

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ
за першим бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації корівника ферми ВРХ ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» м. Глухів, Шосткинського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи роздачі кормів»_____

Виконав:

(підпис)

Мукоріз А.І.
(Прізвище, ініціали)

Група:

ЕТЕС 2201 с.т.

Керівник:

(підпис)

Сіренко Ю.В.
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Мукорізу Артему Ігоровичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема проєкту: Реконструкція системи електрифікації корівника ферми ВРХ ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» м. Глухів, Шосткинського району, Сумської області з розробкою автоматизованої системи роздачі кормів

керівник проєкту: Сіренко Юлія Володимирівна, PhD, доцент.

затверджено наказом по університету від «08» лютого 2024 р. № 407-ос.

2. Термін подання здобувачем закінченого проєкту: « 20 » травня 2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту: матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти, посібники, методичні рекомендації до виконання проєкту, інтернет-джерела

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):
Вступ.

1. Аналіз господарської діяльності ферми ВРХ ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ»

2. Технологія процесів у корівнику.

3. Розрахунок і вибір силового електрообладнання корівника.

4. Розробка системи автоматичного керування технологічними процесами для підвищення їхньої ефективності та безпеки.

5. Розробка внутрішньої електромережі корівника

6. Розрахунок системи електричного освітлення корівника

7. Охорона праці.

8. Економічне обґрунтування

Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень):

1. Корівник. Електрообладнання технологічне та силове. Схема електрична розташування.

2. Корівник. Установка освітлювальна. Схема електрична розташування.

3. Лінія роздачі кормів у корівнику автоматизована. Схема технологічна.

4. Лінія роздачі кормів у корівнику автоматизована. Схема кінематична.

5. Лінія роздачі кормів у корівнику автоматизована. Схема електрична принципова.

6. Лінія роздачі кормів у корівнику автоматизована. Схема електрична з'єднань.

7. Лінія роздачі кормів у корівнику автоматизована. Схема електрична підключень.

8. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів проєкту (з вказівкою розділів, що відносяться до проєкту):

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці	доцент Василенко О.О.	
Економічне обґрунтування	доцент Барсукова Г.В. ст. викладач Шашиков С.В.	
Нормоконтроль	ст. викладач Рибенко І.О.	

КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проєкту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проєкту	Примітки
1	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4	Написання вступу та розділу 1	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
4	Написання розділів 2 та 3. Підготовка листа 1 та 2 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
5	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
6	Написання розділів 7, 8 та 9. Підготовка листа 5 та 6 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9	Подання проєкту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10	Подання проєкту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (Артем МУКОПІЗ)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проєкту

_____ (Юлія СІРЕНКО)
(підпис) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Реконструкція системи електрифікації корівника ферми ВРХ ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» м. Глухів Шосткинського району Сумської області з розробкою автоматизованої системи роздачі кормів. Кваліфікаційний проєкт / Мукоріз Артем Ігорович – Суми.: СНАУ, 2024 р. – 44 с.

У кваліфікаційному проєкті була проведена модернізація системи електрифікації корівника ферми ВРХ ТОВ «Аграрні інвестиції» м. Глухів Шосткинського району Сумської області. Було розроблено та вибрано необхідне обладнання для оптимізації процесів у корівнику, включаючи технологічне та електросилове.

Також було розглянуто та встановлено необхідну комутаційну та захисну апаратуру, а також проведено розрахунки щодо розподільчої мережі та способу прокладки проводів. Важливим етапом був розрахунок освітлення у корівнику, вибір джерел світла та створення відповідної освітлювальної мережі.

Також було розроблено автоматизовану схему керування лінією роздачі кормів, з урахуванням ефективності та зручності управління. Питання безпеки праці та екологічної стійкості були ретельно розглянуті, а проєкт пройшов екологічну експертизу. На основі проведених аналізів було здійснено техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень, включаючи визначення річного економічного ефекту та періоду окупності інвестицій.

Ключові слова: ферма великої рогатої худоби, корівник, годівля тварин, автоматизація, охорона праці, екологічна експертиза корівника, техніко-економічні показники

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФЕРМИ ВРХ ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ»	9
1.1. Загальна характеристика об'єкту	9
1.2. Кліматичні умови району	11
1.3. Аналіз стану електрифікації корівника	12
1.3. Висновки та пропозиції	13
2. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ У КОРІВНИКУ	14
2.1. Опис прийнятої технології виробництва	14
2.2. Опис виробничих приміщень та розташування технологічного обладнання	15
2.3. Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання	15
2.4. Складання технологічних вимог системи електрифікації корівника	18
3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ КОРІВНИКА	19
3.1. Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання корівника	19
3.2. Перевірка відповідності силового електрообладнання вимогам типового технологічного обладнання з урахуванням режимів роботи, описаних у прийнятій технології	20
3.3. Складання електричної схеми розташування силового електрообладнання корівника	24
4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ.	25
4.1. Поетапне пояснення процесу подачі кормів тваринам на фермі	25
4.2. Розробка технічного завдання для проекту автоматизації	224

4.3. Розробка та опис електричної принципової схеми.....	28
4.4. Розробка схеми з'єднань	31
4.5. Розробка схеми підключення.....	32
4.6. Опис матеріалів та обладнання, які використовуються в принциповій електричній схемі керування електрообладнанням лінії роздачі кормів.....	32
5. РОЗРОБКА ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ КОРІВНИКА	33
5.1. Підбір оптимальної схеми живлення для силових електроприймачів..	33
5.2. Розробка розрахунково-монтажної таблиці мережі 0,4 кВ корівника ..	33
5.3. Розрахунок електричних навантажень на ділянках внутрішньої мережі корівника та вибір проводів.....	34
5.5. Вибір апаратів захисту від струмів короткого замикання.....	36
5.6. Вибір магнітних пускачів для обладнання корівника.....	37
5.7. Вибір теплових реле для обладнання корівника	37
5.8. Опис матеріалів та обладнання, які використовуються в електричній мережі 0,4 кВ корівника	38
6. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ КОРІВНИКА	39
6.1. Підбір системи та виду освітлення, що відповідають потребам корівника.....	39
6.2. Визначення оптимальних значень нормованої освітленості та коефіцієнта запасу для корівника.....	39
6.3. Розрахунок освітлення стійлового приміщення	40
6.4. Електротехнічний розрахунок системи освітлення корівника	43
6.5. Розробка специфікації компонентів системи освітлення корівника	44
7. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	51
ВИСНОВКИ.....	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	56
ДОДАТКИ	58

ВСТУП

Автоматизація процесу годування тварин у корівнику має величезне значення для підвищення продуктивності та забезпечення комфорту тварин. По-перше, вона дозволяє точно контролювати кількість та склад кормів, що подаються кожній тварині. Це особливо важливо в умовах збалансованого харчування, коли необхідно дотримуватися певного співвідношення поживних речовин у раціоні.

Крім того, автоматизація дозволяє підтримувати постійний режим годування, що сприяє збереженню здоров'я тварин і підвищує їхню продуктивність. Регулярне та систематичне харчування допомагає уникнути стресу та хвороб серед худоби, що може виникати при неправильному або нерегулярному годуванні.

Застосування автоматизованих систем також зменшує трудові витрати на обслуговування худоби. Завдяки автоматизації можна забезпечити автоматичну подачу кормів у визначені години без прямого втручання працівників. Це вигідно як з економічної точки зору, так і з точки зору оптимізації робочого часу.

Нарешті, автоматизація годування дозволяє зберігати дані про споживання кормів кожною твариною, що дозволяє вести детальний облік харчування, аналізувати його ефективність та вчасно вносити корективи у раціони, якщо це необхідно. Такий підхід допомагає забезпечити оптимальні умови годування для кожної тварини, що в свою чергу сприяє здоров'ю і підвищенню продуктивності худоби.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФЕРМИ ВРХ ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ»

1.1. Загальна характеристика об'єкту

Товариство з обмеженою відповідальністю «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» було створене в 2007 році. Воно розташоване в Шосткинському районі, м. Глухів на північному сході Сумської області, в 139 кілометрах від обласного центру міста Суми. Основний офіс компанії розташований у м. Глухів. Загальна кількість працівників на сьогодні становить 105 чоловік.

Сільськогосподарське підприємство «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» має вигідне розташування, оскільки знаходиться у непосредній близькості до районного центру м. Шостка та пунктів збуту і постачання.

Основними напрямками діяльності підприємства є вирощування зернових, зернобобових, технічних і кормових культур, а також виробництво м'яса і молока. На початок 2024 року земельна площа, яка належить підприємству, становила 2770 га.

Таблиця 1.1. Склад і структура земельного фонду
ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ»

Види угідь	2021р. площа		2022р. площа		2023р. площа		Відношення	
	га	%	га	%	га	%	(+;--)	%
Загальна площа	2770	100	2770	100	2770	100	--	100
Всього с/г угідь	2450	88,4	2450	88,4	2450	88,4	--	100
із них :								
Рілля	2132	77	2132	77	2132	77	--	100
Сінокоси	77	2,8	77	2,8	77	2,8	--	100
Пасовища	241	8,7	241	8,7	241	8,7	--	100
Площа лісу	167	6	167	6	167	6	--	100

Ставки і водоймища	17	0,6	17	0,6	17	0,6	--	100
Крім того, площа ріллі в короткостроковому користуванні господарств	11	0,4	11	0,4	11	0,4	--	100
Припадає на одного середньорічного робітника: с/г угідь	11,4	*	11,6	*	11,9	*	--	--
Ріллі	9,9	*	10,1	*	10,4	*	--	--

У господарстві діють три цехи для виробництва твердого сиру за голландською технологією з молока. Також працює млин та крупорушка для переробки пшениці, ячменю, проса, гороху та кукурудзи на крупи. Недавно була відкрита міні-пекарня, де виробляються хлібобулочні вироби.

Присутність цеху по переробці зернових у господарстві, а також млина, свідчить про високу якість та попит на продукцію. Весь виробничий процес відбувається екологічно чисто, без застосування хімічних добавок чи замінників. Товари виробляються з максимальним наближенням до ринку збуту.

Озима пшениця становить найбільший обсяг посівних площ (44,7%). Варто відзначити, що господарство вирощує всі основні культури прийнятні для даного регіону. Врожайність у 2023 році була високою навіть при несприятливих погодних умовах, особливо в плані пшениці, кормових та силосних культур, а також кукурудзи.

Таблиця 1.2 Наявність поголів'я (ВРХ, свиней)

Тварини	2021 рік	2022рік	2023рік
ВРХ	1712	1788	1828
Свині	828	740	1507

Крім земельних площ, майновий комплекс господарства включає в себе також сільськогосподарську техніку. На кінець 2023 року ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» володіє технікою, перелік якої наведено в таблиці 1.3.

1.2. Кліматичні умови району

ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» користується вигідним географічним розташуванням, оскільки знаходиться недалеко від обласного центру і точок збуту та постачання.

Розташоване товариство у Лісостеповій зоні, в другому агрокліматичному регіоні з помірно континентальним, помірно теплим, середньо зволеним кліматом. За даними Сумської метеорологічної станції, середньорічна температура району становить приблизно +9 °С.

Зима тут малосніжна, з нестійкою погодою та низькими температурами, частими відлигами та мінливими температурами. Глибина промерзання ґрунтів коливається від 40 до 125 см. Часті зимові відлиги призводять до застою талих вод та утворення льодяної корки, що негативно впливає на рослини.

Клімат загалом, характеризується значною кількістю опадів під час вегетаційного періоду рослин, високою вологістю повітря та достатньою кількістю теплих днів, що сприяє вирощуванню всіх сільськогосподарських культур. Для господарства характерні рівнинний рельєф та висока родючість ґрунтів - чорнозем типовий мало гумусний.

1.3. Аналіз стану електрифікації корівника

ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» отримує електроенергію від трансформаторної підстанції 35/10 кВ за допомогою повітряної лінії напругою 10 кВ. Виробничі споживачі отримують електроенергію від споживчих

зовнішніх трансформаторних підстанцій напругою 10/0,4 кВ, кількість яких на території господарства становить 3 штуки. Загальна потужність цих підстанцій складає 1200 кВА.

Усі машини, що використовуються у виробництві, працюють на електроенергії. Для їх приводу використовуються електричні двигуни серій А02, 4А, АИР. Крім того, у експлуатації є апарати дистанційного керування - електромагнітні пускачі серій ПМЕ, ПМЛ, електромагнітні реле (проміжні, струмові, напруги, часу, тиску). Захист установок від коротких замикань забезпечується за допомогою плавких вставок запобіжників, струмових реле, електромагнітних розчіплювачів автоматичних повітряних вимикачів АЕ 2000, АП50Б, ВА-51 та інших.

1.3. Висновки та пропозиції

Після аналізу господарської діяльності об'єкта та рівня електрифікації та автоматизації прийнято рішення здійснити автоматизацію системи управління процесом видалення гною на фермі ВРХ. Це призведе до наступних результатів:

- - зменшення споживання енергії;
- - підвищення продуктивності праці;
- - зменшення ризику травматизму тварин.

Автоматизація процесу годівлі тварин в корівнику включатиме в себе впровадження сучасних систем управління та моніторингу, що дозволяють оптимізувати раціон тварин, контролювати кількість та якість поданої їжі, а також автоматизовано регулювати рівень годування відповідно до потреб корів.

Це може бути досягнуто через встановлення автоматичних датчиків, сенсорів для вимірювання ваги корму. В результаті такої автоматизації можна очікувати підвищення ефективності годівлі, зменшення витрат на корми та підвищення продуктивності тварин.

2. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОЦЕСІВ У КОРІВНИКУ

2.1. Опис прийнятої технології виробництва

У корівника на 50 голів, де корови прив'язані, всі необхідні пристрої та устаткування розташовані у будівлі розміром 12,0x45,0 м, де встановлено обладнання для стійлового утримання корів ОСК.С-25. Корови розділені на групи по 25 голів. У корівнику виконуються наступні технологічні процеси: годування, напування, доїння, прибирання гною та створення необхідного мікроклімату [1, 2].

Годування корів здійснюється двічі на добу за допомогою повнораціонних кормосумішей, які приготуються і доставляються з кормоцеху. Корм подається вручну з самоскидного причепа 2ПС – НМ.

Вода для корівників постачається з водопровідної системи ферми. Напування тварин здійснюється з індивідуальної стаціонарної автопоїлки ПА-1А, що встановлена на стійках кожної прив'язі. Кожна поїлка обслуговує двох поруч стоячих корів.

Прибирання гною з стійлового приміщення проводиться щодня 5 - 6 разів двома гноєприбиральним транспортером ТСН - 160А з одночасним завантаженням в самоскидний причіп 2ПС - НМ.

Для доїння використовують установку АДМ-8А-200 з доїнням у відра та уніфіковану вакуумну установку УВН60/45. В корівнику також розташований резервуар - охолодник молока РПО-1,6.

Механічна система вентиляції забезпечує створення комфортного мікроклімату у корівнику. Ця система забезпечує рівномірне подання свіжого повітря та видалення використаного повітря з приміщення. Для цього використовуються осьові вентилятори типу ВСХ800, розташовані по всьому периметру корівника.

2.2. Опис виробничих приміщень та розташування технологічного обладнання

Корівник складається з декількох приміщень: стійлового, призначеного для підстилки, фуражного, вентиляційного, кімнати для персоналу та тамбурів. У стійловому приміщенні розташовані місця для утримання корів. Приміщення для підстилки використовується для зберігання та розподілу матеріалів для підстилки. Фуражна відведена для зберігання кормів. Вентиляційна забезпечує правильний обмін повітря в корівнику. Кімната персоналу призначена для відпочинку та робочих потреб працівників, а тамбури - для входу і виходу.

У відповідності до інформації, наведеної в [3] основне стійлове приміщення характеризується як сире з хімічно активним навколишнім середовищем, а також і з особливою високою небезпекою ураження персоналу та тварин електричним струмом. Інші приміщення корівника класифікуються як сухі, але з підвищеною небезпекою ураження струмом.

2.3. Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання

Згідно з установленою технологією, ми обираємо стандартне технологічне устаткування, для якого подані характеристики у таблицях 2.1.-2.4 [4-7].

Таблиця 2.1. – Технічні характеристики стійлового обладнання ОСК.С-25

№п/п	Найменування	Значення
1.	Кількість стійлових місць, шт	25
2.	Кількість поїлок, шт	13
3.	Маса, не більше, кг	650
4.	Ширина фронту годування, мм	1200
5.	Ширина скотомісця, мм	1200
6.	Висота обладнання, мм	1500

Таблиця 2.3. – Технічні характеристики ТСН-160

№п/п	Найменування	Значення
1.	Подача маси за годину роботи, не менше, т/год	5,7
2.	Чистота збору, не менше, %	96
3.	Встановлена потужність електродвигунів, кВт	5,5
4.	Швидкість руху транспортера, м/с	
	- горизонтального	0,18
	- вертикального	0,72
5.	Довжина контуру транспортера, м	
	- горизонтального	160
	- вертикального	13
6.	Маса, кг	2000
7.	Тип ланцюга	якірний
8.	Кут установки похилого транспортера, не більше, град	30

2.4. Складання технологічних вимог системи електрифікації корівника

Система електрифікації корівника має відповідати вимогам ефективності, безпеки та комфорту для тварин. Ось деякі технологічні вимоги до такої системи:

1. Система повинна забезпечувати стабільне та надійне електропостачання, щоб забезпечити роботу всіх необхідних пристроїв в корівнику.

2. Всі компоненти системи, включаючи проводку, електроніку та інші пристрої, повинні відповідати відповідним стандартам безпеки, щоб уникнути небезпеки пожежі або ураження електричним струмом як для тварин, так і для людей.

3. Сучасні системи електрифікації можуть мати вбудовані системи автоматизації та моніторингу, які дозволяють контролювати рівень споживання енергії, виявляти несправності та віддалено керувати окремими пристроями.

3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ КОРІВНИКА

3.1. Вибір силового електрообладнання для стандартного технологічного обладнання корівника

Для стандартного технологічного обладнання корівника важливо вибрати силове електрообладнання, що забезпечить ефективну роботу всіх систем. Перш за все, потрібно обрати належну потужність для живлення основних пристроїв, таких як насоси для водопостачання та системи вентиляції.

Також важливо врахувати можливість підключення додаткових пристроїв, наприклад, системи автоматичного годування або контролю за вологістю повітря. Потрібно обрати надійне електрообладнання, що забезпечить стабільну роботу без перебоїв у живленні.

Крім того, важливо врахувати можливість підключення до систем автоматизації та віддаленого керування, щоб забезпечити зручний та ефективний контроль за усіма процесами в корівнику. Наприкінці, слід врахувати економічні аспекти і обрати таке електрообладнання, яке буде оптимально витратами та ефективним у використанні електроенергії.

Оскільки приміщення корівника відносяться до категорії з вологим та хімічно активним середовищем, рекомендується вибирати двигуни в закритому виконанні, зокрема серії 4AM або AIP, спеціально призначені для сільськогосподарського використання [8].

3.2. Перевірка відповідності силового електрообладнання вимогам типового технологічного обладнання з урахуванням режимів роботи, описаних у прийнятій технології

Для визначення необхідної потужності електродвигуна, що буде використовуватися для приводу кормороздавача, буде проведено розрахунок з урахуванням навантажувальної діаграми[8].

Для визначення необхідної потужності електродвигуна кормороздавача буде використана спеціальна формула, що враховує його робочі характеристики. Ця формула представлена у [8] та має наступний вигляд:

$$P_{\text{э}} = M_{\text{э}} \cdot \omega_{\text{н}}, \quad (3.1)$$

де $M_{\text{э}}$ - величина, що характеризує опір, який електродвигун повинен подолати для роботи механізму, Н·м;

$\omega_{\text{н}}$ - частота обертання валу електродвигуна, при якій він може розвивати свою номінальну потужність, с^{-1} ; $\omega_{\text{н}} = 157 \text{с}^{-1}$.

Еквівалентний момент характеризує сумарний опір, який електродвигун повинен подолати протягом одного робочого циклу кормороздавача. Він враховує не тільки момент холостого ходу, але й момент, що виникає при навантаженні, наприклад, при заповненій стрічці. Знаходимо даний параметр за на ступною формулою:

$$M_{\text{э}} = \sqrt{\frac{\sum M_i^2 \cdot t_i}{\sum t_i}}, \quad (3.2)$$

де $M_i \cdot t_i$ - крутний момент та час його дії на і-ти ділянках діаграми навантаження.

$$M_{\text{э}} = \sqrt{\frac{50^2 \cdot 5 / 3 + (40^2 + 40 \cdot 10 + 10^2) \cdot 4 / 3}{9}} = 25,18 \text{Н} \cdot \text{м}$$

Тоді:

$$P_{\text{э}} = 25,18 \cdot 157 = 3,95 \text{кВт}$$

Мотор-редуктор МЦ2СВ-125/56, підібраний з каталогу [9], буде працювати в парі з електродвигуном АИР112М4. Технічні характеристики електродвигуна, які можна знайти в паспорті, забезпечують його сумісність з

мотор-редуктором і гарантують необхідну потужність та інші параметри роботи:

$$P_n = 5,5 \text{ кВт}; n_n = 1440 \text{ об./хв.}; \cos\varphi_n = 0,83; \eta_n = 0,85; I_n = 11,7 \text{ А}; K_i = 7,0.$$

Режим роботи - тривалий.

Попередній вибір електродвигуна для кормороздавача може бути здійснений за допомогою методу розрахунку по нагріву [8]

$$P_{нд} \geq \frac{P_{\text{э}}}{\delta_m} = \frac{P_{\text{э}}}{\sqrt{\frac{\alpha + 1}{1 - e^{-t_k/T_H}} - \alpha}} \quad (3.3)$$

де $\delta_m = \sqrt{\frac{\alpha + 1}{1 - e^{-t_k/T_H}} - \alpha}$ - коефіцієнт, який враховує, наскільки

навантаження на двигун може перевищувати номінальне протягом тривалого часу;

$\alpha = (0.5 - 1.0)$ - співвідношення між постійними та змінними втратами [8];

T_n - постійна нагріву обраного електродвигуна, с.

Постійна часу нагріву може бути розрахована за формулою [8]

$$T_n = C_o \frac{m \cdot \tau_n \cdot \eta_n}{P_n \cdot (1 - \eta_n)} \quad (3.4)$$

де C_o - питома теплоємність матеріалів обраного електродвигуна, Дж/(кг⁰С); $C_o = 390 \text{ Дж} / (\text{кг}^{\circ}\text{C})$ [8];

$$T_n = 390 \frac{45 \cdot 100 \cdot 0,85}{5500 \cdot (1 - 0,85)} = 1808 \text{ с}$$

$$\delta_m = \sqrt{\frac{0,5 + 1}{1 - e^{-240/1808}} - 0,5} = 1,11$$

$$\frac{P_{\text{э}}}{\delta_m} = \frac{3,95}{1,11} = 3,5$$

$$P_{нд} = 5,5 \text{ кВт} > \frac{P_{\text{э}}}{\delta_m} = 3,5 \text{ кВт}$$

Всі умови дотримуються, отже обраний двигун проходить по нагріву.

При запуску електродвигун кормороздавача відчуває значні навантаження через інерцію робочих органів. Перевірка за умовою пуску дозволяє оцінити його здатність витримувати ці навантаження та забезпечувати необхідний крутний момент для розгону кормороздавача. Перевірку проводимо за методикою, наведеною в [8]:

$$M_{\Pi} \geq M_{зр}, \quad (3.5)$$

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H}, \quad (3.6)$$

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot n_H}{30} \quad (3.7)$$

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot 1440}{30} = 150,7 \text{ рад/с}$$

$$M_H = \frac{5500}{150,7} = 36,49 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\Pi} = \mu_{\Pi} \cdot M_H \cdot K_U^2, \quad (3.8)$$

$$M_{\Pi} = 2,3 \cdot 36,49 \cdot 0,9^2 = 67,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$67,9 > 50$$

Обраний електродвигун для кормороздавача забезпечує умови пуску.

Кормороздавач може експлуатуватися в режимі перевантаження, наприклад, при завантаженні корму або при роботі на схилі. Перевірка за умовою перевантаження дозволяє оцінити здатність електродвигуна витримувати такі режими роботи без шкоди для його працездатності. Перевірку виконуємо за методикою, наведеною у [8]

$$M_{\max} \geq M_{рм \max}, \quad (3.9)$$

$$M_{\max} = \mu_{\max} \cdot M_H \cdot K_U^2, \quad (3.10)$$

$$M_{\max} = 2,3 \cdot 36,49 \cdot 0,9^2 = 67,9 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$67,9 > 50$$

Обраний електродвигун для кормороздавача забезпечує умовам перевантажувальної здатності. Отже, остаточно приймаємо для мотор-редуктора кормороздавача електродвигун АИР112М4.

3.3. Складання електричної схеми розташування силового електрообладнання корівника

Силове електрообладнання корівника забезпечує його електроенергією, яка необхідна для роботи насосів, вентиляторів, обігрівачів, освітлювальних приладів та іншого обладнання. Правильне розташування та підключення цього обладнання є важливою умовою безпечної та ефективної роботи електроустановок корівника.

Складання електричної схеми розташування силового електрообладнання корівника - це процес, який включає в себе:

- Вивчення плану корівника: визначення розмірів приміщення, розташування стін, дверей, вікон, а також місць розміщення тварин і технологічного обладнання.
- Визначення переліку силового електрообладнання: електродвигуни, насоси, вентилятори, обігрівачі, освітлювальні прилади та інше.

Схема розташування силового електрообладнання корівника показана на листі графічної частини проекту КП.06.3.010.01.Е7.

4. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЇХНЬОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТА БЕЗПЕКИ.

4.1. Поетапне пояснення процесу подачі кормів тваринам на фермі

Кормороздавачі типу КЛО-75 – це стаціонарні машини, призначені для механізованої роздачі кормів великій рогатій худобі на фермах. Їхніми ключовими характеристиками є:

- Тип розміщення: стаціонарні, встановлюються в приміщеннях ферми.
- Призначення: розподіл кормів та очищення годівниць.
- Область застосування: ферми великої рогатої худоби.
- Види кормів: зелені корма (подрібнені), сінаж, силос, сіно, солома та їх суміші.

Функціональні можливості:

- Автоматизований розподіл кормів по годівницям.
- Контроль порцій та частоти годування.
- Забезпечення рівномірного розподілу кормів.
- Видалення залишків кормів з годівниць.

Технологічна схема кормороздавача, яка наведена на листі графічної роботи КП.06.3.010.03.ТХ [8], показує основні елементи кормороздавача, їх взаємозв'язок та послідовність технологічних операцій під час роздачі кормів.

Відмінною рисою даних кормороздавачів є використання сталеві стрічки, яка проходить всередині годівниці та забезпечує подачу кормів.

До складу кормороздавача входять такі вузли:

1) Станція для приводу стрічки (1): забезпечує привід стрічки для роздачі кормів. Складається з електродвигуна, редуктора та системи управління.

2) Стрічка для роздачі кормів (3): транспортує корми по всій довжині годівниці. Виготовляється з міцного матеріалу, стійкого до стирання.

3) Тяговий канат (трос) (5): з'єднує станцію приводу стрічки з блоком з кареткою. Передає тягове зусилля, необхідне для переміщення стрічки.

До складу станції приводу стрічки кормороздавача, кінематична схема якої показана на листі графічної частини КП.06.3.010.04.К7, входять такі елементи:

- Двигун-редуктор: приводить в рух механізм станції.
- Барабани:
- Механізм переключення: переключає напрямок руху стрічки (вперед-назад).
- Пристрій для гальмування: зупиняє рух стрічки та фіксує її в заданому положенні.
- Основа: на ній монтуються всі елементи станції.
- Вимикачі (кінцеві): контролюють крайні положення стрічки та автоматично зупиняють її рух.

Процес роздачі корму наступний:

1. Завантаження сировини: Приготовану сировину за допомогою пересувних кормороздавачів або спеціальних візків розміщують на сталій стрічці.

2. Активація приводу: Оператор вмикає станцію приводу стрічки кормороздавача.

3. Розмотування стрічки: Стрічка розмотується з верхнього барабана, транспортуючи корм.

Завдяки використанню сталевий стрічки корм подається делікатно, зберігаючи його структуру та поживну цінність. Рівномірний розподіл корму сприяє кращому засвоєнню їжі тваринами. Пересувні кормороздавачі та спеціальні візки полегшують процес завантаження сировини на стрічку.

Для безпечної роботи з кормороздавачем необхідно дотримуватися інструкцій виробника. Регулярне обслуговування та чистка кормороздавача забезпечують його безперебійну роботу.

4.2. Розробка технічного завдання для проекту автоматизації

Зважаючи на особливості роботи обладнання та вибір електрообладнання, до схеми автоматизації лінії роздачі корму висуваються такі вимоги:

- схема має забезпечувати два режими роботи: ручний та автоматизований;
- світлова оперативна сигналізація повинна інформувати про рух стрічки лінії роздачі корму;
- звукова сигналізація повинна попереджувати про рух транспортера під пішохідними містками (настилами);
- при повному заповненні годівниць кормороздавач має автоматично відключатися;
- електродвигуни повинні бути захищені від перевантажень та струмів короткого замикання;

4.3. Розробка та опис електричної принципової схеми

Запропонована схема керування наведена на листі графічної частини проекту КП.06.3.010.05 ЕЗ.

Процес роздачі корму за допомогою мобільного кормороздавача КТУ-10 та стаціонарного кормороздавача КЛЮ-75 в наведеній схемі автоматизації наступний.

Мобільний кормороздавач КТУ-10 підвозить корм до ферми за допомогою трактора. КТУ-10 встановлюється біля бункера кормороздавача типу КЛЮ-75.

З невеликою паузою тракторист натискає кнопку SB2, яка активує котушку магнітного пускача KM2. Стрічка кормороздавача КЛЮ-75 приводиться в рух, транспортуючи корм по годівницях.

Увімкнення звукової сигналізації та вимкнення світлової сигналізації при наближенні транспортера до пішохідного містка. Коли ділянка транспортера,

що знаходиться під пішохідним містком, наближається до зони завантаження, спрацьовує кінцевий вимикач SQ4.1. Цей сигнал замикає котушку проміжного реле KL1, подаючи на нього живлення.

Ця система сигналізації призначена для забезпечення безпеки людей, які ходять по пішохідному містку. Звуковий сигнал чітко попереджує про наближення транспортера, даючи можливість людям відійти на безпечну відстань. Одночасне вимкнення світлової сигналізації допомагає уникнути плутанини, чітко розмежовуючи зони завантаження та пішохідний місток.

Автоматичне припинення вивантаження корму та ввімкнення світлової сигналізації. Коли стрічка кормороздавача досягає кінця свого маршруту, вона натискає на кінцевий вимикач SQ3, що призводить до його розмикання. Розмикання контакту SQ3.1 призводить до відключення живлення котушки реле KL1.

Автоматичне прибирання не з'їдених залишків корму. Коли годівниці повністю заповнені кормом, спрацьовує контакт кінцевого вимикача SQ2, фіксуючи це положення. Контакт SQ2 залишається замкненим до того моменту, поки не буде ініційований реверс транспортера. Для очищення годівниць від не з'їдених залишків корму, натискається кнопка SB3, яка активує реверс транспортера. Під час реверсу стрічки транспортера, не з'їдені залишки корму збираються та видаляються з годівниць.

Контакт SQ1.1 зупиняє стрічку транспортера у точному вихідному положенні. Відключення живлення нижньої частини схеми запобігає помилковим спрацьовуванням під час реверсу.

Захист електродвигуна від перевантажень. Контакти теплового реле KK1.1 контролюють струм, що проходить через електродвигун. Якщо струм стає занадто високим, реле спрацьовує, розмикаючи ланцюг і відключаючи двигун. Це запобігає пошкодженню двигуна внаслідок перегріву або перенавантаження.

Захист від струмів короткого замикання. Автоматичний вимикач QF1 миттєво відключає живлення у разі виникнення короткого замикання в

ланцюгу. Це захищає електродвигун, кабельну мережу та інше обладнання від пошкоджень, а також запобігає виникненню пожежі.

Нульовий захист. Для виключення можливості самовільного або помилкового включення лінії та захисту працівників від ураження електричним струмом, використовується нульовий захист. Нейтральний захисний провідник РЕ під'єднується до корпусу електродвигуна, заземляючи його. Це гарантує, що у разі пошкодження ізоляції корпусу електричний струм буде відведений на землю, а не через тіло людини.

4.4. Розробка схеми з'єднань

При розробці схеми з'єднань автоматизованої системи керування лінією роздачі кормів у корівнику, спочатку необхідно визначити всі компоненти системи, які будуть взаємодіяти між собою. Потім встановлюються з'єднання між датчиками, які вимірюють рівень корму в бункерах, та контрольним пристроєм. Далі встановлюються зв'язки між контрольним пристроєм і механізмами роздачі корму, такими як конвеєри або шнеки.

Крім того, необхідно забезпечити можливість керування системою з боку оператора, тому передбачається з'єднання з пультом керування або інтерфейсом користувача. Необхідно також передбачити можливість збору та аналізу даних про роботу системи, що може вимагати встановлення зв'язків з системою збору даних або моніторингу. Важливо ретельно спланувати всі з'єднання з урахуванням безперебійної роботи системи та зручного управління нею.

Схема електрична з'єднань системи кормороздачі в корівнику, складена на основі рекомендацій, наведених у [8], зображена на листі КП.06.3.010.06.Е4.

4.5. Розробка схеми підключення

При розробці схеми підключень автоматизованої системи керування лінією роздачі кормів у корівнику враховується кілька ключових аспектів. Спочатку необхідно встановити точки входу та виходу системи, а також розташувати датчики, які відслідковують рівень корму в бункерах або ємностях.

Потім визначаються контрольні пристрої, такі як датчики рівня, вимикачі та пристрої автоматизації, які керують подачею кормів. Важливо забезпечити надійність системи, тому кожен елемент мережі має бути правильно заземлений і захищений від впливу вологи та агресивних середовищ. Розробка схеми повинна враховувати можливість інтеграції з іншими системами керування та моніторингу в корівнику.

Схема електрична підключень системи кормороздачі в корівнику, складена на основі рекомендацій, наведених у [8], зображена на листі КП.06.3.00.07.Е4.

4.6. Опис матеріалів та обладнання, які використовуються в принциповій електричній схемі керування електрообладнанням лінії роздачі кормів

Опис матеріалів та обладнання, які використовуються в принциповій електричній схемі керування електрообладнанням лінії роздачі кормів, можна знайти в графічній частині проекту, а саме на окремому аркуші КП.06.3.010.05.Е3, а також в розділі економічного обґрунтування проекту. Ця інформація є надзвичайно важливою для розуміння функціонування та монтажу системи керування.

5. РОЗРОБКА ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖІ КОРІВНИКА

5.1. Підбір оптимальної схеми живлення для силових електроприймачів

Підбір оптимальної схеми живлення для силових електроприймачів корівника передбачає ретельне вивчення потреб обладнання та умов експлуатації. Спочатку необхідно визначити потужність та кількість електроприймачів, які будуть використовуватися в корівнику, враховуючи їхні функціональні можливості та час роботи. Потім обирається тип живлення – чи буде використовуватися однофазна або трифазна система, залежно від потреб обладнання та технічних можливостей мережі живлення.

Важливо також врахувати стійкість живлення до перепадів напруги та інших електричних неполадок, особливо в умовах сільськогосподарських об'єктів. Крім того, може бути доцільним використання додаткових пристроїв, таких як стабілізатори напруги або автоматичні вимикачі, для забезпечення надійності та безпеки живлення обладнання.

У кінцевому підсумку, оптимальна схема живлення повинна забезпечувати ефективну роботу всіх силових електроприймачів корівника при мінімальних витратах та максимальній надійності [9].

5.2. Розробка розрахунково-монтажної таблиці мережі 0,4 кВ корівника

Детальну інформацію про розрахунки та монтаж внутрішньої силової електричної мережі корівника ТОВ «АГРАРНІ ІНВЕСТИЦІЇ» можна знайти в таблиці на аркуші КП.06.3.010.01.E7 графічної частини проекту.

Дана таблиця містить:

- перелік всіх компонентів електромережі, включаючи кабелі, розетки, вимикачі, розподільні щити та інші елементи;
- технічні характеристики кожного компонента;
- кількість та розташування компонентів в корівнику;
- схеми підключення компонентів.

5.3. Розрахунок електричних навантажень на ділянках внутрішньої мережі корівника та вибір проводів

Важливим етапом проектування внутрішньої електромережі корівника є розрахунок електричних навантажень на її ділянках. Цей розрахунок дозволяє визначити необхідну потужність та переріз кабелів, а також підібрати відповідні вимикачі та захисні пристрої, гарантуючи безпечну та ефективну роботу електромережі.

Струми трифазних асинхронних електродвигунів розраховують за виразом [9]:

$$I_H = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_H \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H}, \quad (5.1)$$

де P_H – максимально допустима потужність, яку двигун може видавати протягом тривалого часу без перегріву, кВт;

Формула розрахункового струму використовується для визначення максимального струму, який може протікати через провідники групової або магістральної мережі. Це значення використовується для вибору відповідних кабелів, вимикачів та інших компонентів мережі, щоб гарантувати їх безпечну та надійну роботу [9]:

$$I_p = K_0 \cdot \sum I_H, \quad (5.2)$$

де K_0 – коефіцієнт одночасності;

Як приклад, визначаємо номінальні струми електродвигуна для електроприводу кормороздатчика в корівнику. Паспортні дані електродвигуна наведено в розділі 3. Тоді:

$$I_H = \frac{5,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,83 \cdot 0,85} = 11,9 \text{ A}$$

Визначення розрахункових навантажень для інших робочих машин здійснюється аналогічним чином. Дані, отримані в ході розрахунків, заносимо до розрахунково-монтажної таблиці мережі 0,4 кВ корівника.

Вибір перерізу проводів та кабелів ґрунтується на величині тривало припустимого струму, з урахуванням заданих умов [9]

$$I_{TR.PP} \geq I_{розр.} \quad (5.5)$$

де $I_{TR.PP}$ – Найбільший струм, який може витримати дріт (кабель) протягом тривалого часу без неприпустимого нагріву, А;

Тривало припустимий струм визначається з урахуванням матеріалу проводу, кількості проводів в пучку та способу їх прокладки.

Вибір сталевोї труби для прокладки проводів у корівнику обумовлений трьома ключовими факторами. Необхідність механічного захисту проводів від пошкоджень; забезпечення пожежної безпеки шляхом запобігання займанню при короткому замиканні; захист проводів від хімічно активних речовин, які можуть бути присутні в середовищі корівника.

Як приклад, визначаємо переріз кабель для живлення електродвигуна для електроприводу кормороздатчика в корівнику. Приймаємо до монтажу кабель ВВГнг (4×2,5). Тривало припустимі струми для даного кабелю $I_{TR.доп} = 21 \text{ A}$ [9].

$$I_{TR.PP} = 21 \text{ A} \geq I_{розр.} = 11,9 \text{ A}$$

Виконання поставленої умови підтверджує правильність вибору марки та перерізу проводу. Визначення перерізів кабелів живлення для інших робочих

машин здійснюється аналогічним чином. Дані, отримані в ході розрахунків, заносимо до розрахунково-монтажної таблиці мережі 0,4 кВ корівника.

5.5. Вибір апаратів захисту від струмів короткого замикання

Вибір автоматичних вимикачів для захисту обладнання корівника ґрунтується на вимогах, викладених у додатку А [9]. Відповідно до цих вимог, було обрано автоматичні вимикачі виробництва компанії Schneider Electric.

5.6. Вибір магнітних пускачів для обладнання корівника

Вибір магнітних пускачів для обладнання корівника ґрунтується на вимогах, викладених у додатку А [9]. Відповідно до цих вимог, було обрано магнітні пускачі виробництва компанії Schneider Electric.

5.7. Вибір теплових реле для обладнання корівника

Вибір теплових реле для захисту обладнання корівника ґрунтується на вимогах, викладених у додатку А [9]. Відповідно до цих вимог, було обрано теплові реле виробництва компанії Schneider Electric.

5.8. Опис матеріалів та обладнання, які використовуються в електричній мережі 0,4 кВ корівника

Опис матеріалів та обладнання, які використовуються в електричній мережі 0,4 кВ корівника, можна знайти в графічній частині проекту, а саме на окремому аркуші КП.06.3.010.01.Е3, а також в розділі економічного обґрунтування проекту. Ця інформація є надзвичайно важливою для розуміння функціонування та монтажу системи електрифікації корівника.

6. РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ КОРІВНИКА

6.1. Підбір системи та виду освітлення, що відповідають потребам корівника

Згідно з вимогами ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» та [13] для корівника передбачаються такі види освітлення:

- В основному приміщенні (стійлове приміщення):
 - Робоче освітлення: для забезпечення необхідного рівня освітленості робочих зон.
 - Чергове освітлення: для обслуговування корівника в нічний час та при відключенні робочого освітлення.
- В інших виробничих приміщеннях:
 - Робоче освітлення: для забезпечення необхідного рівня освітленості робочих зон.

6.2. Визначення оптимальних значень нормованої освітленості та коефіцієнта запасу для корівника

Таблиця 6.1 [10, 11] містить нормовані значення освітленості, що рекомендуються для різних зон корівника.

Таблиця 6.1 - Нормовані значення освітленості, що рекомендуються для різних зон корівника.

№ п/п	Назва приміщення	Довжина А, м	Ширина В, м	Висота Н, м	Нормована освітленість, лк
1	Стійлове приміщення	37	11	3,5	75

2	Приміщення для підстилки	4,2	3,5	3,5	10
3	Фуражна	4,2	3,5	3,5	10
4	Вентиляційна	4,2	3,5	3,5	50
5	Кімната персоналу	4,2	3,5	3,5	150
6	Тамбур	3,5	2	3,5	20
7	Тамбур	3,5	2	3,5	20

Згідно з [10, 11] коефіцієнт запасу для ламп розжарювання становить 1,15, а для люмінесцентних ламп - 1,3.

6.3. Розрахунок освітлення стійлового приміщення

Розміри приміщення: висота $-H = 4,5 \text{ м}$, ширина $-B = 11 \text{ м}$; довжина $-A = 36,5 \text{ м}$. Умови навколишнього середовища: сире приміщення; особливо небезпечне з точки зору ураження людей та тварин електричним струмом

Висота приміщення для виконання розрахунків [10, 11]:

(6.1)

$$H_p = 3,5 - 0,2 - 0 = 3,3 \text{ м.}$$

Згідно з рекомендаціями [10, 11], світильники розміщуються паралельно до довшої сторони приміщення. Для вибраного типу світильника визначається оптимальна відстань між рядами з точки зору освітлення та економічності:

$$\lambda_c = 1,4 \dots 1,6; \lambda_e = 1,6 \dots 2,1$$

Рекомендована з точки зору освітлення та економічності відстань між рядами світильників:

(6.2)

$$L_g = (\lambda_c - \lambda_e) \cdot H_{розр}$$

$$L_B = (1,4 \dots 2,1) \cdot 3,3 = 4,62 \dots 6,93 \text{ м.}$$

Задаємося $L_g = 6 \text{ м}$.

Відстань ряду світильників від стіни, що забезпечує оптимальне освітлення:

$$l_B = (0,3 \dots 0,5) \cdot L_B \quad (6.3)$$

$$l_B = (0,3 \dots 0,5) \cdot 6 = 1,8 \dots 3 \text{ м.}$$

Задаємося $l_g = 3 \text{ м.}$

Розрахунок необхідної кількості рядів світильників:

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L_B} + 1 \quad (6.4)$$

$$N_B = \frac{11 - 2 \cdot 3}{6} + 1 = 1,83 \text{ шт}$$

$$N_g = 2 \text{ шт.}$$

Обчислення довжини напівряду та визначення умовної освітленість e по графікам лінійних ізолюкс [10].

$$\sum e = 280 \text{ лк.}$$

Обчислення світлового потоку від 1 метра світлової лінії:

$$F' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_z \cdot H_{розр}}{\sum e_A \cdot \mu}, \quad (6.5)$$

$$F' = \frac{1000 \cdot 75 \cdot 1,3 \cdot 3,3}{280 \cdot 1,1} = 1045 \frac{\text{лм}}{\text{м}}$$

Відповідно до таблиць [11] підбираємо світильники з лампами ЛБ 40-4, які мають світловий потік 3000 лм, номінальну потужність 40 Вт та довжину 1,2 м.

Визначення загального світлового потоку ряду світильників:

$$F_{ряда} = F' \cdot A \quad (6.6)$$

$$F_{ряда} = 1045 \cdot 37 = 38143 \text{ лм.}$$

Знаходження світлового потоку 1 світильника:

$$F_{св} = \Phi_l \cdot n \quad (6.7)$$

$$F_{св} = 3000 \cdot 1 = 3000 \text{ лм}$$

Знаходження кількості світильників, необхідних для ряду:

$$N_{ряда} = \frac{F_{ряда}}{F_{св}} \quad (6.8)$$

$$N_{\text{ряда}} = \frac{38143}{3000} = 12,7 = 13 \text{ св.}$$

Визначення оптимального кроку розміщення світильників в ряду:

$$\Delta l = \frac{A - l_{\text{св}} \cdot N_{\text{ряда}}}{N_{\text{ряда}}} \quad (6.9)$$

$$\Delta l = \frac{37 - 1,214 \cdot 13}{13} = 1,59 \text{ м}$$

Забезпечення безперервності освітлення [10, 11]

$$\Delta l_{\text{фак}} < 0,5 H_p$$

$$1,59 < 1,65$$

Умова виконується, безперервності освітлення забезпечується.

$$P_{\text{вс}} = 1,25 \cdot P_{\text{св}} \cdot N \cdot n \cdot Nb \quad (6.10)$$

$$P_{\text{вс}} = 1,25 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 13 \cdot 2 = 1300 \text{ Вт}$$

$$P_{\text{ншт}} = \frac{1300}{407} = 3,2 \text{ Вт / м}^2$$

Розрахунок інших виробничих приміщень проводимо аналогічно. Результати розрахунку зводимо у світлотехнічну відомість, яка наведена у додатках.

6.4. Електротехнічний розрахунок системи освітлення корівника

При розрахунку системи освітлення корівника потрібно враховувати кількість світильників, їхню потужність та розташування. По-перше, необхідно визначити загальну потужність освітлення, що вимірюється у ватах (W). Для цього множимо потужність кожного світильника на їхню кількість і додаємо отримані значення разом.

Наступним кроком є вибір провідників, які зможуть переносити потрібний струм без перегрівання. Провідники мають відповідати вимогам електробезпеки та нормативам, визначеним для даного типу установки.

Враховуючи струм, який буде проходити через провідник, вибираємо їхню секцію так, щоб забезпечити безпечну роботу системи.

Детальний розрахунок освітлювальної мережі корівника наведений у додатку Б. Результати проведених розрахунків показано на листі графічної частини роботи КП.06.3.010.02.Е7.

6.5. Розробка специфікації компонентів системи освітлення корівника

Опис компонентів освітлювальної установки корівника міститься в табл.6.2.

7. ОХОРОНА ПРАЦІ

Організація роботи з охорони праці в корівнику. На підприємстві, що займається утриманням корів, ефективна організація роботи з охорони праці є критично важливою для забезпечення безпеки працівників та збереження їхнього здоров'я. Планування дій з охорони праці починається з ретельного аналізу потенційних ризиків, пов'язаних з робочим процесом у корівнику. Визначення цих ризиків дозволяє встановити пріоритети та розробити стратегію зменшення їх впливу на працівників.

Фінансування заходів з охорони праці має бути відведено у відповідних обсягах у бюджеті підприємства. Це включає витрати на придбання спеціального обладнання, індивідуального захисту, організацію навчання працівників та проведення необхідних обстежень та контролю за дотриманням вимог безпеки.

Коллективний договір включає розділ, присвячений охороні праці, де чітко формулюються права та обов'язки як роботодавця, так і працівників у сфері забезпечення безпеки та здоров'я під час виконання роботи в корівнику.

Організація навчання працівників включає розробку програм навчання з охорони праці, створення інструкцій з безпеки, а також ведення журналів реєстрації інструктажів та протоколів атестації. Це дозволяє забезпечити належний рівень обізнаності працівників з правилами та процедурами, спрямованими на запобігання травматизму та професійних захворювань.

Забезпечення спецодягом, засобами індивідуального захисту та санітарно-побутовими умовами відіграє важливу роль у збереженні здоров'я працівників. Регулярна перевірка та обслуговування цих засобів дозволяє уникнути їхнього зношення та забезпечити їх ефективне функціонування.

Відповідальність посадових осіб за роботу з охорони праці передбачає встановлення чітких обов'язків та процедур контролю за їх виконанням. Це

включає моніторинг дотримання вимог безпеки, вчасне реагування на виявлені порушення та впровадження заходів щодо їх усунення..

Потенційні небезпеки процесу роздачі кормів. У процесі роздачі кормів на корівнику існують різноманітні потенційні небезпеки, які потребують уваги та вжиття відповідних заходів для їх запобігання. По-перше, це можуть бути травматичні ситуації, пов'язані з важким обладнанням або матеріалами, які використовуються для перевезення та розподілу кормів. Наприклад, неправильне використання підйомних механізмів або недбале поводження з вантажем може призвести до травм працівників.

Далі, існує ризик отруєння чи захворювання внаслідок неправильного зберігання або обробки кормів. Наприклад, неправильно складений корм може стати джерелом поживи для патогенних мікроорганізмів або отруйних речовин, що може призвести до захворювання тварин або навіть працівників, які з ним працюють.

Крім того, необхідно враховувати ризик травмування тварин під час процесу роздачі кормів. Це може статися через недбале поводження з тваринами або через використання неякісного або неналежно підібраного обладнання для роздачі кормів.

Також, важливо враховувати можливість пожежі або вибуху під час обробки та зберігання кормів. Певні типи кормів можуть мати підвищену горючість або бути вибухонебезпечними, тому необхідно дотримуватися відповідних заходів безпеки та контролювати умови їх зберігання.

Отже, для ефективного управління ризиками у процесі роздачі кормів необхідно ретельно аналізувати потенційні небезпеки та вживати відповідних заходів з охорони праці та безпеки для їх запобігання.

Рекомендації щодо впровадження безпечних і здорових умов праці в корівнику. Для забезпечення безпечних і здорових умов праці в корівнику, зокрема під час роботи кормороздавача, важливо впровадити ряд рекомендацій. По-перше, необхідно забезпечити належне навчання та інструктаж персоналу з

правил безпеки та коректного використання обладнання. Це допоможе знизити ризик травм та нещасних випадків під час роботи.

Крім того, необхідно регулярно перевіряти та обслуговувати обладнання для роздачі кормів, щоб уникнути його відмови або несправностей, які можуть призвести до травматичних ситуацій. Також важливо використовувати лише сертифіковані та належно підтримувані машини та інструменти.

Для зниження ризику захворювань необхідно дотримуватися правил санітарії та гігієни, зокрема, стежити за якістю та зберіганням кормів, щоб уникнути контакту з потенційно шкідливими речовинами.

Також слід забезпечити належні умови праці для персоналу, зокрема, забезпечити належне освітлення та вентиляцію в робочих приміщеннях, а також відповідний рівень температури та вологості, щоб уникнути стресу та негативного впливу на здоров'я працівників.

Належне використання особистого захисту, такого як захисні каски, рукавиці та захисні окуляри, також є важливим аспектом забезпечення безпеки під час роботи з кормороздавачем.

Крім того, важливо створити систему контролю та моніторингу за дотриманням правил безпеки та здоров'я під час роботи, щоб своєчасно виявляти та усувати будь-які порушення чи недоліки.

Висновки. Впровадження безпечних і здорових умов праці в корівнику, зокрема під час роботи кормороздавача, вимагає комплексного підходу та системної організації. Навчання персоналу, належна підтримка обладнання, дотримання санітарних та гігієнічних норм, створення комфортних умов праці та забезпечення особистим захистом – усі ці елементи сприяють підвищенню безпеки та зниженню ризику травм та захворювань серед працівників. Постійний контроль за дотриманням цих заходів та систематичне оновлення підходів до охорони праці допомагають забезпечити найвищий стандарт безпеки та здоров'я на робочому місці.

8. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Економічне обґрунтування проекту системи електрифікації корівника з автоматизацією лінії роздачі кормів базується на ряді факторів. Перш за все, впровадження такої системи значно зменшить ручну працездатність, що призведе до економії робочого часу та оптимізації витрат на оплату праці. Крім того, автоматизація дозволить знизити втрати кормів через точну дозацію та раціональне використання, що в свою чергу позитивно вплине на фінансові показники підприємства.

Зменшення витрат на ресурси, такі як електроенергія та корми, також є важливим аспектом економічної вигідності проекту. Система електрифікації корівника може бути спроектована таким чином, щоб оптимізувати споживання електроенергії, зокрема шляхом використання енергозберігаючих технологій та програмних рішень для ефективного керування електроустаткуванням.

Отже, на основі зазначених факторів можна зробити висновок, що впровадження системи електрифікації корівника з автоматизованою лінією роздачі кормів є економічно обґрунтованим рішенням, яке сприятиме оптимізації виробничих процесів та збільшенню прибутковості господарства.

Для розрахунку витрат електроенергії обладнанням корівника після реконструкції системи електрифікації використовується наступна формула [12]:

$$W_n = W_o - \frac{W_o \cdot k}{100}, \quad (9.1)$$

де k – зменшення споживання електроенергії корівником, %; $k = 10\%$.

$$W_n = 121225 - \frac{121225 \cdot 10}{100} = 109103 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Економія витрат на електроенергію в корівнику протягом року [13]:

$$E_{el} = (W_6 - W_{np}) \cdot Ц, \quad (9.2)$$

де Ц – вартість 1 кВт·год електроенергії з урахуванням тарифів на електроенергію, розподіл та передачу, грн/кВт·год.

$$E_{el} = (121225 - 109103) \cdot 6 = 72912 \text{ грн.}$$

Термін окупності запропонованих рішень в корівнику:

$$T_{ок} = \frac{K_{дод}}{E_p}, \quad (9.3)$$

$$T_{ок} = \frac{90802}{72912} = 1,25 \text{ років.}$$

Детальна інформація про техніко-економічні показники реконструкції системи електрифікації корівника представлена та на аркуші графічної частини проекту КП.06.3.010.08.ТБ.

Висновки. Запровадження в корівнику системи автоматизованого керування процесом кормороздачі та використання сучасних типів електротехнічної апаратури дозволить зменшити споживання електричної енергії на 12152 кВт·год щороку.

ВИСНОВКИ

Під час розробки дипломного проекту було досліджено питання модернізації електрифікації корівника компанії ТОВ "Аграрні інвестиції" в Сумській області. Це включало розробку системи автоматизованого управління лінією роздачі кормів та аналіз особливостей роботи технологічного обладнання. Було проведено заміну застарілих електродвигунів на нові моделі та перевірено їх потужність, враховуючи режим роботи. Також було вибрано відповідне електрообладнання з урахуванням умов навколишнього середовища.

Для освітлення корівника були обрані світильники з енергозберігаючими лампами, а також виконано проектування внутрішньої електричної мережі. Проведено розрахунок та вибір пускозахисної апаратури, автоматичних вимикачів та кабелів, які були використані в процесі.

Також була розроблена принципова схема керування електрообладнанням для роздачі кормів, а на її основі складено відповідні електричні схеми з'єднань та підключень.

Запровадження в корівнику системи автоматизованого керування процесом кормороздачі та використання сучасних типів електротехнічної апаратури дозволить зменшити споживання електричної енергії на 12152 кВт·год щороку, що призведе до зменшення витрат на її оплату на 72912 грн. Термін окупності капіталовкладень складає 1,25 рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гапоненко В. С. Механізація і електрифікація сільськогосподарського виробництва. / В. С. Гапоненко, В. С. Олійник, А. Т. Потапенко, А. Я. Чугай. – К.: Вища шк., 1983. – 448 с.
2. Механізація і автоматизація тваринництва: Підручник / І. І. Ревенко, А. І. Окоча, Є. Л. Жулай та ін. – К.: Вища освіта, 2004. – 399 с.
3. Правила улаштування електроустановок. – 2-ге вид., переробл., і допов. – Харків: Форт, 2009. – 736 с.
4. Офіційний сайт групи компаній "Брацлав". [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://bratslav.com/ru>.
5. Доїльний апарат "Буренка-3». [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://byrenka.com.ua/doilnyj-apparat-burenka-1-kombi-3000.html>
6. Офіційний сайт ТОВ "МАШЗАВОД АГРОСИСТЕМА ПЛЮС" [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.agro-sys.com/ua/>.
7. Офіційний сайт компанії «ТУРБОВЕНТ». [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://turbovent.com.ua/>.
8. Електропривод с.г. машин, агрегатів та потокових ліній. Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавриненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк. За ред. Жулая Є.Л. – Вища освіта, 2001. – 288 с.
9. Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. Частина 2 «Проектування внутрішньої силової розподільчої мережі. Вибір та перевірка пуско-захисної апаратури» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» / С.О. Квітка, М.В. Постнікова. – Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – 76 с.
10. В.Ф. Яковлев, Р.В. Кушлик, С.О. Квітка, Ю.М. Куценко. Проектування систем електрифікації технологічних процесів на підприємствах

АПК. Системи електричного освітлення: Навчальний посібник / За заг. ред. проф. Яковлева В.Ф. – Мелітополь, 2010. – 106 с.

11. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Електричне освітлення та опромінення» для студентів факультету енергетики і автоматики / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук, Б.М. Ковалишин – Київ, НУБіП, 2014 р. – 63 с.

12. Андреюк Н.В. Мікроекономіка: навч. посібник/ Н. В. Андреюк. - К.: Кондор, 2006. - 176 с.

13. Мацибора В.І. Економіка сільського господарства: підручник. / В.І. Мацибора - К.: Вища школа, 1994. – 415 с.