

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Лесько Олег Миколайович

УДК 621.313:620.952

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Обґрунтування варіанту вибору структури електроприводу подачі біомаси
для спалювання в автономній котельні

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

Лесько О. М.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Фомін Микола Павлович

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

АНОТАЦІЯ

Лесько О. М. Обґрунтування варіанту вибору структури електроприводу подачі біомаси для спалювання в автономній котельні.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр за спеціальністю 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” Поліський національний університет, Житомир, 2024

Метою магістерської роботи є обґрунтування способів підвищення енергоефективності електроприводів при виконанні технологічних процесів при підготовці і подачі біомаси для спалювання в автономній котельні.

Варіант вибору структури електроприводів дає можливість підвищити в цілому технічний рівень забезпечуючи можливість виконання технологічних процесів з більшою продуктивністю, підвищенням енергоефективності електричних приводів в автономній котельні при спалюванні біомаси.

Ключові слова: біомаса, електропривод, енергоефективність, котельня, процес, установка, транспортер.

ANNOTATION

Lesko O. M. Substantiation of the option of choosing the structure of the electric drive of biomass supply for combustion in an autonomous boiler house.

Qualification work for master's degree in speciality 141 ‘Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics’ Polissia National University, Zhytomyr, 2024

The purpose of the master's thesis is to substantiate ways to improve the energy efficiency of electric drives in the following technological processes during the preparation and supply of biomass for combustion in an autonomous boiler room.

The option of choosing the structure of electric drives makes it possible to increase the overall technical level, providing the ability to perform technological processes with higher productivity, increasing the energy efficiency of electric drives in an autonomous boiler house for biomass combustion.

Keywords: biomass, electric drive, energy efficiency, boiler house, process, installation, conveyor.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ПАЛИВНОГО СКЛАДУ.....	8
1.1. Розробка технології приймання, переробки, зберігання та транспортування біомаси до котлів	8
1.2. Розробка технології та вибір електротехнологічного обладнання для виконання розвантажувально завантажувальних робіт для підготовки відходів біомаси.	8
1.3. Розробка технології підготовки, подрібнення біомаси та вибір електротехнологічного обладнання.	1.3
1.3.1. Розрахунок та вибір електродвигуна для роторного подрібнювача.	11
1.3.2. Розробка принципової схеми для роторного подрібнювача.....	13
1.3.3. Опис роботи принципової схеми подрібнювача біомаси	14
Висновки до першого розділу.....	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПОДРІБНЕНОЇ БІОМАСИ ЗІ СКЛАДУ ДО БУНКЕРІВ КОТЛІВ.....	17
2.1. Розробка технологічної схеми для транспортування біопалива .. та вибір технологічного обладнання.....	17
2.2. Вибір електродвигунів.	18
2.3. Розробка принципової схеми для транспортування біопалива.....	21
2.4. Опис роботи принципової схеми.....	22
2.5. Розрахунок та вибір пускозахистної апаратури та технічних засобів автоматизації.	24
Висновки до другого розділу.....	27

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОДАЧІ БЮПАЛИВА В ВОДОГРІЙНІ КОТЛИ ТА ВИДАЛЕННЯ ПОПЕЛУ.....	28
3.1. Технологія для забезпечення роботи водогрійних котлів	28
3.2. Розробка принципової схеми.....	29
3.3. Розрахунок та вибір електродвигунів.....	31
Висновки до третього розділу.....	35
РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ	36
4.1. Загальна характеристика освітлювальних установок.	36
4.2. Розміщення світильників.	36
4.3. Розрахунок освітлення в тепlopункті котельні.	38
4.4. Розрахунок освітлювальної установки для механізованого складу.	39
4.5. Розрахунок освітлювальної установки для площадки – навісу.....	41
Висновки до четвертого розділу.	43
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	44
ДОДАТКИ.....	45

ВСТУП

Актуальність теми.

Об'єктом проектування являються котельня і площадка – навіс для зберігання дров, які знаходяться на території Поліського національного університету підрозділу «Левківка» за адресою місто Житомир вул. Корольова 39.

Всі технологічні процеси в котельні по підготовці, транспортуванні і спалюванні деревини для водяного опалення приміщень виконуються вручну. В котельні експлуатується котел для підігріву води для опалення на дровах.

Приміщення тепlopункту котельні збудовано з залізобетонних панелей, деякі ділянки стін та перегородки зроблені з цегли розмірами 24 x 12 x 4 м.

В роботі планується провести реконструкцію і модернізацію, створивши автономну котельню з використання біомаси як альтернативне паливо, встановити три котли вітчизняного виробництва торгової марки «Крігер» для спалювання подрібненої біомаси, площадку – навіс розмірами 26 x 9 x 4 м і механізований склад розмірами 18 x 9 x 4, які будуть призначені для прийому, подрібнення відходів деревини, зберігання та подачі біомаси в водогрійні котли, що надійно забезпечить дешеве теплопостачання навчальних корпусів, технічних, побутових приміщень і теплиці.

Крім того передбачається площадку – навіс реконструювати під електромеханізований склад для підготовки альтернативного палива з комплексною електромеханізацією і автоматизацією технологічних процесів.

Впровадження комплексної електромеханізації, автоматизації при керуванні технологічним обладнанням дасть можливість зменшити затрати ручної праці, підвищить гарантії чіткості виконання послідовності і часу виконання технологічних процесів, професії кочегарів стануть пристижними, зменшаться затрати електроенергії на одиницю продукції, збільшиться

термін експлуатації електротехнологічного обладнання, покращаться умови праці. Це дасть можливість впровадити передові технології з застосуванням електромеханізованого та автоматизованого технологічного обладнання.

Автоматизовані електроприводи підвищать надійність роботи та збільшать час експлуатації електротехнологічного обладнання, підвищать безпеку праці, зменшать затрати ручної праці і електроенергії.

Одним із основних питань являється, модернізація, заміна старого котельного та електротехнологічного обладнання на нове для забезпечення безперебійної роботи котлів на біопаливі з застосуванням АВР.

Тому в кваліфікаційній роботі будуть розглянуті питання розробки та впровадження модернізації електроприводу електротехнологічного транспортного обладнання електромеханізованого складу біопалива і котельного обладнання, яке можна буде використовувати для широкого модельного ряду водогрійних котлів, які зможуть працювати на різних видах біопалива: подрібнених відходах деревини, сільськогосподарського виробництва, гранул репса, гречки, лузги соняшника, костри льону.

Згідно досліджень та аналізу можна зробити висновок, що тема вибору варіанту структури електроприводів, які будуть призначені для прийому, подрібнення відходів деревини, зберігання та подачі біомаси в водогрійні котли для спалювання являється актуальною.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є обґрунтування вибору варіанту структури електроприводів подачі біомаси для спалювання в автономній котельні.

Тому в роботі будуть вирішуватися відповідні питання:

- проаналізувати відомі і розроблена нова структура ефективного використання електроприводів технологічних процесів в котельнях;
- розробити методи управління електроприводами для підвищення ефективності роботи технологічного обладнання для підготовки та подачі біопалива в водогрійні котли для спалювання;
- розробити структура автоматизованих систем управління, які

забезпечать виконання робіт подачі біопалива в котли;

- розробити та обґрунтувати схеми управління електроприводами і оцінка їх енергоефективність.

Об’єктом дослідження є електроприводи технологічного обладнання.

Предметом дослідження є варіанти структур електроприводів підготовки та подачі біомаси для спалювання в автономній котельні.

Методи досліджень. У теоретичних дослідженнях застосовано основні положення технології роботи електроприводів, математичного аналізу, теорії автоматичного управління електроприводами.

Дослідження електромеханічних характеристик електроприводів.

Практичне значення одержаних результатів.

Системи встановлених модернізованих електроприводів будуть підвищувати в цілому технічний рівень забезпечуючи можливість виконання технологічних процесів з більшою продуктивністю, підвищенням енергоефективності електричних приводів в автономній котельні.

Апробація

Результати роботи були представлені, заслухані та обговорювалися на засіданні кафедри, опубліковані тези доповідей на конференціях.

Публікації.

За результатами виконаних досліджень опубліковано тези доповідей в збірнику доповідей науково – практичної конференції факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2024» 31 жовтня 2024 в Поліському національному університеті м. Житомир на теми:

1. Лесько О. М. Привод транспортера як мехатронний модуль.. – С 97 – 100.
2. Прядко В. А., Лесько О. М. Використання біомаси в теплоенергетичних установках. С 114 -115.
3. Прядко В. А., Лесько О. М. Піроліз деревини (дивитися в додатки).

РОЗДІЛ 1

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ПАЛИВНОГО СКЛАДУ

1.1. Розробка технології приймання, переробки, зберігання та транспортування біомаси до котлів

Після реконструкції буде використовуватися слідуєчий технологічний процес. Біомаса у вигляді відходів деревини столярних майстерень, гілки, стовбури, корені, старі опори, шпали підвозяться автотранспортом на площадку-навіс, де при допомозі підйомно - транспортного механізму вивантажуються, складуються, готуються до подрібнення і подрібнюються на роторному подрібнювачі. Під час подрібнення біомаса по направляючій трубі потраплятиме на паливний склад.

Зі складу при допомозі рухомого підборщика біомаса буде завантажуватися на похилий транспортер, який буде подавати біомасу на завантажувальний транспортер. Розміщення технологічного обладнання на плані котельні (див. додаток А).

Завантажувальний скребковий транспортер переміщає біомасу над бункерами котлів наповняючи їх. При заповненні останнього бункера подача біомаси припиняється.

1.2. Розробка технології та вибір електротехнологічного обладнання для виконання розвантажувально завантажувальних робіт для підготовки відходів біомаси.

В зв'язку з тим що котельня переходить на нові технології по використанню енергетичні ресурси тому планується, розширити асортимент використання біомаси на основі відходів деревини (див. дод. А).

Тому потрібно встановити мостовий однобалочний кран (тельфер), який забезпечить підйом, транспортування і складування відходів біомаси [2].

Технічна характеристика мостового однобалочного крана.

Вантажопідйомність, т	1 – 3,5
Швидкість піднімання вантажу, м/хв.....	8
Швидкість переміщення, м/хв.....	26 – 40
Довжина прольоту, м.....	4,5 – 28,5
Маса, т.....	2,0 – 7,85
Електродвигуни переміщення:	
Тип.....	АІР71В6У3 АІР80А4У3
Потужність, кВт.....	0,55.....1,1
Частота обертання валу, об / хв.....	915.....1395
Електродвигун підйому (талі)	
Тип.....	МТК
Потужність, кВт.....	1,1 – 13
Частота обертання валу, об / хв.....	895

Перевірковий розрахунок електродвигунів мостового крана.

Проводжу перевірковий розрахунок потужності електродвигуна для механізму підйому (талі) з вантажопідйомністю $m = 3500$ кг і швидкістю підйому $v = 0,25$ м/с. Режим роботи легкий. Розраховую зусилля на крюку

$$F_g = m g \quad (1.1)$$

$$F_g = 3500 \cdot 9,81 = 34335 \text{ Н.}$$

Прийнявши к.к.д. барабана $\eta_b = 0,96$, блоку $\eta = 0,98$ і кратності поліспасти $u_{\Pi} = 2$, визначаю поясне зусилля на барабані

$$F_b = \frac{F_g}{(1 + \eta)\eta_b} \quad (1.2)$$

$$F_b = \frac{34335}{(1 + 0,98) \cdot 0,96} = 18063 \text{ Н.}$$

При швидкості намотування тросу на барабан

$$v_K = u_{\Pi} v \quad (1.3)$$

$$v_K = 2 \cdot 0,25 = 0,5 \text{ м / с,}$$

К. к. д. двохступінчатого редуктора $\eta_M = 0,9$ і к. к. д. поліспасти $\eta_{II} = 0,95$. Визначаю потужність електродвигуна

$$P = \frac{F_B v_K}{\eta_M}. \quad (1.4)$$

$$P = \frac{18063 \cdot 0,5}{0,9} = 10035 \text{ Вт}.$$

За каталогом Вибираю електродвигун з короткозамкнутим ротором МТК – 311 – 6, у якого при ПВ = 25 % потужність на валу $P = 13$ кВт, частота обертання ротора $n = 895$ об / хв, $[T]_{II} = 390$ Н м, $mD^2 = \text{кг} \cdot \text{м}^2$.

Мостовий однобалочний кран комплектується відповідними електродвигунами, електротехнічні характеристики яких наводяться далі.

Електродвигун переміщення механізму підйому (талі):

типу АИР71В6У3 потужністю 0,55 кВт;

2 електродвигуни переміщення мостового однобалочного крана

тип АИР80А4У3, потужність кожного 1,1 кВт.

Загальна встановлена потужність електродвигунів для мостового однобалочного крана буде становити 15,75 кВт.

Проаналізувавши технічні характеристики мостового однобалочного крану і результати розрахунків потужності електродвигунів підйомного механізму видно, що мостовий однобалочний кран забезпечить виконання підйомно - транспортних робіт в складі по подрібненню біомаси.

Мостовий однобалочний кран комплектується відповідним блоком і пультом керування [2].

1.3. Розробка технології підготовки, подрібнення біомаси та вибір електротехнологічного обладнання.

Відходи з деревини являються продукцією з біомаси, яку можна спалювати. На сучасному етапі є дуже багато відходів виробництва, які необхідно кудись дівати. Так наприклад в деревообробній промисловості

відходами являються: опилки стружка, кора, обрізки деревини. В лісовій промисловості сухостійні дерева, гілки, кореневища, шишки, глиця, листя, відходи ділової деревини [23].

Багато відходів деревини можна використати при зносі старих будівель, заміні старих опор повітряних ліній, залізничних шпал. Всі ці відходи можна використовувати як біопаливо при спалюванні в котлах після відповідної підготовки. Крім того для спалювання можна використовувати у вигляді біопалива відходи сільськогосподарського виробництва, які також перед спалюванням потрібно підготувати у вигляді гранул, пілетів, подрібненому вигляді (див. додаток 1). Тому для підготовки різного роду біомаси для спалювання у вигляді біопалива необхідно застосовувати відповідні технології і електротехнологічне обладнання. Для проектованої котельні будуть використовуватися всі вище перераховані відходи біомаси. Тому для певних видів відходів біомаси розробляю технології і електротехнологічне обладнання для переробки у біопаливо, яке можна автоматизовано завантажувати зі складу в котли.

Накопичення і подрібнення біомаси буде здійснюватися на площадці – навісі де облаштовані місця для накопичення і зберігання відходів древо-обробної, с.- г. промисловості. Звідки при допомозі горизонтального та похилого транспортера відходи подаються в подрібнювач біомаси, звідти в автоматизований склад.

Крім того сухостійні дерева, гілки, кореневища, відходи ділової деревини, дерев'яні конструкції зносу старих будівель, старі опори повітряних ліній, залізничні шпали привозять на мобільному транспорті на площадку – навіс і вивантажують при допомозі однобалочного крану. Для переробки вище перерахованої біомаси на біопаливо – подрібнення до певних розмірів буду проектувати роторний подрібнювач.

Однобалочний кран піднімає і транспортує наприклад стовбур сухостійного дерева до робочих органів роторного подрібнювача, робочий барабан якого подрібнює деревину на біопаливо. Подрібнена деревина під

дією відцентрової сили по направляючій трубі подає на автоматизований склад.

1.3.1. Розрахунок та вибір електродвигуна для роторного подрібнювача.

Проаналізувавши технологію подрібнення і властивості біомаси для розрахунку потужності електродвигуна я пропоную використати такі вихідні дані. Технологічне обладнання для подрібнення біомаси буде працювати в режимі потокової лінії з продуктивністю подрібнення біомаси до 1 тони за годину. Проводжу вибір електротехнологічного обладнання для забезпечення виконання виробничого процесу, яке привожу в таблиці 1.2 [7, 9].

Потужність електродвигуна для роторного подрібнювача розраховую і вибираю згідно за формулою

$$P_p = K_x \cdot A \cdot Q / \eta_n, \quad (1.5)$$

де P_p – розрахункова потужність електродвигуна, кВт;

K_x – коефіцієнт втрати холостого ходу ($K_x = 1,2$);

A – енергія затрачається на переробку 1 тони біомаси за годину,
кВт · год. / т., ($A = 5$ кВт · год / т.);

Q – подача, т / год, ($Q = 1$ т / год);

η_n – к. к. д. передачі, ($\eta_n = 0,85$).

$$P_p = 1,2 \cdot 5 \cdot 1 / 0,85 = 7,1 \text{ кВт.}$$

Згідно вибираю електродвигун за потужністю $P_n = 7,5$ кВт виходячи з умови $P_p < P_n$. Умова виконується, так як $7,1 < 7,5$ кВт.

Вибраний електричний двигун відповідає умовам вибору і експлуатації [7].

Вибір електродвигунів для приводів горизонтального та похилого транспортерів проводжу згідно методики наведеної вище і звожу в таблицю 1.2.

Технічні характеристики електротехнологічного обладнання

Продуктивність, т / год	1
Ємкість прийомного бункера, м ³	4
Потужність електродвигунів, кВт: для подрібнювача біомаси АІР132S4СУЗ	7,5
для привода горизонтального транспортера АІР80В4СУЗ	1,5
для привода похилого транспортера АІР80В8УЗ	0,55
Габаритні розміри мм:	
довжина	12000
ширина	3000
висота	3900
Вага, кг	12000

Загальна встановлена потужність електродвигунів для роторного подрібнювача буде становити 9,55 кВт.

1.3.2. Розробка принципової схеми для роторного подрібнювача.

На проектуваному об'єкті використовується поєднання комплектного електротехнологічного обладнання з новим технологічним обладнанням, що потребує допрацювання або розробки принципової електричної схеми.

При розробці принципальних схем будемо дотримуватися вимог що ставляться для розробки схем потокових ліній.

При проектуванні електроприводів потокових ліній ставляться відповідні вимоги яких будемо дотримуватися.

Схеми керування повинні мати деблокувальні елементи, що забезпечують можливість вмикання і вимикання окремих електроприводів потокових ліній при виконанні ремонтних і налагоджувальних робіт.

Згідно приведених вище вимог проектуємо принципову електричну схему керування потоковою лінією подрібнення біомаси – завальний бункер – похилий, горизонтальний транспортер, подрібнювач біомаси,

накопичувальний бункер – з урахуванням роботи потокової лінії подрібнення відходів деревини.

Для приведення в рух технологічного обладнання будуть використовуватися асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором. Для захисту електродвигунів від перевантаження будемо використовувати теплові реле, для дистанційного вмикання і вимикання електродвигунів а також нульового захисту використовуємо електромагнітні пускачі, які керуватимуться при допомозі кнопок керування. В схемі проектуємо однополюсний автоматичний вимикач для захисту кіл керування від струмів короткого замикання, аварійну кнопку стоп, дзвінок для подачі звукового сигналу перед пуском потокової лінії, сигнальні лампи для візуальної інформації про подачу напруги, і вмикання відповідного агрегата, для дистанційного відкривання і закривання заслінки на завальному бункері для подачі каміння на транспортер використаємо тяговий електромагніт.

Для вмикання і вимикання електрообладнання а також для захисту електроустановки від перевантаження і струмів короткого замикання буде використовуватися автоматичний вимикач.

В схемі задіяні контакти електромагнітних пускачів для забезпечення електроблокувань і деблокувань в колах керування і послідовності вмикання і вимикання агрегатів.

Після цього позначаємо елементи на розробленій схемі. Наприклад контакти (2) і (3) в принциповій електричній схемі керування подрібнювачем біомаси виводяться через клемний ряд на замикаючі контакти пускача транспортера потоковою лінією. Якщо дана схема повинна працювати окремо від потокової лінії то на контакти (2) і (3) ставиться перемичка.

1.3.3. Опис роботи принципової схеми подрібнювача біомаси

При роботі технологічного обладнання в режимі потокової лінії оператор вмикає автоматичний вимикач QF і напруга подається на сигнальну

лампу HL1, яка своїм свіченням сигналізує про подачу напруги в силові кола та кола керування. Після натискання на кнопку SB8 подаючи живлення на дзвінок, попереджаючи про початок роботи. Після чого оператор вмикає технологічне обладнання в послідовності назустріч руху продукції при допомозі кнопок “Пуск” SB3... SB7, що дає можливість ввімкнути відповідні електродагуни:

M1 – для роботи подрібнювального барабана;

M2 – для приведення в рух похилого транспортера, який подає відходи біомаси на подрібнювальний барабан;

M3 – для приведення в рух горизонтального транспортера для переміщення біомаси в складі навісі.

Блокування послідовності вмикання агрегатів потокової лінії забезпечується блокуючими контактами KM1.2...KM3.2.

Після вмикання потокової лінії вимикачем SA2 вмикаємо тяговий електромагніт YA, який відкриває заслінку на бункері і біопаливо потрапляє на похилий транспортер.

Для аварійної зупинки потрібно натиснути на кнопку “Стоп” SB1.

При вимиканні потокової лінії схема працює в слідуючому порядку – спочатку вимикачем SA2 вимикаємо тяговий електромагніт YA, який закриває заслінку на бункері і біомаса перестає поступати на подрібнення, після чого оператор вимикає технологічне обладнання по ходу руху продукції кнопками “Стоп” SB6... SB2 з урахуванням звільнення агрегатів від біомаси. Вмикання і вимикання електротехнологічного обладнання оператор контролює при допомозі HL2...HL5.

Розроблені принципова і монтажна схеми наводяться в додатку А.

Апарати керування і захисту розробленої принципової схеми для забезпечення роботи електротехнологічного обладнання будуть розміщені в шафі керування. Вибір елементів схеми наводиться в додатку А.

Загальна встановлена потужність електроприводів по першому розділу буде становити $\Sigma = 15,75 \text{ кВт.} + 9,55 \text{ кВт.} = 25,3 \text{ кВт}$

Висновки до першого розділу.

Проведено дослідження, аналіз технології приймання, переробки, зберігання та транспортування палива і стан електротехнологічного обладнання в котельні.

Паливом являються дрова, завантаження дров і видалення дров виконується вручну.

Тому пропонується виконати розробку технологічного процесу, встановити сучасне енергоефективне технологічне обладнання з використанням біомаси для спалювання в водогрійних котлах впровадити електромеханізацію і автоматизацію технологічних процесів при переробці, зберіганні та транспортуванні біомаси до котлів.

Проведено розробку розміщення технологічного обладнання на планах приміщень котельні.

Розроблені принципова та монтажні схеми подрібнювача біомаси.

Проведено розрахунок потужностей та вибір електродвигунів та пуско-захисних апаратів та автоматики електроприводів.

Визначена загальна встановлена потужність електроприводів по першому розділу, яка буде становити $\Sigma = 15,75 \text{ кВт.} + 9,55 \text{ кВт.} = 25,3 \text{ кВт}$

РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЙ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ ПОДРІБНЕНОЇ БІОМАСИ ЗІ СКЛАДУ ДО БУНКЕРІВ КОТЛІВ

2.1. Розробка технологічної схеми для транспортування біопалива та вибір технологічного обладнання

Розглянемо розробку технологічної схеми для транспортування подрібненої біомаси у вигляді біопалива зі складу до бункерів котлів.

Під час подрібнення біомаса по направляючій трубі потраплятиме на паливний склад.

Зі складу при допомозі рухомого підборщика біопаливо буде завантажуватися на похилий транспортер, який буде подавати його на завантажувальний конвеєр.

Завантажувальний скребковий конвеєр переміщає біопаливо над бункерами котлів наповнюючи їх. При заповненні останнього бункера подача біопалива припиняється (див. тех. схему додаток А).

Технологічний процес транспортування біопалива повинен виконуватися у наступній послідовності. Спочатку вмикається звукова сигналізація, потім горизонтальний а після нього похилий транспортери. Після чого вмикається шнековий підборщик подрібненої біомаси.

Після заповнення усіх приймальних бункерів необхідною кількістю біопалива, приводи похилого та горизонтального транспортерів зупиняться у наступній послідовності. Спочатку вимикається шнековий підборщик після чого з витримкою часу вимикаються похилий а потім горизонтальний транспортер (див. ел. схему додаток Б).

Витримка часу повинна відповідати часу звільнення транспортерів від біопалива.

Враховуючи технології виробничих процесів та електротехнічні характеристики технологічного обладнання я прийшов до висновку, що для

транспортування біопалива найефективніше використати потокову лінію яка буде складатися з шнекового підборщика з похилим шнековим і горизонтального скребкового транспортерів.

В роботі розглянемо розрахунок та вибір потокової лінії транспортування біопалива технічні характеристики яких наводяться в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика потокової лінії

Тип	Стаціонарний
Керування	Автоматизоване
Способи завантаження	Механізований
Продуктивність, т / год	50
Вага транспортерів, кг	2500
Довжина шнека, м	18
Висота піднімання біомаси, м	3
Довжина горизонтального скребкового транспортера, м	30
Габаритні розміри:	
Довжина	30000
Ширина	700
Висота	300

2.2. Вибір електродвигунів.

Визначаю розрахункову потужність і вибираю електродвигуни для шнекового і горизонтального скребкового транспортерів, враховуючи що необхідна подача Q повинна бути 50 тони за годину або 13,9 кг/с .

Розраховую та вибираю електродвигун для шнекового транспортера за формулою згідно [7, 9].

$$P_p = \frac{9,81 K Q (L f_c + H)}{1000 \eta_{\Pi}}, \quad (2.1)$$

де K – коефіцієнт що враховує кут α нахилу шнека до горизонту ($K = 1,2$);

L – довжина шнека, м ($L = 18$ м);

f_c – коефіцієнт опору переміщення біомаси по кожуху шнека ($f_c = 1,2$);

H – висота підйому біомаси, м ($H = 3$ м);

η_{Π} – к.к.д. передачі ($\eta_{\Pi} = 0,94$).

$$P_p = \frac{9,81 \cdot 1,2 \cdot 13,9 \cdot (18 \cdot 1,2 + 3)}{1000 \cdot 0,94} = 4,2 \text{ кВт.}$$

Згідно проведених розрахунків, виходячи із умови що потужність вибраного електродвигуна P_H повинна бути більшою або рівною розрахунковій потужності електродвигуна P_p , вибираю асинхронний електродвигун АИР112М4У3, який має слідуючі електротехнічні характеристики: $P_H = 5,5$ кВт, $I_H = 11,4$ А, $n_H = 1430$ об/хв., $K_i = 7$.

Умова вибору електродвигуна виконується, так як $5,5 > 4,2$ кВт.

Для шнекового підборщика електродвигун вибираю за формулою

$$P_p = 9,81 \cdot Q \cdot L \cdot K / 1000 \cdot \eta_{\Pi} \quad (2.2)$$

$$P_p = 9,81 \times 13,9 \times 18 \times 1,2 / 1000 \cdot 0,94 = 1,4 \text{ кВт}$$

Згідно розрахунків вибираю електродвигун типу АИР80В4У3, який має відповідні електротехнічні характеристики:

$$P_H = 1,5 \text{ кВт, } I_H = 3,5 \text{ А, } n_H = 1395 \text{ об/хв., } K_i = 5,5.$$

Визначаю розрахункову потужність і вибираю електродвигуни для горизонтального скребкового транспортера за формулою

$$P_p = \frac{9,81 Q (H + f_c L)}{1000 \eta_{\Pi}}, \quad (2.3)$$

де H – висота піднімання біомаси, м ($H = 0$ м);

f_c – коефіцієнт опору руху ($f_c = 3$);

L – довжина транспортера, м ($L = 15$ м)

η_{Π} – к.к.д. передачі ($\eta_{\Pi} = 0,94$).

$$P_p = \frac{9,81 \cdot 13,9 \cdot (0 + 3 \cdot 30)}{1000 \cdot 0,94} = 13 \text{ кВт}.$$

Згідно проведених розрахунків, виходячи із умови що потужність вибраного електродвигуна P_H повинна бути більшою або рівною розрахункової потужності електродвигуна P_p , за каталогом вибираю асинхронний електродвигун АИР160S4У3, який має відповідні електротехнічні характеристики:

$$P_H = 15 \text{ кВт}, I_H = 28,5 \text{ А}, n_H = 1455 \text{ об/хв.}, K_i = 7,0.$$

Умова вибору електродвигуна виконується, так як $15 > 13$ кВт.

Доцільно буде модернізувати шафу керування РУС додатково встановивши сигналізатор рівня сипучих матеріалів САУ-М7.Е, який керує заповненням, підтриманням певного рівня в бункерах.

Сигналізатор рівня сипучих матеріалів САУ-М7.Е буде виконувати наступні функції:

Контроль рівня по трьох ємкостних датчиках.

Сигналізація по аварійному переповненню бункера.

Автоматичне керування електроприводом, заслінками.

Також встановлюю пристрій захистного відключення електродвигунів УЗОТЭ-2У при обриві або перекосі фаз мережі живлення; перевищення номінального перевищення струму; перегрів обмоток статора; блокування пуску електродвигуна на початку роботи при порушенні ізоляції обмотка статора.

2.3. Розробка принципової схеми для транспортування біопалива

Згідно розробленої технологічної схеми для транспортування подрібненої біомаси зі складу до бункерів котлів та вибраного електро-технологічного обладнання проводжу розробку принципової електричної схеми автоматизованого завантаження і розподілу біопалива із складу в бункери котлів.

Згідно виконання технологічного процесу першим повинен вмикатися горизонтальний транспортер подачі біопалива від похилого транспортера в бункери котлів. Для переміщення скребків по жолобу з біопаливом використовується електродвигун M1, який буде захищатися від струмів перевантаження тепловим реле FS1. Для дистанційного керування електродвигуном проектую електромагнітний пускач KM1 з кнопками керування SB1 і SB2. Світлодіод HL5 буде сигналізувати про включення горизонтального транспортера.

Для приведення в рух похилого шнекового транспортера і робочих органів шнекового підбирача використаю електродвигун M2, який буде захищатися від струмів перевантаження тепловим реле FS2. Для керування електродвигуном проектую електромагнітний пускач KM2 з кнопками керування SB3 і SB4. Світлодіодна сигнальна арматура HL6 буде сигналізувати про включення похилого транспортера для транспортування біопалива від підборщика на горизонтальний транспортер.

Для переміщення і завантаження біопалива буду використовувати шнековий підборщик який приводиться в рух при допомозі двох електродвигунів які будуть працювати в реверсивному режимі роботи при допомозі реверсивного електромагнітного пускача.

Для вмикання, вимикання електроустановки та захисту від струму витоку на вводі проектую встановити автоматичний вимикач QF, для кіл керування вимикач SF. Для контролю заповнення бункерів біопаливом проектую використати в схемі сигналізатор рівня типу САУ-М7.Е який здійснює:

- контроль рівня по трьох датчиках;
- сигналізує про аварійне переповнення або спустошенні бункера;
- автоматичне або ручне керування виконавчими механізмами;
- налаштування на роботу з різним біопаливом.

Це дасть можливість повністю контролювати наявність палива в накопичувальному бункері.

2.4. Опис роботи принципової схеми.

Напруга на схемуподається при вимиканні QF. Сигналізатор рівня світлодіоди, які вказують про наявність напруги в мережі і рівень біопалива в бункері. При вмиканні транспортерів повинна дотримуватися послідовність вмикання і вимикання транспортерів. Тому в схемі я передбачаю електроблокування послідовності вмикання транспортерів. При натисканні на кнопку SB1 “Пуск” напруга подається на котушку електромагнітного пускача KM1, який при спрацюванні замикає свої силові контакти KM1 блокуючі контакти KM1.1 і KM1.2 при цьому напруга подається на статорні обмотки електродвигуна M1 і ротор приводить в рух робочий орган скребкового транспортера. При цьому засвічується світлодіод HL5, інформуючи що скребковий транспортер в роботі. Після цього при натисканні на кнопку SB4 “Пуск” напруга подається на котушку електромагнітного пускача KM2, який при спрацюванні замикає свої силові контакти KM2 блокуючі контакти KM2.1 при цьому напруга подається на статорні обмотки електродвигуна M2 і ротор приводить в рух робочий орган шнекового транспортера. При цьому засвічується світлодіод HL6, інформуючи що шнековий транспортер в роботі. Якщо на шнековому підборщику відсутнє біопаливо необхідно натиснути на кнопку SB6 “Пуск” напруга подається на котушку електромагнітного пускача KM3, який при спрацюванні замикає свої силові контакти KM3 блокуючі контакти KM3.1 і розмикає контакти KM3.2 при цьому напруга подається на статорні обмотки електродвигунів M3, M3A і ротор приводить в рух робочий орган

переміщення шнекового підборщика. При цьому засвічується світодіод HL7, інформуючи що під борщик біопалива переміщається.

Для обмеження переміщення шнекового підборщика в схемі передбачаю шляхові вимикачі SQ1 і SQ2.

Підборщик подає біопаливо на шнековий транспортер який переміщує і висипає його в жолоб скребкового транспортера. Скребки, по жолобу який знаходиться над накопичувальними бункерами котлів, переміщують біопаливо по днищу жолоба. В жолобі над бункерами є отвори через які біомаса завантажується в бункери. Коли всі бункери повністю заповнюються сигналізатор рівня сигналізує світодіодом HL2, після чого розмикає контакт А і подача біопалива припиняється. Про середній рівень біопалива в бункері сигналізує світодіод HL3. Для інформації про мінімум палива в бункері повідомить свічення світодіодом HL4. При продовженні зменшення біопалива в бункері передбачена звукова сигналізація.

При переміщенні шнекового транспортера в зворотньому напрямку потрібно припинити рух вперед при допомозі кнопки SB5 “Стоп”. При цьому перестає світитися HL інформуючи про вимкнення шнекового підборщика.

Для переміщення шнекового підборщика в зворотньому напрямку необхідно натиснути на кнопку SB7 “Пуск” напруга подається на котушку електромагнітного пускача KM4, який при спрацюванні замикає свої силові контакти KM4 блокуючі контакти KM3.1 і розмикає контакти KM4.2 при цьому напруга подається на статорні обмотки електродвигунів М3, М3А і ротор приводить в рух робочий орган переміщення шнекового підборщика. При цьому засвічується світодіод HL8, інформуючи що підборщик переміщається.

Для обмеження переміщення шнекового підборщика в схемі передбачаю шляховий вимикач SQ2.

2.5. Розрахунок пускозахистної апаратури та технічних засобів автоматизації.

Вибір пускозахистної апаратури будемо виконувати згідно ПУЕ.

Для захисту електродвигунів від перевантаження вибираю теплове реле:

для електродвигуна горизонтального скребкового транспортера М1 типу РТ-2353 з діапазоном регулювання 23 - 32 А, з налагодженням на робочий струм $I_n = 28,5$ А;

для електродвигуна шнека типу РТ-1316 з діапазоном регулювання 9,0 - 13,0 А, з налагодженням на робочий струм $I_n = 11,4$ А;

для електродвигунів переміщення шнекового підборщика типу РТ-1312 з діапазоном регулювання 5,5-8,0 А, з налагодженням на робочий струм $I_n = 7$ А.

Особливостями вибраних реле являються ручне і автоматичне повернення роз'єднувального механізму в вихідне положення, наявність температураної компенсації а також електричних контактів. Крім того реле має кнопку "STOP", яка змінює стан замикаючих контактів 97 – 98 і кнопка "ТЕСТ" . яка імітує страцювання реле при перевантаженні.

Електромагнітний пускач для горизонтального транспортера вибираю за умовою

$$I_{н. п} \geq K_i I_n / 6.$$

$$I_{н. п} \geq 7 \times 28,5 / 6 = 33,3 \text{ А}$$

Вибираю нереверсивний електромагнітний пускач типу ПМЗ-40 з котушкою змінного струму на 220 В. Вибираю електромагнітний пускач для електродвигуна шнекового транспортера.

$$I_{н. п} \geq 7 \times 11,4 / 6 = 13,3 \text{ А}$$

Вибираю нереверсивний електромагнітний пускач типу ПМ 1-18 з котушкою змінного струму на 220 В.

Вибираю електромагнітний пускач для електродвигунів шнекового підборщика

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

Вибираю реверсивний електромагнітний пускач типу ПМР 1-0901 з котушкою змінного струму на 220 В.

Автоматичний вимикач вибираю за умовою,

$$I_{н.р} \geq I_p.$$

З урахуванням установки в шафі керування ввожу поправочний коефіцієнт 1,15 тоді

$$I_{н.р} \geq 1,15 I_p.$$

Для даної схеми визначаю загальний струм двигунів

$$I_{н.р} \geq 1,15 \times (28,5 + 11,4 + 3,5 + 3,5) = 53,9 \text{ А.}$$

Вибираю диференційний автоматичний вимикач АД14 Р4 10А 10 мА, $I_n = 63 \text{ А}$, I_n відкл. диф = 10 мА, який забезпечить три види захисту – захист людини, від враження електричним струмом, захист від перевантаження і струмів короткого замикання.

Розраховуємо спрацювання електромагнітного розчіплювача, який повинен бути :

$$I_{СПР.Р.} \geq 1,25 I_n K_i$$

$$I_{СПР.Р.} \geq 1,25 \times (28,5 \times 7 + 11,4 + 3,5 + 3,5) = 272,4 \text{ А}$$

Розрахунковий струм спрацювання не повинен перевищувати каталожно

$$I_{СПР.Р.} \geq I_{СПР.К.},$$

$$I_{\text{СПР.К.}} = 7 \times I_{\text{Н}} = 7 \times 63 = 441 \text{ А}$$

$$272,4 < 441 \text{ А}$$

Умова вибору автоматичного вимикача виконується. [4, 5, 7].

Таблиця 2.2.

Перелік електрообладнання для принципової схеми керування транспортуванням біопалива.

Поз. познач.	Найменування	Кіл.	Примітка
QF	Диференційний автоматичний вимикач АД14 Р4 63А 10 мА, $I_{\text{Н}} = 63 \text{ А}$	1	$I_{\text{н. відкл. диф}} = 10 \text{ мА}$
SF	Автоматичний вимикач ВА-2010-S	1	$I_{\text{н.}} = 3 \text{ А}$
KM1,	Електромагнітний пускач типу ПМ3-40	1	$U_{\text{кот}} = 220 \text{ В}$
FS1	Теплове реле типу РТ-2353	1	$I_{\text{рег}} = 23 \dots 32 \text{ А}$
KM2	Електромагнітний пускач типу ПМ1-18	1	$U_{\text{кот}} = 220 \text{ В}$
FS2	Теплове реле типу РТ-1316	1	$I_{\text{рег}} = 9 \dots 13 \text{ А}$
KM3	Електромагнітний пускач типу ПМР1-0901		$U_{\text{кот}} = 220 \text{ В}$
FS3	Теплове реле типу РТ-1312		$I_{\text{рег}} = 5,5 \dots 8 \text{ А}$
HL1	Світлодіодна сигнальна арматура АД22С6	1	біла $U = 220 \text{ В}$
HL4	Світлодіодна сигнальна арматура АД22С6	1	Червона
HL2, HL3, HL5, HL8	Світлодіодна сигнальна арматура АД22С6	3	Голуба
SB1 SB3	Кнопка керування ХВ2- BR42	2	Червона
SB2, SB4 SB5, SB6, SB7	Кнопка керування ХВ2- BA21	4	Чорна
SA	Тумблер типу АЕ С1710НОААА	1	Двопозиційний
A	Сигналізатор рівня.	1	$U = 220$
M1	Електродвигун АИР160S4У3	1	$P_{\text{н}} = 15 \text{ кВт}$
M2	Електродвигун АИР112М4У3	1	$P_{\text{н}} = 5,5 \text{ кВт}$
M3	Електродвигун АИР80В4У3	2	$P_{\text{н}} = 1,5 \text{ кВт}$

Загальна встановлена потужність електроприводів по другому розділу буде становити $\sum = 15 \text{ кВт.} + 5,5 + 1,5 \text{ кВт.} = 22 \text{ кВт}$

Висновки до другого розділу.

Розроблена технологічна схеми для транспортування подрібненої біомаси у вигляді біопалива зі складу до бункерів котлів.

Проведено розрахунок та вибір електроприводів для роботи рухомого підборщика біопалива, похилого та завантажувального транспортера.

Вибрані електродвигуни, апарати керування, захисту та автоматики з їх характеристиками знаходяться в таблиці 2.2.

Згідно проведених розрахунків загальна встановлена потужність електроприводів по другому розділу буде становити $\Sigma = 15 \text{ кВт.} + 5,5 + 1,5 = 22 \text{ кВт.}$

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ПОДАЧІ БІОПАЛИВА В ВОДОГРІЙНІ КОТЛИ ТА ВИДАЛЕННЯ ПОПЕЛУ.

3.1. Технологія для забезпечення роботи водогрійних котлів

Проаналізувавши технологічні характеристики працюючих котлів я прийшов до висновку, що котли мають недоліком одним із основних являється ручне завантаження дров, вугілля.

Тому я пропоную замінити використання твердого палива на біопаливо – відходи деревини і сільськогосподарської продукції.

Для цього розробляю технологію електромеханізації обслуговування водогрійного котла, вибір електротехнологічного обладнання.

В першому та другому розділах була розроблена технологія і вибрано електротехнологічне обладнання для приготування, зберігання та транспортування біопалива до приймальних бункерів водогрійних котлів.

Технологія для забезпечення роботи водогрійних котлів буде заключатися в наступному.

Для транспортування біопалива від накопичувального бункера в котел буде використовуватися шнековий транспортер, для видалення і транспортування попелу в накопичувальний бункер біопопелу буде використовуватися скребковий транспортер для його завантаження, який являється ефективним біодобривом. При вивантаженні попелу з бункера в мобільний транспорт доцільно використати вертикальний транспортер – норію. Заслінки на бункерах пропоную відкривати при допомозі тягових електромагнітів [23].

Послідовність виконання технологічного процесу забезпечення обслуговування водогрійного котла заключається в наступному.

Від накопичувального бункера в водогрійний котел біопаливо буде транспортуватися при допомозі шнекового транспортера. Спочатку

вимикається дутьєвий вентилятор, вмикається шнековий транспортер і а потім відкриваються заслінки накопичувального бункера і завантаження біопалива в водогрійний котел. При вимиканні спочатку вимикається транспортер і закриваються заслінки, а потім вмикається дутьєвий вентилятор. При видаленні попелу спочатку вимикається дутьєвий вентилятор, вмикається шнековий транспортер а потім відкриваються заслінки накопичувального бункера попелу який відправляється транспортером в накопичувальний бункер попелу. При накопичуванні бункера попелом його відвантажують на мобільний транспорт при допомозі норії і відвозять на поле і використовують як біодобриво. При вимиканні спочатку закриваються заслінки, вимикається транспортер а потім вмикається дутьєвий вентилятор [23].

3.2. Розробка принципової схеми.

Вмикання і вимикання електрообладнання установки, захист силових мереж і кіл керування від струмів короткого замикання будуть виконувати відповідно автоматичні вимикачі QF і SF. Дистанційне керування установкою будуть здійснювати чотири електромагнітні пускачі КМ1...КМ4 при допомозі програмного реле часу КТ схема розміщена в додатку В..

Для світової сигналізації використаю світлодіодну сигнальну арматуру. Вся апаратура монтується в шафі керування .

Принцип роботи електричної схеми установки буде такий, вмикаємо QF напруга подається на верхні силові контакти пускачів КМ1...КМ4, світлодіод HL1 і програмне реле часу КТ.

Програмне циклічне реле часу КТ трьохпрограмне типу РВЦ-03-2 призначене для вмикання і вимикання електроприладів, споживачів по заданій програмі в реальному часі по добовому або тижневому циклу.

Використання такого програмного реле дає можливість після програмування регулювати енергоощадне спалювання біопалива в робочий і неробочий час.

Реле запрограмоване для подачі команд на виконавчі органи установки (електродвигуни, тягові магніти) через електромагнітні пускачів КМ1...КМ3.

Контакти програмного реле часу 16, 17 спрацьовують для вимикання дутьєвого вентилятора М1 при допомозі електромагнітного пускача КМ1 на період завантаження біопалива або видалення попелу.

Для вмикання шнекового транспортера подачі палива електродвигун М2 замикаються контакти 26, 27 напруга подається на котушку електромагнітного пускача КМ1, який вмикає електродвигун М2. При наборі відповідної частоти обертання ротора реле швидкості SR1 своїм замикаючим контактом подає живлення на котушки тягових магнітів YA1, YA2, які відкривають заслінки накопичувального бункера біопалива і камери спалювання водогрійного котла. За налаштований час іде завантаження паливом, після чого КТ розмикає контакт 26, 27 котушка КМ 2 втрачає живлення і розмикає силові контакти. Електродвигун М2 припиняє роботу, реле швидкості SR1 розмикає свої замикаючі контакти, тягові магніти YA1, YA2 втрачають живлення і заслінки при допомозі пружин закриваються.

При видаленні попелу електродвигун М3 замикаються контакти 36, 37 напруга подається на котушку електромагнітного пускача КМ3, який вмикає електродвигун М3. При наборі відповідної частоти обертання ротора реле швидкості SR2 своїм замикаючим контактом подає живлення на котушку тягового магніту YA3, який відкриває заслінку накопичувального бункера палива камери спалювання водогрійного котла. За налаштований час іде вивантаження і транспортування попелу в накопичувальний бункер, після чого КТ розмикає контакт 36, 37 котушка КМ 3 втрачає живлення і розмикає силові контакти. Електродвигун М3 припиняє роботу, реле швидкості SR2 розмикає свої замикаючі контакти, тягові магніти YA3 втрачає живлення і заслінка при допомозі пружин закриваються.

В схемі передбачені електричну блокувальні контакти КМ1.1 і КМ1.2 які не дають можливості вмикання М2 і М3 без відключення М1 –дутьєвого вентилятора.

Для вивантаження біопопелу з накопичувального бункера в автотранспорт схема працює в слідуючому порядку. Про готовність схеми сигналізує HL7. При вмиканні кнопки SB2 спрацьовує пускач КМ4 і тяговий магніт YA4 починає працювати М4 приводячи в рух норію і відкривається заслінка. Іде процес завантаження біопопелу. Про роботу схеми сигналізує HL8.

Для вимкнення норії натискають на кнопку SB1 спрацьовує пускач КМ4 і тяговий магніт YA4 втрачає живлення і заслінка при допомозі пружин закриваються. Про відключення схеми сигналізує HL8.

3.3. Розрахунок та вибір електродвигунів

Проводжу розрахунок та вибір електродвигуна до дутьєвого вентилятора згідно за формулою: [4, 5, 9]

$$P_p = L_v \cdot H / \eta_v \cdot \eta_{\text{п}} \quad (3.1)$$

де L_v - необхідна продуктивність вентилятора (за довідником

$$L_v = 5400 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1});$$

H – необхідний напір вентилятора, (за довідником $H = 990 \text{ Па}$);

η_v = к.к.д. вентилятора , ($\eta_v = 0,95$);

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

Проводжу перетворення:

$$L_v = 5400 \text{ м}^3 \cdot \text{г}^{-1} = 1,5 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}.$$

$$H = 990 \text{ Па} = 0,99 \text{ кПа}.$$

$$P_p = 1,5 \cdot 0,99 / 0,99 \cdot 1 = 1,5 \text{ кВт}.$$

Номінальну потужність електродвигуна вибираю за умовою:

$$P_H \geq P_p$$

$$P_H \geq 1,5 \text{ кВт}.$$

Для забезпечення необхідної продуктивності дутьєвого вентилятора вибираю за каталогом електродвигун типу АИР80В4У3, який має відповідні електротехнічні характеристики: $P_H = 1,5$ кВт; $n_H = 1395$ хв⁻¹, $I_H = 3,6$ А, $K_i = 7$.

Визначаю розрахункову потужність і вибираю електродвигуни для шнекового і горизонтального скребкового транспортерів, враховуючи що необхідна подача Q для шнекового транспортера повинна бути 25 кг/с .

Розраховую та вибираю електродвигун для шнекового транспортера за формулою [4, 5, 7]

$$P_P = \frac{9,81 K Q L}{\eta_{II}}, \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт що враховує опір переміщення біопалива ($K = 1,8$);

L – довжина шнека, м ($L = 2$ м);

η_{II} – к.к.д. передачі ($\eta_{II} = 0,94$).

$$P_P = \frac{9,81 \cdot 1,8 \cdot 25 \cdot 2}{0,94} = 0,94 \text{ кВт}.$$

Згідно проведених розрахунків, виходячи із умови що потужність вибраного електродвигуна P_H повинна бути більшою або рівною розрахункової потужності електродвигуна P_P , за каталогом вибираю асинхронний електродвигун АИР80А4У3, який має наступні електротехнічні характеристики:

$$P_H = 1,1 \text{ кВт}, \quad I_H = 2,75 \text{ А}, \quad n_H = 1395 \text{ об/хв.}, \quad K_i = 5,5.$$

Умова вибору електродвигуна виконується, так як $1,1 > 0,9$ кВт.

Вибір електродвигуна для скребкового транспортера.

Визначаю розрахункову потужність і вибираю електродвигуни для горизонтального скребкового транспортера за формулою

$$P_P = \frac{9,81 Q (H + f_c L)}{1000 \eta_{II}}, \quad (3.3)$$

де H – висота піднімання цементу, м ($H = 0$ м);

f_c – коефіцієнт опору руху ($f_c = 3$);

L – довжина транспортера, м ($L = 15$ м)

η_{Π} – к.к.д. передачі ($\eta_{\Pi} = 0,94$).

$$P_p = \frac{9,81 \cdot 1,2 \cdot (0 + 3 \cdot 15)}{1000 \cdot 0,94} = 0,3 \text{ кВт}.$$

Згідно проведених розрахунків, виходячи із умови що потужність вибраного електродвигуна P_H повинна бути більшою або рівною розрахунковій потужності електродвигуна P_p , за вибираю асинхронний електродвигун АИР71А4У3, який має відповідні електротехнічні характеристики:

$$P_H = 0,55 \text{ кВт}, I_H = 1,7 \text{ А}, n_H = 1360 \text{ об/хв.}, K_i = 5,0.$$

Умова вибору електродвигуна виконується, так як $0,6 > 0,3$ кВт.

Вибір електродвигуна ковшового транспортера – норії.

Визначаю розрахункову потужність і вибираю електродвигун для ковшового транспортера, враховуючи необхідні подачу Q .

Розраховую та вибираю електродвигун для шнекового транспортера за формулою

$$P_p = \frac{9,81 Q h k}{\eta_{\Pi}}, \quad (3.4)$$

де Q – продуктивність ковшового конвеєра, $\text{кг} \cdot \text{с}^{-1}$. ($Q = 5,6 \text{ кг} \cdot \text{с}^{-1}$);

K – коефіцієнт що враховує кут α нахилу шнека до горизонту ($K = 1,2$);

h – висота ковшового транспортера, м ($L = 10$ м);

η_{Π} – к.к.д. передачі з трансмісією ($\eta_{\Pi} = 0,5$).

$$P_p = \frac{9,81 \cdot 5,6 \cdot 10 \cdot 1,2}{0,5} = 1320 \text{ Вт}.$$

Таблиця 3.1.

Перелік апаратів схеми

Поз. познач.	Найменування	К-ть	Примітка
QF	Диференційний автоматичний вимикач АД14 Р4 25А 10 мА, $I_n = 25$ А	1	I_n відкл. диф = 10 мА
SF	Автоматичний вимикач ВА-2010-S	1	$I_n = 6$ А
KM1,	Електромагнітний пускач типу ПМ1-09	1	$U_{кот} = 220$ В
FS1	Теплове реле типу РТ-1308	1	$I_{рег} = 2,5 \dots 4$ А
KM2	Електромагнітний пускач типу ПМ1-09	1	$U_{кот} = 220$ В
FS2	Теплове реле типу РТ-1308	1	$I_{рег} = 2,5 \dots 4$ А
KM3	Електромагнітний пускач типу ПМР1-09	1	$U_{кот} = 220$ В
FS3	Теплове реле типу РТ-1307	1	$I_{рег} = 1,6 \dots 2,5$ А
KM4	Електромагнітний пускач типу ПМР1-09	1	$U_{кот} = 220$ В
FS4	Теплове реле типу РТ-1314	1	$I_{рег} = 7 \dots 10$ А
YA1...YA4	Електротяговий магніт	4	$U_{кот} = 220$ В
SR1 SR2	Реле контролю швидкості	2	1з
HL1	Світлодіодна сигнальна арматура AD22C6	1	біла $U = 220$ В
HL2, HL8,	Світлодіодна сигнальна арматура AD22C6	7	Голуба
SB1	Кнопка керування ХВ2- BR42	1	Червона
SB2	Кнопка керування ХВ2- BA21	1	Чорна
M1	Електродвигун АИР80В4У3	1	$P_H = 1,5$ кВт
M2	Електродвигун АИР80А4У3	1	$P_H = 1,1$ кВт
M3	Електродвигун АИР71В4У3	1	$P_H = 0,55$ кВт
M4	Електродвигун АИР80А4У3	1	$P_H = 1,5$ кВт

Згідно проведених розрахунків, виходячи із умови що потужність вибраного електродвигуна P_H повинна бути більшою або рівною розрахункової потужності електродвигуна P_P , за каталогом вибираю

асинхронний електродвигун АИР80АВ4УЗ, який має відповідні електротехнічні характеристики:

$$P_H = 1,5 \text{ кВт}, I_H = 8,5 \text{ А}, n_H = 1395 \text{ об/хв.}, K_1 = 5,5.$$

Умова вибору електродвигуна виконується, так як $1,5 > 1,32 \text{ кВт}$.

Вибір апаратів розробленої схеми проводжу аналогічно методики наведеної в другому розділі, а перелік вибраних апаратів в таблиці 3.1.

Висновки до третього розділу.

Проаналізовано технологічні характеристики працюючих котлів, виявляно що завантаження дров, вугілля ручне.

Тому розроблено технологію електромеханізації обслуговування водогрійних котлів, вибрано електротехнологічне обладнання.

Для транспортування біопалива від накопичувального бункера в котел буде використовуватися шнековий транспортер, для видалення і транспортування попелу в накопичувальний бункер біопопелу буде використовуватися скребковий транспортер для його завантаження, який являється ефективним біодобривом. При вивантаженні попелу з бункера в мобільний транспорт доцільно використати вертикальний транспортер – норію.

Проведено розробку принципової схеми керування електроприводом, розрахунок та вибір електродвигунів, апаратів керування, захисту, автоматики. Результати вибору апаратів електроприводу та їх характеристики зведені в таблицю 3.1.

Загальна встановлена потужність електроприводів по третьому розділу буде становити $\Sigma = 1,5 + 1,1 + 0,55 + 1,5 = 4,65 \text{ кВт}$

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ ОСВІТЛЮВАЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

4.1. Загальна характеристика освітлювальних установок.

У виробничих приміщеннях освітлення може бути загальним, з рівномірним або локалізованим з розміщенням світильників, місцевим або комбінованим.

Електричне освітлення застосовують для створення необхідної освітленості на робочому місці, при якому забезпечаться нормальні умови виконання технологічних процесів, являється одним із основних факторів впливу на якість виконання робіт.

В теплопункті котельні і в інших допоміжних приміщеннях підготовки для спалювання біомаси доцільно застосовувати загальне робоче освітлення з рівномірним розміщенням світильників. За призначенням вибираю робоче та чергове освітлення, яке береться до 10% від робочого.

Для освітлення будемо розраховувати та вибирати лампи розжарювання, компактні люмінесцентні та світлодіодні лампи, а на основі їх характеристик будемо застосовувати найбільш енергоощадні які забезпечать згідно вимог нормовану освітленість в межах 100 люкс.

Світильники вибираю для пожежо небезпечних приміщенню типу НСП. Освітлювальна електропроводка буде виконана проводом АВТВ з несучим тросом [5, 7].

4.2. Розміщення світильників.

Розрахунок освітлювальної установки в котельні проводжу методом коефіцієнта використання світлового потоку за методикою [5,7].

Попередньо приймаю світильники НСП.

Відстань L між світильниками визначаю за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p, \text{ м} \quad (4.1)$$

де λ - найвигідніша відстань між світильниками ($\lambda=1,4\dots1,8$);

H_p - розрахункова висота підвішування світильників
визначається за формулою:

$$H_p = H - (h_z + h_p) \text{ м}, \quad (4.2)$$

де H – висота приміщення (4 м);

h_z – висота звисання світильників (1,0 м);

h_p – висота робочої поверхні над рівнем підлоги (0,5 м);

$$H_p = 4,0 - (1,0 + 0,5) = 2,5 \text{ м.}$$

Визначаю відстань між світильниками прийнявши $\lambda=1,6$

$$L = 1,6 \cdot 2,5 = 4 \text{ м}$$

При довжині приміщення $A=24$ м і ширині $B=12$ м кількість світильників у ряду визначаю за формулою:

$$n_a = A / L \quad (4.3)$$

$$n_a = 24 / 4 = 6 \text{ шт}$$

Кількість рядів

$$n_b = B / L \quad (4.4)$$

$$n_b = 12 / 4 = 3 \text{ ряди}$$

Визначаю загальну кількість світильників

$$N = n_a \cdot n_b \quad (4.5)$$

$$N = 6 \cdot 3 = 18 \text{ шт}$$

Для інших допоміжних приміщень котельні кількість світильників визначаю аналогічно.

4.3. Розрахунок освітлення в тепловій котельні.

Для проектування електроосвітлювальної установки застосую метод коефіцієнта використання світлового потоку, а для інших приміщень – метод питомої потужності [7].

За джерело світла приймаю економні лампи – компактні люмінесцентні лампи з вмонтованим пускорегулюючим пристроєм.

Розрахунок освітлення проводжу за формулою:

$$F_{\text{л}} = \frac{EKSZ}{N\eta} \text{ лм}, \quad (4.6)$$

де $F_{\text{л}}$ -розрахунковий світловий потік однієї лампи, лм;

E - нормована освітленість, лк; ($E = 100$ лк).

K – коефіцієнт запасу, 1,15;

S – площа приміщення, м²;

Z – коефіцієнт мінімальної освітленості; ($Z = 1,1$);

N – кількість світильників, шт;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Коефіцієнт η визначається по індексу приміщення, який знаходжу за формулою

$$i = \frac{A \cdot B}{Hr(A + B)} \quad (4.7)$$

$$i = \frac{24 \cdot 12}{2,5(24 + 12)} = 3,2$$

Користуючись знаходжу $\eta = 0,43$

Розраховую світловий потік лампи:

$$F = \frac{100 \cdot 1,15 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 1,1}{18 \cdot 0,43} = 4707 \text{ лм}$$

За знайденим значенням світлового потоку вибираю лампу типу КЛС105/ПК з світловим потоком $F_{л}=5250$ лм потужністю $P_{л}=105$ Вт. Після цього вибираю необхідну кількість ламп згідно світлового потоку вибраної лампи за формулою

$$N = \frac{EKSZ}{F_{л}\eta} \quad (4.8)$$

$$N = \frac{100 \cdot 1,15 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 1,1}{5250 \cdot 0,43} \approx 18 \text{ шт}$$

Вибираю світильники типу НСП-12У відповідно навколишнього середовища (пожежонебезпечних зон) і потужності ламп.

Потужність в тепловій котельні освітлювальної установки визначаю за формулою

$$P_{ст} = P_{л} \cdot N \cdot 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (4.9)$$

де $P_{л}$ – потужність однієї лампи, Вт

$$P_{ст} = 105 \cdot 18 \cdot 10^{-3} = 1,9 \text{ кВт}.$$

Розрахунок освітлення в інших допоміжних приміщеннях підготовки для спалювання біомаси буду проводити за методом питомої потужності [7]..

Цей метод дасть можливість швидко визначити загальну встановлену потужність всіх освітлювальних установок, що буде використано при розрахунку загальної встановленої потужності освітлювальної установки.

4.4. Розрахунок освітлювальної установки для механізованого складу

Загальну встановлену потужність освітлювальної установки механізованого складу буду визначати за формулою

$$P_B = S \cdot \omega, \quad (4.10)$$

де S – загальна площа виробничих приміщень;

ω - питома потужність загального рівномірного освітлення, Вт.

$$S = A \cdot B \quad (4.11)$$

$$S = 18 \times 9 = 162 \text{ м}^2.$$

Прийнявши $\omega = 5,4 \text{ Вт/м}^2$ розраховую встановлену потужність

$$P_B = 162 \times 5,4 = 875 \text{ Вт}$$

Кількість світильників їх розміщення проводяться за вище наведеною методикою. Потужність лампи P_L визначаю за формулою:

$$P_{рл} = P_B / N \quad (4.12)$$

де $P_{рл}$ – розрахункова потужність лампи;

N – кількість світильників у приміщенні, шт ($N = 8$ шт).

Кількість світильників їх розміщення проводяться за вище наведеною методикою.

$$P_{рл} = 875 / 8 = 109 \text{ Вт.}$$

Згідно проведених розрахунків можна взяти лампи розжарювання Б 220-230-100 потужність лампи $P_L = 100 \text{ Вт}$, з світловим потоком 1300 лм, а краще згідно енергозощадності запроєктувати компактні енергозберігаючі лампи VL-A60E27-154L потужність лампи $P_L = 15 \text{ Вт}$, з світловим потоком 1350 лм, що в шість разів знижує енергетичні затрати.

Потужність освітлювальної установки в механізованому складі визначаю за формулою

$$P_{ст} = P_L \cdot N \cdot 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (4.13)$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність однієї лампи, Вт

$$P_{\text{ст}} = 15 \cdot 8 \cdot 10^{-3} = 0,120 \text{ кВт}$$

4.5. Розрахунок освітлювальної установки для площадки – навісу

Загальну встановлену потужність освітлювальної установки і площадку – навіс розмірами 26 x 9 x 4 м, буду визначати за формулою

$$P_{\text{в}} = S \cdot \omega, \quad (4.14)$$

де S – загальна площа виробничих приміщень.

ω - питома потужність загального рівномірного освітлення, Вт;

$$S = A \cdot B \quad (4.15)$$

$$S = 26 \times 9 = 234 \text{ м}^2.$$

Прийнявши $\omega = 5,4 \text{ Вт/м}^2$ визначаю встановлену потужність

$$P_{\text{в}} = 234 \times 5,4 = 1263,6 \text{ Вт}$$

Визначаю кількість світильників та їх розміщення.

При довжині приміщення $A=26$ м і ширині $B=9$ м кількість світильників у ряду визначаю за формулою:

$$n_{\text{а}} = A / L \quad (4.16)$$

$$n_{\text{а}} = 26 / 4 = 7 \text{ шт}$$

Кількість рядів

$$n_{\text{в}} = B / L \quad (4.17)$$

$$n_{\text{в}} = 9 / 4 = 2 \text{ ряди}$$

Визначаю загальну кількість світильників

$$N = n_a \cdot n_b \quad (4.18)$$

$$N = 7 \cdot 2 = 14 \text{ шт}$$

Потужність лампи $P_{\text{л}}$ визначаю за формулою:

$$P_{\text{рл}} = P_{\text{в}} / N \quad (4.19)$$

де $P_{\text{рл}}$ – розрахункова потужність лампи;

N – кількість світильників у приміщенні, шт ($N = 18$ шт).

$$P_{\text{рл}} = 1263,6 / 18 = 70,2$$

Згідно проведених розрахунків можна вз'яти лампи розжарювання Б 220-230-75 потужність лампи $P_{\text{л}} = 75$ Вт, з світловим потоком 950 лм, а краще згідно енергоощадності запроєктувати компактні енергозберігаючі лампи КЛС20/ПК потужність лампи $P_{\text{л}} = 20$ Вт, з світловим потоком 1000 лм, що в чотири рази знижує енергетичні затрати [7]..

Встановлена потужність освітлювальної установки на площадці під навісом розраховую за формулою

$$P_{\text{ст}} = P_{\text{л}} \cdot N \cdot 10^{-3} \text{ кВт}, \quad (4.20)$$

де $P_{\text{л}}$ – потужність однієї лампи, Вт

$$P_{\text{ст}} = 20 \cdot 14 \cdot 10^{-3} = 0,28 \text{ кВт}.$$

Загальна встановлена потужність освітлювальної установки буде становити: в котельні 1,9 кВт + механізованому складі 0,120 кВт + на площадці під навісом 0,28 кВт. Всього 2,3 кВт

Висновки до четвертого розділу.

В котельні і в інших допоміжних приміщеннях підготовки для спалювання біомаси розглядається питання розрахунку, вибору та застосування загального робочого освітлення з рівномірним розміщенням світильників. За призначенням вибираю робоче та чергове освітлення, яке береться до 10% від робочого. Розрахунки проводжу методом коефіцієнта використання світлового потоку і методом питомої потужності. Вибираю відповідні енергозберігаючі джерела світла і світильники. Освітлювальна проводка буде виконана тросовою. Загальна потужність освітлювальної установки буде становити 2,3 кВт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Магістерська робота на тему «Обґрунтування варіанту вибору структури електроприводу подачі біомаси для спалювання в автономній котельні» являється актуальною.

В роботі розглядаються питання структури електроприводу подачі біомаси для спалювання в автономній котельні

На час війни об'єкти теплоенергетики в значній мірі відіграють важливу роль в життєдіяльності людей а також являються енергозатратними.

І тому ряд факторів можуть негативно впливати на їх роботу, це відсутність газу, вугілля, електроенергії, коштів може негативно впливати на роботу теплоенергетичних об'єктів.

В роботі досліджено і проаналізовано найбільш дешеве і доступне паливо, яке можна завжди використовувати, розроблені технології і вибране електротехнологічне обладнання, розроблені принципові електричні схеми і вибрані електричні апарати для керування електроприводами.

Розраховані встановлені потужності: електроприводів 51,95 кВт; освітлення 2,3 кВт; діюча теплиця 5,75 51,95 кВт. Загальна потужність 60 кВт.

Підрахунок цих встановлених потужностей дає можливість бути вихідними даними для вибору резервних джерел живлення для котельні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Барало О. В. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування: Навч. посібник. – К.: Аграрна освіта, 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. Гайдук В.М. Електронагрівні сільськогосподарські установки. – К.: Урожай, 1986. – 144 с.
4. Гончар В. Ф Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок./ Курсове і дипломне проектування/ – К.: Вища школа, 1985.
5. Гончар В.Ф., Тищенко Л.П. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок : Навч. посібник. – К.: Вища шк., 1989. –343 с.
6. Довідник сільського електрика / В. С. Олійник, В. М. Гайдук, В. Ф Гончар: За ред. В. С. Олійника. – К. : Урожай, 1989. – 261 с.
7. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник / П. В. Волох, М. П. Цоколенко, Л. В. Ревенко, В. А. Прядко та ін.- К. : Аграрна освіта, 2014. – 506 с.
8. Довідник зоотехніка по механізації і електрифікації тваринництва / А. Е. Мяндр, В. Т. Калашник, В. Й. Магда: За ред. А. Е. Мянди, - К. : Урожай, 1973. – 207 с.
9. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній.: Підручник / Є. Л. Жулай, Б. В. Зайцев, Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, Д. Г. Войтюк,; За ред. Є. Л. Жулая. – К.: Вища освіта. 2001.–288 с.
10. Колб А.А., Колб А.А. Теорія електроприводу: Навчальний посібник. - Д., Національний гірничий університет, 2006. - 511 с.
11. Логвінов Г. С., Прядко В. А., Яремчук Л. М. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. – Ж., 2013. 41 с.
12. Мартиненко І.І. Автоматизація технологічних процесів

сільськогосподарського виробництва. – К., Урожай, 1995. – 224 с.

13. Марченко О. С. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві. - К.: Урожай, 1995. – 416 с.

14. Марченко О.С. Довідник по монтажу і налагодженню електрообладнання в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1994. - 240 с.

15. Олійник В. С. Практикум з електроприводу. – К., Урожай, 1995.- 182 с.

16. Олійник В. С. Електропривод і електрообладнання сільськогосподарських машин і агрегатів. – К., Урожай, 1977.- 181 с.

17. Основи електроприводу: методичні вказівки до курсового проекту для студентів IV курсу денної форми навчання / Укл.: С. В. Серебренніков, С. П. Плешков, О. А. Козловський. Кіровоград: КНТУ, 2007. – 122 с.

18. Плешков С. П. , Серебренніков С.В. Енергоефективний електропривод у промисловості та сільськогосподарському виробництві: Навчальний посібник. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2016. – 156 с.

19. Плешков С.П., Віхрова М.С., Рibaкова Л.В. Автоматизований електропривод та системи управління технологічними процесами у сільськогосподарському виробництві: Навчальний посібник. - Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2009. – 162 с.

20. Прядко В. А. Яремчук Л. М. Автоматизація електроприводу с. – г. машин. - Ж., 2015. – 48 с.

21. Прядко В. А. Довідник посібник. Проектування електричних схем. – Ж., 2013. – 117 с.

21. Сербін В. А. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії в системах ТГВ: навч. посібник / Сербін В. А. – Макіївка : Дон ДАБА, 2003. – 153 с.

22. Сокольчук М. Л., Прядко В. А., Сич О. А., Дослідження та аналіз можливостей економічної ефективності використання електроприводів транспортерів. Збірник наукових праць Поліського національного університету. Серія: Інженерні процеси та системи. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції.– Житомир, 14 – 15 червня 2023. С160-164.

23. www.kriger.com.ua