

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Онищук Владислав Віталійович

УДК 621.331:631.354.025

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування модернізації електроприводу установки прибирання гною з
скребковими транспортерами.
(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

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

Керівник роботи
Палійчук Володимир Константинович
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.т.н доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

В роботі виконано обґрунтування модернізації електроприводу установки з скребковими транспортерами для прибирання гною. Обґрунтована методика та приведений приклад розрахунку потужності електродвигунів, обґрунтований вибір пускозахисної апаратури.

Онищук В. В. «Обґрунтування модернізації електроприводу установки з скребковими транспортерами для прибирання гною. »

Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

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

Поліський національний університет, Житомир, 2021.

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

ANNOTATION

The substantiation of modernization of the electric drive of the installation with scraper conveyors for manure removal is performed in the work. The method is substantiated and the example of calculation of power of electric motors is resulted, the choice of starting protective equipment is substantiated.

Onyschuk VV "Substantiation of modernization of the electric drive of the installation with scraper conveyors for manure removal. »

Qualification work on the rights of the manuscript.

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 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УСТАНОВОК ГНОЄПРИБИРАННЯ.....	6
1.1 Характеристика типового технологічного процесу гноєприбирання.....	6
1.2 Опис роботи гноєприбирального транспортера.....	10
2. РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ.....	12
3. РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТА ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ІІ ЕЛЕМЕНТІВ.....	19
3.1 Вимоги до схеми управління електроприводом.....	19
3.2 Склад та принцип роботи електрообладнання.....	22
3.3 Обґрунтування та вибір пускозахисної апаратури.....	23
Висновки.....	31
Література.....	32

ВСТУП

Асинхронні двигуни, як правило, розраховані на термін служби 15-20 років без капітального ремонту за умови правильної їх експлуатації. Під правильною експлуатацією розуміється робота відповідно до номінальних параметрів, зазначених в паспорті асинхронного двигуна(АД). У реальному житті має місце значне відхилення від номінальних режимів експлуатації. В даний час більше 70% парку асинхронних двигунів становлять машини, що побували в капітальному ремонті хоча б один раз [1, 2]. У переважній більшості випадків (85-95%) відмови АД потужністю понад 5 кВт пов'язані з пошкодженням ізоляції обмоток і розподіляються наступним чином: міжвиткові замикання - 93%, пробій міжвиткової ізоляції - 2%. Решта відмови в роботі викликані механічними uszkodженнями [3]. В даний час надійність двигунів електроприводів у всіх галузях промисловості дуже низька. Щорічно виходять з ладу і ремонтуються до 30% парку електричних машин. Переважна більшість їх після ремонту повертається на підприємство і експлуатується до наступного виходу з ладу. Машина може ремонтуватися 3-4 рази, а час напрацювання на відмова становить 0,5 ... 1,5 року.

Актуальність теми: Виконання модернізації електроприводу установки дозволить підвищити надійність гноєприбирального обладнання 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 електропривода гноєприбиральної установки, виконати розрахунок основних параметрів електрообладнання

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

Впровадженні інженерні рішення: Трифазні асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором серії 4А замінені на асинхронні двигуни серії AIS, електрична схема станції керування виконана на пускозахисних апаратах останніх серій випуску

Практичне значення: Підвищення надійності електроприводу, зменшення споживання електроенергії. Розроблена методика розрахунку параметрів електрообладнання електроприводу.

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. Збірник тез доповідей науково-практичної конференції I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 18 січня 2021 р. Житомир: Поліський національний університет, 2021. – 115 с
2. Тези доповіді на тему «Вплив нелінійних навантажень на роботу електричної мережі з поновлювальними джерелами електроенергії» Онищук В.В. Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «Наукові читання» Житомир 2020 (20 травня)

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

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА УСТАНОВОК ГНОЄПРИБИРАННЯ

1.1 Характеристика типового технологічного процесу гноєприбирання

Для прибирання гною у тваринницьких приміщеннях застосовують механічний, пневматичний та гідравлічний способи прибирання і видалення гною. Вибір того чи іншого способу залежить від виду поголів'я та утримання тварин, характеристики та територіального розміщення приміщень, наявності у господарстві достатньої кількості води, коштів, економічної ефективності впровадження. Найбільш поширений механічний спосіб, при якому прибирання і видалення гною здійснюється за допомогою скребкових, канатно-скреперних, штангових та інших стаціонарних транспортерів або за допомогою мобільних машин і агрегатів. З приміщень для утримання великої рогатої худоби гній прибирають скребковими транспортерами ТСН-2,0 Б, ТСН-3,0 Б, ТСН – 160 А, скреперними

установками УС-15 і УС-10. Для транспортування гною в гноєсховище призначені електрифіковані вагонетки ВНЭ – 1 Б, установки циклічної дії УТН та інші. Проаналізувавши технології і технологічне обладнання для корівника на 100 голів вибрано механічний спосіб прибирання гною, який буде здійснюватися при допомозі гноєприбиральної установки ТСН-160. [1]



Рис. 1. Молочно-товарна ферма з привязним утриманням корів

При механічному прибиранні та транспортуванні гною використовують стаціонарні гноєприбиральні установки та мобільні транспортні засоби.

До них відносяться:

гноєприбиральні скребкові установки ТСН – 2,0Б; ТСН-3,0Б,ТСН-160А,ТС-1;
скреперні установки УС-10,УС-15, УС-250;

транспортування гною до гноєсховища при допомозі електрифікованих монорейкових вагонеток ВНЭ-1Б, установки УТН-10;

конвеєра гноєприбирального поперечного КНП-10;

мобільний транспорт (причіпи) – цистерни-розкидачі РЖТ, причипи 2-ПТС-; М-785А.

1.2 Опис роботи гноєприбирального транспортера

Гноєприбиральна установка складається з горизонтального та похилого транспортера, який завантажує гній в причіп. Першим вмикається похилий транспортер, а після нього горизонтальний транспортер. Рухаючись по колу в гнойовому каналі ланцюг з скребками горизонтального транспортера переміщає гній до похилого транспортера. Похилий транспортер підхватує гній з приямка і при допомозі ланцюгового скребкового транспортера завантажує гній в причіп. При закінченні гноєприбирання спочатку вимикають горизонтальний транспортер, а потім похилий коли він звільниться від гною.

Для переміщення ланцюгів з скребками горизонтального і похилого транспортеру встановлені відповідні двигуни серії 4А керування якими здійснюється при допомозі шафи керування. Натяжний пристрій забезпечує робочий натяг ланцюгів з скребками. Для повороту ланцюгів з скребками горизонтального і похилого транспортеру під час руху використовують поворотні пристрої.

Двигуни транспортерів включаються в заданій послідовності, спочатку двигун похилого, потім горизонтального транспортера це необхідно для попередження завалу гноєм похилого транспортера, відключення відбувається в зворотньому порядку, це необхідно для звільнення робочих органів транспортерів від залишків гною. Функціональна схема гноєприбиральної установки наводиться на рис. 2.

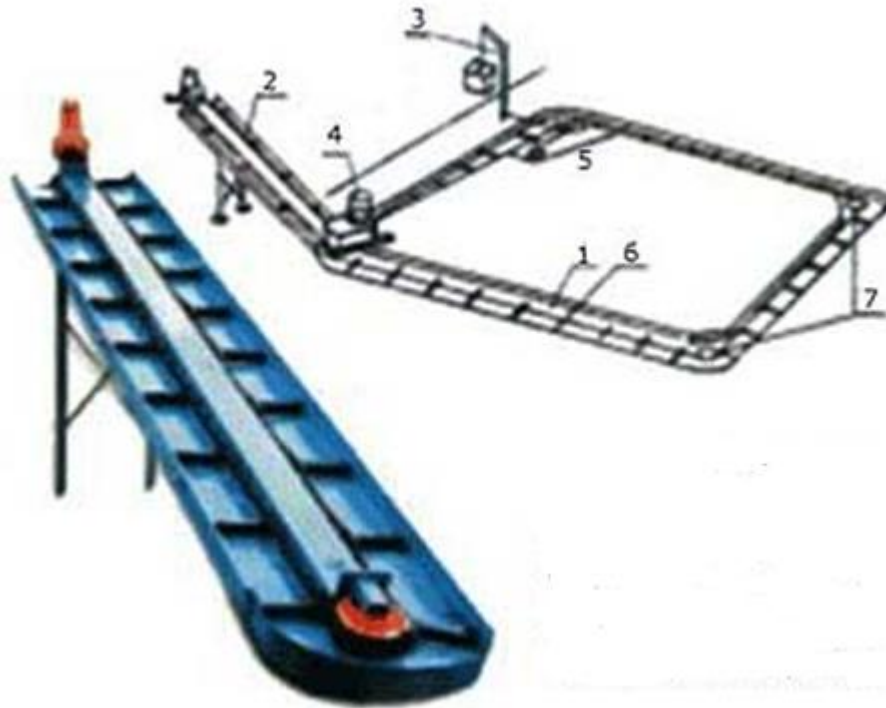


Рис. 2 Функціонально–технологічна схема гноєприбиральної установки:

1-горизонтальний транспортер; 2 - похилий транспортер; 3 – пристрій керування; 4 – електродвигун горизонтального транспортера; 5 – натяжний пристрій; 6 – ланцюг із скребками; 7 – поворотний пристрій; 8 – електродвигун похилого транспортера.

Тільки така послідовність вмикання і вимикання транспортерів забезпечить їх надійну експлуатацію і зменшить кількість аварій, ремонтів, простоїв.

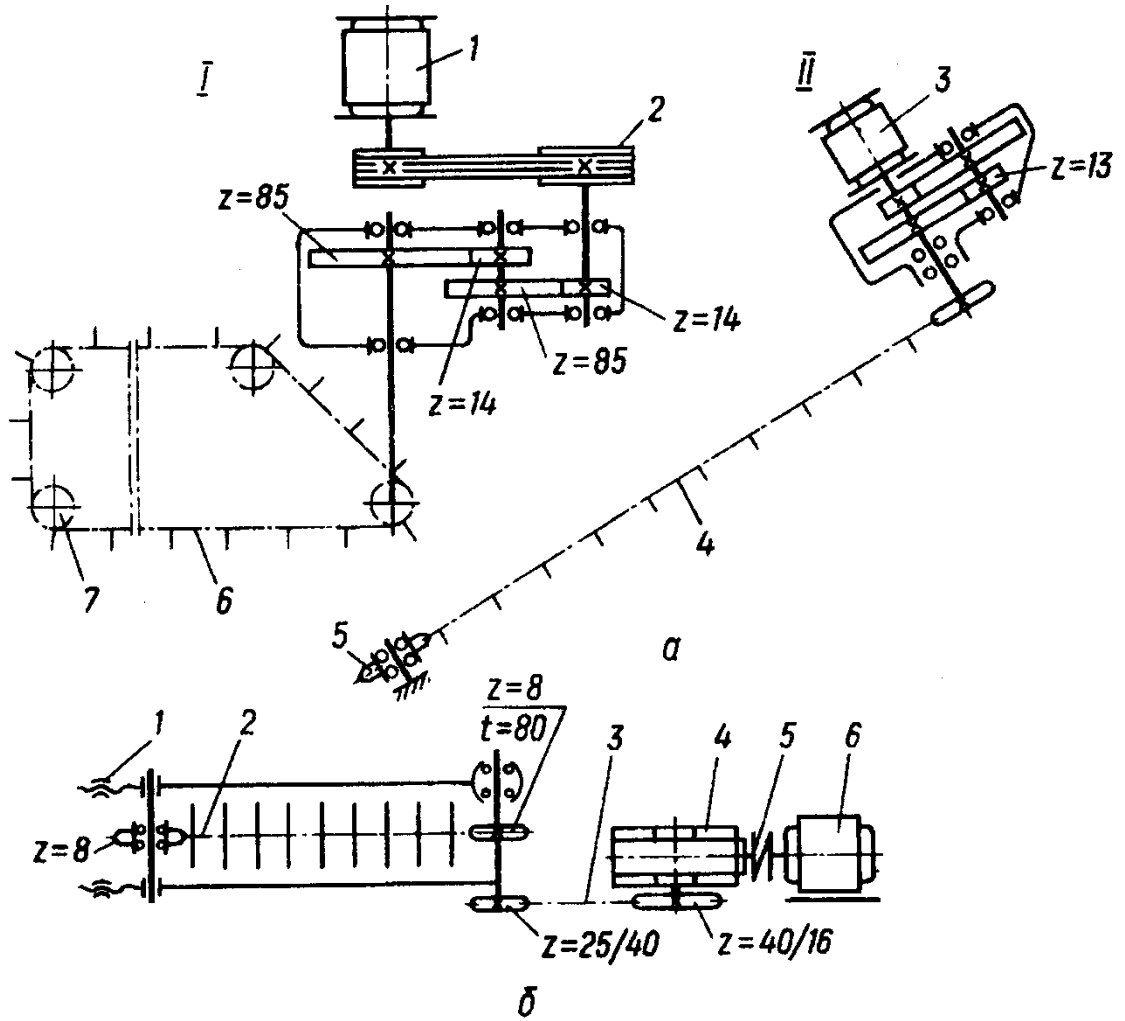


Рис. 3 Кінематичні схема транспортера ТСН-160 А: I — горизонтальний транспортер; II — похилий транспортер;

1, 3 — електродвигуни; 2 — пас клиновий; 4, 6 — ланцюг із скребками;

5 — обвідна зірочка; 7 — обвідний ролик.

Технічна характеристика гноєприбиральної установки ТСН-160

Тип	стаціонарний ланцюгово-скребковий	
Продуктивність, кг/с -		1,25
Довжина горизонтального транспортера, м	160	
Довжина похилого транспортера, м	15	
Кількість голів, які обслуговує транспортер	100 – 120	
Висота завантаження гною, м, не більше	2,65	
Встановлена потужність, кВт :		
- горизонтального транспортера	4	
- похилого транспортера	1,5	
Швидкість руху скребоків транспортера, м/с :		
-горизонтального транспортера	0,19;	
-похилого транспортера	0,73.	

Електричну енергію гноєприбиральний транспортер отримує від силової розподільчої шафи встановленої в електрощитовій приміщення ферми. Живлення транспортера здійснюється трифазна, чотирьох провідна лінія електропередачі з глухозаземленою нейтраллю. Напруга живлення 380 В, частота 50 Гц.

Висновки по першому розділу

В першому розділі було розглянуто установку з прибирання гною, та принцип дії. Транспортери установки приводяться в дію двома двигунами з зороткозамкнутим ротором серії 4А, станція керування виконана містить пускозахисні апарати старих серій випуску які мають низьку надійність та енергоспоживання, тому виникає потреба у виконанні модернізації

електроприводу установки 2 електродвигуни та станцію керування з пускозахисною апаратурою з магнітними пускачами, які потребують виконання модернізації на кращі, сучасні елементи з кращими надійнішими, енергоефективнішими характеристиками, для покращення експлуатації установки.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ І ВИБІР ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Асинхронні електродвигуни для приводу транспортерів гноєприбирання вибирають залежно від кількості голів тварин, режимів роботи, умов встановлення двигуна та бажаної потужності.

Визначення режиму роботи електродвигуна

Середня споживана потужність похилого транспортера:
($P_{\text{ср. м}}$), Вт:

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

$$P_{\text{ср. м}} = (1200 \cdot 5 + 1600 \cdot 7 + 1300 \cdot 3) / (5 + 7 + 3) = 1400 \text{ Вт}$$

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

$$M_{\text{с.н.}} = P_{\text{ср. м}} / \omega_{\text{м}}$$

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

$$M_{\text{с.н.}} = 1400 / 45 = 31,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо момент опору тертя M_0 в рухомих частинах машини, який не залежить від швидкості ω , по формулі:

$$M_0 = k \cdot M_{\text{с.н.}}$$

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

Приймаємо $k = 0,65$ [Л 5, с.11]

$$M_0 = 0,65 \cdot 31,1 = 20,2 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Механічні характеристики робочих машин описується за такою емпіричною формулою:

$$M_c = M_0 + (M_{c.n.} - M_0) \cdot (\omega / \omega_M)^x \quad (2.4)$$

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

x – показник степеня, що характеризує зміну статичного моменту, при зміні кутової швидкості $x = 1,3$ (у відповідності до завдання).

$$M_c = 20,2 + (31,1 - 20,2) \cdot (0,1 \cdot 45 / 45)^{0,7} = 26 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Аналогічно розраховуємо інші значення моментів статичних опорів робочої машини, результати заносимо в таблицю 1.

Таблиця 1 Результати розрахунків

$\omega, \text{с}^{-1}$	$\omega = 0$	$\omega_M \cdot 0,1$	$\omega_M \cdot 0,2$	$\omega_M \cdot 0,3$	$\omega_M \cdot 0,4$	$\omega_M \cdot 0,5$	$\omega_M \cdot 0,6$	$\omega_M \cdot 0,7$	$\omega_M \cdot 0,8$	$\omega_M \cdot 0,9$	$\omega = \omega_M$
		0	4,5	9,0	13,5	18	22,5	27	31,5	36,0	40,5
$M_c,$ Н·м	20,2	26	30	33	36	39	41	43	46	48	50

Навантажувальна діаграма робочої машини представлена на рис.3, масштаби $m_p = 1 \text{ кВт/см}$; $m_t = 1 \text{ хв/см}$.

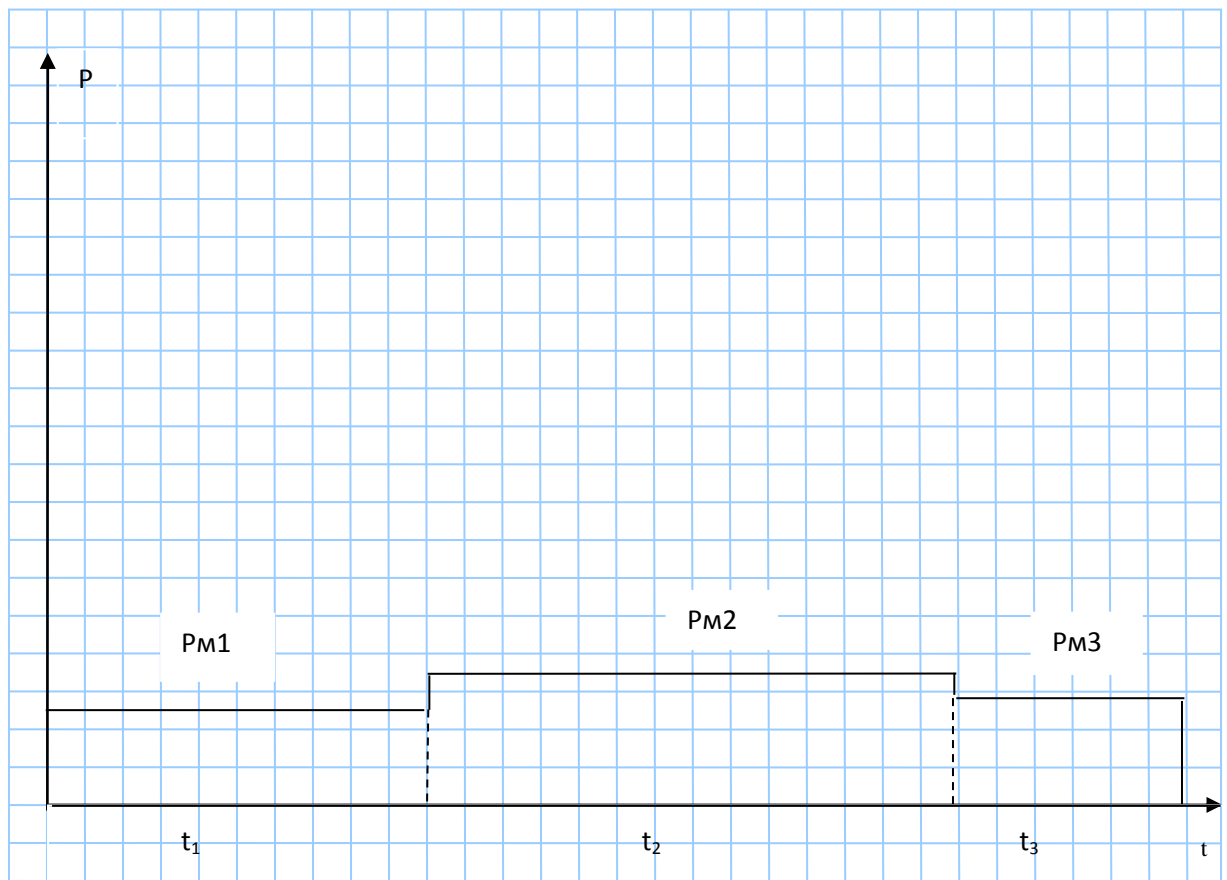


Рисунок 3. Навантажувальна діаграма робочої машини

За максимальну потужність робочої машини приймаємо найбільше значення за навантажувальною діаграмою $P = 1,6 \text{ кВт}$.

Для електродвигунів такої потужності постійна часу нагрівання становитиме

$$T = 15 \dots 20 \text{ хв. [Л 4, с.79]}.$$

З графіка навантажувальної діаграми (рис. 3) видно, що час роботи, хв:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 \quad (2.5)$$

$$t_p = 15 + 17 + 43 = 75 \text{ хв.}$$

За час роботи 75 хвилин електродвигун нагрівається до встановленої температури. Такий режим роботи називається тривалим і згідно з ДСТУ позначається S1.

Визначаємо потужність і вибіраємо тип електродвигуна

Електродвигун вибирають враховуючи технологію виробництва, кінематичну схему передаточного механізму, характеристику навколишнього середовища, напругу мережі, спосіб монтажу, та за умовами:

$$\text{а) } P_{\text{дв}} \geq P_{\text{мзв}}$$

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

Визначення потужності електродвигуна виконано методом еквівалентної потужності. Еквівалентна потужність електродвигуна похилого транспортера:

$$P_{\text{ем}} = \sqrt{\frac{P_{\text{м1}}^2 t_1 + P_{\text{м2}}^2 t_2 + P_{\text{м3}}^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}$$

де $P_{\text{м. ем}}$ – еквівалентна потужність машини, кВт

$$P_{\text{м. ек}} = \sqrt{\frac{1,2^2 \cdot 5 + 1,6^2 \cdot 7 + 1,3^2 \cdot 3}{5 + 7 + 3}} = 1,4 \text{ кВт}$$

Електропривод гноєприбиральної має передаточний механізм. Приведена потужність на валу електродвигуна з урахуванням механічної передачі:

$$P_{\text{м. дв.}} = P_{\text{м. ем}} / \eta_{\text{пер.}}$$

де $\eta_{\text{пер.}}$ – ккд передачі, згідно завдання $\eta_{\text{пер.}} = 0,9$.

$P_{\text{мзв}} = 1,4 / 0,9 = 1,6 \text{ кВт}$ За довідниковою літературою [4, 5, 8] вибраний електродвигун серії AIS з найбільшою найближчою потужністю.

Вибір електродвигуна за частотою обертання зводиться до економічно ефективного прийнятого рішення:

$$\omega_{р. д\text{в}} = i \cdot \omega_{м} \quad (3.5)$$

де i – передавальне число передачі, згідно завдання $i = 3$.

$$\omega_{р. д\text{в}} = 3 \cdot 45 = 135 \text{ с}^{-1}$$

Для вибору електродвигуна розраховую потрібну частоту обертання ротора електродвигуна за формулою

$$n_{\text{роз.}} = \omega_{р. д\text{в}} \cdot 30 / \pi$$

$$n_{\text{роз.}} = 135 \cdot 30 / 3,14 = 1289 \text{ об/хв.}$$

Враховуючи потужність електродвигуна та швидкість обертання вибираємо електродвигун AIS 100LA4.

Таблиця 2.1

Технічні характеристики електродвигуна AIS 100LA4

Назва характеристики	Значення
Потужність на валу $P_{\text{ном}}$, кВт	2,2
Синхронна частота обертання $n_{\text{ном}}$, об/хв.	1500
ККД при номінальному навантаженні, %	86,5
$\cos\phi$ при номінальному навантаженні	0,88
Номінальна ковзання $s_{\text{ном}}$, %	6,0
Перевантажувальна здатність λ_i	2,2

Аналогічно проводимо розрахунок електродвигуна горизонтального транспортера. Еквівалентна розрахункова потужність електродвигуна горизонтального транспортера:

$$P_{\text{м. ек}} = \sqrt{\frac{3,5^2 \cdot 5 + 3,8^2 \cdot 7 + 3,6^2 \cdot 3}{5+7+3}} = 3,6 \text{ кВт}$$

Приведена потужність машини до валу електродвигуна:

$$P_{\text{м. дв.}} = 3,6 / 0,9 = 4 \text{ кВт}$$

Потрібна частота обертання ротора електродвигуна:

$$n_{\text{роз.}} = 155 \cdot 30 / 3,14 = 1480 \text{ об/хв.}$$

Враховуючи потужність електродвигуна та швидкість обертання вибираємо електродвигун AIS112M4.

Таблиця 2.2

Технічні характеристики електродвигуна AIS112M4.

Назва характеристики	Значення
Потужність на валу $P_{\text{ном}}$, кВт	4
Синхронна частота обертання $n_{\text{ном}}$ об/хв	1500
ККД при номінальному навантаженні, %	88
$\cos\phi$ при номінальному навантаженні	0,87
Номінальна ковзання $s_{\text{ном}}$, %	6,0
Перевантажувальна здатність λ_i	2,4

АІС - це електродвигуни, що відповідають євростандарту ІЕС. Широко застосовуються в промисловості і сільському господарстві, для ремонту імпортного конвеєрного устаткування, систем вентиляції, верстатів, шахтних агрегатів і т.д.

Головними перевагами стандарту АІС від вітчизняного 4А які зазвичай ставлять в даних установках- розміри і особливості кріплень, також показники потужності та екологічні параметри, такі двигуни оснащують термісторами і температурними датчиками для запобігання перегріву. Також існують модифікації з датчиками підшипників для контролю зносу. Це дозволяє уникнути аварійних зупинок виробництва і дорогого ремонту.

А також відрізняються тихою роботою і зниженими показниками вібрації і відповідає стандарту ІР 54 (захист від пилу і бризок). Важливо, що при достатній потужності і хороших характеристиках захисту, вартість двигунів серії АІС менша ніж двигунів серії 4А такої ж потужності. Система повітряного охолодження двигунів серії АІС більш досконала ніж двигунів серії 4А, тому вони мають більшу потужність при однакових конструктивних розмірах.

Висновки по другому розділу

За навантажувальною діаграмою встановлено, що двигуни працюють в тривалому режимі, зі змінним навантаженням. Розрахунок потужності двигунів виконано за методом еквівалентної потужності. Цей метод застосовується якщо в процесі роботи швидкість обертання двигуна змінюється незначно. За розрахунковими потужностями вибрані асинхронні двигуни з коротко замкнутим ротором останньої серії випуску АІС 100LА4 та АІС 112M4, потужності яких становлять: для похилого транспортера 2,2 кВт, для повздовжнього 4кВт. Ці двигуни мають кращі пускові властивості,

більшу перевантажувальну здатність, менші габарити, меншу вагу, ступінь захисту двигуна від впливів навколишнього середовища IP54.

3. РОЗРОБКА СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ТА ОБГРУНТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ

3.1 ВИМОГИ ДО СХЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ГНОСПРИБИРАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

Схема управління повинна забезпечувати:

- ручне управління пуском та зупинкою електродвигунів транспортерів
- вмикання в роботу електродвигунів в заданій послідовності, спочатку включається двигун похилого транспортера, а потім через деякий час горизонтального
- автоматизоване вимикання двох транспортерів в заданій послідовності, спочаку двигун горизонтального транспортера, а потім похилого
- двигун горизонтального транспортера повинен вимикатися через визначену витримку в часі, яка враховує час розвантаження горизонтального транспортера
- автоматичний захист електрообладнання приводу від аварійних режимів роботи, а саме струмів короткого замикання та струмів перевантажень
- автоматичну сигналізацію робочого стану установки

Розроблена модернізована електрична схема керування електроприводом представлена на рис 4.

При модернізації принципової електричної схеми керування електроприводом гноєприбиральної установки ТСН-160А за основу беремо схему комплектного ящика керування ЯАА5910-3274ТУЗ. В розроблену схему управління введене реле часу КТ, яке буде вимикати похилий транспортер тільки через певний час, який дасть можливість звільнитися транспортеру від гною, що не дасть можливості його примерзання в верхній частині транспортера. Додатково ввів в схему: блокуючий контакт КМ 2.2, а також в схему управління введений автоматичний вимикач SF для захисту кіл керування від струмів короткого замикання; реле контролю швидкості SR

для забезпечення блокування роботи двигуна М2 горизонтального транспортера при не вмиканні в роботу або вимкненні двигуна М1 похилого транспортера.

Запропоновані технічні рішення дадуть можливість покращити надійність роботи електрообладнання приводу.

3.2 СКЛАД ТА РОБОТА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

В силових колах для захисту електродвигунів від перевантаження використовують теплові реле КК1 і КК2. Для дистанційного керування електродвигунами використовуються електромагнітні пускачі КМ1 і КМ2. Для вмикання і вимикання електроприводу гноєприбиральної установки, а також захисту його від струмів короткого замикання і перевантаження застосовується автоматичний вимикач QF. Для контролю напруги в мережі живлення електродвигунів і захисту електродвигунів від аварійних режимів роботи застосовані два реле асиметрії РА1 і РА2, які складаються з трьох конденсаторів в кожному С1...С3, С4...С6 і проміжних реле КВ1 і КВ2. Вони забезпечать безаварійну роботу гноєприбиральної установки з автоматичним відключенням або не включенням електродвигунів горизонтального і похилого транспортерів при значній асиметрії трифазної напруги або обриві фаз.

Для захисту кіл керування від струмів короткого замикання застосовується автоматичний вимикач SF. Світлова сигналізація режимів роботи двигунів здійснюється за допомогою світлодіодів НЛ1... НЛ3. Вмикання і вимикання електромагнітних пускачів здійснюється кнопками SB1 SB4. [26 с.9]

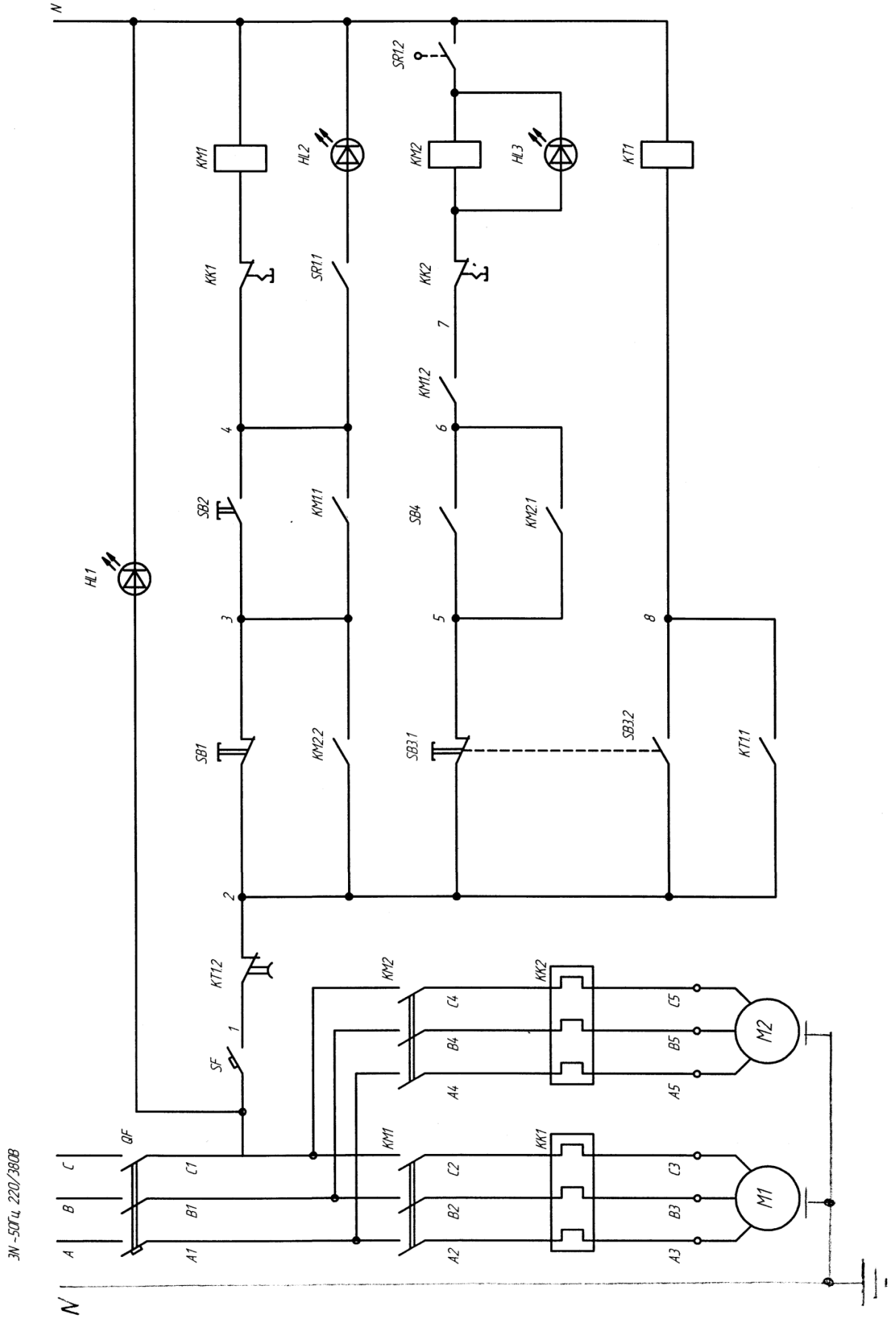


Рис. 4 - Електрична схема керування гноєприбиральним транспортом ТСН-160А

При вмиканні автоматичного вимикача QF напруга подається на сигнальну лампу HL, верхні контакти електромагнітних пускачів KM1 і KM2, а також на кола керування. При натисканні на кнопку SB2 спрацьовує KM1, замикаються силові контакти і напруга через теплове реле KK1 подається на обмотки електродвигуна M1, який приводить в рух похилий транспортер. Одночасно в колах керування замикається контакт KM 1.1, який блокує кнопку SB2 і контакт KM1.2, який при замиканні дає можливість ввімкнути горизонтальний транспортер при допомозі електромагнітного пускача KM2 і контакт реле контролю швидкості SR..

При натисканні на пускову кнопку SB4 спрацьовує KM2, замикаються силові контакти і напруга подається на обмотки електродвигуна M2, який приводить в рух горизонтальний транспортер. Одночасно в колах керування контакт KM2.1. блокує кнопку SB1, що забезпечить помилкове вимикання похилого транспортера. При вимиканні гноєприбиральної установки потрібно натиснути на кнопку SB3. Контакт SB3.1 розімкнеться, а контакт SB3.2 замикається, відповідно котушка KM2 втрачає живлення і його контакти розмикаються, електродвигун M2 вимикається, розблоковуються кнопки SB1 і SB2.

Одночасно при замиканні SB 3.2 отримує живлення котушка пневматичного реле часу, реле КТ спрацьовує, замикається контакт КТ 1.1 блокуючи контакт SB 3.2. Через час, який необхідний для звільнення похилого транспортера від гною, розмикається контакт КТ 1.2 і кола керування втрачають живлення. Контакти електромагнітного пускача KM1 розмикаються, втрачає живлення електродвигун M1, похилий транспортер зупиняється, в колах керування розмикаються блокучі контакти KM 1.1 і KM 1.2. При аварійній зупинці, після зупинки горизонтального транспортера при допомозі кнопки SB3.1 потрібно не чекаючи часу натиснути на кнопку SB1, яка вимкне похилий транспортер миттєво, схема знову буде готова до роботи.

3.3 Обґрунтування та вибір пускозахисної апаратури

Для дистанційного вмикання і вимикання електродвигунів М1 і М2 розраховую і вибирно тиристорні пускачі КМ1 і КМ2 з врахуванням номінального струму живлення I_n двигунів виходячи із умови :

$$I_{н.п.} \geq K_i \cdot I_{н.д.} / 6 ,$$

де $I_{н.п.}$ – струм, на який розраховані елементи пускача , А;

K_i - кратність пускового до номінального струму електродвигуна.

Розраховую та вибираю тиристорні пускачі КМ1, КМ2 і відповідно до них теплові реле КК1 і КК2.

$$I_{н.п.} \geq K_i \cdot I_{н.д1} / 6 = 6,5 \cdot 5,0 / 6 = 5,4 \text{ А.}$$

$$I_{н.п.} \geq K_i \cdot I_{н.д2} / 6 = 6 \cdot 9,2 / 6 = 9,2 \text{ А.}$$

Із каталога вибрано тиристорні пускачі типу АСКО ПМ1-12-10 і тепловими реле КК1 типу РТЛ – 101004 з діапазоном регулювання 3,8...6,0 А, та КК2 типу РТЛ – 101404 з діапазоном регулювання номінального струму неспрацювання 7,0...10 А.

У порівнянні з магнітними пускачами тиристорні пускачі мають наступні переваги: відсутність механічних і комутуючих контактів, що виключає утворення електричної дуги при комутації, яка призводить до плавлення контактів і виводу їх з ладу; наявність великої комутаційної здатності і великий термін служби; висока швидкодія комутаторів; можливість великого числа включенні в годину; плавний пуск двигуна; стійкість до механічних впливів удару, вібрації, трясці і т.п.

Принцип роботи тиристорних пускачів заснований на використанні напівпровідникових приладів (тиристорів) для безконтактного включення і відключення електродвигуна. Схема управління пускачем проводить комутацію силових тиристорів у момент переходу фази напруги мережі через нуль. При включенні напруга подається на плату управління пускачем. Внаслідок цього на керуючі електроди силових тиристорів з плати керування

поступає сигнал на їх відкриття, що приводить до включення електродвигуна. Індикація нормального режиму роботи пускача здійснюється світлодіодом, розташованим на платі керування. При відпусканні кнопки "ПУСК" пристрій продовжує отримувати живлення через схему блокування, розташовану на платі управління пускачем. При вимиканні розмикається коло живлення плати управління пускача, внаслідок чого знімається сигнал з керуючих електродів силових тиристорів що приводить до зупинки електродвигуна. Світлодіод розташований на платі управління гасне[1]



Рис 5. Тиристорний пускач

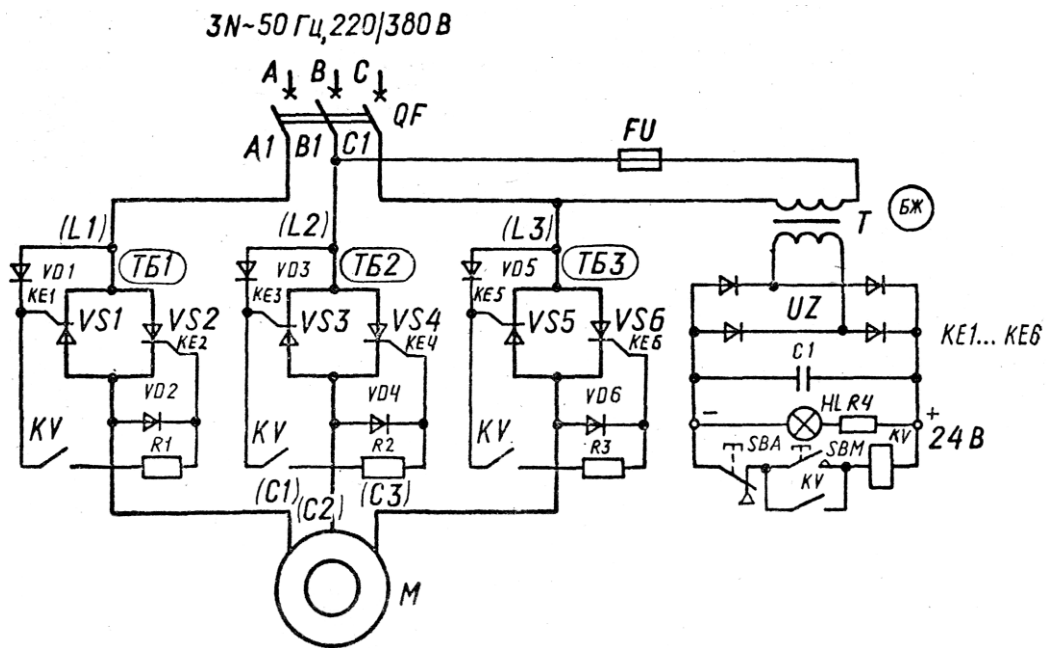


Рис 6. Схема електрична принципова тиристорного пускача

Для вмикання, вимикання та захисту електроустановки від перевантаження та струмів короткого замикання, вибираю автоматичний вимикач серії АЕ20. Номінальний струм теплового розчіплювача повинен бути більшим або рівним за робочий струм лінії I_p .

$$I_{н.р.} \geq I_p.$$

Визначаю робочий струм лінії :

$$I_p = I_{н.д.1} + I_{н.д.2} \quad (10.1)$$

$$I_p = 5,0 + 9,2 = 14,2 \text{ А}$$

Враховуючи, що автоматичний вимикач монтується в шафу керування і живить як силлові кола, так і коло керування, вводжу додатковий коефіцієнт 1,1.

$$I_{н.р.} \geq 1,1 \cdot I_p.$$

$$I_{н.р.} \geq 1,1 \times 14,2 = 15,6 \text{ А.}$$

Вибираю автоматичний вимикач типу ВА51 з номінальним струмом теплового розчіплювача на 16 А.

Перевіряю можливе спрацювання електромагнітного розчіплювача.

$$I_{\text{спр.р.}} \geq I_{\text{н.д.1}} + 1,25 I_{\text{н.д.2}} \cdot K_i$$

$$I_{\text{спр.р.}} \geq 4,2 + 1,25 \times 9,2 \times 6 = 73,2 \text{ А.}$$

Розрахунковий струм спрацювання не повинен перевищувати каталожного значення струму спрацювання.

$$I_{\text{спр.р.}} \leq I_{\text{спр.к.}}$$

$$I_{\text{спр.к.}} = 12 I_{\text{н.2}} \quad (10.2)$$

$$I_{\text{спр.к.}} = 12 \times 16 = 192 \text{ А.}$$

$$73,2 < 192 \text{ А.}$$

Автоматичний вимикач задовольнить умови експлуатації. Для захисту кіл керування від струмів короткого замикання вибираю однополюсний автоматичний вимикач SF типу ВА 51 , для світлової сигналізації АС-220, для ручного керування використаю кнопки SB1 SB4 типу ВК14 – 21 для контролю роботи електродвигунів транспортерів використовую реле асиметрії РА-74.

Вибрані технічні засоби автоматизації згідно розробленої принципової електричної схеми зводяться в перелік елементів схеми

Таблиця 2.

Технічні характеристики електрообладнання схеми керування

Поз. поз-начення	Найменування	Кіл.	Примітка
HL	Світлодіодна арматура сигнальна AD22C	1	Зелена
KK1	Реле теплове РТ - 1310	1	$I_{РЕГ}=4,0-6A$
KK2	Реле теплове РТ - 1316	1	$I_{РЕГ}=9-13A$
KM1	Пускач тиристорний АСКО ПМ1-12-10	1	$U_{КОТ.}=380B$
KM2	Пускач тиристорний АСКО ПМ1-12-10	1	$U_{КОТ.}=380B$
KT	Реле часу ТМ ST	1	1-180 сек
M1	Електродвигун AIS 100LA4	1	$P_H=2,2$ кВт
M2	Електродвигун AIS 112M4	1	$P_H=4$ кВт
QF	Вимикач автоматичний ВА 51	1	$I_H = 192 A$
R	Резистор ПЭ-20	1	2,4 кОм
SB1 SB3	Кнопки керування типу ХВ2-ЕА “Стоп”	2	Червона
SB2 SB4	Кнопки керування типу ХВ2-ЕА “Пуск”	2	Чорна
SF	Вимикач автоматичний ВА51	1	$I_H = 2 A$
SR	Реле контролю швидкості	1	1з + 1р

Висновки по третьому розділу

Схема управління гноєприбиральною установкою внаслідок особливостей виконання технічних операцій забезпечує вмикання та вимикання похилого та горизонтального транспортера в заданій послідовності. Спочатку включається в роботу похилий транспортер, а потім горизонтальний. Вимикання транспортерів здійснюється у зворотній послідовності. В розробленій схемі управління дистанційне керування електродвигунами

здійснюється за допомогою тиристорних пускачів серії АСКО ПМ1-12-10, які мають вищу надійність а менше електроспоживання по колам управління. Автоматичне відключення похилого транспортера при вимкненні електроприводу забезпечує реле часу КТ. Автоматичний захист електрообладнання приводу від струмів короткого замикання та струмів перевантажень здійснюють автоматичні вимикачі ВА51.

ВИСНОВОКИ

Транспортери гноєприбиральної установки до проведення модернізації приводяться в дію трифазними асинхронними двигунами з короткозамкнутим ротором серії 4А які на сьогоднішній час відпрацювали встановлений ресурс роботи, характеризуються низькою надійністю та підвищеним енергоспоживанням. Двигуни транспортерів працюють в тривалому режимі роботи S1.

Розрахунок потужності двигунів виконаний методом еквівалентної поужності. Двигуни серії 4А замінені на двигуни останніх серій випуску AIS які мають кращі характеристики.

Станція керування електроприводом до медернізації виконана на контактних комутаційних апаратах які відрізняються низькою надійністю роботи. В розробленій схемі управління електромагнітні пускачі замінені на тиристорні пускачі серії АСКО ПМ1-12-10. Надійність системи автоматичного захисту обладнанн підвищена за рахунок заміни автоматичних вимикачів серії АЕ на автоматичні вимикачі останніх серій випуску ВА.

Література

1. Белікова Л.Я. Електричні машини: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / Л.Я. Белікова, В.П. Шевченко. – О. : Наука і техніка, 2012. – 480 с.
2. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Н. М. Неділько. - М.: Агропромиздат, 1986. - 368 с.
3. Бородин И. Ф. Автоматизация технологических процессов / И. Ф. Бородин, Ю. А. Судник. - М.: Колос, 2004.
4. Будзко І.А. Електропостачання сільськогосподарського виробництва довідник. М.: Колос, 1974
5. Гаврилюк І. А. Електропривод в АПК. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2009. - 280 с.
6. Гаврилюк І. А. Курс лекцій з електроприводу сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній : підруч. / І. А. Гаврилюк, Ю. М. Хандола. - Харків : Факт, 2008.
7. Гессен В.Ю., Григор'єв Ю.О. Електростанції і підстанції. К.: Коледж, 1970
8. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина І. Машини постійного струму: Навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, І. В. Грабенко. - Вінниця: ВНТУ, 2005. - 86 с.
9. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина ІІІ. Асинхронні машини. Навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький, М. О. Казак. - Вінниця: ВНТУ, 2007. - 197 с.
10. 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.
11. Куценко Ю.М. Електричні машини і апарати: навчальний посібник / Ю.М. Куценко, В.Ф. Яковлєв та ін. – К. : Аграрна освіта, 2013 – 449 с.
 12. Климентовський Ю. А. Технічні засоби автоматики / Ю. А. Климентовський, А. М. Гладкий. - К.: Вид-во „ДВІД”, 2003. - 238 с.
 13. Марченко І.І., Лисенко В.М., Тищенко Л.П., Лукач В.С. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства. К.: Вища школа, 1999 – 201с.
 14. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів механіко-технологічного факультету / Лисиченко М. Л., Масюткін Є. П., Ільїчов І. П. та ін. - Харків, 2006. -130 с.
 15. Москаленко В.В. Электрический привод: учебник/ . В В.Москаленко. – М.: Высшая школа, 2001. – 596с.
 16. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Дисконт, 1995.-260с.
 17. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. - К.: Основа, 1998.
 18. Практикум з електропривода. В.С. Олійник, О.С. Марченко, Є. Л. Жулай та ін.; – К.: Урожай, 1995. – 192 с.
 19. Практикум по електропостачанню сільського господарства / Под ред. Будзко И.А. - М.: Колос, 1982. - 319 с.
 20. Практикум з електроприводу і електрообладнання ; уклад.: Ю. М. Лавріненко, О. Ю. Доброганов, П. В. Олійник. - К. : Видав, центр НУБіП, 2008. - 78 с.
 21. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства. К.: Вища школа, 1983 – 343с.
 22. Черник М.А. Електричні машини: збірник задач / М.А. Черник, В.Г. Гайдук. – К. : Львівська політехніка, 2008.

23. Грабко В. В. Експериментальні дослідження електричних машин. Частина ІУ. Трансформатори. Навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк, С. М. Левицький. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 219 с.
24. Яцун М.А. Електричні машини: Навчальний посібник.-2-ге вид., стереот. [Текст] / М.А. Яцун. -Львів: Видавництво Національного університету „Львівська політехніка“, 2004.-440с.
25. Методичні вказівки до лабораторних робіт з електричних машин: у 3 ч.-ч.1. Електричні машини постійного струму і трансформатори [Текст] / О.Ю. Кі-мстач, О.П. Коновалов, А.А. Ставинський; під ред.. А.А.Ставинського. - Миколаїв: УДМТУ, 2003. -44 с.
26. Ставинський Р.А. Методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу „Електричні машини“: у 2 ч.-ч.2. Машини змінного струму [Текст] / Р.А. Ставинський. - Миколаїв: НУК, 2007.-20 с.
27. Коруд В.І., Гамола О.Є., Малинівський С.М. Електротехніка: Підручник / За заг.ред. В.І. Коруда. – 3-тє вид. переробл. і доп. – Львів: Магнолія плюс; видавець СПД ФО В.М.Піча, 2005.– 447 с.
28. Розводюк М. П. Розрахунок і конструювання трифазних асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором. Курсове проектування : навчальний посібник / М. П. Розводюк. С. М. Левицький, В. С. Бомбик. - Вінниця : ВНТУ, 2018. - 135 с.
29. Грабко В. В. Електричні машини. Розрахунок експлуатаційних характеристик. Курсове проектування : навчальний посібник / В. В. Грабко, М. П. Розводюк. - Вінниця : ВНТУ, 2010. - 110 с.
30. Кацман М.М.. Электрические машины и трансформаторы. Учебник для техникумов: В 2-х частях. – Изд.4-е, доп. и перераб.– М.: Высшая школа, 1976. – 328 с. и 396 с.