

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Електропостачання і енергоменеджменту

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри

_____ Сергій Блаженко
(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ Сергій Балюта
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2023 р.

«__» _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехнічні системи електроспоживання»

на тему: «Електропостачання молочно-товарної ферми Воловецького району з використанням енергії вітру для нагрівання води на технологічні потреби»

Виконав: здобувач 5 курсу, групи ЗЕЛ 5-7 ск

_____ Буряк Валентин Федорович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник проф., к.т.н., Шестеренко Володимир Євгенович _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти

_____ Сірик А.О. _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Рецензент

_____ _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Я, як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Електропостачання і енергоменеджменту
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕПЕМ

/Балюта С.М./

« » 2022 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Буряка Валентина Федорівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Електропостачання молочно-товарної ферми Воловецького району з використанням енергії вітру для нагрівання води на технологічні потреби

керівник роботи проф., к.т.н., Шестеренко Володимир Євгенович

затверджені наказом закладу вищої освіти від «11» 11.2022 р. № 809-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 25 січня 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи Генеральний план ферми Воловецького району; характеристика споживачів електричної енергії; відомості про джерела живлення; умови проектування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Загальна характеристика об'єкту й джерел живлення; проектування електроустаткування виробничих процесів (вибір технологічного обладнання, розрахунок і вибір електроприводу, розрахунок і вибір вентиляційної установки, розрахунок обладнання для водопостачання, розрахунок освітлення); використання енергії вітру для нагрівання води на технологічні потреби; розрахунок електричних навантажень та вибір джерел живлення; вибір кабелю вводу і розподільчих пристроїв; розрахунок електричних мереж 0,38 кВ; перевірка можливості пуску двигуна при відхиленні напруги; перевірка захисної апаратури на спрацювання при однофазному та при трифазному к.з.; розділ «Економічна частина»; розділ «Охорона праці». Висновок. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Генеральний план ферми. 2. Принципова схема силової електромережі корівника.

3. Принципова схема електричного освітлення корівника. 4. Технологічна схема вітроелектростанції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ОП	доц. Сірик А.О.		

7. Дата видачі завдання 11 листопада 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проєкт	11.11.2022 р	
2	Вступ	13.11.2022 р	
3	Загальна характеристика об'єкту й джерел живлення	14.11.2022 р	
4	Виробничо-господарська х-ка господарства	16.11.2022 р	
5	Стан електрифікації господарства	18.11.2022 р	
6	Характеристика ферми ВРХ	20.11.2022 р	
7	Вибір технологічного обладнання	22.11.2022 р	
8	Розрахунок та вибір електроприводу	24.11.2022 р	
9	Розрахунок та вибір вентиляційної установки	26.11.2022 р	
10	Розрахунок обладнання для водопостачання		
11	Розрахунок освітлення	28.11.2022 р	
12	Специтання: «Використання енергії вітру для нагрівання води на технологічні потреби»	01.12.2022 р	
13	Розрахунок електричних навантажень та вибір джерел живлення	07.12.2022 р	
14	Вибір кабелю вводу і розподільчих пристроїв	14.12.2022 р	
15	Розрахунок електричних мереж 0,38 кВ	18.12.2022 р	
16	Перевірка можливості пуску двигуна при відхиленні напруги	22.12.2022 р	
17	Перевірка захисної апаратури на спрацювання при однофазному та при трифазному короткому замиканні	28.12.2022 р	
18	Економічна частина	03.01.2023 р	
19	Охорона праці	11.01.2023 р	
20	Техніко-економічна оцінка засобів електрифікації виробництва	17.01.2023 р	
21	Висновки. Список літератури	19.01.2023 р	
22	Оформлення графічної частини проєкту	20.01.2023 р	
23	Оформлення пояснювальної записки проєкту	24.01.2023 р	
24	Здача дипломного проєкту на перевірку	25.01.2023 р	

Здобувач _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Буряк В.Ф. _____
(прізвище та ініціали)

Шестеренко В.С. _____
(прізвище та ініціали)

Анотація

Буряк Валентин Федорович. Дипломний проєкт на тему:
«Електропостачання молочно-товарної ферми Воловецького району з
використанням енергії вітру для нагрівання води на технологічні потреби»
Національний Університет Харчових Технологій, Київ -2023
141. «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Додана пояснювальна записка складається із вступу, 7 розділів, висновку та списку використаної літератури. Обсяг проєкту становить 91 сторінки.

До опису надано графічну частину, яка складається із чотирьох креслень: генеральний план ферми, принципова схема силової електромережі корівника, принципова схема електричного освітлення корівника, технологічна схема вітроелектростанції.

Розрахунки й аналіз виконані за допомогою методик, що викладені у навчальній, довідниковій, нормативній і науково-технічній літературі.

У результаті виконання проєкту наведено загальну характеристику об'єкту й джерел живлення; виконаний розрахунок і вибір технологічного обладнання, електроприводу, вентиляційної установки, обладнання для водопостачання та освітлення; розрахунок і вибір вітроелектростанції; розрахунок електричних навантажень та вибір джерел живлення; розраховано живильні та розподільчі мережі; розраховано струми трифазного короткого замикання в мережах напругою до та понад 1000 В; вибрано електричні апарати та провідники на напругу до та понад 1000 В і перевірено їх до дії струмів короткого замикання.

В економічній частині проєкту виконаний розрахунок обсягу робіт по обслуговуванню електричного обладнання, річних затрат праці проведення ТО і ПР електротехнічного обладнання та його планування та описані заходи по раціональному використанні електроенергії.

У розділі охорона праці описано безпеку ферми, виконаний розрахунок заземлення ТП 10/0,4 кВ, блискавкозахисту, а також описані протипожежні заходи та заходи з організації монажу та налагоджування енергетичного обладнання.

Ключові слова: електропривод, освітлення, вітроелектрична станція, автоматичний вимикач, електромагнітний пускач.

Abstract

VALENTIN BURYAK. Diploma project on the topic:

"Electricity supply of a dairy farm in the Volovetsky district using wind energy to heat water for technological needs"

National University of Food Technologies, Kyiv - 2023

141. "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics"

The attached explanatory note consists of an introduction, 7 chapters, a conclusion and a list of references. The volume of the project is 91 pages.

The description is accompanied by a graphic part consisting of four drawings: a general plan of the farm, a schematic diagram of the barn's power grid, a schematic diagram of the barn's electrical lighting, and a technological diagram of the wind farm.

Calculations and analysis were performed using the methods described in educational, reference, regulatory and scientific and technical literature.

As a result of the implementation of the project, the general characteristics of the object and power sources are given; calculation and selection of technological equipment, electric drive, ventilation installation, water supply and lighting equipment; calculation and selection of a wind power plant; calculation of electrical loads and selection of power sources; feeding and distribution networks are calculated; three-phase short-circuit currents in networks with a voltage of up to and over 1000 V are calculated; electrical devices and conductors up to and over 1000 V were selected and tested for short-circuit currents.

In the economic part of the project, the calculation of the amount of work on the maintenance of electrical equipment, the annual labor costs of maintenance and repair of electrical equipment and its planning, and measures for the rational use of electricity are described.

In the labor protection section, the safety of the farm is described, the calculation of grounding of the 10/0.4 kV TP, lightning protection, and fire prevention measures and measures for the organization of installation and adjustment of power equipment are described.

Key words: electric drive, lighting, wind power station, automatic switch, electromagnetic starter.

ЗМІСТ

Вступ	7
1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ Й ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ	8
1.1. Виробничо-господарська характеристика господарства	8
1.2. Стан електрифікації господарства	10
1.3. Характеристика ферми ВРХ	11
2. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ	14
2.1. Вибір технологічного обладнання	14
2.2. Розрахунок та вибір електропроводу	16
2.3. Розрахунок та вибір вентиляційної установки	27
2.4. Розрахунок обладнання для водопостачання	32
2.5. Розрахунок освітлення	37
3. ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ ДЛЯ НАГРІВАННЯ ВОДИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОТРЕБИ	44
3.1. Актуальність і проблеми використання вітрової енергії	44
3.2. Вибір вітрової станції для Воловецького регіону	45
3.3. Техніко-економічна оцінка розробки	51
4. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФЕРМИ ВРХ	52
4.1. Розрахунок електричних навантажень та вибір джерел живлення	52
4.2. Вибір проводу вводу і розподільчих пристроїв	55
4.3. Розрахунок електричних мереж 0,38 кВ	57
4.4. Перевірка можливості пуску двигуна при відхиленні напруги ..	59
4.5. Перевірка захисної апаратури на спрацювання при однофазному та при трифазному короткому замиканні	61
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	65
5.1. Розрахунок обсягу робіт по обслуговуванню електричного обладнання	65
5.2. Розрахунок річних затрат праці проведення ТО і ПР електротехнічного обладнання	67
5.3. Планування ТО і ПР електротехнічного обладнання	70
5.4. Заходи по раціональному використанні електроенергії	70

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Буряк В.Ф.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.			5		
Н. Контр.					Зміст		
Затверд.		Балюта С.М.			ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		

6. ОХОРОНА ПРАЦІ	72
6.1. Безпека ферми ВРХ молочного напрямку	72
6.2. Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ..	77
6.3. Блискавкозахист будівель і споруд	81
6.4. Пожежна безпека	82
6.5. Організація монтажу та налагодження енергетичного обладнання.....	83
 7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРОФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА.....	 85
7.1. Визначення показників надійності електротехнічного обладнання	 85
Висновки	89
Список використаної літератури	91

					ДП 2023 141	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Вирощування і утримання молочних корів є однією з головних галузей тваринництва. Головна мета цієї галузі – значне збільшення виробництва продукції при зниженні собівартості. Для досягнення цієї мети в сучасних умовах це можливо при ефективному використанні комплексної механізації та автоматизації. Головною умовою для підвищення продуктивності є всебічне використання електроенергії.

Комплексна електрифікація – це вища, економічно ефективніша і раціональна стадія електрифікації виробничих процесів. Вона передбачає гармонійне поєднання прогресивної машинної технології виробництва, автоматизованої системи електрифікованих машин, раціональної організації праці і виробництва при всебічному використанні електроенергії, що забезпечує значне зростання продуктивності праці, збільшення кількості і підвищення якості сільськогосподарської продукції.

Досвід передових електрифікованих сільськогосподарських підприємств показує, що застосування електропривода в стаціонарних виробничих процесах порівняно з механічним приводом дає економію затрат праці на 20-30%.

Мета дипломного проекту – зниження затрат енергії на виробництво м'ясо-молочної продукції за рахунок електромеханізації виробничих процесів та використання вітрової енергії.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Буряк В.Ф.					7	
Перевір.		Шестеренко В.Е.						
Н. Контр.								
Затверд.		Балюта С.М.						
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		

1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ Й ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

1.1. Виробничо-господарська характеристика господарства

Агрофірма «Журавушка» Воловецького району Закарпатської області знаходиться за 15 км від районного центру м. Воловець. Господарство розміщене в зоні помірного клімату. Середня температура повітря зимою мінус 12 °С, літом – 18 °С, середня швидкість вітру для даної території – 8 м/с.

Основне виробниче напрямлення господарства – молочнотоварне.

Основні економічні показники господарства наведені в табл. 1.1 – 1.6.

Таблиця 1.1. Землекористування Агрофірми «Журавушка» на 01.01.23

Назва угідь	Площа, га
Загальна земельна площа	3840
Всього сільгоспугідь	2314
в т.ч.:	
ріллі	1240
сінокоси	860
пасовища	124
осушених земель	90

Таблиця 1.2. поголів'я тварин в господарстві

Назва	Одиниці виміру	Фактично на 01.01.23
Молочне стадо корів	голів	400
Молодняк і доросла худоба на відгодівлі	голів	600
Свині	голів	850
Бджільництво	сімей	48

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Буряк В.Ф.			1. Загальна характеристика об'єкту й джерел живлення	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.					8	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		
Затверд.		Балюта С.М.						

Таблиця 1.7. Дані про стан електрифікації господарства

Назва	Кількість, шт.	Потужність
Загальна кількість ТП	5	486 кВА
Всього електростанцій, в т.ч. пересувних	2 1	75 кВт 37,5 кВт
Електродвигуни	711	2275 кВт
Електроустановки для обслуговування виробничих процесів	32	424 кВт
Довжина мереж	18 км	

Таблиця 1.8. Дані про споживання електроенергії

Покази	Кількість, тис. кВт·год.
Отримано електроенергії, в т.ч.:	1869
на виробничі потреби	1342
на освітлення і побутові потреби	211
підприємства зв'язку, охорони здоров'я, торгівлі, загального харчування	130
іншими організаціями підприємствами	166
Втрати електроенергії в мережах і трансформаторах	20

1.3. Характеристика ферми ВРХ

Об'єктом дипломного проектування є ферма ВРХ молочно-товарного напрямку (рис. 1.1).

На сьогодні електрифікація об'єкта не на належному рівні.

Прибирання гною здійснюється за допомогою гноспідбирального транспортера.

Роздавання кормів виконується в основному вручну. Водопостачання ферми здійснюється від автоматизованої баштової водокачки.

Зовнішні електричні мережі знаходяться в задовільному стані. Доїння корів виконується вручну, оскільки доїльні установки несправні.

										ДП 2023 141	Арк.
											11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Силові і освітлювальні проводки всередині приміщень потребують заміни. Для освітлення приміщень використовують лампи розжарення, але світильники треба замінити.

На території ферми знаходяться: вагова; приміщення для запарювання кормів; приміщення для приймання молока; приміщення з холодильною установкою (в незадовільному стані); силосні ями; сінник; санпропускник; місце для зберігання гною.

Більшість робочих машин фізично зношені. Електроприводи некомплектні. Рівень автоматизації низький. Тому проектом передбачається вибір сучасного електрообладнання і засобів автоматизації, що дасть можливість знизити трудозатрати на виробництво продукції та підвищення її якості.

					ДП 2023 141	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Генеральний план

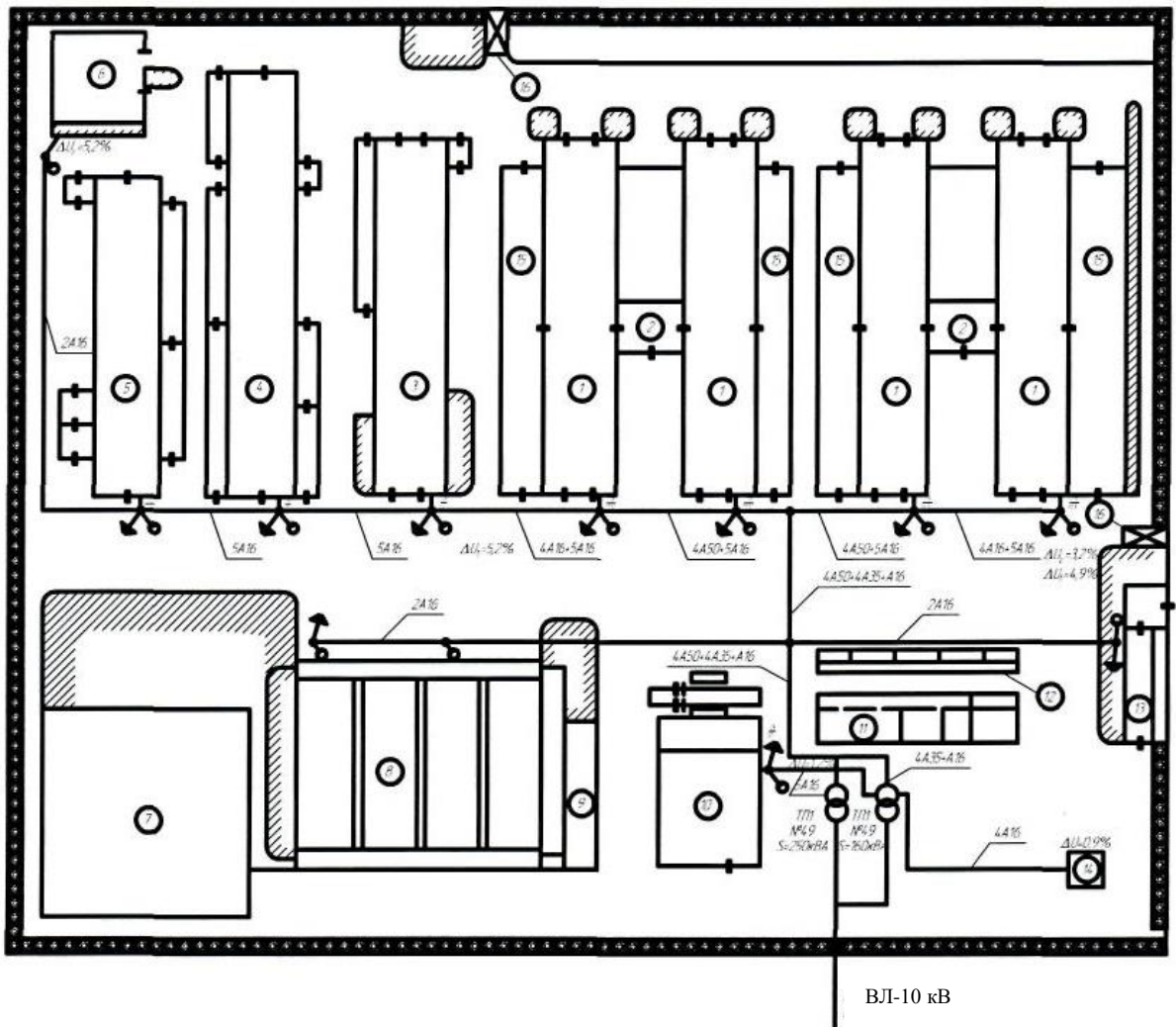


Рис. 1.1. План молочнотоварної ферми на 400 голів з нанесенням силових електричних мереж:

1 – корівники на 100 голів (4 корівники); 2 – фермська молочна; 3 – родильне відділення; 4 – телятник на 120 голів; 5 – приміщення для телиць; 6 – ветеринарний пункт; 7 – майданчик для зберігання грубих кормів; 8 – сховище для сінажу; 9 – майданчик для зберігання коренебульбоплодів; 10 – кормоцех; 11 – фермський пункт обслуговування машин; 12 – вагова; 13 – санпропускник; 14 – водонапірна башта; 15 – вигульний майданчик; 16 – дезбар'єр

						ДП 2023 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			13

2. ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

2.1. Вибір технологічного обладнання

На проєктованій фермі передбачається виконувати такі технологічні процеси:

- роздавання кормів;
- прибирання гною;
- водопостачання;
- підігрів води;
- доїння корів і первинна обробка молока;
- вентиляція і обігрів;
- освітлення.

Для виконання цих процесів вибираємо технологічне обладнання. Для роздавання кормів вибираємо два стаціонарні кормороздавачі РВК-Ф-74. Його технічні характеристики наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1. Технічна характеристика РВК-Ф-74

Продуктивність, т/год	25
Рівномірність роздавання кормів при механізованому завантаженні, %	100
Встановлена потужність двигуна, кВт	5,5
Кількість обслуговуючих тварин, гол.	62
Маса, кг	1071

Прибирання гною в корівнику передбачається скребковим транспортером типу ТСН-160А. Технічні характеристики наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Технічна характеристика ТСН-160А

Продуктивність, кг/с	1,25
Довжина контуру ланцюга похилого транспортера, м	13
Те ж, горизонтального транспортера, м	160
Кількість голів	100
Встановлена потужність, кВт	5,5
Загальна маса, кг	1825

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Буряк В.Ф.			2.Проектування електроустаткування виробничих процесів	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.					14	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		
Затверд.		Балюта С.М.						

Для підігріву води взимку приймаємо водонагрівач типу САЗС-400/90-И1. Температура води для напування великої рогатої худоби – 8...12⁰С; для виробничих потреб: підмивання вим'я у корів – 37...38⁰С; для миття молокопроводів, посуду – 55...65⁰С. Добове споживання підігрітої води визначається за формулою:

$$Q_{\text{ср.д}} = n \cdot q, \quad (2.1)$$

де n – кількість споживачів, що мають однакову норму споживання води;
 q – добові норми споживання води, л.

$$Q_{\text{ср.д}} = 100 \cdot 100 = 1000 \text{ л.}$$

Використовуємо водонагрівач об'ємом 400 л, який постачатиме гарячу воду для виробничих потреб і теплообмінник об'ємом 800 л для напування корів підігрітою водою. Технологічна схема зображена на рис. 2.1.

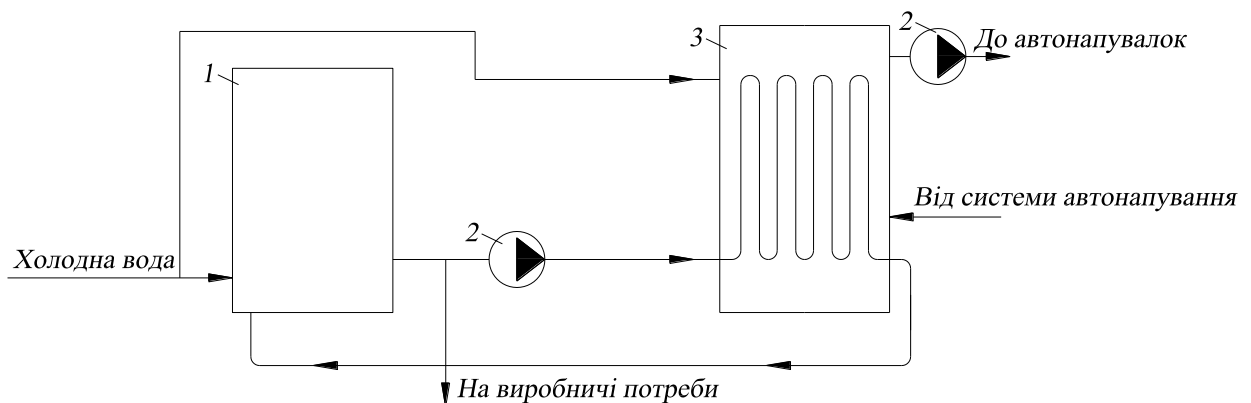


Рис. 2.1. Технологічна схема водонагрівача:

1 – водонагрівач САЗС; 2 – циркуляційний насос; 3 – теплообмінник.

Для доїння корів передбачаємо установку АДМ-8А-1. Технічна характеристика цієї доїльної установки наведена в табл. 2.3 [1].

					ДП 2023 141	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3. Технічна характеристика доїльної установки АДМ-8А-1

Обслуговуване поголів'я, голів	100
Продуктивність за годину	100
Встановлена потужність, кВт	3
Апарат доїльний	АДУ-1
Вакуумний насос	УВУ 60/45
Кількість насосів	2
Максимальна кількість одночасно обслуговування корів	12
Обслуговуючий персонал, чоловік	2

2.2. Розрахунок та вибір електроприводу

На прикладі розглянемо електродвигун дробарки ДБ-5. В цій установці електродвигун працює в тривалому режимі – S1.

Для вибору потужності електродвигуна і його перевірки необхідно знати:

- 1) навантажувальну діаграму робочої машини;

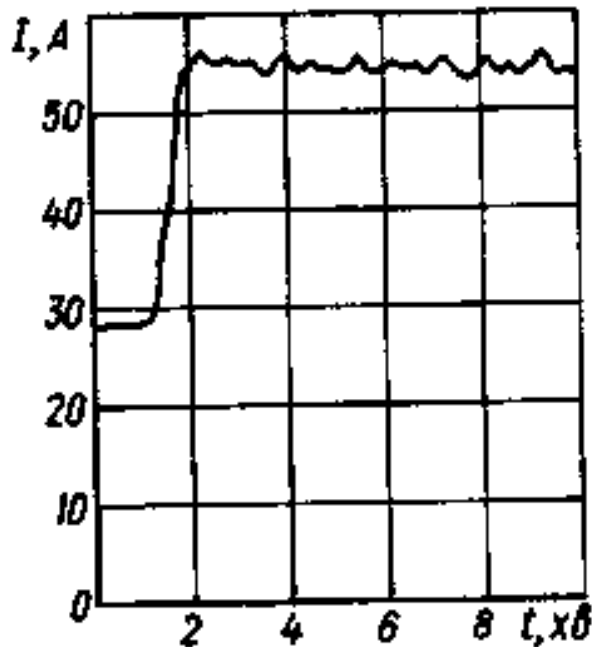


Рис. 2.2. Навантажувальна діаграма робочої машини

- 2) механічну характеристику робочої машини;

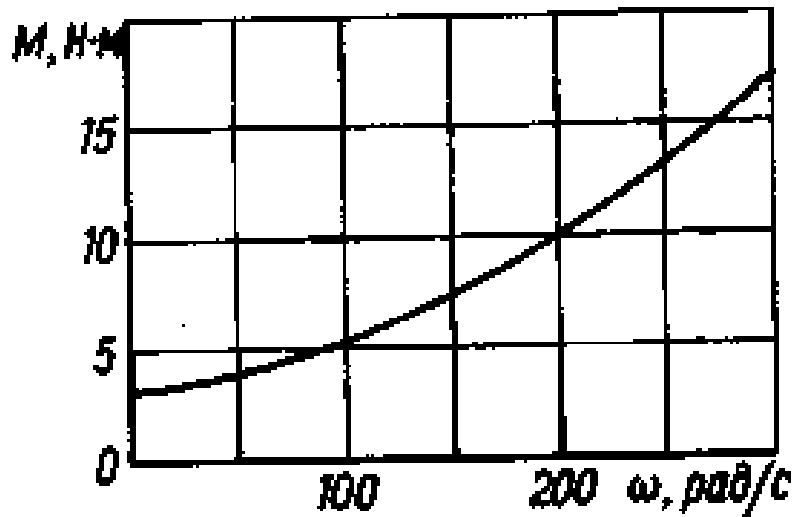


Рис. 2.3. Механічна характеристика робочої машини

- 3) зведений момент інерції схеми електродвигуна $I_{зв}=2,49 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ [3];
- 4) кінематична схема приводу.

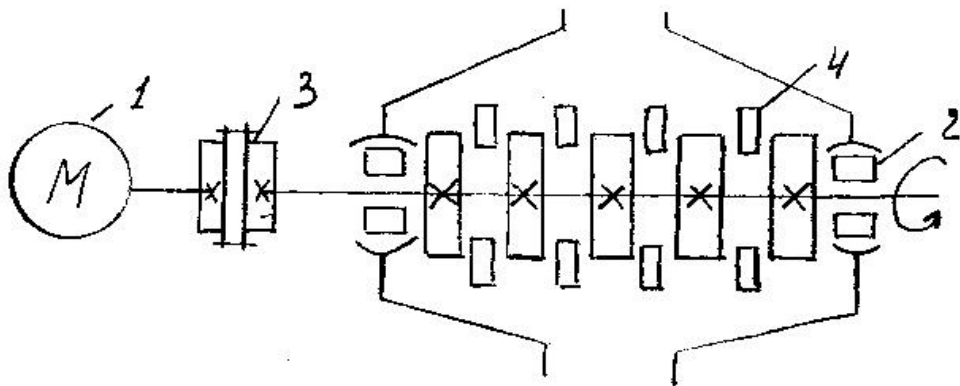


Рис. 2.4. Кінематична схема приводу дробарки:

1 – електродвигун; 2 – підшипники; 3 – муфта; 4 - ротор

Вибір електродвигуна за потужністю

При нерівномірному навантаженні потужність двигуна визначаємо за еквівалентним струмом згідно навантажувальної діаграми (рис. 2.2). Для цього діаграму розбиваємо на декілька ділянок (в нашому випадку вісім) і для кожної з них визначаємо еквівалентний струм. Кожна ділянка має вигляд трапеції, тому еквівалентний струм визначаємо за рівнянням:

$$I_{екв} = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_1 I_2 + I_2^2}{3}}, \quad (2.2)$$

де I_1, I_2 – початковий і кінцевий струм ділянки, А.

$$I_{екв1} = \sqrt{\frac{30^2 + 30 \cdot 51 + 51^2}{3}} = 41 \text{ А};$$

$$I_{екв2} = \sqrt{\frac{51^2 + 51 \cdot 50 + 50^2}{3}} = 50,5 \text{ А};$$

$$I_{екв3} = \sqrt{\frac{50^2 + 50 \cdot 53 + 53^2}{3}} = 51,5 \text{ А};$$

$$I_{екв4} = \sqrt{\frac{53^2 + 53 \cdot 52 + 52^2}{3}} = 52,5 \text{ А};$$

$$I_{екв5} = \sqrt{\frac{52^2 + 52 \cdot 53 + 53^2}{3}} = 52,5 \text{ А};$$

$$I_{екв6} = \sqrt{\frac{53^2 + 53 \cdot 51 + 51^2}{3}} = 52 \text{ А};$$

$$I_{екв7} = \sqrt{\frac{51^2 + 51 \cdot 55 + 55^2}{3}} = 53 \text{ А};$$

$$I_{екв8} = \sqrt{\frac{55^2 + 55 \cdot 52 + 52^2}{3}} = 53,5 \text{ А}.$$

Визначаємо повний еквівалентний струм по всій діаграмі:

$$I_{екв.заг} = \sqrt{\frac{41^2 \cdot 4 + 50,5^2 \cdot 6 + 51,5^2 \cdot 9 + 52,5^2 \cdot 12 + 52,2^2 \cdot 13 + 52^2 \cdot 14,5 + 53^2 \cdot 17,5 + 53,5^2 \cdot 21}{4 + 6 + 9 + 12 + 13 + 14,5 + 17,5 + 21}} = 52 \text{ А}$$

Вибираємо двигун за умовою:

$$I_{н.дв} \geq I_{екв.заг}.$$

Згідно з умови вибираємо двигун АИР180М2У2.

Таблиця 2.4. Технічна характеристика вибраного електродвигуна

P_n , кВт	n_n , об/хв.	I_n , А	ККД, %	$\cos\varphi$	$\frac{M_{пуск}}{M_n}$	$\frac{M_{мін}}{M_n}$	$\frac{M_{макс}}{M_n}$	$\frac{I_{пуск}}{I_n}$	Момент інерції ротора $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot 10^{-3}$
30	2940	56,2	91	0,89	1,5	1,3	2,7	7,5	85

Розрахунок і побудова механічної характеристики електродвигуна

Механічну характеристику двигуна розраховуємо за каталожними даними:

$$\mu_n=1,5; \quad \mu_{\min}=1,3; \quad \mu_k=2,7.$$

Будуємо механічну характеристику за 5-ма характерними точками:

$$1. S_0 = 0; \quad \omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \text{ c}^{-1}; \quad M_0 = 0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$2. S_{\text{ном}} = \frac{n_0 - n_n}{n_0} = \frac{3000 - 2940}{3000} = 0,02; \quad \omega_n = \frac{3,14 \cdot 2940}{30} = 307,7 \text{ c}^{-1};$$

$$M_n = 9500 \cdot \frac{P_n}{n_n} = 9500 \cdot \frac{30}{2940} = 96,9 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$3. S_k = \frac{S_n + \sqrt{S_n \cdot \frac{\mu_k - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{S_n \cdot \frac{\mu_k - 1}{\mu_1 - 1}}} = \frac{0,02 + \sqrt{0,02 \cdot \frac{2,7 - 1}{1,8 - 1}}}{1 + \sqrt{0,02 \cdot \frac{2,7 - 1}{1,8 - 1}}} = 0,18; \quad \mu_1 = \frac{\mu_k}{\mu_n} = \frac{2,7}{1,5} = 1,8$$

$$\omega_k = \omega_0 \cdot (1 - S_k) = 314 \cdot (1 - 0,18) = 261,6 \text{ рад/с};$$

$$M_k = \mu_k \cdot M_n = 2,7 \cdot 96,9 = 261,6 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$4. S_{\min} = 0,8; \quad \omega_{\min} = \omega_0 \cdot (1 - S_{\min}) = 314 \cdot (1 - 0,8) = 62,8 \text{ рад/с};$$

$$M_{\min} = \mu_{\min} \cdot M_n = 1,3 \cdot 96,9 = 125,9 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$5. S_n = 0; \quad \omega_n = 0 \text{ рад/с}; \quad M_n = \mu_n \cdot M_n = 1,5 \cdot 96,9 = 145,3 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Будуємо механічну характеристику електродвигуна з урахуванням відхилення напруги $\Delta U = -5\%$.

$$1. \omega_0, S_0 \quad M'_0 = 0;$$

$$2. \omega_n, S_n \quad M'_{\text{ном}} = 0,95^2 \cdot M_n = 0,95^2 \cdot 96,9 = 87,4 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$3. \omega_k, S_k \quad M'_k = 0,95^2 \cdot 261,6 = 236 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$4. \omega_{\min}, S_{\min} \quad M'_{\min} = 0,95^2 \cdot 125,9 = 113,6 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$5. \omega_n, S_n = 1,0 \quad M'_n = 0,95^2 \cdot 145,3 = 131,1 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Побудова механічної характеристики електродвигуна з урахуванням відхилення моменту:

$$1. \omega_0, S_0 \quad M''_0 = 0;$$

$$2. \omega_n, S_n \quad M''_{\text{ном}} = M'_{\text{ном}} = 87,4 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

										ДП 2023 141	Арк.
											19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

3. ω_k, S_k $M''_k = 0,9 \cdot 236 = 212,4 \text{ Н}\cdot\text{м};$
 4. ω_{\min}, S_{\min} $M''_{\min} = 0,8 \cdot 113,6 = 90,8 \text{ Н}\cdot\text{м};$
 5. $\omega_n, S_n=1,0$ $M'_n = 0,85 \cdot 131,1 = 111,4 \text{ Н}\cdot\text{м}.$

Залежність зведеного моменту статичних опорів робочої машини від кутової швидкості $M_c=f(\omega)$ розраховуємо за рівнянням:

$$M_c = M_{M.o} + (M_{M.n} - M_{M.o}) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^x, \quad (2.3)$$

де $M_{M.o}$ – початковий момент статичних опорів робочої машини, Н·м;
 $M_{M.n}$ – момент статичних опорів робочої машини при номінальній швидкості обертання електродвигуна, Н·м; ω – кутова швидкість електродвигуна, рад/с; x – показник степеня, що характеризує зміну моменту статичних опорів *робочої машини*.

$$M_{M.n} = 9550 \cdot (P_n / n_n) = 9550 \cdot (30 / 2940) = 97,4 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Номінальна частота обертання знаходиться за формулою:

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30} = \frac{3,14 \cdot 2940}{30} = 307,7 \text{ с}^{-1}$$

$$M_{M.o} = (0,1 \dots 0,3) \cdot M_{M.n}$$

Степінь x задається залежно від робочої машини: $x=1,6$.

$$M_c = 0,1 \cdot 97,4 + (97,4 - 0,1 \cdot 97,4) \cdot \left(\frac{300}{307,7} \right)^{1,6} = 93,8 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

Аналогічно розраховуємо моменти для п'яти точок швидкостей електродвигуна і заносимо в табл. 2.5.

Таблиця 2.5. Результати розрахунку

ω , рад/с	0	50	100	150	200	300
M_c , Н·м	9,74	14,5	24,2	37,4	53,5	93,8

Визначення тривалості пуску електродвигуна

Час пуску електродвигуна на i -тій ділянці графіка визначається за формулою:

										ДП 2023 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							20

$$\Delta t_i = \frac{j_{зв} \cdot \Delta \omega_i}{M_{дин.ср.i}}, \quad (2.4)$$

де $j_{зв}$ – зведений момент інерції, кг·м²;

$M_{дин.ср.i}$ – середнє значення динамічного моменту на кожній ділянці.

Графічно знаходимо різницю $M_{дин} = M''_{дв} - M_c$ і будуємо графік динамічного моменту $\omega = f(M_{дин})$ (рис. 2.5). Цей графік розділяємо на окремі ділянки через проміжні швидкості $\Delta \omega$ і знаходимо середнє значення динамічного моменту на кожній ділянці:

$$M_{дин.ср.1} = \frac{100 + 78}{2} = 89 \text{ Н·м};$$

$$M_{дин.ср.2} = \frac{78 + 92}{2} = 85 \text{ Н·м};$$

$$M_{дин.ср.3} = \frac{92 + 125}{2} = 108,5 \text{ Н·м};$$

$$M_{дин.ср.4} = \frac{125 + 147}{2} = 136 \text{ Н·м};$$

$$M_{дин.ср.5} = \frac{147 + 0}{2} = 73,5 \text{ Н·м}.$$

Визначаємо час пуску на i -тій ділянці:

$$\Delta t_1 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{89} = 1,7 \text{ с};$$

$$\Delta t_2 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{85} = 1,8 \text{ с};$$

$$\Delta t_3 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{108,5} = 1,4 \text{ с};$$

$$\Delta t_4 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{136,5} = 1,1 \text{ с};$$

$$\Delta t_5 = 2,49 \cdot \frac{62,8}{73,5} = 2,1 \text{ с}.$$

Знаходимо час розгону:

$$t_{розг} = 1,7 + 1,7 + 1,4 + 1,1 + 2,1 = 8,1 \text{ с}.$$

Графік зміни кутової швидкості в часі $\omega = f(M_{дин})$ будуємо в другому квадранті (рис. 2.5).

					ДП 2023 141	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

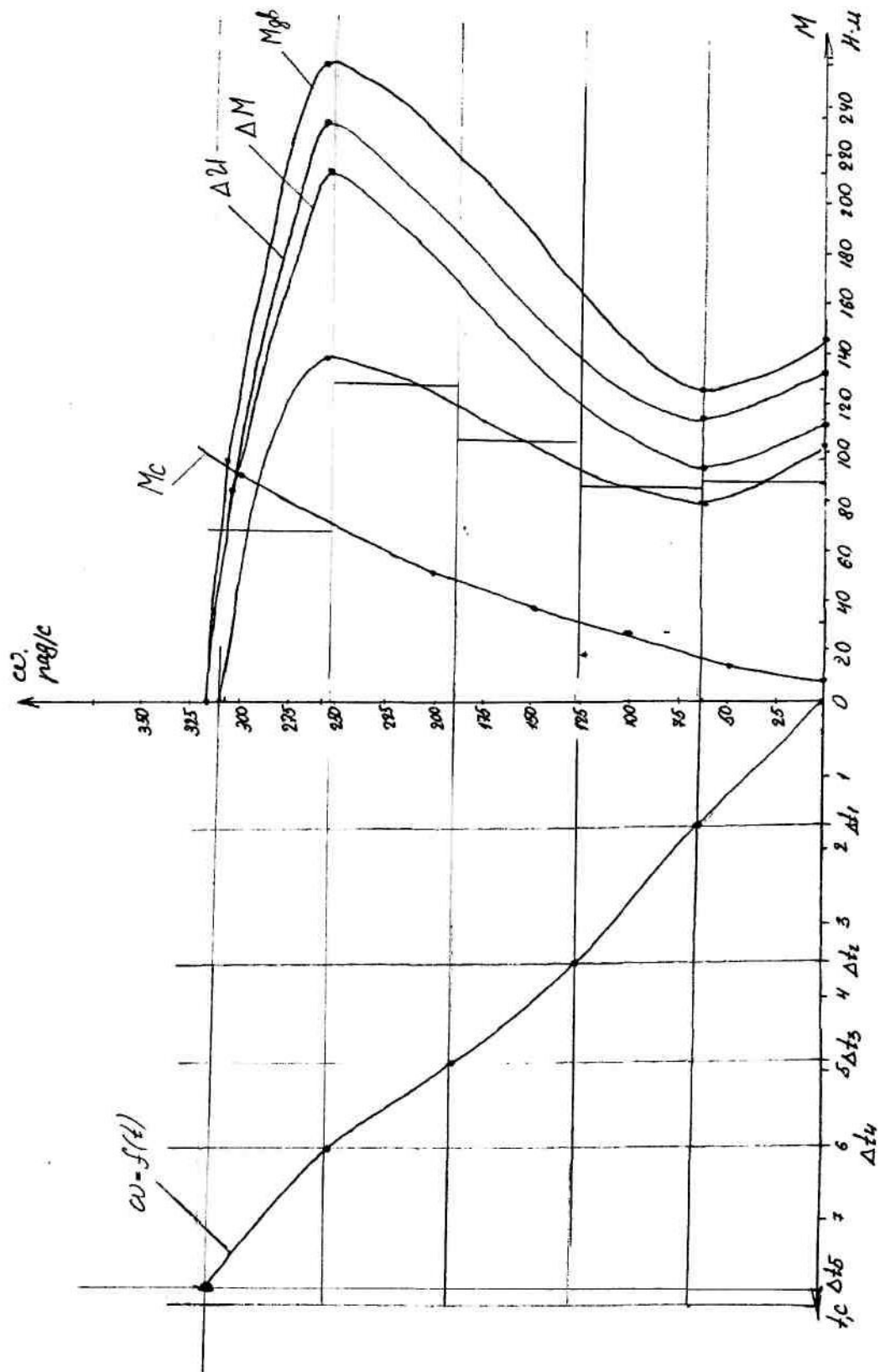


Рис. 2.5. Механічні характеристики електродвигуна дробарки ДБ-5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП 2023 141

Арк.

22

Перевірка вибраного електродвигуна за тепловим режимом під час пуску

Електродвигун на перенагрівання під час пуску перевіряють за умовою:

$$\tau_{\text{пуск}} \geq \tau_{\text{факт}} = V_t \cdot t_n, \quad (2.5)$$

де $\tau_{\text{доп}}$ – допустиме перевищення температури обмотки над температурою охолоджуючого середовища, $^{\circ}\text{C}$; $\tau_{\text{доп}}=80^{\circ}\text{C}$;

$\tau_{\text{факт}}$ – фактичне перевищення температури в кінці періоду пуску електродвигуна, $^{\circ}\text{C}$;

V_t – швидкість наростання температури обмотки при загальмованому роторі, $^{\circ}\text{C}/\text{c}$; $V_t=6,8^{\circ}\text{C}/\text{c}$;

t_n – час пуску електродвигуна, с.

Отже: $\tau_{\text{факт}}=8,1 \cdot 6,8 = 55,08^{\circ}\text{C}$

За умови: $80^{\circ}\text{C} \geq 55,8^{\circ}\text{C}$

Умова виконується під час пуску двигун не перегріватиметься.

Перевірка вибраного двигуна на перевантажувальну здатність

На перевантажувальну здатність електродвигун перевіряється за умовою:

$$I_{\text{дв.н}} \geq I_{\text{мак.н.д.}} \quad (2.6)$$

де: $I_{\text{дв.н}}$ – номінальний струм електродвигуна, А;

$I_{\text{мак.н.д.}}$ – максимальний струм навантажувальної діаграми, А.

Перевіряємо:

$$56,2\text{A} \geq 55\text{A}$$

Умова виконується, двигун вибрано правильно.

Перевірка вибраного електродвигуна на можливість пуску робочої машини

Перевірка здійснюється за такою умовою:

$$0,8 \cdot M_{\text{дв.н}} \geq M_{\text{зр.р.м.}} \quad (2.7)$$

де: 0,8 – коефіцієнт запасу; $M_{\text{дв.н}}$ – пусковий момент двигуна, Н·м; $M_{\text{зр.р.м.}}$ – момент зрушення робочої машини зведений до вала електродвигуна, Н·м.

					ДП 2023 141	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $U_{AB.H}$ – номінальна напруга автоматичного вимикача, В; $U_{мер}$ – номінальна напруга мережі, В; $I_{AB.H}$ – номінальний струм автоматичного вимикача, А; $I_{розщ}$ – номінальний струм розчіплювача, А.

Вибираємо автоматичний вимикач **ВА51-29-34-0010P30УХЛЗ**.

Отже, за умовами:

- 1) $380 \text{ В} = 380 \text{ В}$;
- 2) $63 \text{ А} \geq 56,2 \text{ А}$;
- 3) $63 \text{ А} \geq 56,2 \text{ А}$;
- 4) $562 \text{ А} \geq 89,9 \text{ А}$;
- 5) Ступінь захисту IP30;
- 6) Кількість полюсів автоматичного вимикача – 3.

Вибираємо електромагнітний пускач для керування двигуном за умовами:

- 1) $U_{н.п} \geq U_{ел.м}$;
- 2) $I_{н.п} \geq I_{н.дв}$;
- 3) За конструктивними ознаками;
- 4) За ступенем захисту і кліматичного виконання;
- 5) За стійкістю проти спрацювань;
- 6) $U_{кот} \geq U_{кол.кер}$.

де $U_{н.п}$ – номінальна напруга електромагнітного пускача, В; $U_{кот}$ – номінальна напруга котушки електромагнітного пускача, В; $I_{н.дв}$ – номінальний струм електродвигуна, А.

Приймаємо електромагнітний пускач **ПМЛ450004В**.

Отже, за умовами

- 1) $380 \text{ В} = 380 \text{ В}$;
- 2) $63 \text{ А} \geq 56,2 \text{ А}$;
- 3) реверсивний;
- 4) ступінь захисту IP00, кліматичне виконання – У;
- 5) за стійкістю проти спрацювань – В;
- 6) $220 \text{ В} = 220 \text{ В}$.

									ДП 2023 141	Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Для витримки часу вибираємо реле часу **ВЛ-43**, $t_B=3-30$ с.

Для комутації електричних кіл керування вибираємо кнопковий пост типу **ПКЕ72-2У2**.

Для управління дробаркою вибираємо низьковольтний комплектний пристрій за умов:

- 1) за конструкцією;
- 2) за позначенням класу НКП;
- 3) за номінальною силою струму головного кола;
- 4) за $U_{ном}$ головного кола;
- 5) за $U_{кер}$;
- 6) за кліматичним виконанням.
- 7) Вибираємо низьковольтний розподільчий пристрій **Я5929-4674У2**.

Для інших установок апарати керування та захисту вибираємо аналогічно.

Вибір силових проводок

Проводи і кабелі вибираємо за тривало допустимими струмами:

$$I_{тр.доп.} \geq I_{роб}, \text{ А} \quad (2.8)$$

де $I_{тр.доп.}$ - тривалий робочий струм окремих споживачів, А.

Для електродвигуна приймають рівним $I_{тр.доп.} = I_{дв.н.}$

Проведемо розрахунок проводу для двигуна дробарки ДБ-5. Отже, вибираємо провід АПВ 4(1×16), прокладений в трубі.

$$I_{тр.доп.} = 60 \text{ А}$$

За умови:

$$60 \text{ А} \geq 56,2 \text{ А};$$

Діаметр труби визначаємо за формулою:

$$d_{тр} = d_{пр} \cdot \sqrt{\frac{n}{K_3}}; \text{ мм} \quad (2.9)$$

де n – кількість жил, шт.; $d_{пр} = 7,8$ мм – діаметр проводу з ізоляцією; $K_3 = 0,45$ – коефіцієнт заповнення.

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$d_{mp} = 7,8 \cdot \sqrt{\frac{4}{0,45}} = 22 \text{ мм}$$

Приймаємо трубу з умовним проходом 25 мм (ГОСТ 3262-79). Проводки споживачів вибрано аналогічно.

2.3. Розрахунок і вибір вентиляційної установки

Продуктивність тварин і птиці значною мірою залежить від мікроклімату приміщень в яких вони утримуються. Основними характеристиками мікроклімату є: температура, відносна вологість, газовий склад, механічна і бактеріальна забрудненість повітря, швидкість і напрямки повітряних потоків, освітленість приміщень та тривалість світлового дня.

Розрахунок вентиляції за вмістом вуглекислого газу

Кількість припливного повітря, необхідного для зниження концентрації вуглекислого газу, м³/год, визначається за формулою:

$$L_{CO_2} = \frac{1,2 \cdot C_{CO_2} \cdot N}{C_{дн} - C_3}; \quad (2.10)$$

де C_{CO_2} – кількість вуглекислого газу, що виділяється тваринами в приміщенні за годину, л/год. $C_{CO_2} = 118$ л/год. [2]; 1,2 – коефіцієнт, який враховує виділення вуглекислого газу мікроорганізмами, підстилкою; N – кількість тварин, гол; $C_{дн}$ – допустимий вміст вуглекислого газу, $C_{дн} = 0,0025$; C_3 – вміст вуглекислого газу в атмосферному повітрі, $C_3 = 0,0003$.

Отже,

$$L_{CO_2} = \frac{1,2 \cdot 0,118 \cdot 100}{0,0025 - 0,0003} = 6436,4 \text{ м}^3 / \text{год}.$$

Мінімально допустимий повітрообмін, що необхідний для життєдіяльності тварин

Визначається за формулою:

$$L_{\min} = \frac{m \cdot N \cdot a}{100}; \text{ м}^3/\text{ГОД}. \quad (2.11)$$

										ДП 2023 141	Арк.
											27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

де m – маса однієї тварини, кг; N – кількість тварин, гол; a – міні-мально допустимий повітрообмін на 1ц живої маси, м³/год.; $a = 17$ м³/год.
 $m = 400$ кг; $N=100$ голів.

Звідси:

$$L_{\text{мін}} = \frac{400 \cdot 100 \cdot 17}{100} = 6800 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кратність повітрообміну в приміщенні визначається за формулою:

$$K = \frac{L_{\text{мін}}}{V}; \quad (2.12)$$

де V – внутрішній об'єм приміщення, м³.

$$V=A \cdot B \cdot H, \quad (2.13)$$

де A – довжина корівника, м; B – ширина, м; H – висота, м.

$$V=90 \cdot 12 \cdot 3=3240 \text{ м}^3.$$

Отже:

$$K = \frac{6800}{3240} \approx 2.$$

Оскільки $K \leq 3$, то застосовується вентиляція з природним спонукачем.

Розрахунок вентиляції по вмісту вологи

Обмін повітря, потрібний для видалення надмірної вологи, м³/год:

$$L_{\text{вол}} = \frac{1,1 \cdot W_T \cdot N}{W_{\text{дн}} - W_3} \quad (2.14)$$

де W_T – кількість вологи, що виділяється однією твариною у вигляді пари, г/год., $W_T=3,77$ г/год.; 1,1 – коефіцієнт, що враховує випаровування вологи з підлоги, напувалок та інших конструкцій; N – кількість тварин, гол.; $W_{\text{дн}}$ – допустимий вміст вологи в повітрі приміщення, г/м³; W_3 – вміст вологи в атмосферному повітрі, г/м³.

Значення $W_{\text{дн}}$ і W_3 визначається за формулами:

$$W_{\text{дн}} = W_{\text{нас.п}} \cdot \frac{\varphi_n}{100}; \text{ г/м}^3 \quad (2.15)$$

$$W_3 = W_{\text{наз.з}} \cdot \frac{\varphi_3}{100}; \text{ г/м}^3 \quad (2.16)$$

									ДП 2023 141	Арк.
										28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

де $W_{\text{вн}}$ і $W_{\text{вн.з}}$ – вміст водяної пари при повному її насиченні відповідно при оптимальній для даного приміщення температурі, г/м³; $\varphi_{\text{вн}}$ і $\varphi_{\text{вн.з}}$ – відносна вологість внутрішнього та зовнішнього повітря, %.

Згідно з довідника [2] при розрахунковій температурі $T = -20$ °С; $W_{\text{вн.з}} = 0,88$ г/м³, а при $T = 10$ °С, $W_{\text{вн.в}} = 9,4$ г/м³.

Відносна вологість внутрішнього повітря $\varphi_{\text{вн}} = 75\%$, а зовнішнього $\varphi_{\text{вн.з}} = 83\%$.

Звідси:

$$W_{\text{вн}} = 9,4 \cdot \frac{75}{100} = 7,1; \text{ г/м}^3;$$

$$W_{\text{вн.з}} = 0,88 \cdot \frac{83}{100} = 0,73; \text{ г/м}^3.$$

Отже, кількість повітря, яке необхідне для розчинення водяних парів за годину рівна:

$$L_{\text{вол}} = \frac{1,1 \cdot 377 \cdot 100}{7,1 - 0,73} = 6510 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Розрахунок вентиляції по видаленню тепла у перехідний період

Обмін повітря, потрібний для видалення зайвої теплоти, м³/год.:

$$L_{T=0} = \frac{(q_{T=0} - Q_{\text{ог}})(1 + \alpha \Theta_{\text{п}})}{C_V(\Theta_{\text{вн}} - \Theta_{\text{вн.з}})}; \quad (2.17)$$

де: $q_{T=0}$ – кількість вільної теплоти, що виділяється однією твариною середньої для даного приміщення маси, кДж/год.; $q_{T=0} = 2366$ кДж/год. [2]; N – кількість тварин, голів; $Q_{\text{ог}}$ – втрати теплоти через зовнішні огорожі, кДж/год.; $\alpha = 1/273$ – температурний коефіцієнт розширення повітря, 1/°С; $C_V = 1,283$ – питома об'ємна теплоємність повітря при температурі 0 °С і нормальному тиску, кДж/(м³·град); $\Theta_{\text{вн}}$ і $\Theta_{\text{вн.з}}$ – температура повітря у приміщенні і надворі, $\Theta_{\text{вн}} = 10$ °С і $\Theta_{\text{вн.з}} = 5$ °С.

Витрати теплоти через зовнішні огорожі $Q_{\text{ог}}$, кДж/год., наближено можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{ог}} = V \cdot q_0 \cdot (\Theta_{\text{вн}} - \Theta_{\text{вн.з}}) \quad (2.18)$$

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

де: V – об’єм будівлі за зовнішнім обміром, м^3 ; q_0 – теплова характеристика приміщення, $q_0 = 3 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{град} \cdot \text{год}.)$.

$$Q_{oz} = 3240 \cdot 3 \cdot (10 - 5) = 48600 \text{ кДж}/\text{год}.;$$

$$L_T = \frac{(2366 \cdot 100 - 48600)(1 + 0,0036 \cdot 10)}{1,283 \cdot (10 - 5)} = 30361,3; \text{ м}^3/\text{год}.$$

Годинна кратність повітрообміну у вентиляційному приміщенні, разів за годину:

$$K_0 = \frac{L_p}{V}; \quad (2.19)$$

де: L_p – розрахункова подача вентиляційної системи.

$$K_0 = \frac{30361,3}{32400} = 9.$$

Оскільки $K \geq 3$, то використовуємо примусову вентиляцію. Отже, приймаємо комплект вентиляційного обладнання з вентиляторами ВО-Ф-5,6А. Продуктивність вентилятора – $6000 \text{ м}^3/\text{год}.$

Кількість вентиляторів:

$$N = \frac{L_{вЛ}}{L_в} \quad (2.20)$$

де $L_в$ – продуктивність вентилятора, $\text{м}^3/\text{год}.$

$$N = \frac{30361,3}{6000} = 4 \text{ шт};$$

Приймаємо 4 вентилятора.

Технічна характеристика приведена в табл. 2.6.

Таблиця 2.6. Технічна характеристика вентилятора ВО-Ф-5,6А

Діаметр робочого колеса, мм	560
Продуктивність ($\text{м}^3/\text{год}.$) при тиску 19,6 Па	6000±500
Максимальний ККД, %	67
Частота обертання, об/хв.	940
Тип електродвигуна	АИРП80А6
Потужність електродвигуна, кВт	0,37

					ДП 2023 141	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок системи опалення

Опалення тваринницьких приміщень застосовують в тому випадку, коли кількість тепла, яке виділяється тваринами, недостатньо для компенсації втрат через обмежувальні конструкції, нагрівання свіжого повітря, що підходить у приміщення, та випаровування вологи із змочених і відкритих водних поверхонь, посліду та глибокої підстилки

Кількість теплоти визначають з рівняння теплового балансу, кДж/год.:

$$Q_{оп} = Q_{ог} + Q_{в} - Q_{т} \quad (2.21)$$

де $Q_{ог}$ – кількість теплоти, що витрачається через огорожу поверхні, кДж/год.; $Q_{в}$ – кількість теплоти, яка витрачається при вентиляції, кДж/год.; $Q_{т}$ – кількість теплоти, що виділяється тваринами, кДж/год.

Витрати тепла через зовнішні огорожі визначається за формулою:

$$Q_{ог} = V \cdot q_0 \cdot (\Theta_{в} - \Theta_{р}), \quad (2.22)$$

де V – об'єм приміщення, м³; q_0 – теплова характеристика приміщення, $q_0 = 2,5$ кДж/(м³·град·год.).

$$Q_{ог} = 3240 \cdot 2,5 \cdot [10 - (-20)] = 24300 \text{ кДж/год.}$$

Кількість теплоти, яка витрачається при вентиляції приміщення:

$$Q_{в} = L_{вол} \cdot c \cdot v \cdot (\Theta_{в} - \Theta_{р}), \quad (2.23)$$

де $L_{вол}$ – об'єм повітря потрібний для усунення приміщення зайвої вологи, м³/год.; c – теплоємність повітря, $c=1$ кДж/(кг·град.); v – густина повітря, $v=1,359$ кг/м³.

$$Q_{в} = 6510 \cdot 1 \cdot 1,359 \cdot [10 - (-20)] = 283106 \text{ кДж/год.}$$

Вільна теплота, що виділяється всіма тваринами, що є в приміщенні:

$$Q_{т} = q_{т} \cdot n, \quad (2.24)$$

де $q_{т}$ – вільна теплота, яка виділяється однією твариною, $q_{т}=2366$ кДж/год. [2].

$$Q_{т} = 2366 \cdot 100 = 236600 \text{ кДж/год.}$$

Отже,

$$Q_{оп} = 243000 + 283106 - 236600 = 289506 \text{ кДж/год.}$$

									ДП 2023 141	Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Будівлі ферми одноповерхові. Точкою найбільш не вигідного водозбору є корівник. Джерело водопостачання – бурова свердловина. Технологічна схема баштової водокачки зображена на рис. 2.6.

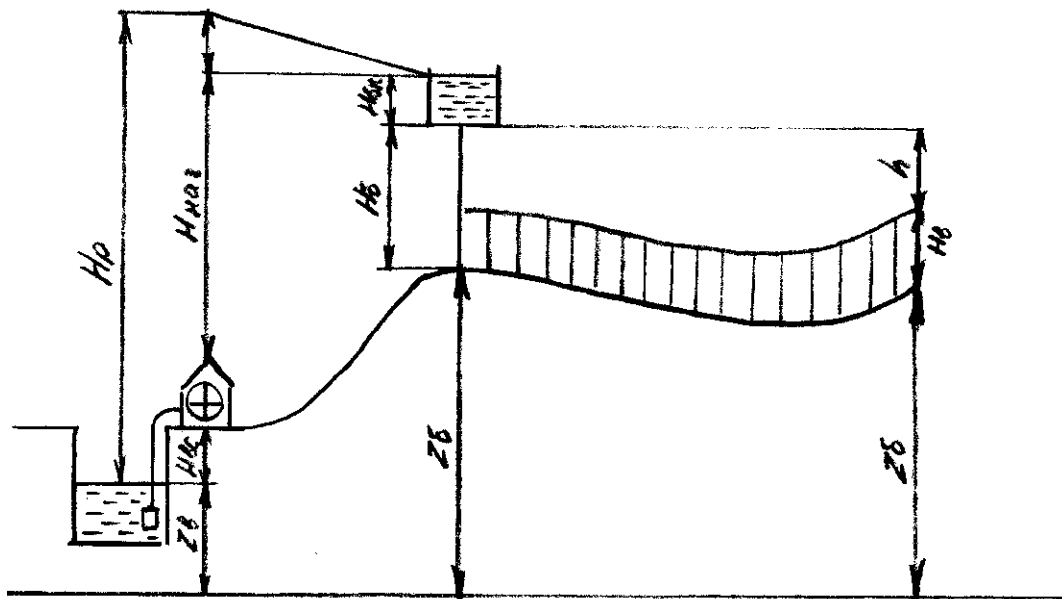


Рис. 2.6. Технологічна схема баштової водокачки

Середньодобове споживання води в господарстві $Q_{ср.д.}$, м³:

$$Q_{ср.д.} = n_1 q_1 + n_2 q_2 + \dots + n_n q_n \quad (2.26)$$

де n_1, n_2, \dots, n_n – кількість споживачів; q_1, q_2, \dots, q_n – добові норми споживання води окремими споживачами різних видів і груп, м³.

Середньодобове споживання води на фермі:

$$Q_{ср.д.} = (300 + 52 + 48) \cdot 100 + 48 \cdot 60 + 264 \cdot 20 + 140 \cdot 30 + 23 \cdot 50 = 53510 \text{ л} = 53,51 \text{ м}^3$$

Максимально граничне споживання води:

$$Q_{макс.г} = \frac{Q_{ср.д.} \cdot \alpha_d \cdot \alpha_g}{24}; \text{ м}^3/\text{год.} \quad (2.27)$$

де α_d, α_g – коефіцієнт добової і годинної нерівномірності споживання води, $\alpha_d = 1,3, \alpha_g = 2,5$.

$$Q_{макс.г} = \frac{53,51 \cdot 1,3 \cdot 2,5}{24} = 7,25; \text{ м}^3/\text{год.}$$

										Арк.
										33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

башти до диктуючої точки, м; Z_d, Z_6 – геодезичні відмітки землі відповідно біля диктуючої точки і підніжжя башти, $Z_d - Z_6 = 2$ м.

$$H_{6.p.} = 10 + 1,62 + 2 = 13,62 \text{ м.}$$

За розрахунковим об'ємом бака $V_{6.p.}$ і розрахунковою висотою башти $H_{6.p.}$, користуючись довідником [1] вибираємо уніфіковану сталю водонапірну башту. Ємність бака $V_6 = 25 \text{ м}^3$ діаметр бака $D_6 = 3$ м, висота ствола $H_6 = 15$ м, діаметр ствола $D_{cm} = 1,22$ м.

Висота рівня води в баку $H_{6.к.} = 3,48$ м.

Максимальне секундне споживання води на фермі:

$$Q_{max.c} = \frac{Q_{max.c}}{3600} = \frac{7,25}{3600} = 0,00201 \text{ м}^3 / \text{с.}$$

Розрахунковий діаметр нагнітальної труби:

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{Q_{max.c.c}}{V_{pek}}}; \quad (2.34)$$

де V_{pek} – рекомендована СНиП швидкість руху води в трубі, м/с.

$$d_p = 1,3 \sqrt{\frac{0,00201}{1,5}} = 0,0476 \text{ м} = 47,6 \text{ мм.}$$

Приймаємо трубу діаметром $d = 50$ мм.

Швидкість руху води в трубі:

$$V = \frac{4 \cdot Q_{max.c}}{\pi \cdot d^2} \quad (2.35)$$

де d – діаметр труби, м.

$$V = \frac{4 \cdot 0,00201}{3,14 \cdot 0,05^2} = 1,02 \text{ м/с};$$

Втрати напору по довжині труби:

$$\sum h_T = 0,024 \frac{150}{0,05} \cdot \frac{1,02^2}{2 \cdot 9,81} = 3,82 \text{ м}^2.$$

Втрати напору в місцевих опорах:

$$\sum h_m = \xi \frac{v^2}{2g} \quad (2.36)$$

де ξ – коефіцієнт місцевого опору.

										ДП 2023 141	Арк.
											36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Значення коефіцієнтів відбиття $\rho_{ст}$, $\rho_{сн}$, і ρ_p при проектуванні освітлення приймають наближено.

Згідно [4] для світильників типу НСП01 з косинусною кривою світла типу Д при відбиття $\rho_{ст} = 50$, $\rho_{сн} = 30$, і $\rho_p = 10$ та $i=2,5$ коефіцієнт використання світлового потоку рівний: $\eta=0,47$.

Світловий потік лампи, необхідний для забезпечення заданої мінімальної освітленості визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{E \cdot k \cdot S \cdot Z}{N \cdot \eta}, \text{ лм} \quad (2.42)$$

де E - нормована освітленість робочої поверхні, лк; k - коефіцієнт запасу, для освітлювальних установок сільськогосподарських приміщень складає 1,15; S - площа приміщення, $S=991,2\text{м}^2$; Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення $Z=1,1$ [4]; N - кількість світильників, шт.; η - коефіцієнт використання світлового потоку, в.о.

$$\Phi = \frac{30 \cdot 840 \cdot 1,15 \cdot 112}{54 \cdot 0,47} = 1256 \text{ лм.}$$

Згідно з розрахунками вибираємо по потоку лампу, тип лампи. Вибираємо лампу типу Б235-245-100. В якій $\Phi_{л} = 1330\text{лм}$, $P_{л} = 100\text{Вт}$.

Фактична освітленість:

$$E_{\phi} = E_{н} \cdot \frac{\Phi_{\phi}}{\Phi_p} = 30 \frac{1330}{1256} = 31,7 \text{ лк} \quad (2.43)$$

Визначаємо фактичне відхилення:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E_{н}}{E_{н}} \cdot 100\% = \frac{31,7 - 30}{30} = 5\% \quad (2.44)$$

Розрахункові дані лежать в межах допустимих значень відхилення:

$$\Delta E_{доп} = -10\% \dots +20\%.$$

Розраховуємо освітлення в фуражній методом питомої потужності.

Нормована освітленість 10 лк, площа приміщення 28 м². Питома потужність загального рівномірного освітлення $P_{нум} = 6,3 \text{ Вт/м}^2$.

Потужність лампи визначаємо наступним чином:

										ДП 2023 141	Арк.
											39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

$$P = P_{num} \cdot S / N, \text{ Вт}, \quad (2.45)$$

де N - кількість світильників, шт.; n - кількість ламп у світильнику, $n = 1$ шт;
 P_{num} - питома потужність, Вт/м².

Приймаємо $P_{num} = 6,3$ Вт/м².

Визначаємо потужність лампи:

$$P = 6,3 \cdot 2,8 / 2 = 88,2 \text{ Вт}.$$

Приймаємо лампу розжарення типу **Б215-225-75**.

Розрахунок в інших приміщеннях розраховуємо аналогічно.

Приміщення для кормів. Нормована освітленість 20 лк, площа приміщення 28 м². Питома потужність $P_{num} = 9,7$ Вт/м².

$$P = 9,7 \cdot 28 / 2 = 130 \text{ Вт}.$$

Приймаємо лампу розжарення типу **Б220-230-100**.

Тамбур: нормована освітленість 100 лк, площа приміщення – 20 м². Питома потужність $P_{num} = 46,7$ Вт/м².

$$P = 46,7 \cdot 20 / 5 = 186 \text{ Вт}.$$

Приймаємо лампою розжарення типу **Б215-220-200**.

Навантажувальна гною: нормована освітленість 10 лк, площа приміщення 60 м². Питома потужність $P_{num} = 3,6$ Вт/м².

$$P = 3,6 \cdot 60 / 2 = 108 \text{ Вт}.$$

Приймаємо лампою розжарення типу **Б215-225-100**.

Результати розрахунків освітлення зведенні в світлотехнічну відомість (табл. 2.9).

Загальну потужність в стійловому приміщенні:

$$P_{вст} = P \cdot N, \text{ кВт} \quad (2.46)$$

де P – потужність лампи, кВт; N – кількість лампи в приміщенні, шт.

$$P_{вст} = 100 \cdot 54 = 5400 \text{ Вт} = 5,4 \text{ кВт}.$$

Чергове освітлення приймаємо 10% від загальної кількості світильників.

$$N_q = 54 \cdot 0,1 \approx 5 \text{ шт}.$$

Потужність чергового групи:

$$P_q = 100 \cdot 5 = 500 = 0,5 \text{ кВт}.$$

					ДП 2023 141	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.9. Світлотехнічна відомість

Назва приміщення	Площа, м ²	Кількість світильників, шт.	Тип світильника	Освітлення, лк	Лампа			Загальна потужність, кВт	Питома потужність, Вт/м ²
					Тип	P, кВт	Ф, лм		
Стійлове приміщення	840	54	НСП01-100	30	Б235-245-100	0,1	1330	5,4	4,7
Фуражна	28	2	НСП01-75	10	БК215-235-75	0,075	1020	0,15	6,3
Приміщення для кормів	28	2	НСП01-100	20	Б220-230-100	0,1	1350	0,2	9,7
Тамбур	20	5	НСП01-200	100	Б215-225-200	0,2	2920	1	46,7
Навантажувальна гною	70	4	НСП01-100	20	Б215-245-160	0,1	1350	0,4	6,4

Потужність освітлення корівника ділимо на групи:

- потужність першої групи:

$$P_1=18 \cdot 0,1=1,8 \text{ кВт};$$

- потужність другої групи:

$$P_2=18 \cdot 0,1=1,8 \text{ кВт};$$

- потужність третьої групи:

$$P_3=13 \cdot 0,1=1,3 \text{ кВт};$$

- потужність 4-ої групи:

$$P_4=5 \cdot 0,1=0,5 \text{ кВт};$$

- потужність 5-ої групи:

$$P_5=2 \cdot 0,075+2 \cdot 0,1+5 \cdot 0,2+2 \cdot 0,1=1,55 \text{ кВт}.$$

Розрахунок і вибір апаратів керування та захисту освітлювальних установок

Вибір апаратів здійснюється за рядом умов а саме за напругою, видом, величиною струму, кліматичним виконанням, умовами захисту від впливу навколишнього середовища.

									Арк.
									41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При виборі ввідного апарату враховуємо напругу трифазної мережі $U=380$ В, і потужність освітлювальних установок:

$$I_{роб} = P_{осв.уст} / U_n \cos\varphi_n, \quad (2.47)$$

де $P_{осв.уст}$ – загальна потужність, $P_{осв.уст}=6,95$ кВт; $\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності, для ламп розжарювання він рівний 1.

$$I_{роб} = 6950 / 380 \cdot 1 = 18,3 \text{ А.}$$

Вибираємо щит освітлення **ЩА611-16** з автоматичним вимикачем на ввід: **ВА51-25340010P30УХЛЗ** для захисту освітлювальних установок від к.з.

Розраховуємо струм для кожної групи:

Перша група: $I_n = 1800/220 \cdot 1 = 8,2 \text{ А};$

Друга: $I_n = 1800/220 \cdot 1 = 8,2 \text{ А};$

Третя: $I_n = 1300/220 \cdot 1 = 5,9 \text{ А};$

Четверта: $I_n = 2050/220 \cdot 1 = 9,3 \text{ А};$

П'ята: $I_n = 1550/220 \cdot 1 = 7 \text{ А.}$

Вибираємо п'ять автоматичних вимикачів типу **ВА51-25840010P30УХЛЗ** для захисту освітлювальної мережі.

Вибір освітлювальних проводок

Вид електропроводки, спосіб прокладання марку проводу вибирають в залежності від призначення приміщення, умов навколишнього середовища, характеристики та режиму роботи електроприймачів.

Освітлювальну проводку в робочому приміщенні, де утримуються корови проводимо на тросах проводом АВВГ. Інших приміщеннях проводку проводимо під штукатуркою проводом АППВ.

Для розрахунку і вибору освітлювальної проводки проводимо слідуєчі розрахунки:

$$I_{доп} \geq I_{н.р}. \quad (2.48)$$

де $I_{н.р}$ – номінальний робочий струму освітлювальної мережі, А; $I_{дов}$ – допустима сила струму для перерізу проводу, А.

					ДП 2023 141	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тривалий струм рівний робочому струму групи освітлення. Для першої групи вибираємо провід АВВГ (2х2,5) на тросу, виходячи з умов:

$$21A \geq 8,2A.$$

Для другої групи вибираємо провід АВВГ (2х2,5) на тросу, для третьої групи і чергового освітлення вибираємо провід АВВГ (3х2,5) на тросу. Для п'ятої групи АВВГ (2х2,5), спосіб прокладки - на скобах.

Провід вводу вибираємо АВВГ (4х6,0), спосіб прокладки - на скобах.

					ДП 2023 141	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ ВІТРУ ДЛЯ НАГРІВАННЯ ВОДИ НА ТЕХНОЛОГІЧНІ ПОТРЕБИ

3.1. Актуальність і проблеми використання вітрової енергії

Побудова сучасного сільськогосподарського виробництва України базується на системі машин для комплексної механізації, в якій більшість стаціонарних технологічних операцій передбачають використання електроенергії. В зв'язку з цим, зниження енерговитрат, зокрема за рахунок використання поновлюваних джерел енергії (енергія сонячної радіації, вітру, біомаси тощо), стає актуальною задачею.

Енергія вітру поряд з невичерпністю має дві особливості, що обмежують її використання. Це низька щільність та випадковість надходження. Зважаючи на першу обставину, вітросилові установки виконуються з робочою площею, яка вимірюється сотнями квадратних метрів. Друга обставина приводить до того, що згадані великі споруди недовикористовуються. Бо графік проведення технологічних процесів, яким ці споруди постачають енергію, часто не співпадає з часом надходження вітрової енергії. Тому витрати на обладнання не повертаються за час їхньої експлуатації.

Підвищення ефективності використання вітрових установок досягається шляхом збільшення їх потужності без збільшення робочих поверхонь, а також за рахунок підвищення коефіцієнта використання встановленої потужності. З цією метою проводиться акумулювання енергії. Так потужність водопостачання визначається не стільки розмірами вітросилового обладнання, скільки місткістю та висотою розташування водонапірного баку. Другий приклад – повітряний млин.

Наведені приклади мають вузько направлене призначення: накопичена енергія використовується одним технологічним процесом. Значно ширше коло

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Буряк В.Ф.			3.Використання енергії вітру для нагрівання води на технологічні потреби	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.					44	
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулоґо ЗЕЛ-5-7ск			
Затверд.		Балюта С.М.						

споживачів має вітроелектрична станція, електроенергію якої можна використовувати як для освітлення, приводу електроустановок, так і для підігріву води на технологічні потреби, зокрема для промивання молокопроводів, напування телят. Для цих цілей можна використати ємнісні акумулюючі електроводонагрівачі, які прості у виготовленні, мають високий коефіцієнт корисної дії, надійні в роботі. Нагрівання води при цьому проводиться від електроенергії вітроелектричної станції на протязі доби, не залежно від технологічних потреб.

3.2. Вибір вітрової станції для Воловецького регіону

З метою найбільш повного узгодження роботи вітрової станції та під'єднаною до неї ємнісного акумулюючого електроводонагрівача виконується сумісний аналіз характеристик потужності цих об'єктів. Для цього розраховується залежність потужності вітродвигуна, а також потужності електроводонагрівача від частоти обертання вітродвигуна при різних значеннях швидкості вітри.

Згідно літературних джерел, для певної швидкості вітру, зв'язок між потужністю та частотою обертання вітродвигуна знаходять за виразом:

$$N = \frac{0,736}{75} \cdot \frac{\gamma F \vartheta^3}{2g} \xi; \quad (3.1)$$

$$n = \frac{30\vartheta Z}{\pi R}, \quad (3.2)$$

де N - потужність вітроколеса, кВт; γ - щільність повітря, кг/м³; g - прискорення вільного падіння, м/с²; F - обмітаємо площа, м²; ϑ - швидкість вітру, м/с; 0,736 – коефіцієнт переводу кінських сил в кіловати; 75 – коефіцієнт переводу кілограмометрів на секунду в кінські сили; ξ - коефіцієнт використання енергії вітру; Z – швидкохідність вітроколеса; n – частота обертання вітроколеса, хв.⁻¹; R – радіус вітроколеса, м.

Коефіцієнт використання енергії вітру береться зі зведених графіків потужності різних систем вітродвигунів, де цей коефіцієнт подано в залежності від швидкохідності двигуна [10]. На цьому діапазоні швидкохідності береться 7÷8

										ДП 2023 141	Арк.
											45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

В зв'язку з цим, узгодження потужності вітроелектричної станції та навантаження полягає в тому, щоб крива навантаження перетинала криві потужності вітроелектричної станції по їх вершинам.

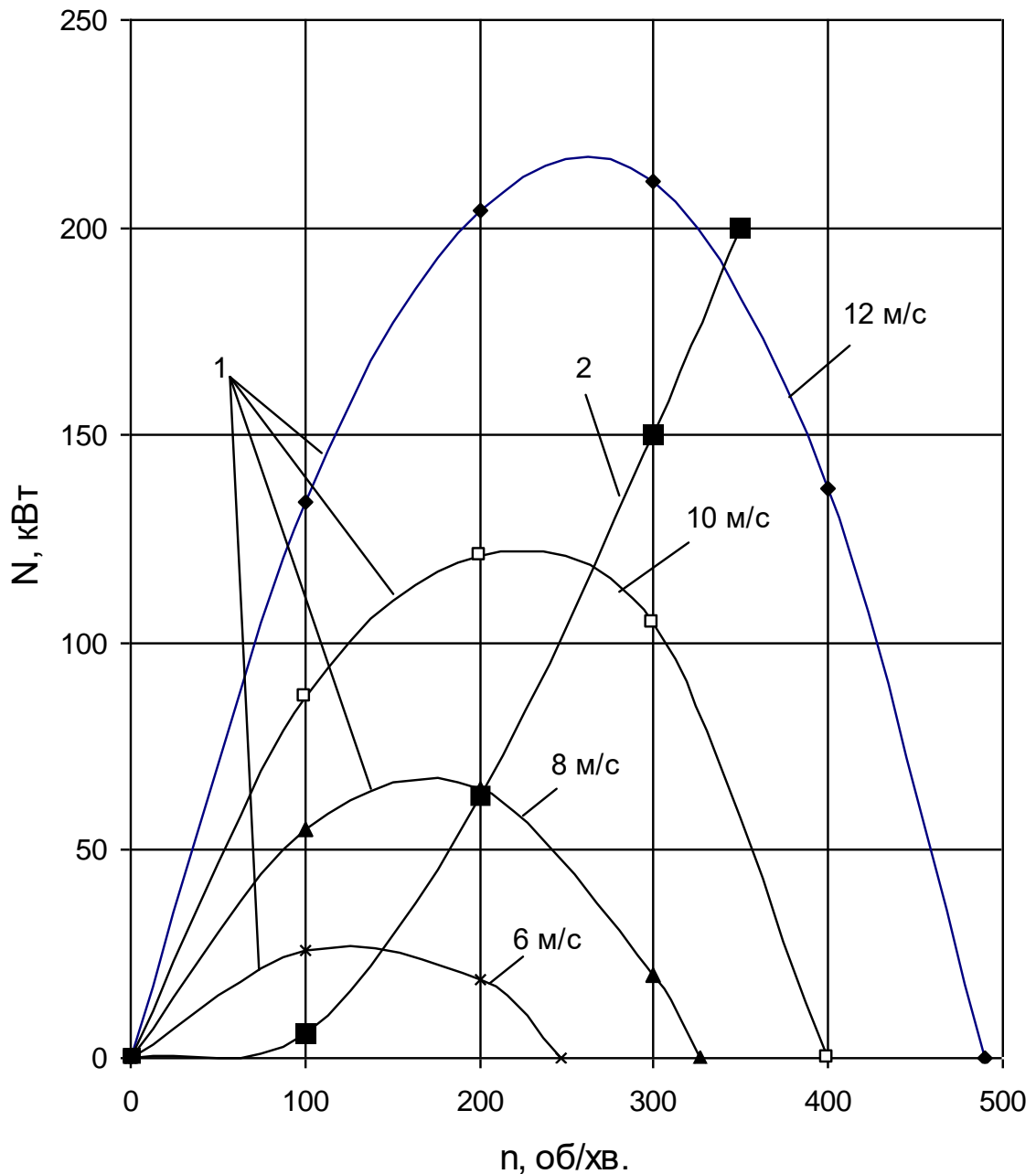


Рис. 3.1. Залежність потужності вітроелектричної станції (1) та навантаження (2) від частоти обертання ротора вітродвигуна

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 2023 141

Арк.

47

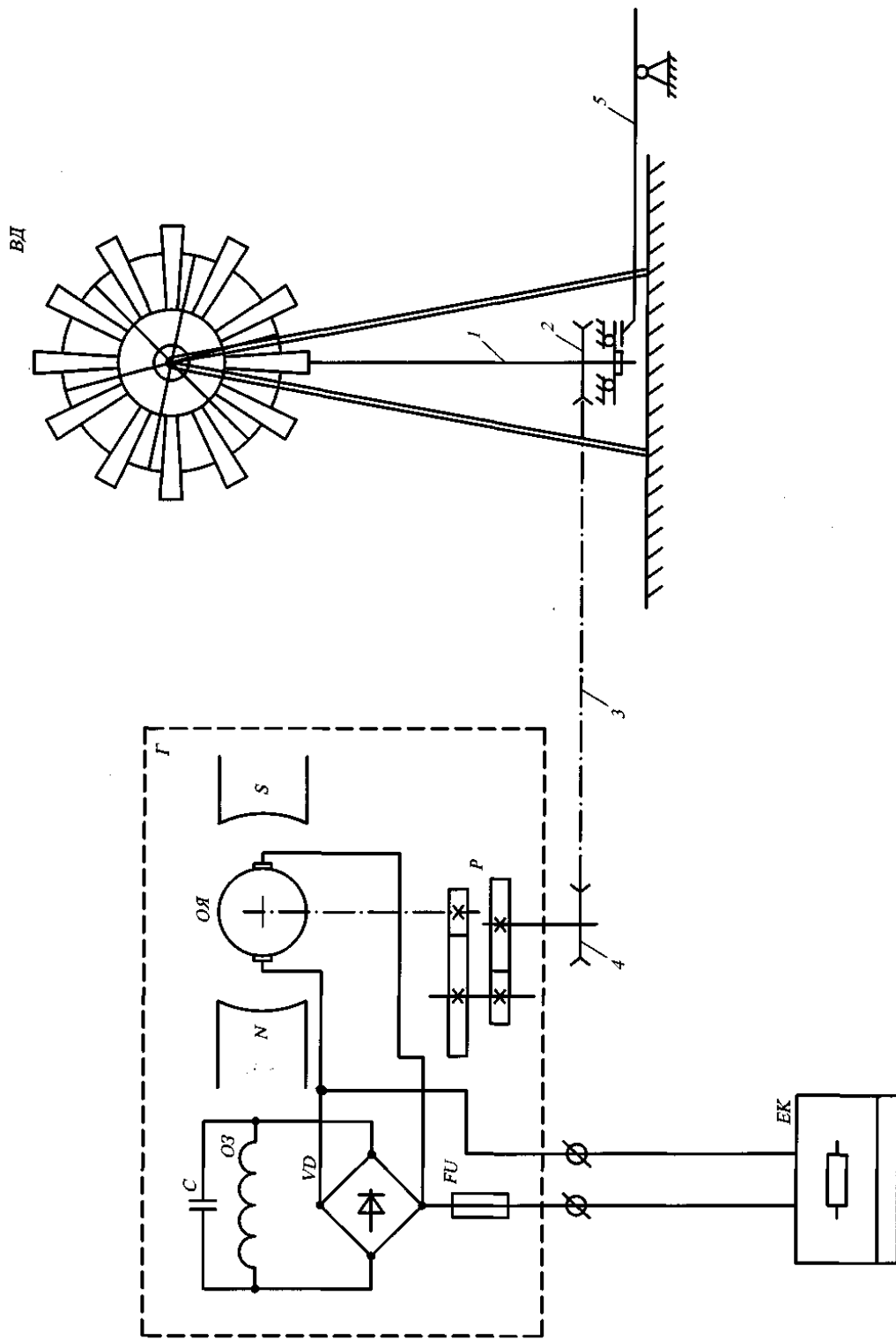


Рис. 3.2. Схема вітроелектричної станції:
 1 – вал; 2 – шків ведучий; 3 – передача пасова; 4 – шків ведений; 5 – гальмо; ВД- вітродвигун; Γ – генератор; Р – редуктор; ОЯ – обмотка якоря; NS – магніт; С – конденсатор; ОЗ – обмотка збудження; VD – випрямляч діодний; FU – запобіжна; ЕК – елемент електронагрівний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 2023 141

Арк.

49



Рис. 3.3. Тихохідна вітроустановка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 2023 141

Арк.

50

Таким чином, приведена багато лопатева вітроелектрична станція дає річний виробіток 2911 кВт·год електроенергії. При збільшенні потужності вітродвигуна пропорційно буде зростати і виробіток.

3.3. Техніко-економічна оцінка розробки

Техніко-економічна оцінка вітроелектричної станції проводиться за показниками повних витрат енергії на виробництво електроенергії. З цією метою витрати матеріалів та праці враховуються в енергетичному балансі за допомогою енергетичних еквівалентів, відомості про які беруться з літератури [11].

Суть оцінки полягає в тому, що витрати на виготовлення та експлуатацію експериментальної установки подаються не в грошовому вимірі, а в одиницях енергії – джоулях. Далі визначається річний виробіток енергії установкою в джоулях. Виробіток енергії співставляється зі згаданими витратами, які мають місце на протязі року експлуатації. Якщо виробіток енергії переважає, то установка економічно вигідна і навпаки.

Вітроелектрична станція являє собою сільськогосподарський енергетичний засіб, енергетичний еквівалент якого складає 86,4 МДж/кг. Енергоємність станції визначається як добуток енергетичного еквівалента на її масу (260 кг) – 22464 МДж.

При службі експлуатації протягом 10 років коефіцієнт амортизаційних відрахувань дорівнює 0,1. Коефіцієнт відрахувань на ремонт та технічне обслуговування становить 0,114.

Річні енерговитрати на виготовлення та експлуатацію станції визначаються добутком її енергоємності на суму зазначених коефіцієнтів – 4808 МДж.

Виробіток електроенергії складає 2911 кВт·год., або 10476 МДж.

Отже, в умовах західного регіону України річний виробіток енергії у 2,18 рази вищий від річних витрат. Тобто виробництво електроенергії за допомогою даної вітроелектростанції є енергоощадним.

					ДП 2023 141	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФЕРМИ ВРХ

4.1. Розрахунок електричних навантажень та вибір джерел живлення

Розрахунковим навантаженням називають найбільше з середніх значень повної потужності за проміжок часу, яке може виникнути на вводі до споживача.

Для прикладу візьмемо кормороздавач РВК-Ф-74. Споживана потужність електродвигуна:

$$P_{cn} = \frac{P_n}{\eta} K_3, \text{ кВт}; \quad (4.1)$$

де P_n – номінально встановлена потужність, к Вт; η – ККД електродвигуна, $\eta=81\%$; K_3 – коефіцієнт завантаження електроприймача по споживаній потужності, який залежить від виконання певної технічної операції, $K_3=0,5$.

$$P_{cn} = \frac{4}{0,81} \cdot 0,5 = 2,7 \text{ кВт}.$$

Для інших механізмів розрахунок аналогічний. На основі розрахункових потужностей (табл. 4.1 і 4.2) будуємо графік електричних навантажень (рис. 4.1).

Визначаємо два максимуми навантажень:

$$- \text{ денний максимум } P_{p.d.} = \sum_{i=1}^n P_{pi} \cdot k_o, \text{ кВт} \quad (4.2)$$

$$- \text{ вечірній максимум } P_{p.d.} = \sum_{i=1}^n P_{pi} \cdot k_o, \text{ кВт} \quad (4.3)$$

де: P_{pi} – сумарне навантаження в денний чи вечірній максимум, кВт; n – кількість споживачів, шт.; K_o – коефіцієнт одночасності, який залежить від кількості споживачів, $K_o=0,7$.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Буряк В.Ф.			4.Електропостачання ферми ВРХ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.					52	
Н. Контр.								
Затверд.		Балюта С.М.						
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулоого ЗЕЛ-5-7ск		

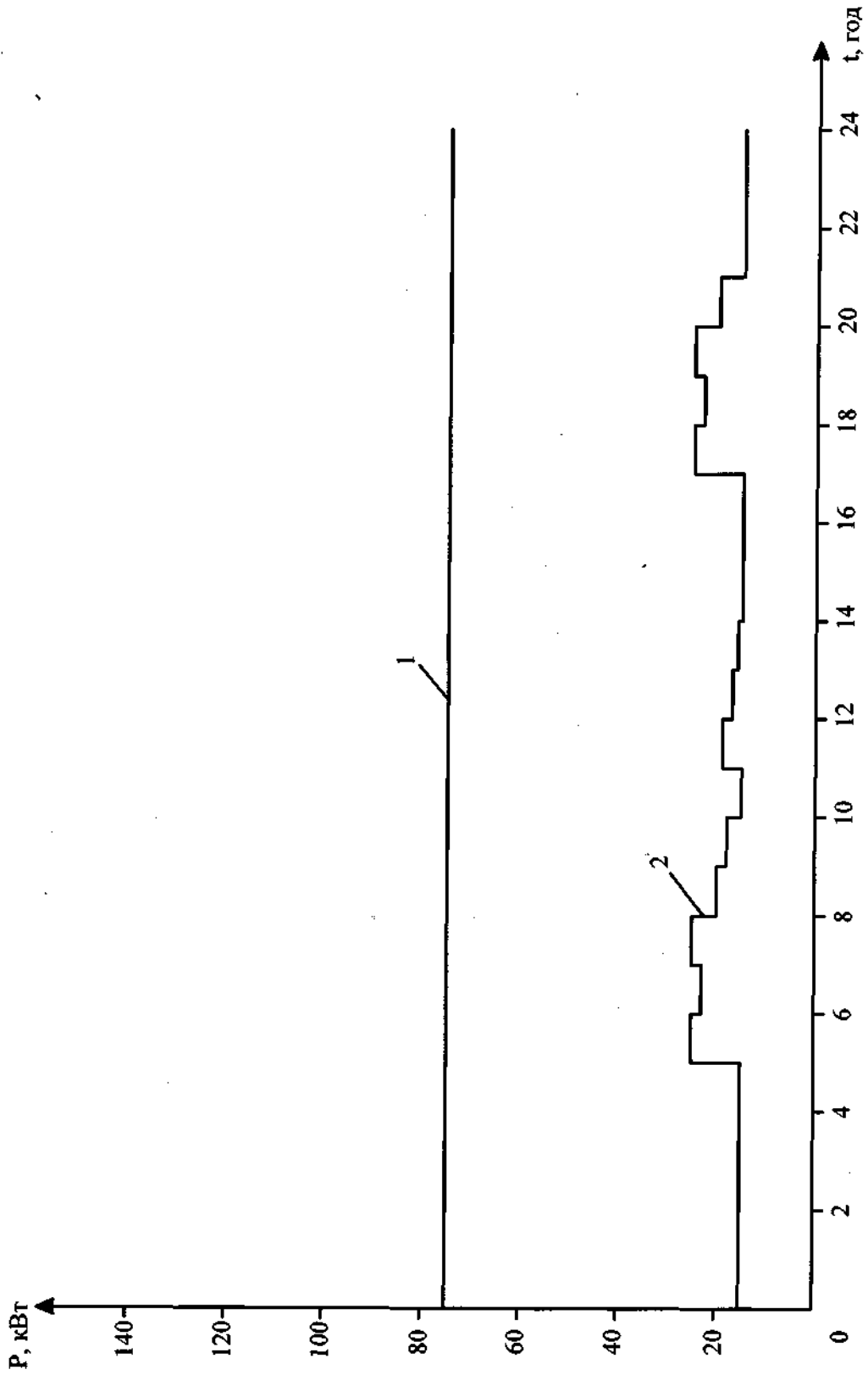


Рис. 4.1. Графік електричних навантажень в корівнику:
 1 – електрокалорифера; 2 – інших споживачів

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 2023 141

$$P_{p.\partial} = 100,9 \cdot 0,7 = 70,6 \text{ кВт};$$

$$P_{p.в} = 100,9 \cdot 0,7 = 70,6 \text{ кВт}.$$

Визначаємо розрахункове навантаження на ввіді в корівник. Розраховуємо денний та вечірній максимум.

$$\text{- денний максимум } S_{p.\partial} = \frac{P_{p.\partial}}{\cos \varphi_{\partial}}, \text{ кВА}; \quad (4.4)$$

$$\text{- вечірній максимум } S_{p.в} = \frac{P_{p.в}}{\cos \varphi_{в}}, \text{ кВА}; \quad (4.5)$$

де: $\cos \varphi_{\partial}$, $\cos \varphi_{в}$ – коефіцієнти потужностей споживача відповідно в денний і вечірній максимуми $\cos \varphi_{\partial} = 0,92$ та $\cos \varphi_{в} = 0,96$.

$$\text{Отже: } S_{p.\partial} = \frac{70,6}{0,92} = 76,7 \text{ кВА};$$

$$S_{p.в} = \frac{70,6}{0,92} = 76,7 \text{ кВА}.$$

Розрахункове навантаження інших споживачів:

- кормоцех $S_{p.\partial} = 34 \text{ кВА}; S_{p.в} = 32 \text{ кВА};$
- телятник $S_{p.\partial} = 17 \text{ кВА}; S_{p.в} = 14,8 \text{ кВА};$
- пункт технічного обслуговування машин $S_{p.\partial} = 4 \text{ кВА}; S_{p.в} = 4 \text{ кВА};$
- приміщення для телиць $S_{p.\partial} = 12 \text{ кВА}; S_{p.в} = 12 \text{ кВА};$
- родильне відділення $S_{\partial} = 26 \text{ кВА}; S_{p.в} = 26 \text{ кВА}.$

Отже, розрахункове навантаження ферми великої рогатої худоби дорівнює:

$$S_{p.\phi} = 76,7 + 34 + 17 + 4 + 12 + 26 = 399,8 \text{ кВА}.$$

За розрахунковим навантаженням вибираємо дві трансформаторні підстанції. Перша ТП1 живитиме електрокалорифери корівників і родильного відділення в холодний період року, а в теплий період року трансформаторна підстанція не працюватиме.

										ДП 2023 141	Арк.
											54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Визначаємо навантаження першої ТП1:

$$S_1 = \frac{(n_1 \cdot P_1 + n_2 \cdot P_2) \cdot \cos \phi}{\cos \phi} = \frac{(4 \cdot 76 + 1 \cdot 25) \cdot 0,7}{0,96} = 240 \text{ кВА} \quad (4.6)$$

Отже, вибираємо трансформаторну підстанцію типу **КТП-250/10/0,4-90-У1**.
Номинальна потужність трансформатора 250 кВА.

Друга ТП2 живитиме інші споживчі ферми ВРХ. Визначаємо навантаження ТП2:

$$S_2 = 21,3 \cdot 4 + 34 + 17 + 4 + 12 + 7,8 = 160 \text{ кВА.}$$

Вибираємо трансформаторну підстанцію типу **КТП -160/10/0,4-90-У1**.
Номинальна потужність трансформатора 160 кВА.

4.2. Вибір кабелю вводу і розподільчих пристроїв

Проведемо розрахунок кабелю вводу в корівник. Провід чи кабель вибираємо за тривало допустимим струмом, згідно умови:

$$I_{тр. доп} \geq I_{розр.}, \text{ А} \quad (4.7)$$

де $I_{розр}$ – розрахунковий струм окремих споживачів, А.
Його приймають рівним $I_{розр.} = I_{н.}$ А.

Так як в корівник входять два вводи, то розраховуємо і вибираємо два кабелі вводу.

Визначаємо струми навантаження у корівник:

$$I_{навл} = \frac{10^3 \cdot P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (4.8)$$

Для кабелю вводу живлення електрокалорифера:

$$I_{навл} = \frac{10^3 \cdot 76}{\sqrt{3} \cdot 380} = 115 \text{ А.}$$

Для кабелю вводу живлення інших споживачів керівника:

					ДП 2023 141	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{нав2} = \frac{10^3 \cdot 23}{\sqrt{3} \cdot 380} = 34,9 A$$

Для вводу живлення калорифера приймаємо АВВГ 1 (4х50) з тривало допустимим струмом 130 А.

Для живлення інших споживачів приймаємо кабель АВВГ 1(4х10) з тривало допустимим струмом 42 А.

Ввідні щити вибираємо за умови:

- 1) За напругою;
- 2) За струмом $I_{Iy} \geq I_{макс. раб.}$;
- 3) За видом уставки;
- 4) За номером схеми;
- 5) За ступенем захисту;
- 6) За кліматичним виконанням і категорією розміщення.

Ввідний щит для калорифера вибираємо: **ЯРП-250** з ввідним рубильником **ВР 32-35** і запобіжниками **ПН2-250** з $I_{п.л. вст.} = 150 A$.

Для інших споживачів: **ПР11-3068-54У1** з автоматичними вимикачами **ВА51-25340010Р30УХЛЗ** номінальним струмом 100 А на вводі і 8-ма вимикачами **ВА51-25340010Р30УХЛЗ** на відхідних лініях.

					ДП 2023 141	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для лінії 0,38 кВ від ТП2 вибираємо провід марки 4А35.

Перевіряємо повітряні лінії 0,38 кВ за умовою:

$$\Delta U_{л} \leq \Delta U_{дон}, \quad (4.10)$$

де $\Delta U_{л}$ - сумарні втрати напруги на проводах усіх ділянок лінії, %; $\Delta U_{дон}$ - допустимі втрати напруги в цій лінії, %.

Втрати напруги на ділянках трифазної чотирьох провідної лінії розраховуємо за формулою:

$$\Delta U_{л} = \frac{100(r_0 P + x_0 Q)}{U_{ном}^2} \% . \quad (4.11)$$

де r_0, x_0 - активний і індивідуальний опори проводів, Ом/км; l - довжина ділянки лінії, м; P - активна потужність лінії, кВт; Q - реактивна потужність лінії, кВАр.

Реактивна потужність розраховується за формулою:

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (4.12)$$

де S - повна потужність.

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} \quad (4.13)$$

Для прикладу проведемо розрахунок для ділянки 4-3 (рис.4.2, а):

$$Q = \sqrt{55^2 - 33^2} = 44,6 \text{ кВАр};$$

$$\Delta U_{4-3} = \frac{100(0,576 \cdot 53 + 0,297 \cdot 44,6)}{380^2} = 1\% .$$

Для інших ділянок втрати напруги розраховуються аналогічно. Втрати в проводах приведені в табл. 4.4.

					ДП 2023 141	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.4. Втрати напруги на ділянках

№ лінії	Ділянка	$I_{роб}$, А	Марка проводу	ΔU , %
Лінії 0,38 кВ від КТП-1				
Л 1	6-7	25	A16	0,33
Л 1	5-6	105	A16	1,33
Л 1	2-5	185	A50	1,98
Л 1	4-3	80	A16	1
Л 1	3-2	160	A50	1,8
Л 1	2-1	345	A50	5,1
Лінії 0,38 кВ від КТП-2				
Л 1	2-1	28	A16	0,9
Л 2	6-5	24	A16	0,8
Л 2	5-4	48	A16	1,6
Л 2	10-11	18	A16	0,64
Л 2	9-10	32	A16	1,28
Л 2	8-9	46	A16	2,1
Л 2	7-8	56	A16	2,8
Л 2	4-7	80	A16	3,6
Л 3	4-3	152	A35	5,2
Л 3	12-13	51	A16	1,2

Перевіряємо умову:

КТП1: $5,1\% < 7\%$

КТП2: $5,2\% < 7\%$

Умова виконується, проводи вибрано вірно.

4.4. Перевірка можливості пуску двигуна при відхиленні напруги

Дану перевірку проводимо для двигуна дробарки ДБ-5 серії АИР180М2У2. Технічні характеристики, наведені в табл. 2.4.

Перевірка двигуна здійснюється за умовою:

$$\Delta U_{доп} \geq \Delta U_{факт}, \quad (4.14)$$

де $M_{зруш}$ – момент зрушення ($M_{зруш}=24$ Н·м); $M_{надл}$ – надлишковий момент, ($M_{надл}=0,3 M_{зруш}$); $M_{пуск}$ - пусковий момент, ($M_{пуск}=K \cdot M_n$), Н·м; M_n – номінальний момент, Н·м.

					ДП 2023 141	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta U_n = 100 \cdot \frac{0,045 + 0,155}{0,045 + 0,155 + 0,96} = 1,7\%.$$

$$Z_{дв} = \frac{U_n}{K_i \cdot I_{н.дв}} = \frac{380}{7 \cdot 56,2} = 0,96 \text{ Ом.} \quad (4.17)$$

$$\Delta U_m = \frac{S_n}{S_{ном}} (U_a \cos \varphi + U_p \sin \varphi). \quad (4.18)$$

де S_n – максимальна потужність навантаження, кВА; $S_{ном}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА; U_a і U_p – активна і реактивна складова напруги к. з. трансформатора; $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності навантаження, $\cos \varphi = 0,8$.

Отже:

$$\Delta U_m = \frac{150}{160} (4,7 \cdot 0,80 + 1,2 \cdot 0,7) = 4,3\%.$$

Визначаємо фактичне зниження напруги:

$$\Delta U_\phi = 11 + 5 - 1,7 - 4,3 - 4,2 = 5,8\%.$$

Отже, задана умова $\Delta U_{доп} \geq \Delta U_{факт}$ виконується:

$$22\% > 5,8\%.$$

4.5. Перевірка захисної апаратури на спрацювання при однофазному та трифазному короткому замиканні

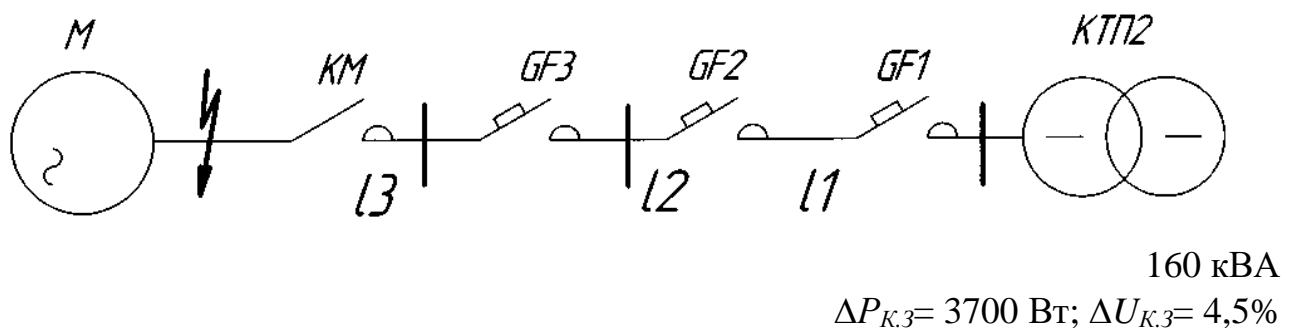


Рис. 4.4. Розрахункова схема

Вихідні данні:

Двигун АИР180М2У2

$l_1 = 0,01 \text{ км,}$

А16

$P_n = 30 \text{ кВт}$

$l_2 = 0,005 \text{ км,}$

АВВГ(4x16)

$I_n = 56,2 \text{ А}$

					ДП 2023 141	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$l_3=0,002$ км,

АПВ 4(1x16)

$K_i=7$

Перевірку на чутливість вимикача QF3 при однофазному короткому замиканні проводимо за умовою:

$$I^{(1)}_{к.з.} \geq 3I_{р.н.} \quad (4.19)$$

Струм короткого замикання знаходимо за формулою:

$$I^{(1)}_{к.з.} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{км}}{3} + Z_n}, \quad (4.20)$$

де U_{ϕ} – фазна напруга, В; $Z_{км}$ – повний опір трансформатора струму замикання на корпус, Ом; Z_n – повний опір, Ом.

Знаходимо повний опір трансформатора:

$$Z_{км} = \frac{26}{S_n} = \frac{26}{160} = 0,162 \text{ Ом} \quad (4.21)$$

Повний опір лінії знаходимо за формулою:

$$Z_n = \sqrt{(\sum R_n)^2 + (\sum X_n)^2}, \text{ Ом}, \quad (4.22)$$

де $\sum R_n$ - сума активних опорів лінії, Ом; $\sum X_n$ - сума реактивних опорів лінії, Ом.

$$\sum R_n = Rl_1 + Rl_2 + Rl_3 + R_{конт}, \text{ Ом} \quad (4.23)$$

$$\sum X_n = 2X_{\phi,н}^1 + X_{\phi}^{11}, \text{ Ом}. \quad (4.24)$$

де Rl_1, Rl_2, Rl_3 – опори ділянок лінії, Ом; $2X_{\phi}^1$ – зовнішній індуктивний опір, обумовлений взаємодією фазного і кульового приводу, Ом; X_{ϕ}^{11} – внутрішній індуктивний опір, Ом; $R_{конт}$ – опір контактних з'єднань:

- трансформаторної підстанції 0,01 Ом;
- розподільного пристрою 0,015 Ом;
- магнітного пускача 0,03 Ом.

										ДП 2023 141	Арк.
											62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

$$I_{к.з}^{(3)} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_n}, \quad (4.27)$$

де $\sum R_n$ і $\sum X_n$ - опори трьохфазного замикання, Ом.

$$\sum R_n = R_m + R_\phi, \text{ Ом}, \quad (4.28)$$

$$\sum X_n = x'_m + x'_\phi, \text{ Ом} \quad (4.29)$$

де R_m і x'_m – опори трансформатора, Ом; R_ϕ і x'_ϕ – активний і реактивний опори фази, Ом.

$$x_m = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2}, \text{ Ом} \quad (4.30)$$

$$Z_m = \frac{U_{к.з.} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_H}; \text{ Ом} \quad (4.31)$$

$$R_m = \frac{\Delta P_{к.з.} \cdot U_n^2}{S_H^2}, \text{ Ом} \quad (4.32)$$

Отже: $Z_m = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 160 \cdot 10^3} = 0,045 \text{ Ом}; \quad R_m = \frac{3700 \cdot 400^2}{160000^2} = 0,023 \text{ Ом}.$

Тоді маємо:

$$x_T = \sqrt{0,045^2 - 0,023^2} = 0,038 \text{ Ом};$$

$$\sum R_n = 0,023 + 0,4 \cdot 0,28 + (0,02 + 0,015) = 0,17 \text{ Ом};$$

$$\sum X_n = 0,023 + 0,068 = 0,091 \text{ Ом}.$$

Розраховуємо струм трифазного короткого замикання:

$$I_{к.з}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,17^2 + 0,091^2}} = 1212 \text{ А}.$$

Вибраний автоматичний вимикач АЕ2046 задовольняє умову

$$3 \text{ кА} > 1,212 \text{ кА},$$

Таким чином вибраний вірно.

					ДП 2023 141	Арк.
						64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок обсягу робіт по обслуговуванню електричного обладнання

На сільськогосподарських підприємствах склалась широка номенклатура електричного обладнання, різного за призначенням, будовою, вимогами до монтажу та експлуатації. Це суттєво ускладнює вирішення питань з планування і контролю кількості персоналу енергетичних служб і зокрема, інженерно-технічних працівників.

З метою спрощення розрахунків конкретне фізичне обладнання переводиться в умовні одиниці із застосуванням перевідних коефіцієнтів, які містяться в укрупнених нормативах трудомісткості технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання [10].

Розрахунок обсягу робіт з обслуговування енергетичного обладнання з використанням системи умовних одиниць проводиться на основі результатів його інвентаризації (журналів і карт обліку, карти експлуатації).

Найбільш зручною формою представлення розрахунків є таблиця, яка структурована по окремих виробничих приміщеннях, що в свою чергу, відповідає структурі журналів обліку або картотеки керівника енергетичної служби.

Розрахунок обсягу робіт з обслуговування енергетичного обладнання в умовних одиницях на фермі наведені в табл. 5.1.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Буряк В.Ф.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.				65	
Н. Контр.					5.Економічна частина ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		
Затверд.		Балюта С.М.					

Таблиця 5.1. Розрахунок обсягу робіт з обслуговування енергетичного обладнання

Виробничий підрозділ, виробниче приміщення, обладнання	Кількість обладнання	Перевідний коефіцієнт	Поправочні коефіцієнти, стосовно тривалості роботи обладнання			Кількість у.о.
			менше 4 міс. протягом року	електродвигуни		
				до 6 год./добу	понад 10 год./добу	
Корівник на 100 голів, 4 шт.						
Електропривод гносприбирального транспортера ТСН-160А, Р=4 кВт.	1	0,61	-	0,85	-	0,5
Електропривод роздавача кор-мів РВК-Ф-74, Р=4 кВт	2	0,61	-	0,85	-	1
Електропривод вентилятора ВО-Ф-5,6А, Р=1,48 кВт	4	0,7	-	0,85	-	2,4
Освітлення, Р=6,95 кВт.	300	1,4	-	-	-	4,2
Електропривод доїльної установки АДМ-8А-1, Р=3 кВт.	1	0,61	-	0,85	-	0,5
Електроводонагрівник САЗС-400190-ІЗ, Р=12 кВт.	1	1,66	-	-	1,2	2
Електрокалорифер СФОЦ-63/0,5-ІЗ, Р=76 кВт.	1	3,78	0,7	-	-	2,6
Електропривод електрокалорифера Р=2,2 кВт.	1	0,61	-	0,85	-	0,5
Електропривод циркуляційного насоса, Р=0,37 кВт.	1	4,8	-	0,85	-	4
Ящик обліку електроенергії	1	0,3	-	-	1,2	0,4
Кабельні лінії	-	1,29	-	-	1,2	1,5
ПЗА	16	0,6	-	-	1,2	12
Всього:	-	-	-	-	-	126,4

5.2. Розрахунок річних затрат праці на проведення ТО і ПР електротехнічного обладнання

Річні затрати праці на проведення ТО і ПР енергетичного обладнання відповідно до рекомендацій, які викладені в [10], визначаються згідно з нормативними значеннями періодичності і трудомісткості технічного обслуговування та поточного ремонту по кожному виду обладнання. У зв'язку з цим кількість планових ТО і ПР, виходячи із встановленою системою ПЗР і ТО періодичності, корегується з урахуванням сезонного використання обладнання, а для електродвигунів і тривалості роботи протягом зміни. Трудомісткість сезонних технічних обслуговувань приймається на 15% вищою, ніж при звичайних обслуговуваннях.

Формули для розрахунку річних затрат праці $Q_{ТО}$ і $Q_{ТР}$ люд.-год./рік можна записати у такому вигляді:

$$Q_{ТО} = n_1 g_1 m_1 + n_2 g_2 m_2 + \dots + n_n g_n m_n, \text{ люд.-год./рік}; \quad (5.1)$$

$$Q_{ТР} = n_1 g'_1 m'_1 + n_2 g'_2 m'_2 + \dots + n_n g'_n m'_n, \text{ люд.-год./рік}, \quad (5.2)$$

де $g_1 - g_n$ і $g'_1 - g'_n$ - нормативні значення трудомісткості; $n_1 \dots n_n$ - кількість кожного виду обладнання; $m_1 \dots m_n$ і $m'_1 \dots m'_n$ - відповідно планована кількість ТО і ТР для кожного виду обладнання.

$$Q_{заг} = Q_{ТО} + Q_{ПР}, \text{ люд.-год./рік}. \quad (5.3)$$

Отримане розрахункове значення річних затрат праці для виконання ТО та ПР енергетичного обладнання $Q_{заг}$ використовується для визначення нормативної кількості персоналу енергетичної служби і зокрема електромонтерів.

На основі системи ПЗР і ТО доцільно виконати розрахунок річних затрат праці в табличній формі (табл. 5.2). Річні затрати праці розраховують за наведеними вище виразами для значень $Q_{ТО}$ і $Q_{ПР}$, тобто множенням значень трудомісткості одного ТО чи ПР на кількість конкретного виду обладнання та кількість планових ТО і ПР протягом року.

					ДП 2023 141	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.2. Розрахунок річних затрат праці на ТО і ПР електротехнічного обладнання

Приміщення, обладнання	Характеристика обладнання			К-сть, шт. (для провода, м)	Категорія приміщення	Трудомісткість виконання, люд.-год		К-сть виконан. профілакт. заходів протягом року		Річні затрати праці протягом року, люд.-год./рік	
	Тип	Р _н , кВт або І _н , А	п _н , об/хв			ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
Корівник на 100 голів				4							
Гностр�портер	ТСН-160А			1	ОВХ	1,8	8,5	12	1	21,6	8,5
Електропривод гностр�портера	АИР112МВ6	4	1000	1	ОВХ	0,5	5	3	1	1,6	5
	АИР80В4	1,5	1500	1	ОВХ	0,4	4,3	3	1	1,2	4,3
Роздавач кормів	РВК-Ф-74			2	ОВХ	9,2	13,8	4	0,5	73,68	13,9
Електропривод роздавача кормів	АИР100S4	4	1500	2	ОВХ	0,5	4,8	4	0,33	4	3
Вентиляційна установка	ВО-Ф-5,6А			4	ОВХ	12,7	41,9	2	1	100	167,6
Електропривод вентиляційної установки	АИРП80А6	0,37	900	4	ОВХ	0,3	4,1	3	1	3,6	16,4
Освітлення	НСП01	0,01		60	ОВХ	0,15	0,4	8	24	0,27	0,576
Доїльна установка	ДДМ-8А-1			1	ОВХ	10,7	53,9	3	1	32,1	53,9
Електропривод доїльної установки	АИР100S4	3	1500	1	ОВХ	0,4	4,3	3	1	1,2	4,3
Електроводо-нагрівник	САЗС-400/90-У3	12		1	ОВХ	1,36	7,6	4	1	5,4	7,6
Електропривод циркуляційного насосу	АИР63А2	0,37	3000	1	ОВХ	0,3	3,7	3	1	0,9	3,7
Електрокалорифер	СФОЦ-63/0,5-У3	76		1	ОВХ	0,5	2,6	2	1	1	2,6
Електропривод калорифера	АИР100L6	2,2	1000	1	ОВХ	0,4	4,4	3	1	1,2	4,4
Щит освітлення	ЩА611			1	ОВХ	0,36	5,4	3	1	1	5,4
Автоматичний вимикач	АЕ1031	10		5	ОВХ	0,25	1,76	11	1	13,7	8,8
	АЕ2056	16		7	ОВХ	0,25	1,76	11	1	19,2	12,2
Кабель	АВВГ (4x2,5)			200	ОВХ	1,2	18	3	1	7,2	36
	АВВГ (2x2,5)			350	ОВХ	1,2	18	3	1	12,6	64,8
Всього										301,2	422,9

Загальна кількість електромонтерів в енергетичній службі $N_{ел.мон.заг}$ по обслуговуванню ферми ВРХ на 400 голів:

$$N_{ел.мон.заг} = \frac{A_{заг}}{100}, \text{ чол.}, \quad (5.4)$$

де $A_{заг}$ – обсяг робіт з обслуговування електрообладнання в умовних одиницях; 100 – середньорічне навантаження на одного монтера, у.о./чол.

$$N_{ел.мон.заг} = \frac{126,4}{100} \approx 1 \text{ чол.}$$

$$N_{ел.мон.заг} = N_{ел.мон.черг} + N_{ел.мон.рем}, \text{ чол.}, \quad (5.5)$$

Кількість електромонтерів групи з виконання ТО і ПР електрообладнання визначається за формулою:

$$N_{ел.мон.рем} = \frac{Q_{заг}}{M_{річн.}}, \text{ чол.}, \quad (5.6)$$

де $Q_{заг}$ – загальні річні затрати праці на виконання ТО і ПР електрообладнання, люд.-год./рік; $M_{річн.}$ – річний фонд робочого часу електромонтера, год.

Річний фонд робочого часу розраховується за формулою:

$$M_{річн.} = (d_{календ} - d_{вих} - d_{св} - d_{відп})t\eta_p - nd_{св}, \text{ год.}, \quad (5.7)$$

де $d_{календ}$, $d_{вих}$, $d_{св}$, $d_{відп}$ – відповідно кількість календарних, вихідних, святкових, відпускних днів у році; t – середня тривалість робочої зміни ($t = 8,2$ год. [11]); η_p – коефіцієнт, що враховує втрати робочого часу з поважних причин; n – кількість годин, на які скорочується передсвятковий день, год.

$$M_{річн.} = (365-104-9-25) \cdot 8,2 \cdot 0,95 - 4 \cdot 5 = 1748 \text{ год.}$$

$$N_{ел.мон.рем} = 724,1 / 1748 \approx 1 \text{ чол.}$$

$$N_{ел.мон.черг} = N_{ел.мон.заг} - N_{ел.мон.рем}, \text{ чол.} \quad (5.8)$$

$$N_{ел.мон.черг} = 1 - 1 \approx 0 \text{ чол.}$$

					ДП 2023 141	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.3. Планування ТО і ПР електротехнічного обладнання

Планування ТО і ПР електротехнічного обладнання здійснюється на основі нормативних значень періодичності і трудомісткості цих заходів з урахуванням умов експлуатації, що склалися на сільськогосподарському підприємстві. При цьому також має бути виконаний розрахунок потреби у матеріальних і запасних частинах на технічне обслуговування і ремонт. Основною метою планування технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання є складання річного графіка їх проведення, а най частіше - річного графіка проведення ПР та квартальних графіків проведення ТО.

За інтервал часу під час складання річного графіка проведення ПР можна приймати місяць, а для квартального графіка ТО – декаду або тиждень із зазначенням конкретних дат проведення технічного обслуговування.

Виконання робіт слід планувати так, щоб завантаження електромонтерів по можливості було рівномірним.

Проведення ТО і ПР не повинно порушувати технологічний процес на виробничому об'єкті, тобто слід максимально використовувати технологічні перерви, неробочі зміни і як виняток вихідні дні. При цьому ремонт електрообладнання доцільно суміщати з ремонтом машин і механізмів, на яких вже встановлено. Капітальний (поточний) ремонт внутрішніх електропроводів, розподільних та освітлювальних щитків у приміщеннях потрібно планувати на період утримання ВРХ на пасовищах.

5.4. Заходи по раціональному використанню електроенергії

Типові витрати електроенергії в корівнику визначаються за кількістю удою:

$$W_{\text{тип}} = \frac{W_{\text{річн}}}{N_{\text{річн}}}, \text{ кВт}\cdot\text{год.}, \quad (5.9)$$

де $W_{\text{річн}}$ – річне споживання електроенергії корівником, кВт год.;
 $N_{\text{річн}}$ – кількість удою за рік, л.

$$N_{\text{річн}} = 20 \cdot 300 \cdot 400 = 2400000 \text{ л.}$$

									ДП 2023 141	Арк.
										70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

Основна задача безпеки праці – максимальне усунення несприятливих виробничих факторів, створення здорових, безпечних і комфортабельних умов на робочих місцях, підвищення працездатності людей, максимальний розвиток їх творчих здібностей.

Важлива роль відводиться організації праці і виробництва, організації робочих місць, вивченню безпечних прийомів праці, профорієнтації і профвідбору, контролю за умовами праці і станом здоров'я працюючих, зміцненню трудової і виробничої дисципліни, широкій участі робітників і службовців в створенні здорових і безпечних умов праці.

В даному розділі передбачаються заходи по безпеці праці на молочній фермі ВРХ Агрофірми «Журавушка» Воловецького району Закарпатської області. В цьому розділі передбачені питання захисту будівель від прямих ударів блискавки, враховані питання протипожежного захисту, індивідуального захисту персоналу, виконаний розрахунок заземлюючих пристроїв.

6.1. Безпека ферми ВРХ молочного напрямку

Аналіз стану охорони праці на фермі ВРХ

Заходи по безпеці праці на молочній фермі ВРХ Агрофірми «Журавушка» проводиться на основі річного плану номенклатурних заходів по безпеці праці. Ведеться паспорт санітарно – технічного стану і наявності засобів безпеки праці, журнал інструктажу по техніці безпеки. На робочих місцях знаходяться плакати та інструкції по техніці безпеки.

Безпосереднє управління розробкою і проведення заходів по безпеці праці, а також контроль за дотримання трудового законодавства в Агрофірмі «Журавушка» є обов'язками інженера по безпеці праці і головних спеціалістів.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Буряк В.Ф.			6.Охорона праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Сірик А.О.					72	
Н. Контр.								
Затверд.		Балюта С.М.				ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		

відносною вологістю повітря (тривалий час перевищує 75 %), наявністю струмопровідного пилу у кількості, що може відкластися на проводах, проникати в машини та агрегати, приміщення, які не опалюються, або жаркі, з температурою повітря понад 35 °С; сухі виробничі приміщення, в яких є можливість одночасного доторкання людини до струмоведучих частин, і заземлених металевих конструкцій або виробничого обладнання

Частина приміщень ферми по умовам навколишнього середовища відноситься до сирих і особливо сирих приміщень з хімічно – активним середовищем, в яких відносна вологість перевищує 75%. В повітрі знаходяться пари аміаку, які здійснюють руйнівну дію на ізоляцію проводів. Для видалення з приміщень аміаку і вологи передбачена припливна – витяжна вентиляція.

По пожежонебезпеці приміщення кормоцеху, корівника відносяться до зони П-П (зони в середині приміщень у яких тимчасово або постійно виділяються горючий пил або волокна з нижньою межею загоряння понад 65 г/м³).

По вибухонебезпеці приміщення кормоцеху, корівника відносяться до зони В-Па небезпечний стан, характерний для В-П, (виділяються перехідні в стан суспензії горючі пил або волокна в такій кількості і властивостями, що здатні утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші, але не виникає при нормальній експлуатації, а можливий тільки внаслідок аварій або несправностей (при завантажуванні та розвантажуванні технологічних апаратів).

Визначення потенційно – небезпечних частин електроустановок

До потенційно небезпечних частин в електроустановках відносяться не струмоведучі частини, на яких може з'явитися напруга внаслідок пошкодження ізоляції. Ці частини електроустановок підлягають захисному заземленню або зануленню в межах напругою до 1000 В із глухо заземленою нейтраллю.

На фермі ВРХ потенційно-небезпечними частинами є;

- каркаси розподільчих щитів керування, шафи із електрообладнанням;
- сталеві труби для електропроводки;

										ДП 2023 141	Арк.
											74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

6.2. Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ

Розрахункові дані Закарпатської області:

- питомий опір верхнього шару ґрунту $\rho_1 = 270$ Ом·м;
- питомий опір нижнього шару ґрунту $\rho_2 = 140$ Ом·м;
- товщина верхнього шару ґрунту $h_1 = 3,5$ м.

Розрахунок

Схема заміщення заземлюючого пристрою наведена на рис. 6.1.

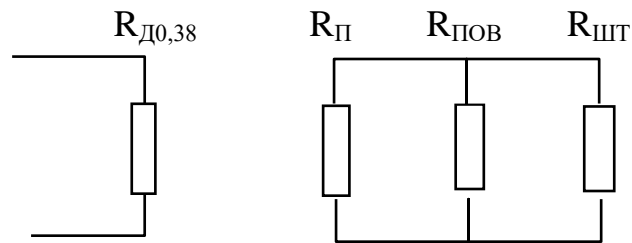


Рис. 6.1. Схема заміщення заземлюючого пристрою

Для визначення допустимої величини заземлюючого пристрою вирахуємо еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту за формулою:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1(t + kl - h_1) + \rho_2(h_1 - t)}, \quad (6.1)$$

$k=1$ при $\rho_1 > \rho_2$.

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 5}{270(0,8 + 5 - 3,5) + 140(3,5 - 0,8)} = 189,19 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}.$$

Визначаємо опір природного заземлювача, в якості якого служить залізобетонний фундамент будівлі підстанції:

$$R_{\text{пр}} = 0,5 \frac{\rho_{\text{эф}}}{\sqrt{S}}, \quad (6.2)$$

де $\rho_{\text{эф}}$ - еквівалентне значення питомого опору ґрунту, Ом·м.

$$\rho_{\text{эф}} = \rho_1 \left(1 - e^{-\alpha \frac{h_1}{\sqrt{S}}} \right) + \rho_2 \left(1 - e^{-\beta \frac{\sqrt{S}}{h_1}} \right), \quad (6.3)$$

де α, β - коефіцієнти, $\rho_1 > \rho_2$ - $\alpha = 3,6; \beta = 0,1$.

$$\rho_{\text{эф}} = 270 \left(1 - e^{-3,6 \frac{3,5}{7,07}} \right) + 140 \left(1 - e^{-0,1 \frac{7,07}{3,5}} \right) = 249,3 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

					ДП 2023 141	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{R_B}{R_{шт}} = \frac{64,3}{14,87} = 4,3 \text{ шт.} \quad (6.13)$$

Приймаємо 8 стержнів.

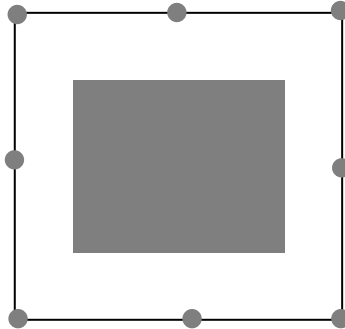


Рис. 6.3. Схема заземлювального контуру

Визначаємо опір розтікання струму горизонтальної полоси:

$$R_{\Gamma} = \frac{k_c \cdot \rho_{екв.Г}}{2 \cdot \pi \cdot L_{\Gamma}} \cdot \ln \frac{2 \cdot L_{\Gamma}^2}{b \cdot t}, \quad (6.14)$$

де : b – ширина горизонтальної полоси , $b = 0,04$ м; $\rho_{екв.Г}$ – еквівалентний питомий опір для горизонтального заземлювача, його розраховують шляхом інтерполяції; L_{Γ} – довжина одного горизонтального заземлювача $L_{\Gamma} = 5$ м.

Розрахунок $\rho_{екв.Г}$ ведемо використовуючи дані з таблиці «Відносні значення еквівалентного питомого опору $\rho_{ст}/\rho_{Г}$ двошарової землі для розрахунку опору простого горизонтального заземлювача».

$$\frac{\rho_{екв.Г}}{\rho_2} = 1,73; \quad \rho_{екв.Г} = 1,73 \cdot 140 = 242,2 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

$$R_{\Gamma} = \frac{1,5 \cdot 242,2}{6,28 \cdot 5} \ln \frac{2 \cdot 25}{0,04 \cdot 0,8} = 85,09 \text{ Ом.}$$

$$q_{\Gamma} = \frac{1}{R_{\Gamma}} = 0,012 \text{ Ом.}$$

Опір штучного заземлювача:

$$R_{шт} = \frac{1}{\eta \cdot (n \cdot q_B + q_{\Gamma})}, \quad (6.15)$$

										ДП 2023 141	Арк.
											80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

де: η - коефіцієнт використання складного заземлювача, його вибираємо з однойменної таблиці, застосовуючи метод інтерполяції, $\eta=0,411$.

$$R_{шт} = \frac{1}{0,411(8 \cdot 0,0156 + 0,012)} = 17,8 \text{ Ом} < 14,87 \text{ Ом} - \text{ умова не виконується.}$$

Збільшуємо кількість вертикальних стержнів на 4 шт.

$$R_{шт} = \frac{1}{0,411(12 \cdot 0,0156 + 0,012)} = 12,19 \text{ Ом} < 14,87 \text{ Ом} - \text{ умова виконується.}$$

Отже необхідно взяти 12 вертикальних стержнів довжиною 5 м і діаметром 12 мм, з'єднаних половою 40x4.

6.3. Блискавкозахист будівель і споруд

Приміщення ПТО і РЕО за класифікацією [1] відносяться до класу П-Па та згідно з чинними нормативними матеріалами¹ підлягають блискавкозахисту за III-ю категорією.

Захист від прямих ударів блискавки виконується блискавкоприймальною сіткою, розміщеною на даху будівлі. Такий тип блискавкозахисту застосовується для будівель з плоским дахом, довжина яких не перевищує 25 м. Конструктивне виконання блискавкозахисту (рис. 6.4) передбачає площу чарунок сітки не більше 150 м². Блискавкоприймальна сітка виконана із сталюого дроту діаметром 6 мм. Сітка сполучується струмовідводами із заземлювачами, виконаними з круглої сталі діаметром 10 мм та з'єднаними сталюю штабою розмірами 4x40 мм.

					ДП 2023 141	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

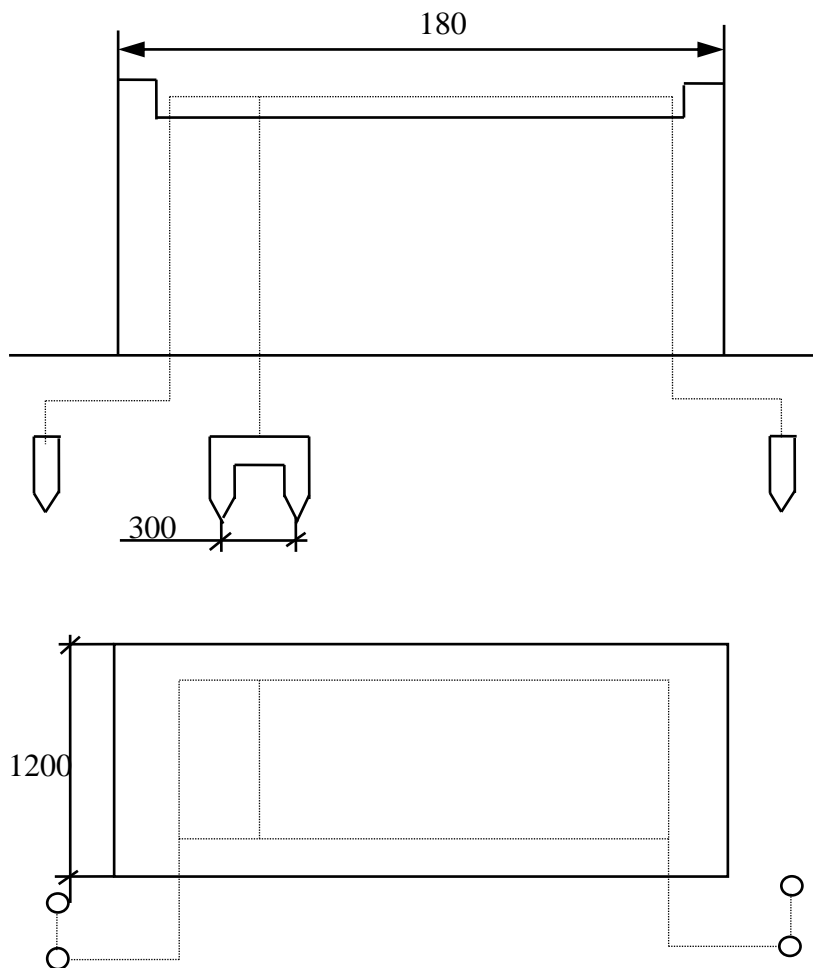


Рис. 6.4. Конструктивне виконання блискавкозахисту

6.4. Пожежна безпека

Виробничі приміщення ПТО і РЕО за вибухо- та пожежонебезпекою відносяться до класу П-Ша (за винятком двох ділянок класу П-Іа), проводимо його аналіз з точки зору пожежобезпеки. Причиною спалаху може стати поява відкритого вогню в приміщеннях при збільшенні концентрації лакофарбних парів, парів бензину та розчинників. Заходи по забезпеченню пожежної безпеки передбачають на ділянках фарбування, просочування та сушіння 4 пожежних крана та пожежну сигналізацію. Необхідна витрата води для потреб внутрішнього пожежогасіння - 5 л/с. Розрахункова втрата води на внутрішнє пожежогасіння виконується від водопровідної мережі.

Пожежна сигналізація забезпечена приладом "Сигнал-31" (СТУ 25.15.555-73) з повідомлювачами типу ДТЛ чи ЛПС-038.

										ДП 2023 141	Арк.
											82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							

Таблиця 6.4. Кількість пожежного інвентарю

Найменування пристроїв та засобів захисту	Тип	Місце становлення	Кількість
Вогнегасник	ВХП-10 ВВК-5	Ділянки фарбування, просочування та сушіння	2
Ящик з піском		Ділянка заготівлі конструкцій	1
Пожежний щит:		Біля контрольного входу	1
відро			2
лопата			1
сокира			1
багор			1
вогнегасник	ВХП-10		1

6.5. Організація монтажу та налагодження енергетичного обладнання

Допустима напруга для великої рогатої худоби при доторканні до струмововедучих частин електроустановки дуже мала – 24 В (при дії не більше ніж 5 с); крім того, якщо корови попадають навіть під напругу 3..4 В, то в них знижується надій молока на 40% [10]. Тому до монтажу та налагодження електроустановок у тваринницьких приміщеннях ставлять особливі вимоги.

Для уникнення появи напруги відносно землі в колах з нульовим проводом навантаження по фазах повинні бути симетричними. Для цього застосовуються електроприймачі в трифазному виконанні. Допускається використання однофазних електроприймачів потужністю до 1,3 кВт, які підключаються до лінійної напруги і не більше ніж 0,6 кВт – до фазної.

Освітлювальне навантаження на фермах рівномірно розподіляється по всіх фазах. Пускову і захисну апаратуру рекомендується розміщувати поза приміщеннями, де утримуються тварини.

Пункти і кнопки керування встановлюються біля робочих машин. Якщо неможливо розмістити апаратуру керування у спецприміщеннях, то вживають заходів щодо захисту її від впливу навколишнього середовища або вибирають обладнання у виконанні, яке відповідає умовам приміщення. У тваринництві застосовуються електродвигуни спеціального сільськогосподарського виконання.

										Арк.
										83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Основний спосіб від ураження електричним струмом у мережах напругою 380/220 В із заземленою нейтраллю – приєднання металевих частин електрообладнання, які в результаті пробоя ізоляції можуть виявитись під напругою, до нульового проводу (занулення). Так, все занулене обладнання виявиться під недопустимо високою напругою. Тому металеві конструкції надійно ізолюють від корпусів електрообладнання і апаратуру, тобто від нульового проводу.

У відгалуженнях від магістральних ліній водопроводів до автонапувалок, електронагрівників та інших електроприймачів, а також у вакуумпроводах доїльних агрегатів установлюють ізолювальні вставки.

Часто металеві конструкції не можна повністю ізолювати від електрообладнання і нульового проводу. У цьому випадку на фермах застосовують пристрої для вирівнювання електричних потенціалів.

Всі з'єднання в пристрої для вирівнювання потенціалів зварюють, а в торцевій частині кожного ряду їх виконують на болтах, оскільки за цими ділянками контролюють цілісність кола вирівнювальних провідників. Надійність даного пристрою, а також ізолюваних вставок може бути небезпечна тільки при справній системі занулення. Опір вирівнювальних провідників не повинен перевищувати 1 Ом.

					ДП 2023 141	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЗАСОБІВ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА

7.1 Визначення показників надійності електротехнічного обладнання

Технічний рівень засобів електрифікації і автоматизації виробничих процесів в більшості визначає економічна ефективність застосування їх в сільськогосподарському виробництві. Рівень технічного удосконалення тих чи інших технічних засобів оцінюється виробництво продуктивністю, ККД, потужністю, довговічністю, безвідмовністю, ступенем уніфікації і т.д. Одним з головних в системі електрифікації та автоматизації виробництва є показники надійності. Від їх значення залежить продуктивність, ККД і економічна ефективність застосування даних технічних засобів.

Вихід з ладу електротехнічного обладнання приводить до порушення технологічних процесів, недовипуск продукції, нераціональні витрати трудових і матеріальних ресурсів, збільшення витрат на ремонт і утримання техніки.

Надійність роботи технологічного обладнання характеризує інтенсивність і параметри потоку відмов, на наробітки на відмову, вірогідність безвідмовної роботи, середній час відновлення та інше. Сукупність технологічного обладнання і засобів автоматизації можна представити як систему взаємопов'язаних елементів, вихід з ладу одного із них приводить до відмови всієї системи і порушення технологічних процесів виробництва. Загальна інтенсивність (потік) відмов системи визначається:

а) для невідновлених (не ремонтованих) елементів:

$$\lambda = \sum_1^v \lambda_{oi} n_i K_n - \text{інтенсивність відмов,} \quad (7.1)$$

де n_i - число однотипних елементів в системі; λ_{oi} - інтенсивність відмов і елементів в лабораторних умовах, 1/год.; K_n - коефіцієнт на конкретні умови експлуатації; v - кількість видів (типів) елементів в системі.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Буряк В.Ф.			7. Техніко-економічна оцінка засобів електрифікації виробництва	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.					85	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		
Затверд.		Балюта С.М.						

б) для відновлених елементів:

$$q = \sum_1^6 q_{oi} n_i K_{л} \quad - \text{потік відмов,} \quad (7.2)$$

де q_{oi} - потік відмов 1 елементу в лабораторії, 1/год.

Коефіцієнт, враховуючий навколишнє середовище ($K_{л}$): для нормальних умов $K_{л}=1$, для стаціонарних процесів в виробничих приміщеннях $K_{л}=10-15$, для мобільних агрегатів $K_{л}=25-30$.

Середнє напрацювання системи на відмову:

$$t_{ог} = \frac{1}{\lambda}; \quad t_{oi} = \frac{1}{q}, \text{ ГОД.}$$

Затрати часу на відновлення відмови:

$$T_{в} = K_{л} \frac{\sum_1^6 \lambda_i n_i t_{ви}}{\sum_1^6 \lambda_i n_i}, \text{ ГОД.} \quad (7.3)$$

де $K_{л}$ - коефіцієнт, враховуючий час пошуку несправності в системі ($K_{л}=1,5-2$): $t_{ви}$ - час відновлення і елементу, год.

Очікуєма кількість відмов системи в рік:

$$m_o = \lambda t_p, \quad (7.4)$$

де t_p - час роботи обладнання на протязі року, год.

Очікуваний сумарний час простою технічного обладнання за рік:

$$t_{nc} = m_o t_{np}, \text{ ГОД.,} \quad (7.5)$$

де t_{np} - час простою технологічного обладнання при одній відмові.

$$t_{np} = t_{св} + T_{в}, \text{ ГОД.} \quad (7.6)$$

де $t_{св}$ - середні затрати часу на виклик ремонтно-обслуговуючого персоналу та доставку обладнання, год.

Коефіцієнт готовності – комплексний показник експлуатаційної надійності:

$$K_2 = \frac{t_{ог}}{t_{ог} + t_{np}} = \frac{t_p}{t_p + t_{nc}}, \quad (7.7)$$

де t_p - безвідмовний час роботи обладнання на протязі року, год.

									Арк.
									86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

При автоматизації технологічних процесів простої можуть бути як із-за технологічного обладнання, так і із-за виходу з ладу елементів системи автоматизації, тому:

$$t_{\text{пс}} = t_{\text{пт}} + t_{\text{па}} - \text{сумарний час простою технологічного процесу, год.}$$

де $t_{\text{пт}}$ - час простою із-за відмов технологічного обладнання, год.; $t_{\text{па}}$ - час простою із-за відмов елементів схем автоматизації, год.

Якщо коефіцієнт готовності визначимо, то очікуєий сумарний час простою обладнання на протязі року складає:

$$t_{\text{пс}} = \frac{t_p(1 - K_r)\Delta}{K_r} \quad (7.8)$$

Значення K_r визначається по каталогу.

Визначимо показники надійності роботи роздавача кормів РВК-Ф-74 з урахуванням пристрою захисного відключення трьохфазного електродвигуна УЗОТЄ-2У при наступних даних:

- коефіцієнт готовності технологічного обладнання, $K_r = 0,98$;
- безвідмовна роботи обладнання на протязі року, $t_p = 1350$ год.;
- середні витрати часу на виклик ремонтного персоналу, $t_{\text{св}} = 1,1$ год.

Значення показників надійності окремих елементів схеми автоматизації роздавача кормів приведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1. Показники надійності окремих елементів схеми

Елементи схеми	К-сть, шт.	λ_0	a_1	λ_E	$a_1 \cdot \lambda_E$
Реле часу електромеханічне	2	1,5	0,39	3	1,17
Кінцеві вимикачі	2	15,3	0,45	30,6	13,77
Пристрій захисного відключення 3-фазного двигуна	1	4,5	0,5	4,5	2,25
Кнопки управління	4	0,9	0,25	3,6	0,9
Сигнальна лампа	1	0,91	0,03	0,97	0,03
Вимикач автоматичний	1	0,30	0,25	0,30	0,07
З'єднання пайкою та зажимами	65	0,04	0,02	2,6	0,05
Всього				45,5	17,24

Інтенсивність відмов системи роздавача кормі РВК-Ф-74:

$$\lambda_a = \sum_1^7 \lambda_i n_i K_{\Gamma} = 45,5 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 455 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.} \quad (7.9)$$

Середня напрацьованість системи на відмову:

$$t_{об} = \frac{1}{\lambda_a} = \frac{1}{455 \cdot 10^{-6}} = 2197,8 \text{ год.}$$

Час відновлення:

$$T_{\sigma} = K_n \frac{\sum_1^7 \lambda_i n_i t_{\sigma i}}{\sum_1^7 \lambda_i n_i} = 1,5 \frac{17,24}{46,5} = 0,6 \text{ год.} \quad (7.10)$$

Очікувана кількість відмов системи за рік:

$$m_{об} = \lambda_a t_p = 455 \cdot 10^{-6} \cdot 1350 = 0,61. \quad (7.11)$$

Очікуваний час простою технологічного обладнання із-за відмови в роботі системи автоматизації:

$$t_{на} = m_{об} (T_{\sigma} + t_{об}) = 0,61 (1,1 + 0,6) = 2,31 \text{ год.} \quad (7.12)$$

Очікуваний час простою технологічного обладнання із-за його відмов в роботі:

$$t_{но} = \frac{t_p (1 - K_r)}{K_r} = (1350 (1 - 0,98)) / 0,98 = 28,8 \text{ год.} \quad (7.13)$$

Сумарний очікуваний час простою технологічного обладнання на протязі року:

$$t_{\Sigma} = t_{на} + t_{но} = 2,31 + 28,8 = 31,11 \text{ год.}$$

По даним господарства сумарний очікуваний час простою технологічного обладнання на протязі року складає 39,5 годин.

Після вводу в схему УЗОТЄ-2У час простою скоротився на 21% і складає 31,11 годин.

					ДП 2023 141	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

Проведеним аналізом виробничо-господарської діяльності Агрофірми «Журавушка» Воловецького району Закарпатської області встановлено, що підприємство спеціалізоване на виробництві молока, м'яса, зернових та технічних культур, має 2314 га сільськогосподарських угідь, займає вигідне економічне і географічне положення, тобто має всі умови для створення кормової бази для утримання молочнотоварної ферми на 400 голів.

В дипломному проєкті передбачена комплексна електрифікація на молочнотоварній фермі таких технологічних операцій: приготування кормів, кормороздача, видалення гною, підтримання мікроклімату, водопостачання та підігрів води на поїння.

Для електропостачання ферми проведеними розрахунками вибрано дві комплектні трансформаторні підстанції КТП-250-10/0,4 У1 з трансформатором ТМ-250 і КТП-160-10/0,4 У1 з трансформатором ТМ-160.

Для безпечної експлуатації електрообладнання проведено розрахунок обсягу робіт і складу електротехнічної служби, проведено аналіз умов праці та визначені категорії приміщень, зроблено розрахунок заземлюючого пристрою для трансформаторної підстанції напругою 10/0,4 кВ, визначений захист від перенапруг та блискавкозахисту.

Проведена техніко-економічна оцінка надійності засобів електрифікації виробництва, згідно якої час простою скоротився на 21% і складає 31,11 годин в рік.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Висновок	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Буряк В.Ф.						
Перевір.		Шестеренко В.Е.					89	
Н. Контр.								
Затверд.		Балюта С.М.						
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого ЗЕЛ-5-7ск		

Список використаної літератури

1. Гончар В.Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок: Курсове і дипломне проектування 2-е видавництво, перероблено і доповнено. — К. Вища школа, 1985.-208 с.
2. Марченко О.С. Довідник по монтажу і налагодженню електрообладнання в сільському господарстві. - К.: Урожай, 1994. – 240 с.
3. Баєв В.Й. Практикум по электрическом освещению и облучению.- М.: Агропромиздат. 1991. – 175 с.
4. Зайцев В.П. Охорона праці в тваринництві. - М.: Агропромиздат. 1989.- 386 с.
5. Довідник сільського електрика (за ред. В.С. Олійника. 2- е вид-во, перероб. і доп. - К.: Урожай 1989. – 295 с.
6. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві: За ред. О.С.Марченка. -К.: Урожай 1995. -416 с.
7. Жилинский Ю.М., Кумин В.Д. Электрическое освещение и облучение. - М.: Колос, 1982. – 272 .с
8. Драганов Б.Х., Бессараб О.С., Міщенко А.В., Шутюк В.В. Проектування систем теплопостачання сільського господарства. - К.: Техніка, 2003.-161 с.
9. Корчемний М. Федоров В. Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі - Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. 984 с.
10. Севернев М.М. Энергосберегающие технологии в сельскохозяйственном производстве. – М.: Колос, 1992. – 190 с.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Буряк В.Ф.			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Шестеренко В.Е.			90		
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулога		
Затверд.		Балюта С.М.			ЗЕЛ-5-7ск		
Список використаної літератури							

