КШП-6 використовується у всіх кліматичних зонах. Р6-КШП-6 складається з ковшового елеватора Р6-КШП-6.01.02.000 СБ з підгортаючими шнеками, поворотного підйомно-спускового стрічкового транспортера 5.02.21.00 АСБ, колісного візка, електрообладнання та гідрообладнання. Привід робочих органів і пересування навантажувача відбувається за допомогою п'яти електродвигунів серії 4А і двох гідроциліндрів. Основні виробничі процеси навантажувача можуть бути проведені в автоматичному режимі роботи. Навантажувач обслуговує один оператор [2].

Двигуни серії 4 А мають суттєві недоліки, а саме відпрацювали нормативний ресурс годин та не являються енергоефективними, складні у ремонті та обслуговуванні. В станції управління застосовується релейно контактна апаратура керування та захисту: пускачі ПМЛ; автомати серії АЕ; теплові реле РТЛ. В якості засобів світлової сигналізації використовуються мініатюрні лампи розжарювання.

Тому виникає потреба провести модернізацію приводу з заміною двигунів серії 4А на двигуни серії АИР які відповідають рекомендованим параметрам Публікації МЕК 34-12. Двигуни серії АИР забезпечують покращенні показники надійності (термін роботи до кап. ремонту не менше 10 років, але не більше 22000 год.), покращені характеристики віброакустики (рівень шуму знижений у порівнянні з серією 4А на 10–15 дБ). Конструктивне виконання двигунів АИР характеризується зниженими

витратами активних матеріалів (міді – на 2,5 %, сталі електротехнічної – на 4 %), знижену масу і конструктивні матеріали відповідно на 10–15 %. Двигун основного виконання має ступінь захисту IP55 .

Таблиця 1

Основні технічні характеристики КШН

Найменування	Од. вим.
Технічна продуктивність на зерні / на кукурудзі, т / год.	110/65
Максимальна висота скидання зерна, мм.	3100
Швидкість при пересуванні самоходом, м / с.	0,1
Кут повороту транспортера, радий.	3,14
Ширина захоплення, мм.	1800
Дорожній просвіт (при піднятому елеваторі), мм.	180-200
Встановлена потужність електродвигунів, кВт.	15
Габаритні розміри, мм.	(ДхШхВ) 7150х1820х2540
Маса, кг.	не більше 2100

1.2 Будова та робота навантажувача. Кінематична схема.

Навантажувач КШП-6 складається з елеватора, транспортера, колісного візка, електрообладнання та гідрообладнання.



Рис. 1. Загальний вигляд навантажувача КШП-6

Елеватор

Елеватор є збірним механізмом навантажувача. Робочий орган елеватора - ковшовий ланцюг з дев'ятьма ковшами - огинає зірочки приводного, натяжного і двох відхиляючих валів і приводиться в рух від електродвигуна через клиноремінну і ланцюгову передачі. Ковшовий ланцюг натягується двома болтами. Робоча гілка ковшового ланцюга спирається на дерев'яні підтримуючі планки і ковзає по ним. Ворушіння бурту елеватор забезпечується двома підгортаючими шнеками, які змонтовані на консолях нижнього відхиляючого вала і укладені в кожух. Всі вузли елеватора встановлено на несучій зварній рамі, яка за допомогою двох шарнірів спирається на раму візка [4].

Транспортер

Зерновий матеріал відвантажується поворотним стрічковим транспортером, що складається з рами, стрічки, приводного барабана з приводом, натяжного барабана, що підтримує ролики, приймальні воронки, козирка, а також механізмів підйому і повороту.

Зварна рама транспортера за допомогою пустотілих цапф закріплена на поворотному колі, встановленому на рамі візка, і підтримується механізмом підйому. Верхня частина рами має коритоподібного форму, утворену опорними дошками і похилими бортами.

Робоча частина стрічки спирається і ковзає по опорним дошках і роликам. Неробоча гілку підтримується опорними роликами. Для збільшення зчеплення матеріалу, що транспортується з стрічкою на лицьовій стороні змонтовані вертикальні скребки. Приводний барабан встановлений в хвостовій частині транспортера під приймальною воронкою.

Колісний візок

Візок складається з рами, ведучих коліс, двох приводних редукторів з електродвигунами і рояльних коліс. Для буксирування навантажувача візок забезпечена дишлом. Рама візка являє собою зварену конструкцію, на якій змонтовані всі механізми навантажувача. Колеса за допомогою ланцюгових передач окремо рухаються від електродвигунів через черв'ячно-зубчасті редуктори.

Гідросистема

Гідрообладнання призначене для роботи механізмів підйому елеватора і повороту транспортера. Вона включає в себе шестерний насос НЩ-10Е лівого обертання, що приводиться в рух електродвигуном через циліндричний одноступінчатий редуктор з передавальним відношенням. Масляний бак ємністю 8 літрів, два гідроциліндра і систему шлангів високого та низького тиску.

У з'єднанні штуцера шлангів гідроциліндрів встановлені клапани сповільнення для обмеження швидкості опускання елеватора і повороту транспортера. Запобіжний клапан призначений для обмеження максимального тиску. Відрегульований на 50 кгс / см².



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

	Р6-КШП-6	Р6-КШП-6М	Р6-КШП-15
Производительность по зерну, т/ч:	100	100	150
Скорость при передвижении самоходом, м/с:	0,1	0,1	0,1
Ширина захвата, мм:	1800	1800	2100
Установленная мощность, кВт:	10,8	11,8	12,8
Высота сброса продукта (по верхней точке сбрасывания):	не менее 3,1 м.	не менее 4,1 м.	не менее 4,1 м.
Габаритные размеры, мм, не более: (длина x ширина x высота)	7150x1820x 2540	8200x1820x 2540	8200 x2120x2540

Рис.2 .Технологічна схема.

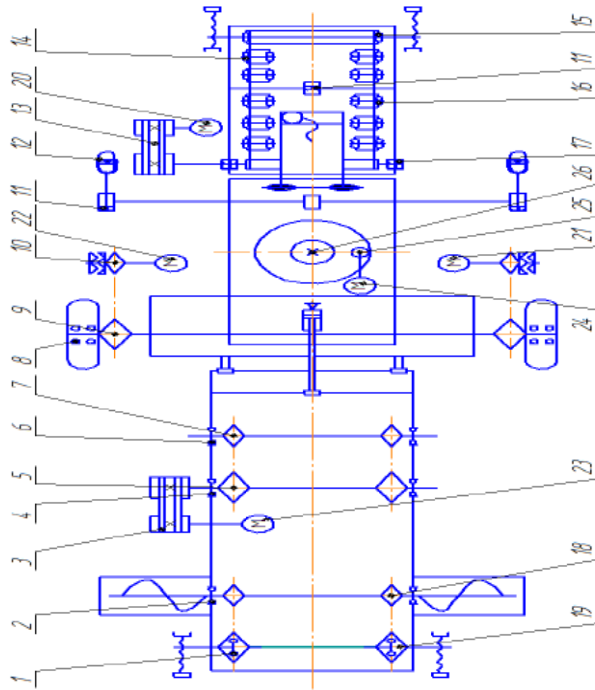


Рис. 3. Кінематична схема

Таблиця 2

До кінематичної схеми

Найменування деталей	Номер позиції	Число зубців	Крок, мм	Кіл. на машину, шт.
Підшипник 209	1, 4, 6			6
Підшипник 211	2			2
Ремні приводні В (Б)-1500	3	3		3
Зірочка	5	16		6
Зірочка	7	13		
Підшипник 209	1, 4, 6			
Підшипник 211	2			2
Ремні приводні В (Б)- 1500	3			3
Зірочка	5, 7, 9	16	38,1	2
Підшипник 7509Н	8			4
Ремни приводні А-950	13			3
Двигун Р=4кВт	20			1
Мотор-редукто Р=4кВт	21, 22			2
Мотор-редуктор Р=1кВт	23			1
Мотор-редуктор Р=0,5кВт	24			1

1.3 Система електропостачання самохідного ковшово шнекового навантажувача зерна

Живлення електроприводів КШП здійснюється від мережі трифазного змінного струму напругою 0.4 кВ з промисловою частотою 50Гц. Електроенергія від цехової трансформаторної підстанції 10/0.4 кВ по кабельній лінії подається до відповідного технологічного обладнання. Розподілення електроенергії та захист ліній здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів.

Висновки по першому розділу

Привід робочих органів і пересування навантажувача відбувається за допомогою п'яти електродвигунів серії 4А і двох гідроциліндрів.

Двигуни серії 4 А мають суттєві недоліки, а саме являються застарілими та не енергоефективними, складними у ремонті та обслуговуванні, що обумовлює собою підвищене споживання електричної енергії та затрати на часті ремонти та обслуговування.

Тому виникає потреба провести модернізацію приводу з заміною двигунів серії 4А на двигуни серії АИР які відповідають рекомендованим параметрам Публікації МЕК 34-12. Двигуни серії АИР забезпечують покращенні показники надійності (термін роботи до кап. ремонту не менше 10 років, але не більше 22000 год.), покращені характеристики віброакустики (рівень шуму знижений у порівнянні з серією 4А на 10–15 дБ). Конструктивне виконання двигунів АИР характеризується зниженими витратами активних матеріалів (міді – на 2,5 %, сталі електротехнічної – на 4 %), знижену масу і конструктивні матеріали відповідно на 10–15 %. Двигун основного виконання має ступінь захисту IP55. В станції управління застосовується релейно контактна апаратура керування та захисту:пускачі ПМЛ; автомати серії АЕ; теплові реле РТЛ. В якості засобів світлової сигналізації використовуються мініатюрні лампи розжарювання.

Живлення електроприводів КШП здійснюється від мережі трифазного змінного струму напругою 0.4 кВ з промисловою частотою 50Гц.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

2.1 Визначення режиму роботи електродвигуна

Розрахунок виконаний для електроприводу елеватора самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна .

Середня споживана потужність машини чи механізму ($P_{\text{ср. м}}$), Вт:

$$P_{\text{ср. м}} = (P_{\text{м1}} \cdot t_1 + P_{\text{м2}} \cdot t_2 + P_{\text{м3}} \cdot t_3) / (t_1 + t_2 + t_3) \quad (1)$$

$$P_{\text{ср. м}} = (3000 \cdot 30 + 2500 \cdot 20 + 2700 \cdot 10) / (30 + 20 + 10) = 2783 \text{ Вт.}$$

Номінальний момент статичного опору робочої машини $M_{\text{с.н.}}$

становитиме:

$$M_{\text{с.н.}} = P_{\text{ср. м}} / \omega_{\text{м}} \quad (2)$$

де, $\omega_{\text{м}}$ – номінальна кутова швидкість приводного вала машини, $\omega_{\text{м}} = 5 \text{ с}^{-1}$

$$M_{\text{с.н.}} = 2783 / 5 = 556,6 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Момент опору тертя M_0 в рухомих частинах машини, який не залежить від швидкості ω :

$$M_0 = k \cdot M_{\text{с.н.}} \quad (3)$$

де, k – коефіцієнт, що характеризує відношення $M_0/M_{\text{с.н.}}$

Приймаємо $k = 0,35$ [7]

$$M_0 = 0,35 \cdot 556,6 = 195 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Механічна характеристика робочих машин описується за такою емпіричною формулою:

$$M_{\text{с}} = M_0 + (M_{\text{с.н.}} - M_0) \cdot (\omega / \omega_{\text{м}})^x \quad (4)$$

де, M_c – поточні значення моментів статичних опорів, при кутовій швидкості ω ;

x – показник степеня, що характеризує зміну статичного моменту, при зміні кутової швидкості (у відповідності до завдання $x = 1,2$).

$$M_c = 195 + (556,6 - 195) \cdot (0,1 \cdot 5 / 5)^{1,2} = 217,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Аналогічно розраховуємо інші значення моментів статичних опорів робочої машини.

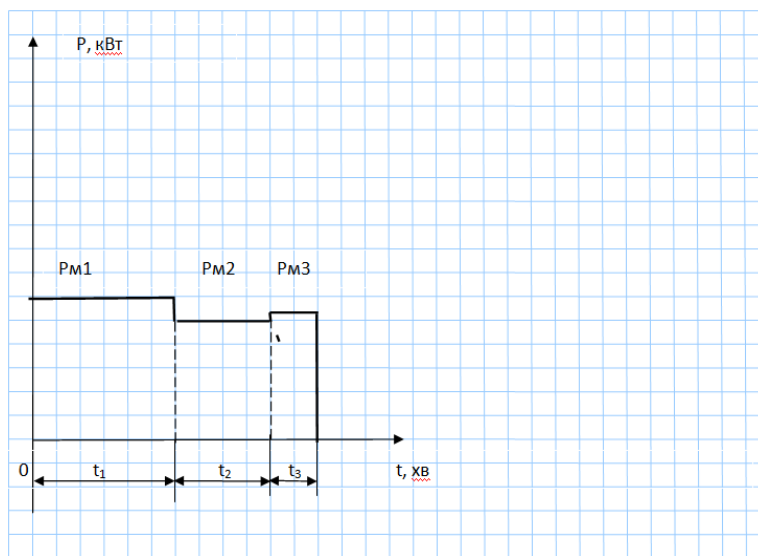


Рис. 4. Навантажувальна діаграма робочої машини

Навантажувальна діаграма робочої машини рис4 побудована у масштабі

$$m_p = 1 \text{ кВт/см}; m_t = 10 \text{ хв/см}$$

Максимальна потужність робочої машини відповідно до навантажувальної діаграми $P=3$ кВт.

Для електродвигунів такої потужності постійна часу нагрівання становить $T=15\dots 20$ хв. [5].

З графіка навантажувальної діаграми (рис. 4) видно, що час роботи, хв:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 \quad (5)$$

$$t_p = 30 + 20 + 10 = 60 \text{ хв.}$$

При цьому $t_p < 4T$; $60 < 4 \cdot 20 = 80$ хв. За час роботи 60 хвилин електродвигун не встигає нагрітися до ustalеної температури. Такий режим роботи називається короткочасним і згідно з ДСТУ 183-73 позначається S2.

2.2 Розрахунок потужності та вибір електродвигунів

Головною вимогою при виборі електродвигуна є відповідність його потужності умовам технологічного процесу робочої машини.

Для правильного вибору електродвигунів до приводу робочих машин потрібно порівняти параметри навколишнього середовища та конкретні умови роботи двигуна з його технічними даними з метою забезпечення надійної роботи електроприводу протягом установленого часу.

Вибір електродвигунів проводиться згідно методу еквівалентної потужності. Цей метод можливо застосовувати якщо швидкість обертання двигуна під час роботи машини змінюється незначно.

Потужність ковшово шнекового навантажувача змінюється у часі:

$$P_{M_1} = 3 \text{ кВт}, P_{M_2} = 2,5 \text{ кВт}, P_{M_3} = 2,7 \text{ кВт}, P_{M_4} = 2,7 \text{ кВт}, P_{M_5} = 1,6 \text{ кВт}.$$

$$\text{Час роботи: } t_1 = 30 \text{ хв}, t_2 = 20 \text{ хв}, t_3 = 10 \text{ хв}, t_4 = 10 \text{ хв}, t_5 = 5 \text{ хв}.$$

$$\text{Частота обертання вала машини - } \omega_M = 5 \text{ с}^{-1}.$$

Розрахунок потужності електродвигуна виконується методом еквівалентної потужності

Еквівалентна потужність машини за робочий період

$$P_{E.M} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + P_3^2 t_3 + P_4^2 t_4 + P_5^2 t_5}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5}} \quad (6)$$

$$P_{E.M.} = \sqrt{\frac{3000^2 \cdot 30 + 2500^2 \cdot 20 + 2700^2 \cdot 10 + 2700^2 \cdot 10 + 1600^2 \cdot 5}{30 + 20 + 10 + 10 + 5}} = 2716 \text{ Вт}$$

Еквівалентна потужність двигуна на валу

$$P_E = P_{E.M.} / \eta_{\Pi}, \quad (7)$$

де η_{Π} – коефіцієнт корисної дії передачі (приймаю 0,97)

$$P_E = 2716 / 0.97 = 2800 \text{ Вт.}$$

Згідно проведених розрахунків вибираю електродвигун за умовою $P_{H.Д} \geq P_E$, тобто $P_{H.Д} \geq 2800 \text{ Вт}$.

Для електроприводу елеватора ковшового шнекового навантажувача за каталогом вибрано мотор-редуктор TYPE C312 PS3 з електродвигуном M2 АИР М112МА6У3 $P=3,0 \text{ кВт}$; $I_H = 7,8 \text{ А}$, $n_H = 1000 \text{ об/хв.}$, ($\omega_{H.Дв.} = 150 \text{ с}^{-1}$),

$$K_{\min.} = 1,6; K_{\max.} = 2,2, \cos\varphi = 0,75, \eta = 81,5 \%, K_i = 6, U_H = 380 \text{ В.}$$

Трифазний електродвигун АИР112МА6У3 являється представником серії промислових асинхронних електродвигунів змінного струму з короткозамкнутим ротором. Потужність даного електродвигуна 112МА6 складає 3 кВт, а частота обертання - 1000 об/хв. Захисний клас IP55 –захист електродвигуна від проникнення в середину корпуса вологи і пилу. Клас ізоляції обмоток статора- "F", допустима температура нагріву 150 °С. Кліматичне виконання двигуна УЗ.

Розрахунок потужностей інших електродвигунів виконаний аналогічно. Їх технічні характеристики наведені в таблиці 3.

Таблиця 3

Характеристики електродвигунів шнекового навантажувача

Поз. Поз-начення	Найменування	Кіл	Примітка
М1 Транспортер	Електродвигун АИРМ112МА6УЗ	1	$P_H = 3$ кВт $I_H = 7,8$ А
М2 Елеватор	Мотор-редуктор ТУРЕ С312 PS3 з електродвигуном АИРМ112МА6УЗ	1	$P_H = 3$ кВт $I_H = 7,8$ А
М3 М4 Хід лівий , правий	Мотор-редуктор ТУРЕ С313 PS1 з електродвигуном АИР 71В6УЗ	2	$P_H = 0,55$ кВт $I_H = 1,44$ А
М5 Підйом опускання елеватора	Мотор-редуктор ТУРЕ А203 ИН30 Р63 з електродвигуном АИР63В6УЗ	1	$P_H = 0,25$ кВт $I_H = 0,65$ А

2.3 Перевірка вибраного електродвигуна на перевантажувальну здатність

Згідно характеристик вибраного електродвигуна перевіряємо пускові та перевантажувальні властивості електродвигуна приводу елеватора ковшового шнекового навантажувача зерна.

Припустимо, що електродвигун запускають при найбільшому навантаженню

$$M_{\text{макс.}} = M_1 = P_1 / \omega_{\text{н. дв}} \quad (8)$$

$$M_{\text{макс.}} = 3000 / 150 \text{ с}^{-1} = 20 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Перевіряємо електродвигун на перевантажувальну здатність

$$M_{\text{н(пер)}} = M_{\text{макс.}} / K_{\text{доп.}} \quad (9)$$

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

Тоді

$$M_{\text{н(пер)}} = 20 / 0,75 \cdot 2,2 = 12,1 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Номінальний момент двигуна

$$M_H = P_H / \omega_H \quad (10)$$

$$M_H = 3000 / 150 = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Як видно з розрахунків $M_k > M_{H(\text{опору машини})}$; $20 > 12,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$. умова виконується.

2.4 Розрахунок активної, реактивної та повної потужностей приводу КШН

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

$$P_{M.HOM} = \frac{P_{HOM} \cdot \kappa_3}{\eta_{D.HOM}} \quad (11)$$

де: P_{HOM} – номінальна потужність електродвигуна, ($P_{HOM} = 3,0 \text{ кВт}$)

κ_3 – коефіцієнт завантаження ($\kappa_3 = 0,8$);

$\eta_{D.HOM}$ - номінальне значення ккд електродвигуна ($\eta_{D.HOM} = 0,815$).

$$\cos \varphi_{HOM} = 0,75.$$

$$\cos \varphi = 0,75, \eta = 81,5 \%,$$

$$P_{M.HOM} = \frac{3,0 \cdot 0,8}{0,815} = 2,94 \text{ кВт}.$$

Реактивну потужність, споживану електродвигуном, визначають за формулою:

$$Q_{HOM} = P_{M.HOM} \cdot \text{tg} \varphi_{HOM} \quad (12)$$

де: $\text{tg} \varphi_{HOM}$ – коефіцієнт реактивної потужності ($\text{tg} \varphi_{HOM} = 0,86$) при номінальному значенні

$$\cos \varphi_{HOM} = 0,75.$$

$$Q_{ном} = 2,94 \cdot 0,86 = 2,53 \text{кВар.}$$

Повну потужність , кВ·А, визначаємо за формулою

$$S_{д.ном} = \sqrt{P_{м.ном}^2 + Q_{ном}^2} \quad (13)$$

$$S_{д.ном} = \sqrt{2,94^2 + 2,53^2} = 3,87 \text{кВ} \cdot \text{А.}$$

Висновки по другому розділу

Режим роботи для приводів самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна S2 (короткочасний режим роботи).визначиний з навантажувальної діаграми.

Згідно з виконаних розрахунків потужність електродвигунів :

- M1 - електродвигун АИРМ112МА6У3 - P_н =3 кВт, I_н = 7,8 А;
- M2- мотор-редуктор TYPE C312 PS3 з електродвигуном АИРМ112МА6У3 - P_н =3 кВт, I_н = 7,8 А;
- M3 M4 - мотор-редуктор TYPE C313 PS1 з електродвигуном АИР 71В6У3 - P_н =0,55 кВт, I_н = 1,44 А;
- M5 - мотор-редуктор TYPE A203 ИН30 Р63 з електродвигуном АИР63В6У3 - P_н =0,25 кВт, I_н = 0,65 А.

Перевірка вибраного електродвигуна приводу елеватора на перевантажувальну здатність показала що умова виконується і двигун приводу вибраний вірно.

Електродвигуни споживають реактивну потужність (cos φ_{ном} =0,75.) що обумовлює застосування в системі електропостачання КШН пристрою компенсації реактивної потужності.

РОЗДІЛ 3

СХЕМА УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

3.1 Розробка електричної схеми керування електроприводом установки, опис її роботи.

Електрообладнання ковшового шнекового навантажувача зерна складається з п'яти приводних трифазних асинхронних двигунів з короткозамкнутим ротором, та шафи з пуско-захисною апаратурою

Схема керування повинна забезпечити :

- ручне керування п'яти індивідуальними електрприводами (пуск і зупинку) ;
- реверс електродвигунів М3, М4, М5 ;
- елеватор не повинний включатися в роботу поки не буде включений транспортер ;
- відключення електрообладнання при попаданні сторонніх предметів в робочі органи;
- автоматичний захист електрообладнання приводу від аварійних режимів роботи;
- захист від струмів КЗ та захист електродвигунів від перегрівання струмами перенавантаження.

Згідно цих вимог електрична принципова схема силових кіл представлена [Додаток А], схема електричних апаратів шафи керування [Додаток Б], найменування та основні параметри елементів електричних схем [Додаток В].

Навантажувач розрахований на підключення до мережі змінного струму з глухозаземленою нейтраллю. Напруга мережі 380В, частота 50Гц, потужність джерела енергії не менше 25кВА

Захист силових ланцюгів від коротких замикань, а також загальне включення і виключення навантажувача здійснюється автоматичним вимикачем ВА51-31-34

Захист двигунів від перевантажень і обриву фаз здійснюється п'ятьма тепловими реле типу РТЛ напруга ланцюгів управління 24В.

3.2 Опис роботи та управління самохідним ковшово шнековим навантажувачем зерна

Для вмикання КШН в роботу застосовується автоматичний вимикач QF.

Двигун транспортного візка працює в режимі реверсування для забезпечення руху візка вперед і назад.

Двигуни ходу включаються кнопками: «Лівий вперед (ЛВ); «Правий вперед (ПВ) або «Лівий назад» (ЛН); «Правий назад» (ПН).

Поворот машини вліво або вправо виконується натисканням кнопок (ЛВ) і (ПВ) або (ЛН) і (ПН).

Транспортер і елеватор включається одночасно. Електричною схемою передбачено блокування: елеватор включатися не буде, поки не буде включений вивантажний транспортер. Включення зробити кнопкою «пуск» зупинкою кнопкою «стоп». Підйом і опускання елеватора проводиться кнопками «вгору» і «вниз».

Поворот вивантажного транспортера здійснюється натисканням кнопок вліво і вправо.

В автоматичному режимі повороти навантажувача здійснюється натисканням кнопок ПН і ЛН. При повороті вліво потрібно натиснути кнопку (ПН), при повороті вправо (ЛН).

Пуск робочих органів машини і відповідних двигунів не доцільно здійснювати під навантаженням тому що це може привести до заклинювання елеватора і необхідності його включенні у зворотному напрямку.

3.3 Обґрунтування і вибір апаратів керування та захисту

Для вмикання і вимикання електропривода і захисту його від перевантаження та струмів короткого замикання, вибрано автоматичний вимикач серії ВА виходячи із умови, що номінальний струм теплового розчіплювача I_{np} повинен бути більший за робочий струм лінії I_p .

$$I_p = \sum I_n,$$

$\sum I_n$ – сума робочих номінальних струмів.

$$I_p = 7,8 + 7,8 + 1,44 + 1,44 + 0,65 + 15,6 = 34,73 \text{ А.}$$

$$I_{np} > I_p; \quad I_{np} > 34,79 \text{ А}$$

За каталогом вибираю автоматичний вимикач ВА51-31-34 з $I_{np} = 40 \text{ А}$.

Для дистанційного вмикання і вимикання електродвигуна вибрано електромагнітний пускач виходячи із умови:

$$I_{np} \geq K_i \times I_{нд} / 6$$

де I_{np} – номінальний робочий струм електромагнітного пускача:

Номінальний струм максимального розчіплювача струму автомата для двигуна М2:

$$I_{np} \geq 6,0 \times 7,8 / 6 = 7,8 \text{ А}$$

За каталогом вибрано електромагнітний пускач ПМЛ12 в складі якого міститься теплове реле РТТ – 101401 з діапазоном регулювання струму спрацювання 7,0 – 10 А.

Інші пуско-захисні апарати вибрані згідно вимог враховуючи умови вибору за родом та величиною струму напругою, необхідністю та функціональною здатністю контактів, кількістю комутаційних положень,

захищеністю від впливу оточуючого середовища і приводжу в переліку елементів схеми [Додаток В].

3.4 Вибір провідників і кабелів силової проводки.

Безперебійність роботи електрообладнання, та безпека життя людей та тварин на пряму залежить від параметрів довговічності і надійності електропроводок.

Спосіб монтажу , марку та вид електропроводки кабелю або проводу обирають за призначенням, та вартості матеріалів які використовуються для монтажу електропроводки. Також враховують архітектурні особливості будівлі, спосіб прокладання та умов навколишнього середовища, вимог техніки безпеки та правил пожежної безпеки.

В електро установка сільськогосподарського призначення найчастіше використовують кабелі та проводи з мідними та алюмінієвими жилами. Площу поперечного перерізу струмоведучих жил кабелю або проводу які знаходяться під напругою в різних випадках потрібно обирати так, щоб струм навантаження $I_{доп}$ був не меншим тривалого робочого струму $I_{макс.р}$, відповідно $I_{доп} \geq I_{макс.р}$

Для електро приймачів з незмінним навантаженням – сталою потужністю споживання , за максимальні тривалі робочі струми приймають номанальний струм електро

Враховуючи вище приведені умови вибору, підключення до мережі КШП здійснюється кабелем марки КГ 5х2.5, нульова жила якого використовується для заземлення корпусу навантажувача і двигунів.

Від станції керування до електродвигунів електропроводка виконується в метало рукавах проводом ПВ4 (1х1,5).

Висновки по третьому розділу

Електрообладнання модернізованого самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна складається з п'яти приводних трифазних двигунів з короткозамкненим ротором серії АИР та шафи керування з пуско-захисними апаратами.

Схема управління забезпечує окреме керування індивідуальними електроприводами з трифазними асинхронними двигунами з короткозамкненим ротором.

Електроприводи представляють собою неавтоматизовані розімкнені електроприводи в яких немає потреби регулювати швидкість обертання асинхронних двигунів.

Схема керування КШН забезпечує : ручне керування п'яти індивідуальними електрприводами (пуск і зупинку), реверс електродвигунів М3, М4, М5, елеватор не повиний включатися в роботу поки не буде включений транспортер, відключення електрообладнання при попаданні сторонніх предметів в робочі органи, автоматичний захист електрообладнання приводу від аварійних режимів роботи захист від струмів КЗ та захист електродвигунів від перегрівання струмами перенавантаження.

В якості апаратів автоматичного керування застосовуються електромагнітні пускачі ПМЛ12 укомплектованні тепловим реле РТТ – 101401 з діапазоном регулювання струму спрацювання 7,0 – 10 А.

Захист від аварійних режимів роботи електро обладнання здійснюється автоматичними вимикачами серії ВА.

Висновки

Привід робочих органів і пересування навантажувача відбувається за допомогою п'яти електродвигунів серії 4А і двох гідроциліндрів.

Двигуни серії 4 А мають суттєві недоліки, а саме являються застарілими та не енергоефективними, складними у ремонті та обслуговуванні, що обумовлює собою підвищене споживання електричної енергії та затрати на часті ремонти та обслуговування.

Тому виникає потреба провести модернізацію приводу з заміною двигунів серії 4А на двигуни серії АИР які відповідають рекомендованим параметрам Публікації МЕК 34-12. Двигуни серії АИР забезпечують покращенні показники надійності (термін роботи до кап. ремонту не менше 10 років, але не більше 22000 год.), покращені характеристики віброакустики (рівень шуму знижений у порівнянні з серією 4А на 10–15 дБ). Конструктивне виконання двигунів АИР характеризується зниженими витратами активних матеріалів (міді – на 2,5 %, сталі електротехнічної – на 4 %), знижену масу і конструктивні матеріали відповідно на 10–15 %. Двигун основного виконання має ступінь захисту IP55. Станція керування виконана на контактній – комутаційних апаратах які характеризуються низькою надійністю. Захист електродвигунів від перегрівання виконується двополюсними тепловими реле серії РТЛ попередніх років випуску.

Живлення електроприводів КШП здійснюється від мережі трифазного змінного струму напругою 0.4 кВ з промисловою частотою 50Гц.

Режим роботи для приводів самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна S2 (короткочасний режим роботи). визначений з навантажувальної діаграми.

Згідно з виконаних розрахунків потужність електродвигунів :

- М1 - електродвигун АИРМ112МА6У3 - $P_n = 3$ кВт, $I_n = 7,8$ А;
- М2- мотор-редуктор ТУРЕ С312 PS3 з електродвигуном АИРМ112МА6У3 - $P_n = 3$ кВт, $I_n = 7,8$ А;
- М3 М4 - мотор-редуктор ТУРЕ С313 PS1 з електродвигуном АИР 71В6У3 - $P_n = 0,55$ кВт, $I_n = 1,44$ А;

– М5 - мотор-редуктор TYPE A203 IN30 P63 з електродвигуном АИР63В6У3 - $P_n = 0,25$ кВт, $I_n = 0,65$ А.

Перевірка вибраного електродвигуна приводу елеватора на перевантажувальну здатність показала що умова виконується і двигун приводу вибраний вірно. Електродвигуни споживають реактивну потужність ($\cos \varphi_{\text{ном}} = 0,75$.) що обумовлює застосування в системі електропостачання КШН пристрою компенсації реактивної потужності.

Електрообладнання модернізованого самохідного ковшового шнекового навантажувача зерна складається з п'яти приводних трифазних двигунів з короткозамкненим ротором серії АИР та шафи керування з пуско-захисними апаратами.

Схема управління забезпечує окреме керування індивідуальними електроприводами з трифазними асинхронними двигунами з коротко замкненим ротором. Електроприводи представляють собою неавтоматизовані розімкнені електроприводи в яких немає потреби регулювати швидкість обертання асинхронних двигунів.

Схема керування КШН забезпечує : ручне керування п'яти індивідуальними електроприводами (пуск і зупинку), реверс електродвигунів М3,М4, М5 , елеватор не повиний включатися в роботу поки не буде включений транспортер, відключення електрообладнання при попаданні сторонніх предметів в робочі органи, автоматичний захист електрообладнання приводу від аварійних режимів роботи захист від струмів КЗ та захист електродвигунів від перегрівання струмами перенавантаження.

В якості апаратів автоматичного керування застосовуються електромагнітні пускачі ПМЛ12 і укомплектовані тепловим реле РТТ – 101401 з діапазоном регулювання струму спрацювання 7,0 – 10 А.

Захист від аварійних режимів роботи електро обладнання здійснюється автоматичними вимикачами серії ВА.

Список використаних джерел

1. Антонов А.П. Альбом справочник по реконструкции зерноскладов. – М., Россельхозинат. 1977.
2. 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.
3. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Н. М. Недилько. - М.: Агропромиздат, 1986. - 368 с.
4. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. - М.: Колос, 2004. - 344 с.
5. Будзко И.А. Электроснабжение сельскохозяйственного производства. Справочник. М.: Колос, 1974 – 352с.
6. Гаврилюк І. А. Електропривод в АПК. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2009. - 280 с.
7. Гаврилюк І. А. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній : підруч. / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2008. - 260 с.
8. Гессен В.Ю., Григор'єв Ю.О. Електричні станції і підстанції. К.: Вища школа, 1970 – 479с.
9. Гончар В. Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок : навч. посіб. / В. Ф. Гончар, Л. П. Тищенко. - К. : Вища шк., 1989.-343 с.
10. ГОСТ 21128-83 «Системы злектропоблуження, сети, источники, преобразователи и приемники злектрической знергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В и допускаемые отклонения».
11. ГОСТ 282249-93 " Короткие замыкания в злектроустановках. Методы расчета в злектроустановках переменного тока до 1 кВ" (введен с 01.01.97р.).

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

24. 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.
25. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник/ . В В.Москаленко. – М.: Высшая школа, 2001. – 596с.
26. Правила устройства электроустановок. - М: Энергоатомиздат, 1986. - 648с.
27. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Дисконт, 1995.-260с.
28. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Основа, 1998.
29. Практикум з електропривода. В.С. Олійник, О.С. Марченко, Є. Л. Жулай та ін.; – К.: Урожай, 1995. – 192 с.
30. Практикум по электроснабжению сельского хозяйства / Под. ред. Будзко И.А. - М.: Колос, 1982. - 319 с.