

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

Розробка системи електропостачання

молочної ферми сільськогосподарського підприємства

Виконав: студент _____ 4 _____ курсу, групи _____ ЕТ-41

спеціальності _____ 141

_____ електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Бондарчук Н. А.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Оробчук Б. Я.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Коваль В. П.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Коваль В. П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Тернопіль, 2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Коваль В. П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«30» січня 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Бондарчуку Назарію Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи електропостачання молочної ферми сільськогосподарського підприємства

Керівник роботи: Оробчук Богдан Ярославович, к.т.н, доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2024 року № 4/7-50

2. Термін подання студентом завершеної роботи: червень 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Існуюча схема електропостачання молочної ферми, параметри споживачів електричної енергії, технічні характеристики наявного обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
 Вступ

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Типовий план молочної ферми

2. Електропостачання і електрообладнання корівника

3. Схема освітлювального електрообладнання і електропроводок

4. Принципова електрична схема доїльного агрегату

5. Основні характеристики доїльного агрегату

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи хорони праці	Гурик О. Я., к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання 30 січня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2024	
2	Аналітичний розділ	28.02.2024	
3	Розрахунковий розділ	31.03.2024	
4	Проектно-конструкторський розділ	30.04.2024	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2024	
6	Висновки	10.06.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2024	
8	Оформлення графічної частини	15.06.2024	

Студент

(підпис)

Бондарчук Н. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Оробчук Б. Я.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Бондарчук Назарій Анатолійович. Розробка системи електропостачання молочної ферми сільськогосподарського підприємства.

Стор.–70 ; рис. - 18; табл. - 16; джерел - 44; додатків - 0.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка системи електропостачання типової молочної ферми сільськогосподарського підприємства, яка знаходиться на території Тернопільської області.

В аналітичному розділі виконано огляд літератури за тематикою кваліфікаційної роботи.

В розрахунковому розділі приведено характеристика об'єкта господарювання, виконано розрахунок і вибір електроустановок вентиляції, системи освітлення, системи водопостачання, проведено розрахунок електричних навантажень, вибрано силовий трансформатор, розраховано і вибрано провідники силової мережі, виконано розрахунок струмів короткого замикання та вибрано автоматичні вимикачі.

В проектно-конструкторському розділі описано призначення розробленого плану ферми його основні характеристики, підібрано систему для видалення добрива та перенесення його в місця відстою, систему охолодження та нагріву води, підібрано світлові прилади для освітлення приміщень та вулиці.

У четвертому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто питання охорони праці та безпеки життєдіяльності при роботі з технологічним та електротехнічним устаткуванням на підприємствах сільськогосподарської галузі.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ОБЛАДНАННЯ, ВУЛИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ТРАНСФОРМАТОР, СИЛОВА МЕРЕЖА, АВТОМАТИЧНИЙ ВИМИКАЧ.

ЗМІСТ

ВСТУП	<u>6</u>
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	<u>9</u>
1.1. Умови клімату та місце розташування	<u>9</u>
1.2. Опис молочної ферми	<u>10</u>
1.3. Будівля та споруди для утримання корів	<u>10</u>
1.4. Вибір технології та системи утримання корів	<u>11</u>
1.5. Вибір обладнання та техніки для корівника	<u>12</u>
1.6. Можливість застосування альтернативних джерел енергії	<u>19</u>
1.7. Висновок до розділу 1	<u>20</u>
2. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	<u>21</u>
2.1. План розміщення будівель на території молочної ферми	<u>21</u>
2.2. Вибір додаткового технологічного обладнання	<u>23</u>
2.3. Вибір освітлювальних пристроїв для освітлення молочної ферми	<u>26</u>
2.4. Висновок до розділу 2	<u>31</u>
3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	<u>32</u>
3.1. Розрахунок освітлювальних установок	<u>32</u>
3.2. Розрахунок навантаження	<u>39</u>
3.3. Вибір трансформатора	<u>45</u>
3.4. Вибір силових кабелів	<u>46</u>
3.5. Вибір автоматичних вимикачів для відхідних ліній	<u>54</u>
3.6. Висновок до розділу 3	<u>57</u>
4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	<u>58</u>
4.1. Основні причини ураження людини електричним струмом	<u>58</u>
4.2. Рекомендації перед початком електромонтажних робіт	<u>59</u>
4.3. Захисне заземлення	<u>63</u>
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	<u>66</u>
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	<u>67</u>

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництва є одним з найбільш впливових на стан економіки України, відсоток зовнішнього товаро-обігу сільськогосподарської продукції від загального складає близько 25% у 2021 році, Але експорт молочної продукції в усіх її видах становить лиш близько 1% від сільськогосподарської продукції. Варто зазначити, що великий % виробленої молочної продукції залишається на внутрішньому ринку, а в умовах повномасштабного вторгнення володіння молочною фермою, має ще більше ризиків чим зазвичай. Розвиток сільськогосподарського підприємства в Україні впливає, як на економічну так і на політичну обстановку.

Державне регулювання сільськогосподарським технологічним процесом проводить на базі законодавчих актів про тваринництво, а також законів та Конституції України.

Оскільки на даний момент спостерігається інтенсивний перехід на ринкові відносини, то на фоні цього також активно розробляються нові різні форми для ведення сільського господарювання, що дає можливість ефективніший розвиток господарства. За системою власності та управління господарства поділяються на різні типи : приватні, колективні, кооперативні, державні та державно-кооперативні. На даному фоні впровадження різного виду електрифікації або автоматизації технологічного процесу в тваринницькому фермерстві дозволить відчутно зменшити витрати робочої сили, що дозволить покращити як умови праці так і її продуктивність, також це покращить економічну складову ефективності виробництва.

Правильна розробка системи електропостачання сільськогосподарського підприємства має дуже великий вплив на ефективну роботу підприємства. Результати дослідження та розробки, які були здійснені в даній роботі, можуть бути використані для подальшого покращення даної молочної ферми сільськогосподарського підприємства.

Роботі над покращенням системи електропостачання сільськогосподарського підприємства відводиться важлива роль , її роль полягає у забезпеченні

розвитку сільської території, покращення виробничої потужності, а також можливе зниження впливу на довкілля.

В умовах постійного зростання ціни на електроенергію, та не стабільності ринку енергоресурсу, особливо актуальною постає необхідність покращення системи електропостачання.

Одним із напрямків розвитку молочних ферм, є електрифікація, механізація та автоматизація технологічних процесів. Використання доїльних установок із вакуумним насосом забезпечить скорочення витрати трудової сили, покращення комфорту праці і зменшення необхідної кількості персоналу для обслуговування корівника. Використання теплохолодильних пристроїв дозволить як охолоджувати рідину яка охолоджує молоко яке буде знаходитися в спеціально відведеному танку-сховищу, а також дозволить підігрівати воду для миття обладнання, а також якщо потрібно для підігріву води напоювання ВРХ.

Розведення ВРХ можна здійснювати в будь якому регіоні України. Продуктивність в кожній породі корів відрізняється, але окрім продуктивності звертається увага і на жирність молока, найбільше молока дають корови джерсейської породи 30-35л., але в даному молоці найбільший вміст жирності від 7% до 8% . Голштинська порода дає в районі 15-20л. в залежності від годування, із жирністю від 3,6% до 4,49 що ідеально для виробництва масла. І остання порода, айширська яка дає до 30 літрів на добу із жирністю 4,2% до 4,3 %, що також підходить до різних вторинних перетворень що відбуватимуться над молоком. Але айширську породу важко зустріти на території України.

Підсумовуючи проведений короткий аналіз, можна сказати, що проблема впровадження електрифікації і автоматизації технологічних процесів в сільськогосподарському секторі є достатньо важливою в теперішній час, а тема кваліфікаційної роботи *«Розробка системи електропостачання молочної ферми сільськогосподарського підприємства»* - актуальною.

Об'єктом дослідження є система електропостачання молочної ферми сільськогосподарського підприємства.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка надійної та ефективної системи електропостачання споживачів сільськогосподарського підприємства електроенергією необхідної якості.

Таким чином, під час виконання кваліфікаційної роботи були вирішені наступні завдання:

- розроблено технологічну схему розміщення обладнання;
- проведено розрахунок силового електрообладнання та представлено розрахункову схему;
- розроблено систему електропостачання і електрообладнання молочного блоку;
- розроблено схему освітлювального електрообладнання і електропроводок;
- розроблено загальну схему з'єднань корівника;

Під час виконання теми кваліфікаційної роботи було розглянуто загальну характеристику об'єкта господарювання, виконано розрахунок і вибір електроустановок системи вентиляції, електроустановок системи опалення та системи водопостачання. Також було здійснено розрахунок електричних навантажень, провідників силової мережі, виконано вибір силового трансформатора та розраховано струми короткого замикання. При виконанні кваліфікаційної роботи було використано системний підхід, у якому електромережі сільськогосподарського підприємства представлено у вигляді частини електричної енергетичної системи. Для здійснення конструктивного виконання схем електричного постачання в кваліфікаційній роботі застосовано типове устаткування.

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Умови клімату та місце розташування

Молочну ферму буде розміщено в Тернопільській області. В цій області помірно континентальний клімат, літо неспекотне, а зима помірна, кількість опадів достатня[1]. Температура найтеплішого місяця (липня) в середньому $+18...+19^{\circ}\text{C}$, у свою чергу найхолодніший місяць (січень) в середньому $4,5...5^{\circ}\text{C}$. Сума активних температур нерівномірно розподілена на території області, в південній та південно-східній частині $2600-2700^{\circ}\text{C}$, північна частина 2550°C , а центральна та піднятих частинах північної $2450-2470^{\circ}\text{C}$, з цього я виберу значення суми активних температур 2600°C (що відповідає південній частині).Період з температурним рівнем більше $+10^{\circ}\text{C}$ близький до 165 днів. На Тернопільщині опадів випадає достатня кількість(від 550 до 700 мм за рік). Найбільше опадів на північному заході та заході (понад 650 мм за рік), найменше (550 мм за рік) на крайньому південному сході. У теплий період року випадає найбільша частинна опадів(близько 75%). Літом часто нерідко бувають грози, іноді град, але найчастіше зливи. Сніговий покрив товщиною 8-10 см. В зимовий період спостерігаються хуртовини та ожеледиці (хуртовини до 10 днів, а ожеледиці до 15), також протягом року можна спостерігати тумани (до 40 днів на рік) грози з градом (1-2 дні). Територію Тернопільщини поділяють на три агрокліматичні зони, хоча у всіх них достатнє зволоження та сприятливий температурний режим.

Вітри (північно-західні та південно-західні найчастіше, північні та південні рідко) для всіх пір року є характерними, особливо для літа. Середня швидкість вітру 2.65 м/с . Максимальна середня швидкість вітру за січень становить 3.5 м/с . Кількість днів із швидкістю понад 10 м/с в середньому при негативній температурі – 2 дні.

1.2 Опис молочної ферми

Відповідно до стандарту про технологічне проектування тваринницьких будівель було здійснено планування даного об'єкта.

Через необхідність того, щоб ферма та її територія отримувала достатню кількість сонячних променів та провітрювалась, вона знаходиться віддалено від

Напрямок молочної ферми є виробництво молока. Передбачається проектом технологічний процес на середню живу масу рогатої великої худоби – 500 кг та молочною продуктивністю 20-28 літрів.

У будівлі які розміщені на території ферми входять: гараж, кормоцех, будинок для персоналу, ветеринарний пункт, насосна станція, корівник та доїльне відділення. Розташовані будівлі так щоб дати зручні умови для експлуатації персоналом.

З'єднання будівель між собою здійснено за допомогою твердого покриття, щоб забезпечити роботу без перешкод для всіх засобів механізації навіть при поганих погодних умовах. Тому на фермі є вся необхідна сільськогосподарська техніка та транспорт.

Під час планування було взято до уваги створення умов для економного виконання виробних процесів, також враховувалося створення умови для ефективного використання засобів механізації та створення на фермі санітарно-технічних умов.

При в'їзді на ферму встановлено бар'єри для дезінфекції та ветсанпропускник, відповідно стороннім вхід на територію ферми заборонений.

1.3 Будівля та споруди для утримання корів

Корівник для 100 голів великої рогатої худоби [7]. Утримання тварин буде відбуватися за допомогою прив'язання, з можливістю вигулу. Прибирання гною відбувається за допомогою скребкового транспортера, з переміщенням його в місце очищення чи дезінфекції[2].

Вхідні дані по корівнику введені в таблицю 1.1.

Таблиця 1.1 Вихідні параметри

Показники	
Корівник	Назва ділянки виробництва
1.2	Швидкість вітру розрахована для літнього періоду, м/с
730	Атмосферний тиск, мм рт. с.
100	Кількість тварин.
768	Площа підлоги(загальна)
4	Висота стін, м.
12	Ширина приміщення, м.
64	Довжина приміщення, м.

1.4 Вибір технології та системи утримання корів

На сьогоднішній день скотарство в Україні зазнає другого подиху, а молочне є однією з вагомих його частин. До нього належать важливі продукти харчування, такі як молоко, кисломолочні продукти, сир та інші. А розвиток технологій надає бажану можливість покращити та полегшити молочне скотарство для фермерів.

Механізація технічних процесів на молочній фермі дає можливість покращити процеси для якнайкращого догляду за коровами, що й дозволить збільшити продуктивність праці. З цього можна сказати, що технічні та технічно-інженерні операції, що виконуються на молочних фермах, зменшують потреби у ручній праці [6].

Необхідно виконувати механізований процес на лінії виробництва, яка вже використовується, щоб забезпечити те, що продуктивність кожного наступного обладнання відповідає ефективності попереднього. Такий підхід дозволить створити безперервний процес виробництва, що є ключовим у виконанні складних механізаційних завдань.

Для прив'язки великої рогатої худоби існує два методи на молочних фермах. Перший метод це не прив'язувальний, перевагою його є покращення почуття корів, що може вплисти в збільшення кількості молока яке корова дасть також зменшує шанс на те, що корова не захворіє, недоліком цього методу є те, що для доїння потрібно виконати більше праці, також потрібне окреме доїльне відділення, важливим є і те, що важко нормувати їжу для хворої особи. Другий метод це прив'язувальний з назви якого випливає, що корови більшість часу прив'язані до

свого персонального місця, перевагою є те що можна використовувати індивідуальний догляд за коровами, обмежити хвору особу, чим можна запобігти поширенню хвороби. При такій системі кожна тварина має місце, яке оснащено годівницею, автоматичною подачею води в напувалки, засобом збирання гною та самою ж прив'яззю. Мобільні кормороздавачі дають можливість нормованої, індивідуальної чи групової годівлі корів, але лиш коли чітко визначено місце худоби.

Із причин наведених вище вважаю, що спосіб утримування корів є прив'язаним, а місце під одну корову згідно до норм проектування молочних ферм, приймаю, що стійла довжиною 2 м, а шириною 1.2 м.. Спосіб прив'язного утримування надасть фермі покращення зручності догляду за тваринами та економічного характеру, за кожною твариною можливий індивідуальний догляд, забезпечення умов для їх персонально-нормованого годування та їхнього роздою, що буде сприяти продуктивності ферми. А також при даному способі утримування вагомою перевагою є те, що відбувається економія кормів та підстилки. Над кожною коровою тобто над її стійлом висітиме табличка на якій буде зазначено короткі відомості про корову, такі як дата народження, кличка, ідентифікаційний номер, порода, дата наступного або чергового отелення та її продуктивність за лактацію (останню).

1.5 Вибір обладнання та техніки для корівника

Прив'язь ОСК-25 є невід'ємним обладнанням для прив'язного утримування великої рогатої худоби, він забезпечує безпечне та зручне розташування тваринам, його покривають антикорозійним покриттям що покращує його надійність та термін роботи. [3]

На рис. 1.1 показа прив'язь ОСК-25, а на рис. 1.2 показане саме привязання корів.



Рисунок. 1.1. Прив'язь ОСК-25



Рисунок. 1.2. Прив'язне утримування корів

Приміщення корівника обладнане стійлами, до них приєднані годівниці та автонапувалки. До корівника приєднанні також подвір'я .

За допомогою кормороздавача КТУ-10А (малюнок якого наведено на рис. 1.3) роздається корм. Технічні характеристики кормороздавача КТУ-10А наведено в таблиці 1.2 [4]. Цей кормороздавач призначений для перевезення та вивантаження у годівниці обробленого сіна, соломи, силосу, а також різних сумішей цих кормів з домішками по типу комбікорму, подрібненими коренебульбоплодами та сипкими добавками. Даний кормороздавач агрегується тракторами класу 1,4 т. на фермі буде використовувався МТЗ-82.1[5].



Рисунок. 1.3. Кормороздавач КТУ-10А

Таблиця 1.2 – вхідні дані кормороздавача КТУ-10А

	Технічні характеристики
6670	Довжина, мм.
2500	Висота, мм.
2300	Ширина, мм.
10	Об'єм кузова, м ³ .
4000	Вантажопідйомність, кг.
7,5	Потужність, кВт.
72-480	Швидкість роздачі кормів.
2100	Маса, кг

Для однієї літри молока корова має випивати 4-5 літрів води, для цього на фермі буде використовуватися автоматична поїлка АП-2, вона буде встановлена для кожної корови окремо. Автопоїлки є найкращим способом для поїння великої кількості ВРХ, який економить як час так і людський ресурс, також вони краще розподіляють сам ресурс(воду). Дана напувалка підтримує певний рівень води на постійній основі, Основа чаші виготовлена з первинного харчового поліетилену, що забезпечує гладку поверхню, комфортну для пиття. Вода з чаші не витікає, а тримається на певному рівні, що ж забезпечує захищеність води від великих

частинок бруду, а конструкція полегшує процес її догляду. Так як спосіб утримування ВРХ на фермі прив'язний то дана напувалка підходить як найкраще для індивідуального напою тварин, вона ж зображена на рисунку 1.4



Рисунок 1.4. Автоматична поїлка АП-2

Доїння корів – це найбільш важливий процес в молочній фермі, але він також потребує великої затрати ручної роботи, тому для полегшення та підвищення продуктивності праці було обрано автоматичний спосіб доїння. Автоматичне доїння в залежності від обладнання може скоротити в 2-5 разів витрати на робочу силу, якщо порівнювати з ручним доїнням, це в свою чергу також скорочує обсяг роботи, та часу затраченого на доїння. Існує декілька методів автоматичного доїння: вакуумне висмоктування та механічне. Механічне доїння таке ж як ручне доїння. але воно було не дуже безпечним, і на даний час майже не використовується.

Існує багато способів збирання молока тобто його технологій, але найпоширенішими є лише декілька технологій: перша це збирання видною в молокопровід[8], і другий це збирання в молочні контейнери.

При збиранні молока в молочні контейнери, його розливають в певні ємності після чого транспортують за допомогою візка чи причепа в молочний блок, це

можна робити, як вручну, так і за допомогою якогось трактора з причепом. Після в'їзду в молочний блок його спершу зважують, а потім завантажують в резервуар для збору та збереження молока, для цього використовують насоси.

При використанні молокопроводу, молоко із корів потрапляє в трубу а із неї вже в молочний блок, де збирається, та зберігається в молочному колекторі. При використанні першої технології ми зменшуємо затрати фізичної роботи, тому що ми не транспортуємо молоко, що також покращує й продуктивність праці.

Виходячи з вище зазначеного, для ферми буде обрано перший метод, тобто технологію доїння в молочний трубопровід.

На даній фермі буде використано ADM-8A-1 який в свою чергу є вакуумним доїльним апаратом. [10] На рис. 1.5 зображено вакуумний регулятор ADM, а на рис. 1.6 зображено будову всієї установки.

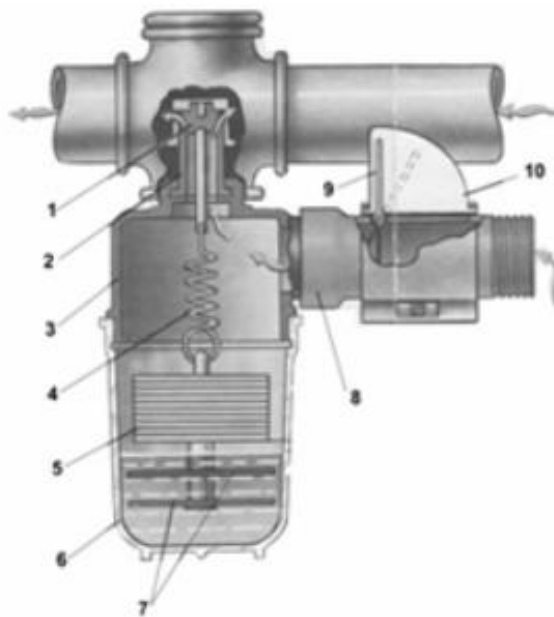


Рисунок 1.5 – Вакуумний регулятор АДМ

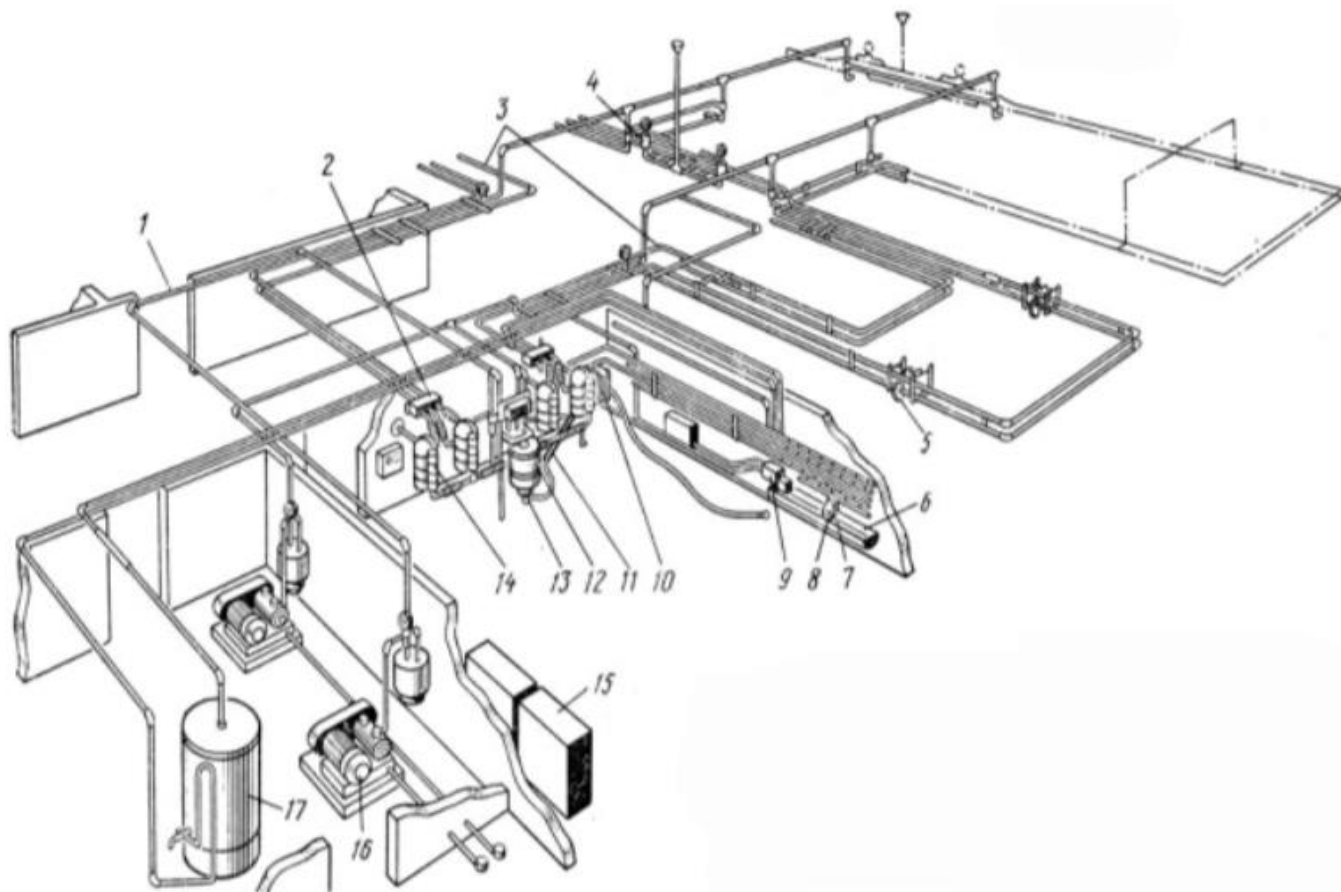


Рис. 1.6. – Агрегатний пристрій АДМ-8А-1

1 – вакуум-провід; 2 – перемикач; 3 - молокопровід; 4 – пристрій підйому; 5 – молочно=вакуумний кран; 6 – пристрій промивання; 7- електроводонагрівач; 8- пристрій зоотехнічного обліку молока (УЗМ-1А); 9 – доїльна апаратура; 10 – автомат промивання; 11 – резервуар молока; 12 – молочний насос; 13 – молокоприймач; 14 - фільтр; 15 – дозатор молока; 16 – охолодник молока; 17 – шафа запасних частин; 18 - установка вакуумна УВУ-45А

У таблицю 1.3 занесено характеристики агрегату АДМ-8А-1.

Таблиця 1.3 – Технічні характеристики АДМ-8А-1

Назва параметру та одиниці його вимірювання	Дані
	АДМ-8А-1
Кількість корів які можна доїти одночасно	8
Максимальна кількість корів, що можна обслуговувати	104
Максимальна кількість місць підключень апаратів	52
Вакуумні насоси, шт.	2

Продовження таблиці 1.3

Назва параметру та одиниці його вимірювання	Дані
Кількість персоналу, необхідного для обслуговування	2
Маса, кг.	1350
Допустима довжина петлі кільцевої лінії молокопроводу, м.	200
Потужність, кВт	4,74

Молоко на підприємствах молочної продукції зберігається в резервуарах для зберігання молока. На цій фермі буде використано резервуар РОКА 5000[11]. Резервуар призначений для охолодженого зберігання молока на підприємствах, сама ємність встановлена за межами приміщення та при температурі середовища до +40°C.



Рисунок 1.7 - Резервуар для зберігання молока РОКА 5000

Характеристики резервуару РОКА 5000 занесено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4. Технічні характеристики резервуару РОКА 5000

5000	робоча	Місткість,
5100	геометрична	л
3000	Внутрішній діаметр, мм	

Продовження таблиці 1.4.

безперервне	Вимірювальня кількості молока	
Насос центробіжний	Помішуваний пристрій	
3400	Ширина, мм	
3100	Висота, мм	
2150	Маса, кг	
5,5	Споживана потужність ел. насосу, кВт	

Резервуар являє собою вертикальний двохстінний циліндр з плоским дном, виконаний він з харчової нержавіючої сталі, міжстінковий простір заповнений термоізоляційним матеріалом.

1.6 Можливість застосування альтернативних джерел енергії

Одним із важливих напрямків розвитку економіки України є розвиток сільськогосподарських господарств. А стратегія розвитку в енергетичному напрямку агропромислових комплексів сприяє цьому розвитку. Науково-технічний стан грає велику роль сільському господарстві, а саме для його розвитку, воно зображене в широкій модернізації застосовуваного електроустаткування. Використання модернізованого електроустаткування дає побачити різні зміни в технології сільського господарства, у більшості випадків це зміни є позитивними.[13]

На даний момент багато уваги приділяється до розвитку альтернативних джерел енергії. Використання альтернативних джерел енергії таких як вітряна, сонячна або інших., за останнє десятиріччя широко зросло по всьому світові. Перехід до “зеленої” енергії може здійснити революцію для подальшого існування людства, так як навіть зараз екологи висловлюють занепокоєння майбутнім людей як виду. Використання “зеленої” енергії може дозволити вирішити екологічні проблеми, головною проблемою на мою думку є те, що запаси корисних копалин обмежені, і чим далі тим все менше їх ставитиме, а саме застосування цих ресурсів погано впливає на навколишнє середовище, воно викликає різні катастрофічні

ефекти такі як глобальне потепління або виділення парникового ефекту в атмосферу Землі.

На даній молочній фермі можна використати вітряну, сонячну або біогазову енергію. Використання вітряної енергії неефективне через відсутність потрібної швидкості вітру у регіоні якому розміщена ферма. Сонячна енергія має також ряд недоліків серед яких, сонячна енергія неефективно виробляється у зимний період, і не виробляється значну частку доби. Біогазова установка не має залежності від умов, вона може розміщуватися будь якій частині ферми, єдиною необхідною умовою є кількість органічних відходів, використання даного типу установок вбачається при перевищенні поголів'я 1,5 тис. корів. Так як дана ферма відносно не велика, і передбачається поголів'я лиш в 100 голів, використання даного методу не є доцільним [12].

Із проведеного аналізу можна зробити висновок, що використання більшості методів альтернативних джерел світла, що використання біогазових установок в даних умовах не доцільне, а використання вітряної та сонячної енергії неефективне.

В подальшому використання альтернативних джерел енергії можливе, хоча б для надійності електропостачання, але на даному етапі в проєкті використання альтернативних джерел енергії не розглядатиметься.

1.7 Висновок до розділу 1

У даному розділі було розглянуто, характеристики регіону в якому розміщується молочна ферма, було розглянуто будівлі та споруди які потрібні для забезпечення нормальної роботи господарства. Порівнявши методи утримання корів, було зроблено вибір на користь прив'язного через що було вибрано саму прив'язь а також іншу технічні пристрої для комфортного утримання ВРХ. Характеристики обраного обладнання було занесено у ввідні таблиці. Також було розглянуто можливість використання альтернативних джерел енергії, але через параметри регіону, або через інші потреби, використання альтернативних джерел не передбачається.

2. ПРОЄКТО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 План розміщення будівель на території молочної ферми

Для початку проектування необхідно мати структурний план об'єкту який проектується. У даному випадку це молочна ферма, на якій потрібно приміщень як для персоналу, догляду за худобою, зберігання та забезпечення продуктів споживання тварин, зберігання транспорту який використовується на об'єкті, відповідно данні приміщення потрібно ергономічно розмістити, щоби їх використання було комфортним, і дозволяло збільшити ефективність праці.[14] Структурний план молочної ферми зображено на рис. 2.1.

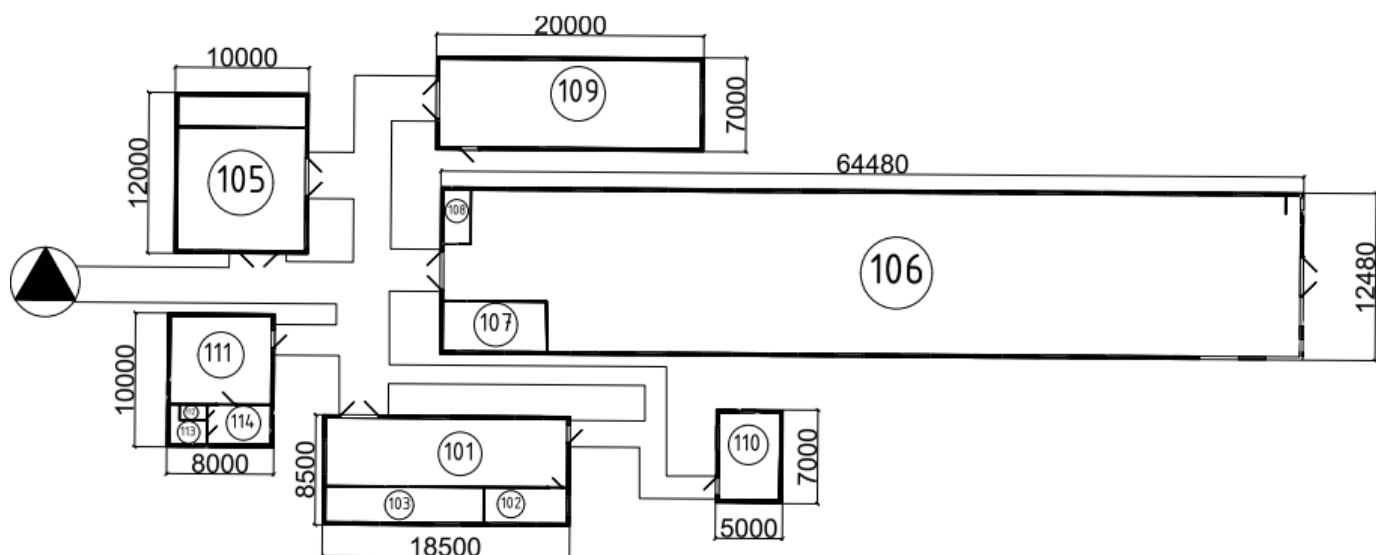


Рисунок 2.1 - Структурний план молочної ферми: 100 — трансформаторна підстанція 10/0,4; 101-103 — ветеринарний пункт; 105 — вклад(кормоцех); 106 — корівник; 107 — молочний блок; 108 — щитова корівника та молочного блоку; 109 — гараж; 110 — насосна станція; 111-114 — бригадний будинок.

В корівнику передбачається розміщення молочного блоку із виходом до резервуару, який розміщений на вулиці, також там передбачається відокремлення щитової від основного приміщення, з метою забезпечення безпеки та комфорту використання. Також правому верхньому куті передбачається встановлення скребкового транспортеру. В'їзди в корівник розміщені паралельно по центру, що

забезпечить ефективність, для заїзду трактору з кормороздавачем, стійла для розміщення корів будуть розміщуватися паралельно один одному в один ряд по кожному боку. По всьому корівникові встановлені вікна, які дозволять використовувати природню вентиляцію, та освітлення, що дозволить економніше використовувати електроенергію, яка використовувалася б для освітлення.

Відповідно до того, що ми розглядаємо саме ферму яка фокусується на виробництві молочної продукції, утримання телят в корівнику не передбачається, але перший час телята можна буде утримувати в частині ветпункту, у цьому приміщенні передбачається також утримання корів перед отеленням. Також є кабінет лікаря, та основне приміщення де відбуються дії над хворою ВРХ.

В складському приміщенні розміщується кормоцеху, для переробки різних трав з коренеплодами, та за необхідності додатковими добавками.

У бригадному будинку передбачається розміщення різних санітарних приміщень для персоналу, так і приміщення студію, де буде розміщено кухня, так і зона відпочинку. [15] Розміри та площа приміщень занесено в таблицю 2.1

Таблиця 2.1. Розміри будівель молочної ферми

Назва будівлі	Позначення на плані	а, м.	б, м.	S, мм ²
Склад (кормоцех)	105	12	10	120
Гараж	109	7	20	140
Насосна станція	110	7	5	35
Ветеринарний пункт	101-103	8	18	144
Корівник	106-108	64,48	12,48	804,7
Бригадний будинок	111-114	10	8	80

Для деяких будівель приведена їхня загальна площа, хоча вони і поділяються на декілька приміщень. У подальшому вони будуть розраховуватися окремо.

Таблиця 2.2. Технічні характеристики теплохолодильної
установки ТХУ-14

Значення	Одиниця вимірювання	Найменування
16,86/14500	кВт/год або ккал	Холодопродуктивність
21,5/18050	кВт/год або ккал	Теплопродуктивність
7,5	кВт	Потужність
6	м ³ /год	Кількість холодоносія що циркулюється апаратом
20,2	°С	Температура охолоджувальної рідини на виході

Дані характеристики повністю задовільняють потреби охолодження молока в установці РОКА 5000.

Вибір транспортера для видалення гною

Одним з найбільших трудомістких процесів на тваринницьких фермах є утилізація рідкого добрива. З приміщення утримання корів забрати рідке добриво можна різними способами: від механічного до гідравлічного чи пневматичного.

Для великої рогатої худоби рекомендується використовувати механічний метод. Для переміщення в механічному методі використовують: скріпні установки та конвеєрні стрічки.

Для очищення рідкого добрива існує декілька методів, але ми зупинимось на біологічному який поділяють на штучний та природній.

Природній метод складається з різних біологічних процесів які відбуваються в природних умовах, ці умови виникають в відстійниках або резервуарах, на очисних фермах, ставках та угіддях а також у ґрунті та компості.

Штучний метод здійснюється за допомогою штучно створених умов в яких можна виконати дезінфекцію рідкого добрива: окислювальна траншея та ін.

Для видалення гною на даній фермі буде використовуватися скребковий транспортер ТСН-160Б зображений на рисунку 2.3, він призначений для видалення відходів життєдіяльності з місця де розміщуються ВРХ. [17]

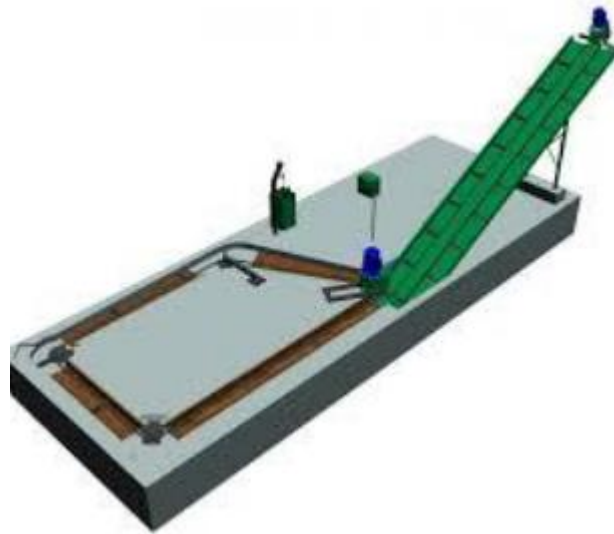


Рисунок 2.3. Скребковий транспортер гноєзбиральний ТСН-160А

Скребковий транспортер гноєзбиральний ТСН-160А складається з двох частин, перша горизонтальний транспортер, а друга вертикальний, вони зображенні на рис. 2.4.

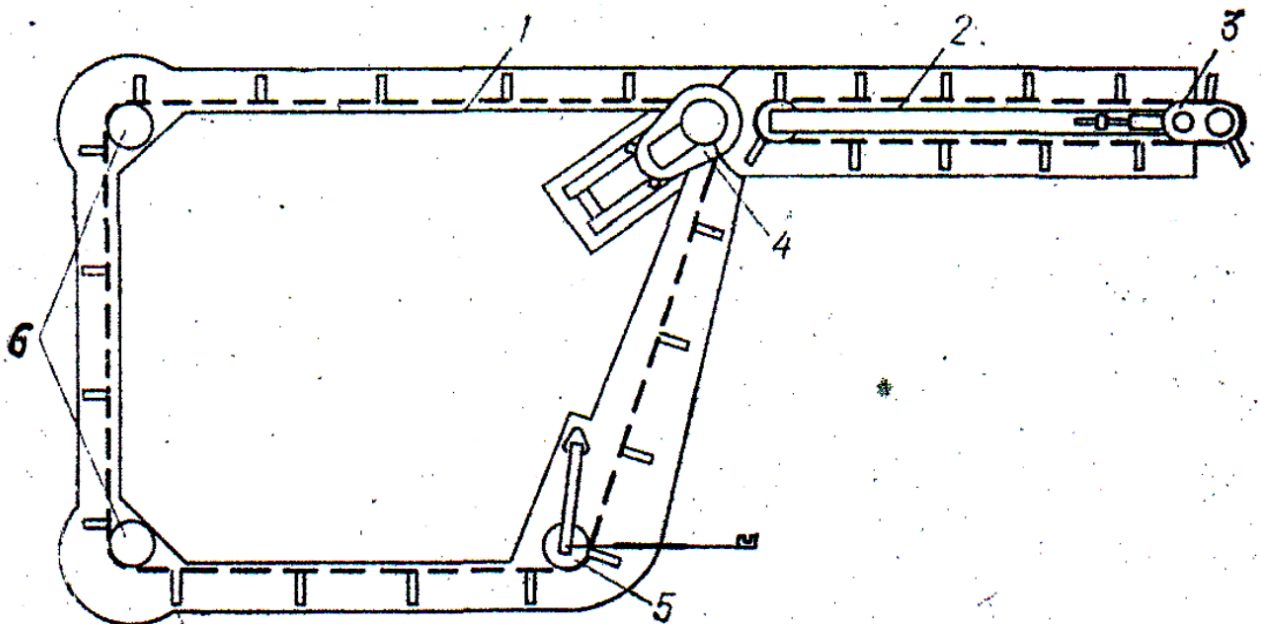


Рисунок 2.4 Схема скребкового транспортера ТСН-160А:

1– горизонтальний транспортер; 2– похилий транспортер; 3– привод для похилого транспортера; 4– приводна станція для горизонтального транспортера;
5– пристрій що натягує; 6–зірочки повороту.

Технічні характеристики скребкового транспортеру ТСН-160А занесені в таблицю 2.3.

Таблиця 2.2 Технічні характеристики скребкового транспортеру ТСН-160А

Значення	Одиниця вимірювання	Найменування
5,5	кВт	Встановлення потужність
1890	кг	Маса
160	м	довжина ланцюга горизонтальної частини
0,18/0,72	м/с	Швидкість руху ланцюга горизонтального/похилого
4.5	т/год	Подача
100-110	гол.	Кількість тварин

Підібравши додатково теплохолодильну установку та скребковий транспортер, підбір додаткового технологічного обладнання для корівника та молочного блоку завершено.

2.3 Вибір освітлювальних пристроїв для освітлення молочної ферми

Вибір нормованих параметрів проводяться відповідно до вимог державних будівельних норм[20]. Основна характеристика це нормування освітленості. Також для деяких приміщень передбачається показник дискомфорту. Цей показник приводять для основних та деяких допоміжних приміщень, наприклад ветеринарний пункт, склад, корівник, насосна станція, і тд.[19]

Значення світлотехнічних нормованих та інших параметрів приведено в табл.

2.4

Таблиця 2.4. – Значення світлотехнічних параметрів освітлення молочної ферми

Тип приміщень	Позначення на плані	Тип робочої поверхні та її висота	Нормована освітленість, лк	Показник дискомфорту, максимум.
Ветеринарний пункт	101, 102	Г – 0,8	300	40
	103	Г-0,0	50	40
Складські приміщення	105	Г – 0,0	100	25
Гараж та технічне обслуговування	109	Г – 0,0	200	40
Корівник	106,107,108	Г – 0,0	50	60
		Г– 0,8	100	
		Г– 0,0	200	
Насосна станція	110	Г – 0,8	150	60
Бригадне приміщення Роздягальні, душові, санвузли	111, 112, 113,114	Г – 0,8	300	40
		Г – 0,0	50	

Вибір світлових приладів

Світлові прилади які будуть використовуватися на молочній фермі обиратимуться виходячи із вимог до їх встановлення., також вагомим фактором є вимога до корельовано колірної температури свічення. Для більшої економії усі світильники будуть із світлодіодним типом ламп[18]. Для приміщення корівника та гаражу вибирається світильник ДПП07В (рис. 2.5.). Технічні характеристики даного світильника занесені в таблицю 2.5 [21].



Рисунок 1.2. Зображення світильника ДПП07В

Для освітлення бригадного будинку(центральне приміщення) ветеринарного пункту(центральне) та кабінету лікаря., використовуватимемо світильник ДСО20У Юпітер LED-панель (рисунок 2.6.) Технічні характеристики даного світильника занесені в таблицю 2.5. [22]



Рисунок 2.6. Зображення світильника ДСО20У Юпітер-LED-панель

Для освітлення приміщень де потрібно мати малий світловий потік використовується світильник ДСП11(рисунок 2.7.) даний світильник також має гарний пило волого захист IP-65, інші технічні характеристики даного світильника занесені в табл. 2.5[23].



Рисунок 2.7. Зображення світильника ДСП11

Будинок з насосною станцією освітлюється світильником ДПП01 (рис. 2.8) технічні характеристики в табл. 2.5 [24].



Рисунок 2.8. Зображення світильника ДПП01

І освітлення останнього приміщення в даному випадку це складське приміщення (кормоцех) виконується світильником ДСП65В (рис. 2.9) технічні характеристики якого занесені в таблицю 2.5 [25].



Рисунок 2.9 – Зображення світильника ДСП65В

Таблиця 2.5. Технічні характеристики світильників які використовуватимуться на молочній фермі

Найменування характеристики	ДПП07В	ДСО20У Юпітер-LED- панель	ДСП11	ДПП01	ДСП65В
Потужність, Вт.	40, 50	36, 45	13	30	25
Світловий потік, лм.	4850, 6050	4340 5400	1560	3600	3375
Тип КСС	Д	Л	Д	Д	Д
Корельована колірна температура, К	4000	4000	4000	4000	4000
Коефіцієнт потужності (активної)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Світлова віддача, лм/Вт	120	120	120	120	135
Ступінь пило-волого захисту	IP65	IP20	IP65	IP65	IP65

Із таблиці можна зробити висновок, що колірна температура кожного світильника який обрано для молочної ферми рівна 4000К, що відповідає нейтральному освітленню яке наближене до денного.

Для вуличного освітлення буде використовуватися світильник ЖКУ22У (рис. 2.10), який використовує натрієву лампу з цоколем Е40 [26].



Рисунок 2.10. Зображення світильника ЖКУ22У

Даний світильник використовує лампи 250 Вт, має захист від пилу та вологи IP65, може використовуватися при температурі від -40 до +40 °С, а його крива сили світла широка, що ідеально підходить під умови вуличного освітлення. Також для освітлення доріжки та входу в бригадний будинок буде використовуватися 1 світильник ДТУ20У(рис. 2.11) який використовує світлодіод, що забезпечить енергоефективність.[27]



Рисунок 2.11. Зображення світильника ДТУ20У

Даний світильник використовує світлодіод потужність якого 45 Вт. при світловому потокові в 5400 лм. КСС 120° що відповідає конусному типу, він може працювати при температурі від -40 до +40 °С.

2.4 Висновок до розділу 2

В даному розділі було розроблено план розміщення будівель молочної ферми. Було обрано додаткове обладнання для корівника та молочного блоку таке як тепло-холодильна установка ТХУ-14, та скребковий транспортер ТСН-160А, дані даних установок зображено в табл. 2.2. та 2.3. Також розглянули нормативне освітлення та підібрали світлові прилади залежно від умов використання, беручи до уваги пиловолого захист світильників, розрахунок параметрів буде проводитись в наступному розділі. Було підібрано освітлювальні пристрої для вуличного освітлення.

3. РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Розрахунок освітлювальних установок

Нормалізоване за рівнем освітлення в молочній справі є одним з важливих чинників для утримання ВРХ, головним чинником цього є те, що освітлення впливає на здоров'я корів також оптимальне освітлення покращує як якість так і ефективність виробництва молока, також вагомою перевагою є те, що з'являється відчутний приріст молочної продуктивності [28].

Середовище має сирий та агресивно хімічний характер. Тому спираючись на умови було прийнято світильник типу ДПП07В/Д ступенем захисту якого є IP65 що в свою чергу дозволить йому без перешкод працювати в даних умовах.

Відповідно до стандартів про освітлення підприємств сільськогосподарських, будівель та споруд, нормована освітленість $E_n=75$ лк.

Розміри приміщення $12 \times 64 \times 4$, площа 768 м^2 .

Розрахункова висота h_p встановлення світильників над робочою поверхнею (горизонтальною) знаходимо за формулою:

$$h_p = h - h_1 - h_{p.n.}, \quad (3.1)$$

Де h – висота будівлі, м;

h_1 – товщина світильника відносно стелі, м;

$h_{p.n.}$ – висота розміщення робочої поверхні відносно підлоги, м.

Для приміщень корівника та гаражу пропонується використовувати світильники типу ДПП07В h_1 якого рівна $0,07$ м.

Для висоти робочої поверхні $h_{p.n.}=0,8$ м, а $h_{\text{корівника}}=4,0$ м:

$$h_p = 4,00 - 0,07 - 0,80 = 3,13 \text{ м.}$$

Для висоти робочої поверхні $h_{p.n.}=0,0$ м, $h_{\text{корівника}}=4,0$ м, а $h_{\text{гараж}}=3,5$ м:

$$h_p = 4,00 - 0,07 - 0,0 = 3,93 \text{ м.}$$

$$h_p = 3,50 - 0,07 - 0,0 = 3,43 \text{ м.}$$

У основному приміщенні ветеринарного пункту, кабінету ветлікаря та основному приміщенні бригадного будинку пропонується використання ДСО20У Юпітер-LED-панель, $h_{p.n.}=0,80$ м, $h=2,80$ м $h_l=0,02$ м, отже розрахункова висота згідно формули 3.1 буде:

$$h_p = 2,80 - 0,02 - 0,80 = 1,98 \text{ м.}$$

У будівлі з насосом пропонується використати світильники типу ДПП01, $h_{p.n.}=0,80$ м, $h=2,80$ м $h_l=0,20$ м :

$$h_p = 2,80 - 0,20 - 0,80 = 1,8 \text{ м.}$$

Для частини ветеринарного приміщення а саме місця під телята та корів які отелилися, та санітарних приміщень (санвузол, душова та гардеробна) пропонується використання світильника типу ДПС11, $h_{p.n.}=0,0$ м, $h=2,80$ м $h_l=0,17$:

$$h_p = 2,80 - 0,17 - 0,0 = 2,63 \text{ м.}$$

В будинку що залишився, тобто складі пропонується використати ДСП65В, $h_{p.n.}=0,0$ м, $h=2,80$ м $h_l=0,09$:

$$h_p = 2,80 - 0,09 - 0,0 = 2,71 \text{ м.}$$

Для забезпечення нормованої освітленості коли термін роботи СП підходить до завершення або перед черговим їх очищенням, в світлотехнічних розрахунках варто враховувати зниження світлового потоку. Для цього використовують коефіцієнт запасу .

$$K_3 = \frac{1}{MF}. \quad (3.2)$$

$$MF = LLMF \cdot LSF \cdot LMF \cdot RSMF, \quad (3.3)$$

Для світильників які запропоновані до встановлення на молочній фермі коефіцієнт який враховує спад світлового потоку, $LLMF = 0,85$, $LSF = 1$ коефіцієнт

яким позначається частина від повної кількості встановлених світильників які можуть працювати при заданих умовах [30].

Як нам відомо з попереднього розділу для приміщень типу D з світильниками типу E: $LMF = 0,86$, $RSMF = 0,86$, тому підставивши значення у формули (3.3) та (3.2) виходить:

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,86 \cdot 0,86 = 0,63$$

$$K_3 = \frac{1}{0,63} = 1,59.$$

Для приміщення типу N із світильником типу D, $LMF = 0,90$, $RSMF = 0,90$ підставивши значення виходить:

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,69$$

$$K_3 = \frac{1}{0,69} = 1,45.$$

Для приміщення типу N із світильником типу E, $LMF = 0,82$, $RSMF = 0,90$ підставивши значення виходить:

$$MF = 0,85 \cdot 1 \cdot 0,82 \cdot 0,90 = 0,63$$

$$K_3 = \frac{1}{0,63} = 1,59.$$

Таблиця 3.1 — Зведені дані розрахунку h_p та K_3 .

Тип приміщень	Позначка на плані	Тип світлових приладів	h_p м.	K_3
Складське приміщення	105	ДСП65В	2,71	1,59
Гаражний будинок	109	ДПП07В	3,43	1,59
Корівник та допоміжні приміщення	106, 107, 108		3,13	1,59
			3,93	
Насосне приміщення	110	ДПП01	1,8	1,59

Продовження таблиці 3.1

Тип приміщень	Позначка на плані	Тип світлових приладів	h_h м.	K_3
Санвузол, душова, гардеробна	112, 113, 114	ДСП11	2,63	1,59
Ветеринарний пункт (Т)	103		2,63	1,59
Бригадний будинок (основне)	111	ДСО20У Юпітер-LED-панель	1,98	1,45
Ветеринарний пункт (основне)	101, 102		1,98	1,45
Кабінет Ветеринара	103		1,98	1,45

Тепер для світлотехнічного розрахунку системи освітлення приміщень використаємо метод коефіцієнта використання.

Даний метод дозволяє розрахувати середню освітленість поверхні враховуючи складові світлового потоку, котрий падає на цю поверхню [29].

Освітленість горизонтальної поверхні можна розрахувати за формулою (3.4):

$$E = \frac{N \cdot \Phi_{СП} \cdot U}{S \cdot z \cdot K_3}, \quad (3.4)$$

Сумарний світловий потік який потрібно для забезпечення нормованої освітленості, розраховується за формулою (3.5):

$$\Phi_{\Sigma} = N \cdot \Phi_{СП} = \frac{E_H \cdot S \cdot K_3}{U}. \quad (3.5)$$

Індекс приміщення розраховується за формулою (3.6):

$$i = \frac{S}{h_p \cdot (a + b)}, \quad (3.6)$$

Залежність коефіцієнту використання від індексу приміщення можна описати аналітично з коефіцієнт детермінації, функцією 1.8

$$U(i) = -0,005 \cdot i^4 + 0,07 \cdot i^3 - 0,364 \cdot i^2 + 0,904 \cdot i + 0,001. \quad (3.7)$$

Для прикладу розрахую за допомогою коефіцієнта використання, приміщення “Ветеринарного пункту (основне)” (позначення на плані – 101).

Для даного приміщення $E_H = 300$ лк. $a = 5,04$, $b = 18$, $h_p = 1,98$, $S = 90,72$

Індекс приміщення розрахую за формулою (3.6):

$$i = \frac{90,72}{1,98 \cdot (5,04 + 18)} = 1,99.$$

Підставивши значення індексу приміщення, у рівняння (3.7) отримаю:

$$U = -0,005 \cdot 1,99^4 + 0,07 \cdot 1,99^3 - 0,364 \cdot 1,99^2 + 0,904 \cdot 1,99 + 0,001 = 0,845.$$

Підставивши значення E_H , S , U та $K_3 = 1,45$ у формулі (3.5):

$$\Phi_{\Sigma} = \frac{300 \cdot 90,72 \cdot 1,45}{0,845} = 47458 \text{ лм.}$$

Кількість світильників ДСО-20У Юпітер-LED-панель потужністю 45 Вт, за яких можна отримати даний світловий потік становить

$$N_{45\text{Вт}} = \frac{47458}{5400} \approx 9,$$

А для цього ж самого світильника але потужністю 36 Вт становитиме:

$$N_{36\text{Вт}} = \frac{47458}{4320} \approx 11.$$

Тоді освітленість, яка буде на робочій поверхні становить:

1) При застосуванні світильників ДСО-20У Юпітер-LED-панель потужністю 45 Вт:

$$E_{45 \text{ Вт}} = \frac{9 \cdot 5400 \cdot 0,845}{90,72 \cdot 1,45} = 307,2 \text{лк.}$$

2) а при застосуванні таких світильників потужністю 36 Вт:

$$E_{36 \text{ Вт}} = \frac{11 \cdot 4320 \cdot 0,845}{90,72 \cdot 1,45} = 300 \text{лк.}$$

Але для більш комфортного розміщення світильників розрахуємо для 10 шт. 36 Вт. та 8 шт. 45 Вт.

$$E_{36 \text{ Вт}} = \frac{10 \cdot 4320 \cdot 0,845}{90,72 \cdot 1,45} = 277,5 \text{лк.}$$

$$E_{45 \text{ Вт}} = \frac{8 \cdot 5400 \cdot 0,845}{90,72 \cdot 1,45} = 277,5 \text{лк.}$$

Згідно результатів розрахунку ОУ основою якого є світильники ДСО20У Юпітер-LED-панель здатні забезпечити середню освітленість робочої поверхні яка в межах норми відхиляється від нормованої -10%...+20%.

Оскільки потужності ОУ основою яких є світильники ДСО20У Юпітер-LED-панель є рівними 0.36 кВт за 10 світильників 36 Вт та 0.360 кВт за 8 світильників 45 Вт Для рівномірного освітлення прийнято рішення використати світильники ДСО20У Юпітер-LED-панель потужністю 36 Вт.

Аналогічно визначаю потужності та необхідну кількість світлових приладів для інших будівель/приміщень. Результати розрахунку занесено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2. Розрахункові значення потужності та кількості освітлювальних пристроїв на молочній фермі

Назва приміщення	i	U	Φ_{Σ} , лм.	N, Шт.	E лк.	Потужність Світильника Вт	Марка світильника /кут розсіювання
Складське приміщення	1,91	0,82	20284	6	99,8	25	ДСП65В/Л
Гараж	1,38	0,72	57463	9	190	50	ДПП07В/Д
Корівник	3,06	0,93	127863	18	69	40	ДПП07В/Д
Корівник(п. з апаратом)	0,7	0,48	15624	3	229	50	ДПП07В/Д
Корівник (п. щитова)	0,34	0,27	10132	2	238	50	ДПП07В/Д
Насосне	1,51	0,75	10092	3	176	30	ДПП01/Д
Санвузла,	0,266	0,22	1370	1	56	13	ДСП11 /Д
Душова	0,5	0,37	1406	1	45	13	ДСП11 /Д
Гардеробна	0,68	0,47	2615	2	59	13	ДСП11 /Д
Ветеринарний пункт(Т)	0,81	0,53	29531	3	48	13	ДСП11/Д
Бригадний будинок (основне)	1,78	0,80	26965	6	289	36	ДСО-20У Юпітер-LED-панель/Л
Ветеринарний пункт (основне)	1,99	0,84 5	47458	10	300	36	ДСО-20У Юпітер-LED-панель/Л
Кабінет лікаря	0,92	0,58	12013	2	270	45	ДСО-20У Юпітер-LED

3.2 Розрахунок навантаження

Технологічні обладнання основного приміщення корівника наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3. Технологічне обладнання основного приміщення корівника

Назва обладнання	Модель	Потужність кВт	Кількість
Транспортер скребковий гноєзбиральний	ТСГ160А	5,5	1
Вентилятор	Farma Ø63	0.57	4
Електрокалорифер	Діамант ЕКР 12/250	12	1

Розрахункове навантаження технологічного обладнання:

$$P_{рн} = P_{уст} \cdot K_u \quad (3.8)$$

де K_u – коефіцієнт попиту

1) Розрахункове навантаження транспортера скребкового гноєзбирального знаходимо за формулою 3.8:

$$P_{рн} = 5,5 \cdot 0,75 = 4,125 \text{ кВт.}$$

2) Для вентилятора розрахункове навантаження рівне:

$$P_{рн} = 2,28 \cdot 0,75 = 1,71 \text{ кВт.}$$

3) Для електрокалориферу розрахункове навантаження рівне:

$$P_{рн} = 12 \cdot 0,7 = 8,4 \text{ кВт.}$$

Силове навантаження основного приміщення корівника:

$$\sum P_{рн} = 4,125 + 1,71 + 8,4 = 14,225 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потужність основного приміщення корівника:

$$P_p = P_{pn} + P_{po} \quad (3.9)$$

$$P_{pk} = 14,225 + 0,72 = 14,945 \text{ кВт.}$$

Технологічні обладнання доїльно-молочного приміщення наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 — Технологічне обладнання основного приміщення корівника

Назва обладнання	Модель	Потужність кВт	Кількість
Місткість для зберігання та охолодження молока	РОКА 5000	5,5	1
Доїльний агрегат	АДМ-8А	4,74	1
Холодильна установка	ТХУ-14	7,5	1

1) Розрахункове навантаження місткості для зберігання та охолодження молока знаходимо за формулою 3.8:

$$P_{pn} = 5,5 \cdot 0,75 = 4,125 \text{ кВт.}$$

2) Для доїльного агрегату розрахункове навантаження рівне:

$$P_{pn} = 4,74 \cdot 0,6 = 2,84 \text{ кВт.}$$

3) Для холодильної установки ТХУ-14 розрахункове навантаження рівне:

$$P_{pn} = 7,5 \cdot 0,75 = 5,625 \text{ кВт.}$$

Силове навантаження доїльно-молочного приміщення:

$$\sum P_{pn} = 4,125 + 2,84 + 5,625 = 12,59 \text{ кВт.}$$

Розрахункова потужність доїльно-молочного приміщення за формулою 3.9:

$$P_{pm} = 12,59 + 0,15 = 12,74 \text{ кВт.}$$

Реактивну потужність даних приміщень можна знайти за формулою (3.10):

$$Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (3.10)$$

Реактивну потужність доїльно-молочного приміщення знаходимо за формулою (3.10)

$$Q_{pm} = 12,74 \cdot 0,75 = 9,56 \text{ кВАр.}$$

Реактивну потужність основного приміщення корівника знаходимо за формулою 3.10

$$Q_{pk} = 14,945 \cdot 0,75 = 11,2 \text{ кВАр.}$$

Повну потужність даних приміщень можна знайти за формулою (3.11):

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (3.11)$$

Повну потужність доїльно-молочного приміщення знаходимо за формулою (3.11):

$$S_{pm} = \sqrt{12,74^2 + 9,56^2} = \sqrt{162,31 + 91,39} = 15,928 \text{ кВА.}$$

Повну потужність основного приміщення корівника знаходимо за формулою 3.11

$$S_{pk} = \sqrt{14,945^2 + 11,2^2} = \sqrt{223,35 + 125,44} = 18,942 \text{ кВА.}$$

Встановлена потужність споживачів молочної ферми представлені в табл. 3.5.

Таблиця 3.5. Споживачі молочної ферми з їх встановленою потужністю

$P_{вст}$, кВт	K_o	Назва споживача
22,15	0,85	Склад (кормоцех)
5,45	0,8	Гараж
7,59	0,85	Приміщення з насосною станцією
6,8	0,75	Бригадний будинок
4,3	0,8	Ветеринарний пункт
2,8	0,6	Вуличне освітлення

Щоб розрахувати потужність споживачів у денний та вечірній максимум, використаємо формули (3.12) та (3.13), які приведено нижче [31].

Для денного максимуму:

$$P = P_{вст} \cdot K_o \cdot K_d \quad (3.12)$$

Для вечірнього максимуму:

$$P = P_{вст} \cdot K_o \cdot K_e \quad (3.13)$$

де $P_{вст}$ – встановлена потужність споживача, кВт;

K_o – коефіцієнт одночасності;

K_e – коефіцієнт вечірнього максимуму (у даному випадку використаємо для виробничих споживачів $K_d=1$);

K_d – коефіцієнт денного максимуму (у даному випадку використаємо для виробничих споживачів $K_d=0,6$);

Для складу (кормоцех) потужність в денний максимум становить:

$$P_c = 22,15 \cdot 0,85 \cdot 1 = 18,83 \text{ кВт.}$$

Для гаражу потужність в денний максимум:

$$P_g = 5,45 \cdot 0,8 \cdot 1 = 4,36 \text{ кВт.}$$

Для приміщення з насосною станцією потужність в денний максимум:

$$P_n = 7,59 \cdot 0,85 \cdot 1 = 6,45 \text{ кВт.}$$

Для бригадного будинку потужність в денний максимум:

$$P_b = 6,8 \cdot 0,75 \cdot 1 = 5,1 \text{ кВт.}$$

Для ветеринарний пункт в денний максимум:

$$P_g = 4,3 \cdot 0,8 \cdot 1 = 3,44 \text{ кВт,}$$

Для вуличного освітлення потужність в денний максимум :

$$P_o = 2,8 \cdot 0,6 \cdot 1 = 2,38 \text{ кВт,}$$

Сумарне навантаження у денний максимум становить:

$$P_d = 18,83 + 4,36 + 6,45 + 5,1 + 3,44 + 2,38 = 40,56 \text{ кВт,}$$

Повна потужність у денний максимум становить:

$$S = \frac{P_d}{\cos \varphi}, \quad (3.14)$$

$$S_d = \frac{40,56}{0,8} = 50,74 \text{ кВА,}$$

Повна потужність всієї ферми становить:

$$S_{d.n} = 15,928 + 18,942 + 50,74 = 85,6 \text{ кВА,}$$

Далі розрахую потужність споживачів у вечірній максимум за формулою 3.13.

Для складу (кормоцех) потужність у вечірній максимум становить:

$$P_c = 22,15 \cdot 0,85 \cdot 0,6 = 11,3 \text{ кВт.}$$

Для гаражу потужність у вечірній максимум:

$$P_g = 5,45 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 2,62 \text{ кВт.}$$

Для приміщення з насосною станцією потужність у вечірній максимум:

$$P_n = 7,59 \cdot 0,85 \cdot 0,6 = 3,87 \text{ кВт.}$$

Для бригадного будинку потужність у вечірній максимум:

$$P_o = 6,8 \cdot 0,75 \cdot 0,6 = 3,06 \text{ кВт.}$$

Для ветеринарний пункт у вечірній максимум:

$$P_e = 4,3 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 2,06 \text{ кВт,}$$

Для вуличного освітлення потужність в вечірній максимум :

$$P_o = 2,8 \cdot 0,85 \cdot 0,6 = 1,43 \text{ кВт,}$$

Сумарне навантаження у вечірній максимум становить:

$$P_g = 11,3 + 2,62 + 3,87 + 3,06 + 2,06 + 1,43 = 24,34 \text{ кВт,}$$

Повна потужність у вечірній максимум становить:

$$S = \frac{P_g}{\cos \varphi}, \quad (3.15)$$

$$S_g = \frac{24,34}{0,8} = 30,43 \text{ кВА,}$$

Повна потужність всієї ферми становить:

$$S_{g.n} = 15,928 + 18,942 + 30,43 = 65,3 \text{ кВА,}$$

$$S_{o.n} = 85,6 > S_{g.n} = 65,3 \text{ кВА,}$$

3.3 Вибір трансформатора

Оскільки я розрахував максимальне навантаження споживачів ферми, і як видно з нерівності, що максимальне навантаження в день більше за максимальне навантаження увечері, можна вибрати трансформатор для повної потужності денного максимуму.

Трансформатор вибирається згідно умови яка зображена 3.16:

$$S_{н.тр} > S_{розрахункова} \quad (3.16)$$

де $S_{н.тр}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА;

$S_{розрахункова}$ – розрахована потужність молочної ферми, кВА.

Вибираю 1 силовий енергозберігаючий трансформатор ТМГ-100 з $S_{н.тр}=100\text{кВА}$

$$100 \text{ кВА} > 85,6 \text{ кВА}.$$

Оскільки умова виконана, то даний трансформатор було підібрано правильно. [34]

Технічні характеристики трансформатора ТМГ-100 зображено в таблиці 3.6

Таблиця 3.6 — Технічні характеристики трансформатора ТМГ-100.

Одиниця вимірювання	Значення	Найменування
кВА	100	Номінальна потужність
кВ	6, 10	Напруга на стороні ВН
кВ	0,4	Напруга на стороні НН
кВт	1,97	Втрати к.з.
кВт	0,27	Втрати х.х.
%	4,5	Напруга к.з. (короткого замикання)
%	1,5	Струм х.х. (холостого ходу)
	Y/Y _n -0; Y/Z _n -11 Д/Y _n -11 Y _n /Д-11	Схеми та групи з'єднань обмоток

3.4 Вибір силових кабелів

Розрахунок лінії 10 кВ.

Максимальний струм ділянки:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{85,6}{\sqrt{3} \cdot 10} = 4,94 \text{ А,}$$

де U_H – номінальна напруга з високого боку.

Розрахувати переріз можна за формулою :

$$F_e = \frac{I_M}{j_e} \quad (3.17)$$

Де j_e – економічна щільність струму

Підставивши значення:

$$F_e = \frac{4,94}{1,4} = 3,53 \text{ мм}^2$$

Згідно з Правилами устаткування електроустановок(ПУЕ) [11, 2.4.17] для ПЛ-10кВ рекомендовано брати переріз не менше 50 мм². [33]

Приймаю кабель ААШв 3х50 з такими параметрами як: допустимим струмом прокладання в повітрі $I_{доп} = 132 \text{ А}$., активним опором $R_o = 0,62 \text{ Ом/км}$ та реактивним опором $X_o = 0,08 \text{ Ом/км}$. [35]

Вибраний кабель потрібно перевірити на умову нагрівання тривалим струмом який було розраховано вище:

$$I_{доп} \geq I_{м.р.}, \quad (3.18)$$

$$132 \text{ А} \geq 4,94 \text{ А}$$

Як видно з нерівності умова нагрівання кабелю не виконана, з чого роблю висновок, що кабель не буде нагріватися. [32] Також потрібно розглянути падіння напруги на лінії, воно не має бути більшим за 6%, тобто $\Delta U \% < 6\%$

Розрахунок втрати напруги здійснюється за формулою:

$$\Delta U_p = P \cdot R_o + Q \cdot X_o \cdot \frac{l}{U_H}, \quad (3.19)$$

$$\Delta U_p = (70,66 \cdot 0,62 + 51,18 \cdot 0,08) \cdot \frac{2,9}{10} = 13,89 \text{ В}$$

де P – активна потужність, кВт;

R_o – активний опір лінії, Ом/км;

Q – реактивна потужність, кВАр;

X_o – реактивний опір лінії, Ом/км;

l – відстань прокладання кабелю (довжина);

U_H – номінальна напруга, кВ.

Тепер потрібно знайти % втрату напруги, для цього використаю наступну формулу:

$$\Delta U \%_p = \frac{\Delta U_p}{U_H} \cdot 100\%, \quad (3.20)$$

$$\Delta U \%_p = \frac{13,89}{10000} \cdot 100\% = 0,139\%$$

Перевірю виконання умови $\Delta U \% < 6\%$:

$$0,139\% < 6\%$$

Так як умова виконана, то кабель модна вважати підібрано правильно.

Розрахунок лінії 0,4 кВ.

Від трансформаторної підстанції відходить 3 живильних лінії 0,4 кВ. Перша лінія живить бригадний будинок, ветеринарний пункт та насосну станцію.

Розрахунок першої відхідної лінії.

Потужність на ділянці визначаємо за формулою:

$$P_{\partial} = \sum P \cdot K_o \quad (3.21)$$

де $\sum P$ - сумарна потужність ділянок;

а K_o – коефіцієнт одночасності.

Тоді для ділянки 2-3 потужність складатиме:

$$P_{\partial(2-3)} = 7,59 \text{ кВт}$$

Повну потужність ділянки ми знаходимо за формулою:

$$S_{\partial} = \frac{P_{\partial}}{\cos \varphi}, \quad (3.22)$$

де $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності.

Повна потужність для ділянки 2-3 становитиме:

$$S_{\partial} = \frac{7,59}{0,8} = 9,49 \text{ кВА}$$

Далі потрібно розрахувати еквівалентну потужність:

$$S_{екв} = S_{\partial} \cdot K_{з.н.} \quad (3.23)$$

де $K_{з.н.}$ – коефіцієнт зростання навантаження.

Еквівалентна потужність для ділянки 2-3 складатиме:

$$S_{екв(2-3)} = 9,49 \cdot 0,7 = 6,64 \text{ кВА}$$

Для ділянки 1-2 повторимо всі розрахунки:

$$P_{\partial(1-2)} = (P_3 + P_2) \cdot K_o,$$

$$P_{\partial(1-2)} = (7,59 + 6,8) \cdot 0,9 = 12,95 \text{ кВт.}$$

$$S_{\partial} = \frac{12,95}{0,8} = 16,19 \text{ кВА,}$$

$$S_{екв(1-2)} = 16,19 \cdot 0,7 = 11,33 \text{ кВА},$$

Для ділянки 0-1 повторимо всі розрахунки:

$$P_{\partial(0-1)} = (P_{1-2} + P_1) \cdot K_o,$$

$$P_{\partial(0-1)} = (16,19 + 4,3) \cdot 0,9 = 18,44 \text{ кВт}$$

$$S_{\partial} = \frac{18,44}{0,8} = 23,05 \text{ кВА},$$

$$S_{екв(0-1)} = 23,05 \cdot 0,7 = 16,135 \text{ кВА},$$

Далі розраховую максимальний струм ділянки:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{16,135}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 23,29 \text{ А},$$

Розрахунковий переріз знаходимо за формулою 3.17.:

$$F_e = \frac{23,29}{1,1} = 21,17 \text{ мм}^2,$$

Вибираю кабель ВВГ 4x25, він може витримувати навантаження до 75,7 кВА,
 $\Delta U_{табл.} = 0,354 \text{ В}$, $I_{доп} = 112 \text{ А}$, $R_o = 0,74 \text{ Ом/км}$, $X_o = 0,066 \text{ Ом/км}$.

$$S_{н.} = 75,7 \text{ кВА} \geq S_{екв} = 16,135 \text{ кВА},$$

$$I_{доп} = 112 \text{ А} \geq I_M = 23,29 \text{ А}.$$

Як видно з нерівності умова нагрівання кабелю не виконана, з чого роблю висновок, що кабель не буде нагріватися.

Також потрібно перевірити обраний кабель на втрати напруги.

Знайти втрати напруги на всіх ділянках можна за формулою:

$$U_{\partial} = \Delta U_{табл.} \cdot S_{\partial} \cdot l_{\partial} \quad (3.24)$$

де $\Delta U_{табл.}$ – втрати напруги залежно від жили кабелю(матеріалу) вибирається з таблиці.

l_d - довжина лінії (ділянки), м.

Втрата напруги для першої лінії складає:

$$U_{2-3} = 0,354 \cdot 9,49 \cdot 29,5 \cdot 10^{-3} = 0,099 \%,$$

$$U_{1-2} = 0,354 \cdot 16,19 \cdot 16,5 \cdot 10^{-3} = 0,095 \%,$$

$$U_{0-1} = 0,354 \cdot 23,05 \cdot 7,5 \cdot 10^{-3} = 0,065 \%.$$

Сумарна втрата напруги складає 0,159% що відповідає умові яку ставить ПУЕ $\Delta U\% < 6\%$, через що остаточно можна прийняти для усіх ділянок кабель ВВГ 4x25.

Розрахунок другої лінії, що відходить. 2 лінія живить склад(кормоцех) та гараж.

Для ділянки 4-5 повторимо всі розрахунки:

$$P_5 = 5,45 \cdot 0,9 = 4,91 \text{ кВт},$$

$$S_{\partial} = \frac{4,91}{0,8} = 6,14 \text{ кВА},$$

$$S_{екв(4-5)} = 6,81 \cdot 0,7 = 4,3 \text{ кВА}.$$

Для ділянки 0-4 повторимо всі розрахунки:

$$P_{\partial(0-4)} = (P_5 + P_4) \cdot K_o,$$

$$P_{\partial(0-4)} = (6,14 + 22,15) \cdot 0,9 = 25,46 \text{ кВт}.$$

$$S_{\partial} = \frac{25,46}{0,8} = 31,83 \text{ кВА},$$

$$S_{екв(0-4)} = 31,83 \cdot 0,7 = 22,28 \text{ кВА}.$$

Далі розраховую максимальний струм ділянки:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3} \cdot U_H} = \frac{31,83}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 45,94 \text{ А}.$$

Вибираю кабель ВВГ 4х25, він може витримувати навантаження до 75,7 кВА,
 $\Delta U_{\text{табл.}} = 0,354\text{В}$, $I_{\text{доп}} = 112\text{ А}$, $R_o = 0,74\text{ Ом/км}$, $X_o = 0,066\text{ Ом/км}$.

$$S_{n.} = 75,7\text{ кВА} \geq S_{\text{екв}} = 22,28\text{ кВА},$$

$$I_{\text{доп}} = 112\text{ А} \geq I_{\text{м}} = 45,94\text{ А}.$$

Умови виконанні, це означає що кабель підбрано правильно.

Також потрібно перевірити обраний кабель на втрати напруги.

$$U_{4-5} = 0,354 \cdot 6,14 \cdot 27,5 \cdot 10^{-3} = 0,06\%,$$

$$U_{0-4} = 0,354 \cdot 31,83 \cdot 8,2 \cdot 10^{-3} = 0,092\%,$$

Сумарна втрата напруги складає 0,152% що відповідає умові яку ставить ПУЕ $\Delta U\% < 6\%$, тому кабель марки ВВГ 4х25 підходить.

Розрахунок третьої лінії, що відходять.

Третя лінія живить корівник у який входять молочне та основне приміщення, тому їх буде об'єднано.

Для ділянки 0-6 повторимо всі розрахунки:

$$P_{\text{д}(0-6)} = (P_{\text{м}} + P_{\text{к}}) \cdot K_o,$$

$$P_{\text{д}(0-6)} = (15,928 + 18,942) \cdot 0,9 = 31,38\text{ кВт}.$$

$$S_{\text{д}} = \frac{31,38}{0,8} = 39,23\text{ кВА},$$

$$S_{\text{екв}(0-6)} = 39,23 \cdot 0,7 = 27,46\text{ кВА}.$$

Далі розраховую максимальний струм ділянки:

$$I_{\text{м}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{39,23}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 56,624\text{ А}.$$

Вибираю кабель ВВГ 4х25, він може витримувати навантаження до 75,7 кВА,
 $\Delta U_{\text{табл.}} = 0,354 \text{ В}$, $I_{\text{доп}} = 112 \text{ А}$, $R_0 = 0,74 \text{ Ом/км}$, $X_0 = 0,066 \text{ Ом/км}$.

$$S_{\text{н.}} = 75,7 \text{ кВА} \geq S_{\text{екв}} = 27,46 \text{ кВА},$$

$$I_{\text{доп}} = 112 \text{ А} \geq I_{\text{м}} = 56,62 \text{ А} .$$

Умови виконанні, це означає що кабель підбрано правильно.
 Також потрібно перевірити обраний кабель на втрати напруги.

$$U_{4-5} = 0,354 \cdot 39,23 \cdot 32,5 \cdot 10^{-3} = 0,451\%,$$

Сумарна втрата напруги складає 0,451% що відповідає умові яку ставить ПУЕ $\Delta U\% < 6\%$, тому кабель марки ВВГ 4х25 підходить.

На рис. 3.1 показано план підключення приміщень до трансформаторної підстанції на молочній фермі.

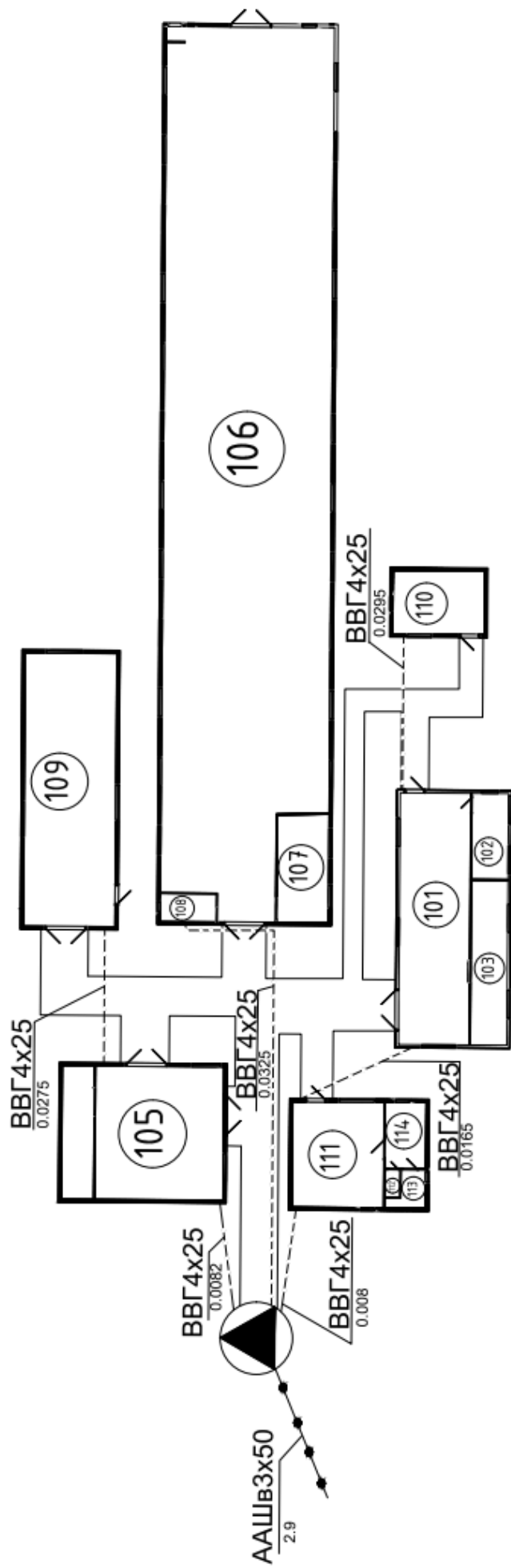


Рисунок 3.1 – План молочної ферми

Приміщення на плані позначенні наступним чином:

- 100 — ТП 10/0,4 кВ;
- 101-103 — Ветеринарний пункт;
- 104-105 — Складське приміщення (кормоцех);
- 106-108 — Корівник та молочний блок;
- 109 — Гараж;
- 110 — Насосний будинок (насосна станція)
- 111-114 — Бригадний будинок

3.5 Вибір автоматичних вимикачів на відхідних лініях

Спершу потрібно розрахувати струм короткого замикання, для цього розрахую опір елементів ланцюга [37].

Опір ПЛ-10кВ ААШв 3х50:

$$Z_{ПЛ} = (\sqrt{r_0^2 + x_0^2}) \cdot l \quad (3.25)$$

де $R_0=0,62$ Ом/км – активний опір кабелю ААШв 3х50;

$X_0=0,08$ Ом/км – індуктивний опір даного кабелю.

$$Z_{ПЛ} = (\sqrt{0,62^2 + 0,08^2}) \cdot 2,9 = 1,81 \text{ Ом.}$$

Далі знаходимо опір трансформатора:

$$Z_T = \frac{U_{к.з.}}{100} \cdot \frac{U_H^2}{S_{н.т.}}, \quad (3.26)$$

$$Z_T = \frac{4,5}{100} \cdot \frac{(10 \cdot 10^3)^2}{100000} = 45 \text{ Ом.}$$

Струм к.з. у точні 1:

$$I_T = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_{ПЛ}} \quad (3.27)$$

$$I_{T1} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 1,68} = 3436,61 \text{ А.}$$

Струм к.з. у точці 2:

$$Z_2 = Z_{ПЛ} + Z_T$$

$$Z_2 = 1,68 + 45 = 46,68 \text{ Ом,}$$

$$I_{T2} = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z_2} = \frac{10000}{\sqrt{3} \cdot 46,68} = 123,68 \text{ А.}$$

Для того щоб дізнатися струм к.з. на шині 0,4 кВ наведу $I_{к.з.}$ до напруги 0,4 кВ:

$$I_{к.з.(0.4)} = I_{т2} \frac{U_{Н.ВН}}{U_{Н.НН}} = 123,68 \cdot \frac{10000}{0,4} = 3092 \text{ А} \quad (3.28)$$

І тепер можна вибрати автоматичні вимикачі на лінії, що відходять.

Вибір автоматичних вимикачів.

Автоматичні вимикачі використовують для автоматичного відключення ланцюгів при к.з. або якщо виник ненормальний режим роботи, також їх можна використовувати для не частого вмикання та вимикання лінії.[38]

Автоматичні вимикачі вибираю за такими умовами:

$$U_{н.а.} \geq U_{н.у.}, \quad (3.29)$$

$$I_{н.а.} \geq I_{н.у.}, \quad (3.30)$$

$$I_{м.с.} \geq K_{т.р.} \cdot I_{р.}, \quad (3.31)$$

$$I_{м.відкл.} = I_{к.з.}. \quad (3.32)$$

За даними формулами можна здійснити вибір автоматичного вимикача для 1 лінії.

Робочий струм лінії:

$$I_{р.} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{н}}, \quad (3.33)$$

$$I_{р.} = \frac{23,05}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 33,27 \text{ А}$$

S – повна потужність 1 лінії.

Визначаю робочий струм врахувавши коефіцієнту теплового розчіплювала:

$$K_{т.р.} \cdot I_{р.} = 1,1 \cdot 33,27 = 36,6 \quad (3.34)$$

Для 1-ї лінії живлення приймаю автоматичний вимикач серії FMC 2/3U 40A компанії Промфактор, $I_H = 40$ А, $I_{M.c.} = 400$ А та $I_{M.відкл.} = 35$ кА [41].

$$U_{н.а.} = 400B \geq U_{н.у.} = 380B,$$

$$I_{н.а.} = 40A \geq I_{p.} = 33,27A,$$

$$I_{M.c.} = 400A \geq K_{т.р.} \cdot I_{p.} = 36,6A,$$

$$I_{M.відкл.} = 35кА \geq I_{к.з.} = 3,43кА.$$

Так як умови виконуються, можна зробити висновок, що автоматичний вимикач вибрано правильно.

Далі вибираю автоматичний вимикач для 2 лінії, що відходить.

Робочий струм на лінії знаходимо за формулою:

$$I_{p.} = \frac{31,83}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 45,94 \text{ А}$$

Визначаю робочий струм врахувавши коефіцієнту теплового розчіплювала:

$$K_{т.р.} \cdot I_{p.} = 1,1 \cdot 45,94 = 50,53A.$$

Для 2-ї лінії живлення приймаю автоматичний вимикач серії FMC 2/3U 63A компанії Промфактор, $I_H = 63$ А, $I_{M.c.} = 630$ А та $I_{M.відкл.} = 35$ кА [39].

$$U_{н.а.} = 400B \geq U_{н.у.} = 380B,$$

$$I_{н.а.} = 63A \geq I_{p.} = 45,94A,$$

$$I_{M.c.} = 630A \geq K_{т.р.} \cdot I_{p.} = 50,53A,$$

$$I_{M.відкл.} = 35кА \geq I_{к.з.} = 3,43кА.$$

Так як умови виконуються, можна зробити висновок, що автоматичний вимикач вибрано правильно.

Далі вибираю автоматичний вимикач для 3 відхідної лінії.

Робочий струм на лінії знаходимо за формулою:

$$I_{p.} = \frac{39,23}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 56,62 \text{ А}$$

Визначаю робочий струм врахувавши коефіцієнту теплового розчіплювача:

$$K_{т.р.} \cdot I_{p.} = 1,1 \cdot 56,62 = 62,28 \text{ А.}$$

Для 3-ї лінії живлення приймаю автоматичний вимикач серії FMC 2/3U 63A компанії Промфактор, $I_H = 63 \text{ А}$, $I_{м.с.} = 630 \text{ А}$ та $I_{м.відкл.} = 35 \text{ кА}$.

$$U_{н.а.} = 400 \text{ В} \geq U_{н.у.} = 380 \text{ В},$$

$$I_{н.а.} = 63 \text{ А} \geq I_{p.} = 56,62 \text{ А},$$

$$I_{м.с.} = 630 \text{ А} \geq K_{т.р.} \cdot I_{p.} = 62,28 \text{ А},$$

$$I_{м.відкл.} = 35 \text{ кА} \geq I_{к.з.} = 3,43 \text{ кА}.$$

Так як умови виконуються, можна зробити висновок, що автоматичний вимикач вибрано правильно.

Вибрані автоматичні вимикачі та їх паспортні дані зображенні в табл. 3.7.

Таблиця 3.7. Вибрані автоматичні вимикачі та їх параметри

Номінальна гранична найбільша відключаюча здатність при напрузі 380В, кА	Номінальний струм вимикача, А	Струм уставки електромагнітного розчеплювача	Найменування автоматичного вимикача
35	40	400	FMC 2/3U 3P 40A
35	63	630	FMC 2/3U 3P 63A
35	63	630	FMC 2/3U 3P 63A

3.6 Висновок до розділу 3

В даному розділі було розраховано силове та освітлювальне навантаження на молочній фермі, здійснив вибір силового трансформатора, розрахував переріз кабелів, струми короткого замикання та було обрано автоматичні вимикачі.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Основні причини ураження людини електричним струмом

До основних причин ураження електричним струмом відносять:

- а) випадкове доторкання або приближення на небезпечну відстань до частин електрообладнання, що знаходяться під напругою;
- б) виникнення напруги на металічних конструктивних частинах електрообладнання - корпусах, кожухах, в результаті пошкодження ізоляції чи інших причин;
- в) виникнення напруги на відключених струмоведучих частинах, на яких працюють люди, внаслідок випадкового включення установки;
- г) виникнення крокової напруги на поверхні землі в результаті замикання провідника на землю.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом являються: забезпечення недоступності частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, від випадкового до нього доторкання; захисне розділення кола; усунення небезпеки ураження електричним струмом при виникненні напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електрообладнання, що досягається завдяки використанню малих напруг та подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним заземленням, захисним відключенням, використанню спеціальних захисних пристроїв - переносних приладів і засобів; організація безпечної експлуатації електрообладнання. [41]

Захисне розділення кола. В розкиданих електричних колах або з великою протяжністю навіть справна ізоляція може мати досить маленький опір, а ємність провідників відносно землі - велику величину. Ці обставини можуть становити велику небезпеку, так як в таких колах до 1000 В із ізолюваною нейтраллю втрачається захисна функція ізоляції провідників і виникає небезпека ураження людини електричним струмом у випадку її доторкання до провідника електричного кола або до іншого предмету, що знаходився під фазною напругою.

Цей недолік електричного кола може бути усунений шляхом захисного розділення кола, тобто розділення досить протяжних гілок електричного кола на

декілька менш протяжних і електрично між собою не з'єднаних. Розділення виконують за допомогою спеціальних розділяючих трансформаторів. В результаті такого розділення ізолювані ділянки електричного кола мають великий опір ізоляції та малу ємність провідників відносно землі, завдяки чому можна покращити умови безпеки загалом. [42]

4.2 Рекомендації перед початком електромонтажних робіт

1) *По можливості обов'язково знеструмлювати об'єкт, на якому здійснюються роботи.*

Звучить як абеткова істина, але часто електромонтажники порушують це правило. У результаті монтаж під напругою, особливо без використання належного захисту, нерідко стає причиною електричних травм.

Важливо й те, як відключається електроживлення. Рекомендується відключати як усі фазові дроти, так і нейтральні. Сучасні захисні автомати мають зручні ручки керування, тому їх використовують для знеструмлення об'єкта. Нове покоління електриків стало відкидати рубильники, як громіздкі та архаїчні агрегати, припускаючи, що при напрузі до 1000 В вони взагалі не потрібні. Але таке зневажливе ставлення до рубильників докорінно неправильне. Наявність рубильника дозволяє підвищити рівень безпеки під час електромонтажних робіт. Рубильник надійніший у порівнянні із захисним автоматом (у якого можуть зварюватися контакти). Крім цього, наявність окремого перемикача, на який покладено лише одну функцію – відключення подачі електроенергії – виключає можливу плутанину та знижує вплив людського фактора.

2) *Роботи під напругою повинні проводитися з використанням захисних засобів*

Іноді знеструмити об'єкт, на якому ведуться роботи, абсолютно неможливо. Деякі електрики сподіваються на високу якість ізоляції проводів та беруться за їх ізолювані ділянки незахищеними руками. Але навіть якщо провід новий і на його ізоляції немає тріщин, ніхто не застрахований від того, що рука зісковзне на оголену ділянку дроту.

Для монтажу під напругою до 1000 В основним засобом захисту є спеціальні гумові рукавички, при напрузі понад 1000 В є допоміжним засобом. Якщо електромонтажні роботи проводяться при низьких температурах, рукавички з утеплювального матеріалу одягаються під гумові. Інші поширені засоби захисту - діелектричний килимок, діелектричні калоші (менше 1000 В), діелектричні ботильйони (1000 В і вище), ізолюючі штанги. Монтаж слід вести інструментами із ізольованими ручками. При цьому не допускається використання інструменту, у якого ручки насаджені на загострені кінці металевих частин.

Засоби захисту повинні обов'язково відповідати напрузі, під якою ведеться монтаж. Електроізольовані інструменти та засоби захисту обов'язково повинні проходити перевірку ізоляції у строки, встановлені нормативними документами (зазвичай щорічно). У жодному разі не користуйтеся інструментом і захисними засобами, за якими у вас є сумніви, наприклад, при огляді ви виявили тріщини, сколи або вибоїни.

3) Строго дотримуватись рекомендацій щодо вибору одягу для електромонтажних робіт

Наявність спецівок та касок, призначених саме для електромонтажних робіт – найважливіша вимога безпеки. Костюм для роботи під напругою 1 000 В і вище найчастіше має струмопровідні вставки або навіть весь виконаний з струмопровідного матеріалу. Якщо електромонтажник потрапить в електричний розряд, струм піде через спецівку в обхід його тіла.

Інша вимога до костюма електромонтажника – синтетичні матеріали при високій температурі, характерній для електричної дуги, повинні не плавитися (розплавлена пластмаса потрапляє на шкіру та викликає сильний опік), а розщеплюватись (наприклад, обвуглюватись). У касках електромонтажників використовують діелектричні матеріали.

4) Враховувати ризик отримання механічних та хімічних травм, термічних опіків

Еволюція професії електромонтажника відбувається у напрямі зменшення застосування нагріву, небезпечних механічних робіт та шкідливих хімічних речовин. Але сьогодні небезпека отримання опіків, механічних та хімічних травм

ще зберігається. Тому не варто нехтувати засобами захисту (спеціальні окуляри, захисні щитки тощо).

5) Не працювати з високою напругою самотійно

Поруч завжди має бути людина, здатна надати вам першу допомогу у разі ураження струмом. Якщо ви освоюєте професію електромонтажника, то перші кроки необхідно робити тільки під наглядом досвідченого фахівця.

6) Уникати заплутаних переплетень проводів

Будь-яка плутанина та безлад у розміщенні проводів – джерело потенційної загрози для безпеки електромонтажника. Використовуйте кабельні стяжки скрізь, де це можливо, для отримання акуратного та красивого розведення кабелів.

7) Активно користуватись індикатором напруги

Проводи, до яких ви торкатиметеся голими руками, краще заздалегідь перевіряти дотиком індикатора напруги. Якщо він показує наявність небезпечної напруги, але ви припускаєте, що це лише струми витоку малої величини, не можна орієнтуватися тільки на припущення. Необхідно з'ясувати, з чим пов'язана поява напруги там, де її не повинно бути, усунути проблему і лише після цього продовжити роботу. Для мережі 220 (230) дуже зручна недорога індикаторна викрутка з неоновією лампою. Її переваги - відсутність батарейок і мінімальна ймовірність помилкового спрацьовування від випромінювання побутових електроприладів, що стоять поруч. Якщо ви вирішили придбати дорожчий електронний індикатор, то краще вибрати модель, в якій світлова індикація наявності напруги дублюється звуковою.

8) Ознайомитися із планом електропроводки та провести пошук прихованих проводів

Перед свердлінням стіни ознайомтеся з планом розміщення електропроводки всередині приміщення, за його відсутності проведіть обстеження за допомогою приладу для виявлення прихованої електропроводки. Ця рекомендація стосується будь-яких ремонтних робіт у будівлі. Але для електромонтажників вона особливо актуальна, адже їм доводиться свердлити саме поблизу розеток, вимикачів та іншого електрообладнання, де проходять дроти, вмуровані у стіну.

З точки зору електробезпеки кращі більш дешеві та прості прилади, що працюють на електростатичному принципі – вони дозволяють виявляти дроти, що знаходяться під напругою, але по них не протікає струм, наприклад, внаслідок обриву. Прилади, засновані на електромагнітному принципі, точніше знаходять місце проходження дроту, але визначають лише справні дроти. Найкращий варіант – комбінований прилад, що поєднує кілька методів виявлення проводів. Недоліком таких приладів є висока вартість та необхідність певної кваліфікації для користувача.

9) При паянні та зварюванні робоче місце має бути вільним від легкозаймистих конструкцій

При знаходженні легкозаймистих конструкцій у радіусі до 5 м необхідно накрити спеціальними захисними екранами.

10) Забезпечити якісне освітлення робочого місця

Після відключення подачі електроенергії на місці проведення електромонтажних робіт доводиться користуватися лише джерелами світла з автономним живленням. Практика підведення окремої лінії для освітлення об'єкта, де ведуться роботи, поширена частіше на великих проектах. Зазвичай використовується лобовий ліхтар на світлодіодах. Але для забезпечення безпеки потрібне загальне освітлення, достатнє для впевненої орієнтації електромонтажника в просторі. Роботи часто можуть проводитися в такий час і в такому місці, для яких природного освітлення буде недостатньо.

Ось чому електромонтер повинен мати при собі не тільки лобовий ліхтар, що дає вузький пучок світла, але і досить потужний акумуляторний світлодіодний ліхтар. Освітленість повинна бути якомога рівномірною, ліхтар не повинен надавати сліпучої дії.

4.3 Захисне заземлення

Захисне заземлення - спеціальне з'єднання із землею металевих частин обладнання, що не знаходяться під напругою в звичайних умовах, але які можуть опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції електрообладнання.

Основна мета захисного заземлення - усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при виникненні напруги на конструктивних частинах електрообладнання тобто при "замиканні на корпус".

Принцип роботи захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруги доторкання та кроку, зумовлених "замиканням на корпус". Це досягається зменшенням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванням потенціалів за рахунок підйому потенціалу основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, близького по величині до потенціалу заземленого обладнання.

Застосовують захисне заземлення у трифазних колах з напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю і більше 1000 В з любым режимом нейтралі. Заземлюючим пристроєм називають сукупність заземлювача – металевих провідників, що мають електричний зв'язок із землею, і заземлюючих провідників, що з'єднують заземлені частини електрообладнання із заземлювачем. Відрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносні та контурні.

Виносний заземлюючий пристрій характеризується тим, що його заземлювач поміщений за територію де розміщено заземлююче обладнання, або заземлювач розташовують на невеликій частині цієї території. Недоліком виносного заземлюючого пристрою являється віддалення заземлювача від заземлюючого електрообладнання, внаслідок чого коефіцієнт $a=1$. Тому такий тип заземлення застосовують при малих струмах замикання на землю і частково в установках до 1000 В, де потенціал заземлювача не перевищує допустимої напруги доторкування. Перевагою являється те, що можна вибрати місце розміщення електродів із найменшим опором ґрунту.

Контурний заземлюючий пристрій характеризується тим, що його одиночні заземлювачі розміщуються по контуру або периметру території, на якій знаходиться заземлююче обладнання, або розподіляються по всій території рівномірно. При контурному заземленні забезпечується вирівнювання потенціалу на території до такої величини, щоб максимальне значення напруги доторкання та кроку не перевищували допустимих. Це досягається шляхом відповідного розміщення одиночних заземлювачів. Всередині приміщення вирівнювання потенціалу відбувається природнім шляхом через металічні конструкції,

трубопроводи, кабелі і інші струмопровідні елементи, що зв'язані із колом заземлення.

Розрізняють штучні заземлювачі, що використовують виключно для заземлення та природні - металічні предмети для іншого призначення, що знаходяться в землі. Для штучного заземлення використовують зазвичай вертикальні і горизонтальні електроди. В якості вертикальних електродів використовують металічні труби діаметром 3-5 см і металічні кутники розміром від 40x40 до 60x60 мм і довжиною 2,5-3 м. В останні роки все частіше почали використовувати металічні прутки 10-12 мм і довжиною до 10м. Для зв'язку вертикальних електродів і в якості горизонтального електрода використовують полосу сталі січенням не менше 4x12 мм або сталі круглого січення діаметром не менше 6 мм. Для розміщення вертикальних заземлювачів риють траншею 55 глибиною 0,7 - 0,8 м, після чого за допомогою механізмів забивають труби або кутники.

В якості природних заземлювачів можна використовувати проложені в землі водопровідні труби і інші металічні трубопроводи, за виключенням труб, що проводять горючі суміші, газ, а також не можна використовувати в якості природних заземлювачів трубопроводи, що покриті ізоляцією для захисту від корозії. Також використовують металічні конструкції і арматуру залізобетонних конструкцій будинків, що мають з'єднання із землею; свинцеві оболонки кабелів, що проходять під землею.

Відповідно до ПУЕ, опір захисного заземлення в любую пору року не повинно перевищувати 4 Ом в установках із напругою до 1000 В, але якщо потужність джерела струму (генератора або трансформатора) менше 100 кВ·А тоді опір заземлення допускається 10 Ом. Для установок із напругою вище 1000 В та з великими струмами замикання на землю (більше 500 А) опір заземлення не повинен перевищувати 0,5 Ом. Не більше 10 Ом опір заземлення повинен бути для установок більше 1000 В із малими струмами замикання на землю і без компенсації ємнісних струмів; якщо заземлююче обладнання одночасно використовується для електроустановок напругою до 1000 В, то опір заземлення не повинен

перевищувати $125/I_3$, але не більше 10 Ом (або 4 Ом, якщо це вимагається для установок до 1000 В).

Захисне заземлення необхідне при експлуатації обладнання, яке може опинитися під напругою в результаті пошкодження ізоляції самого електрообладнання. При цьому в приміщеннях із підвищеною небезпекою або заземлення являється обов'язковою умовою при номінальній напрузі електрообладнання вище 36 В змінного і ПО В постійного струму, а в приміщеннях без підвищеної небезпеки - при напрузі 500 В і вище. Тільки у вибухонебезпечних приміщеннях заземлення використовують незалежно від величини напруги. Отже, за допомогою захисного заземлення можна уникнути небезпеки ураження людини електричним струмом при виникненні напруги на конструктивних частинах електрообладнання тобто при "замиканні на корпус".

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було виконано розробку системи електропостачання типової молочної ферми сільськогосподарського підприємства що знаходиться на території Тернопільської обл.

В ході виконання кваліфікаційної роботи була проведена характеристика об'єкта господарювання, виконано розрахунок і вибір електроустановок системи освітлення для приміщень та вулиці, систему водопостачання, розраховані електричні навантаження, вибрано силовий трансформатор, розраховано і вибрано провідники силової мережі та виконано розрахунок струмів короткого замикання та вибрано автоматичні вимикачі для ліній живлення ферми.

Після проведення розрахунків були отримані наступні результати:

1. Для системи вентиляції вибрано 4 вентилятори Farna Ø63 1240 м³/год, приводний двигун потужністю 0,57 кВт.

2. Освітлення ферми відбувається світильниками фірми – Ватра, з різним ступенем пиловолого захисту. Загальна потужність освітлювальних пристроїв 5,22 кВт

3. Для підігріву проточного повітря в холодний період вибрано електрокалорифер потужністю 20% від розрахункової – Діамант ЕКР 12/250 з встановленою потужністю 12 кВт, з розрахунковою потужністю електрокалорифера – 8,4 кВт.

4. Для водопостачання використовуватиметься насосна станція з насосом Pedrollo 6SR 18/9-PD з встановленою потужністю 7,5 кВт а розрахункова потужність насосу становить 6,45 кВт

5. Повна розрахункова потужність молочної ферми склала 85,6 кВА, реактивна – 51,18 кВАр.

6. Розрахункова потужність ТП склала 85,6 кВА. Обраний трансформатор відповідає умовам систематично допустимого перевантаженню в нормальному і післяаварійному режимах.

7. Для захисту електричних мереж від струмів короткого замикання і перевантажень вибрано автомат Промфактор FMC 2/3U 3P 40-63 А: $I_{n1} = 40$ А; $I_{n2-3} = 63$ А; $I_{p1} = 33,27$ А; $I_{p2} = 45,94$ А; $I_{p3} = 56,62$ А

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. О. Заставецька. Клімат Тернопільщини // Тернопільський енциклопедичний словник: у 4 т. / редкол.: Г. Яворський та ін. — Тернопіль: Видавничо-поліграфічний комбінат «Збруч», 2005. — Т. 2, К—О. — С. 89–90.
2. Сучасні технології будівництва молочно-товарних ферм. Режим доступу: <https://rautagroup.com/uk/suchasni-tehnologiyi-budivnitstva-molochno-tovarnih-ferm/>
3. Прив'язь ОСК-25. Режим доступу: <https://at-technika.com.ua/stojlovoe-oborudovanie-dlya-privyazi-osk-25>
4. Кормороздавач КТУ-10А. Режим доступу: https://ua.orehovselmash.com/kormorazdatchik-ktu-10a_43-c.html
5. Аналоги тракторів МТЗ в тяговому класі 1,4 т українського та іноземного виробництва - Департамент технічної політики — м. Київ – 2015р. С. 36
6. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. / за ред. Рудь А. В. Київ : Агросвіта, 2012. 432 с.
- 7 Як спланувати проекти корівника на 100 і 200 голів. Режим доступу: <https://moeselo.kr.ua/jak-splanuvati-proekti-korivnika-na-100-i-200.html>
8. Грицун А.В, Яропуд В.М., Бабин І.А.. МЕХАНІЗАЦІЯ ДОЇННЯ КОРІВ ТА ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА – Вінниця: ВНАУ, 2015. – 52 с.
9. Автоматична поїлка АП-2 для худоби. Режим доступу: <https://ukrferma.com.ua/avtomatichna-poilka-ap-2-dlya-khudobi-koriv-telyat-koney-vrkh/>
10. Доїльна установка АДМ-8А Режим доступу: https://elib.tsatu.edu.ua/dep/mtf/tsapk_2/page50.html
11. Вертикальний танк для охолодження молока РОКА 5000. Режим доступу: https://agrovektor.com.ua/physical_product/3421352-silos-vertikalniy-tank-dlya-ohlazhdeniya-moloka-roka-5000-1.html
12. Біогазова установка на молочній ферм. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/tvarinnitstvo/biogazova-ustanovka-na-molochnij-fermi-maye-sens-iz-pogolivyam-vid-15-tys-koriv/>
13. Червінська Т.М. Науковий та виробничий потенціали інноваційної діяльності АПК / Т.М. Червінська // Проблеми науки. - 2007. - №1. - С. 35-41.

14. Механізація та електрифікація сільського господарства [Текст] : міжвідом. темат. наук. зб. / Укр. акад. аграр. наук; Нац. наук. центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"; редкол.: Я.С. Гуков (відп. ред.) та ін. - Глеваха : Вип. 94. - 2010. - 620 с.
15. Оробчук Б., Терновий В. Підвищення надійності роботи силового обладнання підстанцій. Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу. ВП НУБІП України «Бережанський агротехнічний інститут». - Бережани, 2017 р.
16. Подмазко О.С., Тітлов О.С. Холодильні установки дослідження ТХУ-14 – 2019 – Одеса – 28 с.
17. Скребковий транспортер ТСН-160А . Режим доступу: <https://tk-ecoresurs.com.ua/ua/produkcya/transporteryi/transporter-tsn-160a-b.html>
18. Курс лекцій з дисципліни “Світлотехнічні установки та системи” для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка / Уклад.: Я.М. Осадца. – Тернопіль: ТНТУ 2020 – 146 с.
19. ДБН В.2.5 – 28 – 2018. Природне і штучне освітлення.– К.: Мінрегіон України, 2018.– 137 с.
20. ДБН В.2.2-9:2018. Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення – К.: Мінрегіон України, 2018.– 49 с.
21. Світильник ДПП07В. Режим доступу: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DPP07V.pdf
22. Світильник ДСО20У Юпітер-LED-панель. Режим доступу: [http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2021-UKR_DVO20U-DPO20U-DSO20U_\(Jupiter-LED-panel\).pdf](http://vatra.ua/download/PDF_VATRA/office/VATRA-2021-UKR_DVO20U-DPO20U-DSO20U_(Jupiter-LED-panel).pdf)
23. Світильник ДСП11 Режим доступу: [https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP11_\(B\).pdf](https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP11_(B).pdf)
24. Світильник ДПП01. Режим доступу: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DPP01-60.pdf
25. Світильник ДСП65В. Режим доступу: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/prom/VATRA-UKR_DSP65V.pdf
26. Світильник ЖКУ22У. Режим доступу: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/street/VATRA-UKR_JKU22U.pdf

27. Світильник ДТУ20У. Режим доступ: https://vatra.ua/download/PDF_VATRA/street/VATRA-UKR_DTU20U.pdf
28. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., –156 с. Отримано з <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39196>
29. Охріменко В. М. Споживачі електричної енергії : підручник / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 286 с. ISBN 978-966-695-487-2
30. Говоров П.П. Освітлення промислових об'єктів. Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти / П.П. Говоров, Р.В. Пилипчук, А.І. Токмань, В.В. Щиренко, Р.Ю. Яремчук — Тернопіль: Джура, 2008. - 388., арк. іл.
31. Журахівський, А.В. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навч. посібник для вузів / А.В. Журахівський, І.В. Жежеленко; Держ. ун-т "Львівська політехніка"; ПДТУ. Каф. електропостачання пром. підприємств.- Львів ; Маріуполь : [б. і.], 2000. - 109 с.
32. Оробчук Б., Братковський Н, Семенюк В. Дослідження перехідних процесів при замиканнях на землю // VI Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій “ -Тернопіль, ТНТУ ім. Івана Пулюя 2017 р.
33. ПУЕ - Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання)/ Наказ від 21.07.2017 № 476 Про затвердження Правил улаштування електроустановок.
34. ТМГ-100кВА/6;10/0,4 – Силовий трансформатор. Режим доступу: <https://slavgorenergo.com.ua/ua/p1030221304-tmg-100-kva.html>
35. Кабель високовольтний броньований напругою 6-10кВ ААШВ-50. Режим доступу: <https://vostokpromnsab.com.ua/ua/p1105491983-aashv-3h50.html>
36. Силовий кабель ВВГ 4x25. Режим доступу: https://vse-e.com.ua/silovoj-kabel-vvg-4h25_dn
37. Козлов В. Д. Електричні апарати. Вимірювальні, контрольні та захисні апарати : посібник / В. Д. Козлов, С. В. Єнчев. – К. : НАУ, 2007. – 72 с.

38. Оробчук Б., Іванків А. Адаптивна система керування режимами електропостачання. Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу. ВП НУБІП України «Бережанський агротехнічний інститут». - Бережани, 2016 р..
39. Автоматичний вимикач промфактор FMC2/3U 63A Режим доступу: https://amperok.com.ua/avtomatychnyj_vymykach_promfaktor_av3002_3n_63a_6330023n
40. Автоматичний вимикач промфактор FMC2/3U 40A Режим доступу: https://amperok.com.ua/ru/avtomatychnyj_vymykach_promfaktor_av3002_3n_40a_4030023n
41. Методичні вказівки для написання розділу «Безпека життєдіяльності, основи охорони праці» в кваліфікаційних роботах здобувачів освітнього рівня „бакалавр”. Для студентів всіх форм навчання рівень вищої освіти перший (бакалаврський) / укл. : О. Я. Гурик , І. Б. Окіпний. – Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2021. - 20 с.
42. Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третьякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2010. - 425 с.
43. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., –156 с. Отримано з <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39196>
44. Євтух П.С., Буняк О.А., Оробчук Б.Я. Решетник В.Я. Зміст та тематика дипломних проектів (робіт) за спеціальністю 7.05070103 (8.05070103) електротехнічні системи електроспоживання // Методичні вказівки. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2012.