

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

Тарасенко М. Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«__» _____ 2021 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 Міньку Олексію Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Реконструкція системи електропостачання звіроферми

Керівник роботи Куземко Наталія Анатоліївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «23» лютого 2021 року № 4/7-132

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Основні електроустановки, розміщені на звірофермі

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

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

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

1. Принципова електрична схема ТП 10/0,4 кВ

1л. ф – А1

2. Схема з'єднань і підключень ємнісного водонагрівача

1л. ф – А1

3. План господарства

1л. ф – А1

4. Принципова електрична схема ємнісного водонагрівача

1л. ф – А1

5.

1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Гурик О. Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Нормоконтроль	Вакуленко О. О., ст. викладач кафедри ЕІ		

7. Дата видачі завдання _____ 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.03.2021	
2	Аналітичний розділ	28.03.2021	
3	Проектно-конструкторський розділ	31.04.2021	
4	Розрахунковий розділ	30.05.2021	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2021	
6	Загальні висновки	03.06.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2021	
8	Оформлення графічної частини	06.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Мінько О.О.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Куземко Н.А.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТзс-42. - Т. : ТНТУ, 2021.

Стор. 50; рис. 5; табл. 20; креслень 5; джерел 17; додатків 0.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Реконструкція системи електропостачання звіроферми».

Метою роботи є забезпечення дотримання вимог сучасної нормативно-технічної документації щодо реконструкції системи електропостачання звіроферми.

Проведено розрахунок електричних навантажень звіроферми. Проведено вибір трансформаторної підстанції та місця її встановлення. Проведено розрахунок допустимих втрат напруги. Здійснено розрахунок проводів ПЛ 10 кВ. Проведено розрахунок струмів короткого замикання, що служить основою для вибору електричних апаратів для КТП. Проведена розробка принципової електричної схеми ємнісного водонагрівача УАП-800. Запропонована схема з'єднань і підключень ємнісного водонагрівача УАП-800. Проведено вибір пуско-захисної апаратури. Проведено розрахунок заземлення та блискавко захисту.

Ключові слова:

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЄМНІСНИЙ ВОДОНАГРІВАЧ.

					КРБ 19-059.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	РЕФЕРАТ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Мінько О.О.						
Керівник		Куземко Н.А.					3	1
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, ЕТзс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М. Г.						

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Загальна характеристика господарства.....	8
1.2 Характеристика та аналіз роботи об'єкта проектування.....	9
1.3 Постановка задач	14
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.....	15
2.1 Визначення навантажень на вводах у приміщення та по об'єкту у цілому	15
2.1.1 Визначення навантаження на вводі у свинарник.....	16
2.1.2 Визначення навантаження на вводі в дім тваринника.....	17
2.1.3 Визначення навантаження на вводі в автоваги.....	19
2.1.4 Визначення навантаження на вводі у кормоцех	19
2.1.5 Визначення навантаження на вводі в санпропускник	21
2.1.6 Визначення навантаження на вводі у насосну станцію.....	22
2.1.7 Визначення загальної розрахункової потужності звіроферми.....	23
2.2 Вибір трансформаторної підстанції та її місця встановлення.....	24
2.2.1 Компоновка трансформаторної підстанції	24
2.3 Розрахунок допустимих втрат напруги	25
2.4 Розрахунок проводів ПЛ 10 кВ	27
2.5 Розрахунок проводів ПЛ 0,4 кВ	28
2.6 Розрахунок струмів КЗ	30
2.7 Вибір електричних апаратів для трансформаторної підстанції.....	34
2.7.1 Вибір роз'єднувача	35

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ			
					ЗМІСТ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		Літ.	Арк.	Акрушів
							4	2
Розроб.		Мінько О.О.			ТНТУ, ФПТ, ЕТзс-42			
Керівник		Куземко Н.А.						
Консульт.								
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М. Г.						

2.7.2 Вибір вимикач навантаження.....	35
2.7.3 Вибір запобіжників	36
2.7.4 Вибір трансформатора струму	37
3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	38
3.1 Обґрунтування і вибір установки	38
3.2 Технологічна характеристика установки	39
3.3 Розробка принципової електричної схеми	40
3.4 Розробка схеми з'єднань і підключень	41
3.5 Вибір пуско-захисної апаратури.....	42
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	44
4.1 Міроприємства з охорони праці при експлуатації електроустановок в сільському господарстві.....	44
4.2 Розрахунок заземлень та блискавко захисту.....	46
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	49

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

ВСТУП

За останні роки парк електрообладнання в агропромисловому комплексі значно збільшився, став досконалим за енергетичними характеристиками. В господарствах щороку споживається все більше електричної енергії, а за сумарною потужністю та номенклатурою електрообладнання, що використовується, сільське господарство України посідає одне з провідних місць серед всіх галузей народного господарства.

Окрім росту надійності електроустановок, що використовуються, в електрифікації сільського господарства відбуваються якісні зміни енергетичної бази. Так, ці об'єкти, що належать до I категорії по забезпеченню електричною енергією мають мережі внутрішнього та зовнішнього електропостачання від кількох до різних ПС.

Енергетичне оснащення праці у сільськогосподарському виробництві у 6 раз нижча, а ніж в промисловості. Споживання у побуті електричної енергії у селі менше в 3 рази аніж в місті.

Досвід електропостачання показує, що експлуатаційна надійність господарства, поки що не задовольняє достатньою мірою вимоги виробництва.

Відмови у праці, експлуатації та передчасний вихід з ладу електричного обладнання і засобів автоматизації дуже різко зменшують ефективність використання їх та завдають серйозної матеріальної шкоди сільськогосподарському виробництву. Кожного року у господарствах агропромислового комплексу виходить з ладу 10–15% електричного обладнання від загального парку, також значна кількість пуско-захисної апаратури і засобів автоматизації.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мінько О.О.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Куземко Н.А.					6	2
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, ЕТЗс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М. Г.						

Поліпшення експлуатації електричного обладнання є одним з головних завдань на сучасному етапі електрифікації сільського господарства. Тому серед заходів, що забезпечують зниження інтенсивності відмов електричного обладнання важливе значення надається захисту електричних установок по аварійних режимах, впровадження найбільш перспективної системи технічного обслуговування та ремонту електричного обладнання та засобів автоматизації, організації служб електротехнічного сервісу, раціональному використанню електроенергії та теплової енергії, зниженню її втрат.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика господарства

Звіроферма ПП «Сіагрус» знаходиться в м. Дубно. Від обласного центру Дубно знаходиться на відстані 50 км.

Господарство розташоване в Рівненському агропромисловому районі лісової зони України, в зоні помірно-континентального клімату. Зима помірно тепла з частими відлигами, літо достатньо вологе і тепле. Тривалість безморозного періоду коливається від 104 до 187 днів.

Рельєф господарства в цілому рівнинний, таким чином кліматичні умови задовольняють вирощування багатьох сільськогосподарських культур та забезпечать тваринництво необхідними кормами в достатній кількості.

В даному господарстві приватна форма власності.

Близькість господарства обласного центру сприяє більш вигідній реалізації продукції.

В табл. 1.1 показана структура земельних угідь підприємства.

Таблиця 1.1 - Структура земельних угідь

Види земельних угідь	Площа, га	Структура
Загальна земельна площа	1847	100
Всього господарських угідь	1534	90.43
В тому числі:		
- сінокоси	95	5.14
- рілля	1419	76.82

					КРБ 19-059.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мінько О.О.			1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Куземко Н.А.					8	7
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, ЕТзс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

Виробнича діяльність господарства - розведення та відгодівля свиней.

Посівні площі та врожайність сільськогосподарських культур наведені в табл. 1.2

Таблиця 1.2 - Посівні площі та урожайність сільськогосподарських культур

Назва с/г культур	Площа, га		Урожайність ц/га	
	2016	2017	2018	2019
Зернові	775	891	19.0	23.2
Багаторічні трави	91.6	91.6	167.4	180

Аналізуючи табл. 1.2. бачимо, що в 2019 році відмічалось зменшення врожайності зернових.

1.2 Характеристика та аналіз роботи об'єкта проектування

В ПП «Сіагрус» діє енергетична служба, яку очолює інженер-електрик. Йому підпорядковується технік-електрик, чергові електромонтери, які розташовані на території господарства.

Чергові електромонтери виконують кожної зміни технічний огляд електричного обладнання, усувають дрібні пошкодження та несправності, що виникають у електричному обладнанні, а також підтримують загальну працездатність усього електрообладнання.

Структурну схему енергетичної служби приведено на рис. 1.1.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						9
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

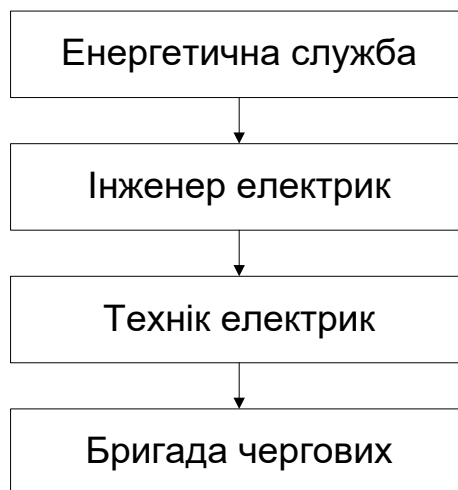


Рисунок 1.1 - Структурна схема енергетичної служби.

Ремонтні роботи електрообладнання проводяться на пункті технічного обслуговування і ремонту, який знаходиться в господарстві.

Відомості про електротехнічний персонал приведені в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 - Відомості про електротехнічний персонал

Штатна посада	Кількість	Освіта	Розряд	Група допуску
Електромонтер	2	Спеціальна середня	3	3
Технік електрик	1	Середня технічна	5	4
Інженер електрик	1	Вища технічна	-	4

Основним завданням електротехнічної служби є:

1. Проведення технічного огляду електрообладнання;
2. Підтримання обладнання в робочому стані;
3. Зберігання обладнання протягом тривалого періоду експлуатації;
4. Зменшення потреби і собівартості експлуатації на ремонтних роботах;

5. Зменшення матеріальних затрат на експлуатацію електрообладнання;

6. Раціональне використання електроенергії.

Перелік КВП та інструменту, який знаходиться на балансі енергетичної служби наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Перелік електрообладнання і КВП

Назва	Марка	Кількість	Рік експлуатації	Попередній рік перевірки	Наступний рік перевірки
1	2	3	4	5	6
Вимірювальними напруги	ИИ91	4	1997	-	2019
Струмовимірювальні кліщі	Щ4505	1	1997	2016	2019

Продовження таблиці 1.4

1	2	3	4	5	6
Контури заземлення	14416	1	2000	-	2019
Діелектричні рукавиці		2	2000	-	2019
Мегоомметр	МС-05	1	1999	2012	2019
Лазі майстерські		2	1999	2009	2019
Пояс майстерський		4	1996	2016	2019

Продовження таблиці 1.4

Діелектричний халат		2	2000	2016	2019
Кігті монтерські		2	2001	-	2019
Комбінований пристрій	Ц43-101	1	1995	-	2019

Основні електричні установки, які знаходяться на звірофермі наведені в табл. 1.5.

Таблиця - 1.5 Основні електроустановки, що розташовані на звірофермі

Назва об'єкта і обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість
Свинарник на 300 голів			2
А) гноєприбиральний транспортер ТСН-3,0Б			
-похилий	АИР90L4У3	2.2	1
-горизонтальний	АИР112МВ6У3	4	1
Б) водонагрівач УАП-200		6	1
В) Бункер зберігання корму	АИР76В6НЗ	1.1	2
Г) клімат-47, ВО-7	Д-100L6МУ3	1.1	1
Д) теплогенератор ТГ-1А	АИР80АНУ3		
Дім тваринника			1
А) електроплита		2.5	1
Б) електробатарей		1.7	1
В) холодильна шафа	АИР71АУ3	0.6	1
Г) водонагрівач УАП-200		6	1

Продовження табл. 1.5

Насосна станція			1
А) Електродвигуни	ПЭДВ-11-140	1.1	1
Б) електронасос	ЭЦВ-8-16-140	5.5	1
В) Електробатарей		1.7	8
Автоваги			1
А) Електро батареї		1.7	3
Кормоцех			1
А) Транспортер коренеплодів ТК-5Б	АИР9064У3	2.2	1
Б) Живильник концентрованих кормів ПК-8			
-похилий	АИР9L6У3	1.5	1
-горизонтальний	АИР80А4У3	1.1	1
В) подрібнювач кормів ИСК-5	АИР135L4У3	7.5	1
Г) Змішувач с/г, №1, №2	АИР90В6У3	1.5	2
Д) Дробарка кормів ДК-2	АИР180М4У3	30	1
Е) Транспортер скребковий ТЕ- 40	АИР80В6У3	1.1	1
Ж) Шнек вивантажувальник МВС-40	АИР100L6У3	2.2	1
З) Котел пароутворювач	АИР80В2У3	7.5	1
Санпропускник			1
А) холодильна шафа	АИР71А2У3	0.75	1
Б) електроплита		2.5	1
В) електробатарей		1.7	6

Всі приміщення даної звіроферми живиться від КТП 10/0,4 кВт. Подача електроенергії до КТП за допомогою ТП 36/10 кВт. Живлення приміщень по об'єкту здійснюється за допомогою лінії 380/220 В.

За 2019 р. ПП «Сіагрус» спожило 41 тис. кВт/год електроенергії.

Велику кількість електроенергії споживає кормоцех, яка йде на приготування кормів.

1.3 Постановка задач

Необхідно здійснити:

- Аналіз стану електрифікації звіроферми;
- Провести розрахунок електричних навантажень на вводі в приміщення;
- Провести розрахунок допустимих втрат напруги у мережі 10 / 0,4 кВ;
- Провести вибір кількості та потужності силових трансформаторів для трансформаторної ПС;
- Вибрати електричні апарати для КТП;
- Розрахувати заземлення та блискавкозахист.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Визначення навантажень на вводах у приміщення та по об'єкту у цілому

Методика визначення електричних навантажень призначена для визначення та уточнення розрахункових навантажень при розробці проектів будівель, тваринницьких, котелень та їх електропостачання.

Розрахунок навантаження на вводах у приміщеннях знаходиться по формулі:

$$P_p = \sum_i^n \frac{P_y \cdot K_z}{\eta} + \sum_i^m \frac{P_{ур.ч.к}}{\eta \cdot 0,5} \quad (2.1)$$

де P_y – встановлена потужність кожного із силових споживачів, що беруть участь в формуванні максимального навантаження і працюючих в час очікуваного максимуму навантаження більше ніж 0,5 кВт/год;

K_z – середній коефіцієнт навантаження електричного споживача згідно основної потужності;

де η – ККД споживача;

$P_{ур}$ – встановлена потужність кожного із приладів, що приймають участь в формуванні максимального навантаження працюючих в час очікуваного максимуму менше як 0.3 год/кВт;

t – продовження безперервної роботи кожного із споживачів електричної енергії.

Певну розрахункову потужність визначають відповідно формулою.

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi} \quad (2.2)$$

де $\cos \varphi$ – КП силового споживача.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мінько О.О.			2 ПРОЕКТНО- КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Куземко Н.А.					15	23
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, ЕТзс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

Величину $\cos \varphi$ вибираємо у залежності від співвідношення між системою встановлених потужностей всіх електричних приймачів РЗ, які беруть участь в максимумі навантаження.

Якщо більше 60% встановленої потужності припадає на електронагрівальні прилади, то відповідно $\cos \varphi$ визначається в залежності від співвідношення сумою встановлених потужностей нагрівальних установок $P_{наг.}$ та системою встановленою потужністю всіх електричних приймачів РЗ (2.4)

Значення $\cos \varphi$ за допомогою співвідношення:

$$P_{удв. РЗ} \quad (2.3)$$

$$P_{наг} / PЗ \quad (2.4)$$

ми знаходимо згідно [13.103].

Знаходимо загальне навантаження вводів по всьому об'єкту за формулою:

$$S_{заг} = S1 + S2 + S3 + \dots + Sn \quad (2.5)$$

де $S1, S2, S3, Sn$ – навантаження на окремих вводах у приміщення.

2.1.1 Визначення навантаження на вводі у свинарник

Всі дані для здійснення розрахунків заводимо в табл. 2.1

Таблиця 2.1 - Дані для здійснення розрахунків

Назва об'єкта і обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Ki – сть	ККД, %	Kз
Свинарник на 300 голів			2		
1 гноєприбиральний транспортер ТСН-3,0Б					
-похилий	АИР90L4У3	2.2	1	81	0.5
-горизонтальний	АИР112МВ6У3	4	1	82	0.5
2 водонагрівач УАП-200		6	1		1.0
3 Бункер зберігання корму	АИР76В6НЗ	0.55	1	70,5	0.6
	Д-100L6МУ3	1.1	5	68	0.6
4 клімат-47, ВО-7	АИР80АНУ3	1.1	1	70	0.6
5 теплогенератор ТГ-1А					

K_3 – коефіцієнт навантаження [5].

1. Знаходимо встановлену потужність освітлення:

$$P_{осв} = P_{пит} \cdot S$$

де $P_{пит}$ – встановлюється потужність освітлення $Вт / м^2$, згідно [1];

S – площа приміщення, $м^2$.

$$P_{осв} = 3,7 \cdot (12 \cdot 76) = 3,7 \text{ кВт}$$

2. Визначаємо розрахункове навантаження на вводах в свинарник згідно з (2.1):

$$P_p = \sum_i^n \frac{P_{у} \cdot K_3}{\eta} + \sum_i^m \frac{P_{ур.ч} \cdot \kappa}{\eta \cdot 0,5}$$
$$P_p = \frac{4 \cdot 0,5 \cdot 0,3}{0,82 \cdot 0,5} + \frac{2,2 \cdot 0,5 \cdot 0,3}{0,81 \cdot 0,5} + \frac{5,5 \cdot 0,6}{0,705} + 6 \cdot 1,0 + 5 \cdot \frac{1,1 - 0,6}{0,68} + \frac{1,1 \cdot 0,6}{0,73} + \frac{0,37 \cdot 0,6}{0,70} + 3,4 \cdot 1,0 = 36,29 \text{ кВт.}$$

3. Знаходимо повну розрахункову потужність відповідно до (2.2)

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}$$

Виходимо із співвідношення $P_{удв}/P_3$, яке рівне $13,72/123,1=0,59$ знаходимо $\cos \varphi$ згідно [13] $\cos \varphi=0,05$.

$$S_p = \frac{38,28}{0,05} = 21,5 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

2.1.2 Визначення навантаження на вводі в дім тваринника

Необхідні дані для здійснення розрахунку заведені в табл. 2.2

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

Таблиця 2.2 - Необхідні дані для здійснення розрахунку

Назва об'єкта і обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість	ККД, %	К _з
Дім тваринника			1		
1 електроплита		2.5	1		1,0
2 електробатарей		1.7	1		1,0
3 холодильна шафа	АИР71А2У3	0.6	1	18,5	0,7
4 водонагрівач УАП-200		6	1		1.0

1. Знаходимо встановлену потужність освітлення:

$$P_{осв} = P_{пит} \cdot S$$

$$P_{осв} = 1,88 \cdot (12 \cdot 32) = 6,9 \text{ кВт}$$

2. Знаходимо розрахункове навантаження на вводі в свинарник відповідно до (2.1):

$$P_p = \sum_i^n \frac{P_y \cdot K_z}{\eta} + \sum_i^m \frac{P_{ур.ч \cdot k}}{\eta \cdot 0,5}$$

$$P_p = \frac{0,6 \cdot 0,7}{0,7 \cdot 85} + 2,5 \cdot 1,0 + 61,7 \cdot 1,0 + 6,9 + 6 \cdot 1,0 = 21,6 \text{ кВт}$$

3. Знаходимо повну розрахункову потужність відповідно до (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}$$

Виходимо із співвідношення $P_{удв}/P_3$ яке рівне $20,7/28,2=0,73$ знаходимо $\cos \varphi$ згідно [13] $\cos \varphi = 0,99$.

$$S_p = \frac{26,1}{0,99} = 26,4 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

2.1.3 Визначення навантаження на ввіді в автоваги

Необхідні дані для здійснення розрахунку заводимо в табл. 2.3

Таблиця 2.3 - Необхідні дані для здійснення розрахунку

Назва об'єкта і обладнання	Тип двигуна	Потужність. кВт	Кільк ість	ККД, %	К _з
Автоваги			1		
1 Електро батареї		1,7	3		1.0

1. Знаходимо встановлену потужність освітлення:

$$P_{осв} = P_{пит} \cdot S$$

$$P_{осв} = 5 \cdot (4 \cdot 8) = 0,16 \text{ кВт.}$$

2. Визначаємо розрахункове навантаження на ввіді в свинарник згідно з формули (2.1)

$$P_p = P_{уст} + P_{осв} + P_{осв} = 3 \cdot 1,7 + 0,16 = 5,26 \text{ кВт.}$$

3. Знаходимо повну розрахункову потужність відповідно з (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}$$

Виходимо із співвідношення $P_{удв}/P_3$ яке рівне $5,1/5,26=0,96$ знаходимо $\cos \varphi$ згідно [13] $\cos \varphi = 0,99$:

$$S_p = \frac{5,26}{0,99} = 5,3 \text{ кВ} \cdot \text{А}$$

2.1.4 Визначення навантаження на ввіді у кормоцех

Усі потрібні дані для здійснення розрахунку заносимо в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 - Потрібні дані для здійснення розрахунку

Назва об'єкта і обладнання	Тип двигуна	Потужність кВт	Кількість	ККД, %	K_3
Кормоцех			1		
1 Транспортер коренеплодів ТК-5Б	АИР9064УЗ	2.2	1	77	0,7
2 Живильник концентрованих кормів ПК-8					
- похилий	АИР9L6УЗ	1.5	1	76	0,7
- горизонтальний	АИР80А4УЗ	1.1	1	74	0,7
3 подрібнювач кормів ИСК-5	АИР135L4УЗ	7.5	1	87,1	0,6
4 Шнек подрібнювача	АИР90L4УЗ	2.2	1	81	0,7
5 Змішувач с/Г, №1, №2	АИР90В6УЗ	1.5	2	76	0,8
6 Дробарка кормів ДК-2	АИР180М4УЗ	30	1	92	0,8
7 Заслінка змішувача	АИР71В6УЗ	0,55	2	68,3	0,5
8 Транспортер скребковий ТЕ-40	АИР80В6УЗ	1.1	1	74	0,75
9 Шнек вивантажувальник МВС-40	АИР100L6УЗ	2.2	1	81	0,75
10 Котел пароутворювач Д-721	АИР80В2УЗ	2,2	1	83	1,0
11 Приймальний бункер кормів	АИРИ2М6УЗ	7.5	1	85,5	0,6

1. Визначаємо встановлену потужність освітлення згідно формули.

$$P_{осв} = P_{пит} \cdot S$$

$$P_{осв} = 7 \cdot (10 \cdot 12) = 0,84 \text{ кВт.}$$

					КРБ 19-059.00.00.000 ПЗ	Лист
						20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Визначаємо розрахункове навантаження на ввіді в свинарник згідно з формули (2.1)

$$P_p = \sum_i^n \frac{P_y \cdot K_z}{\eta} + \sum_i^m \frac{P_{ур.ч} \cdot k}{\eta \cdot 0,5}$$

$$P_p = \frac{2,2 \cdot 0,7 \cdot 0,2}{0,81 \cdot 0,3} + \frac{1,5 \cdot 0,7 \cdot 0,3}{0,76 \cdot 0,5} + \frac{1,1 \cdot 0,3 \cdot 0,7}{0,74 \cdot 0,5} + \frac{7,5 \cdot 0,6 \cdot 0,2}{0,5 \cdot 0,67 \cdot 5} +$$

$$+ \frac{2,2 \cdot 0,8 \cdot 0,7}{0,81 \cdot 0,5} + \frac{2 \cdot 0,55 \cdot 0,05 \cdot 0,6}{0,5 \cdot 0,76} + \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 0,3 \cdot 0,6}{0,5 \cdot 0,76} + \frac{1,1 \cdot 0,3 \cdot 0,7}{0,5 \cdot 0,74} +$$

$$+ \frac{2,2 \cdot 0,3 \cdot 0,4}{0,5 \cdot 0,81} + \frac{2,2 \cdot 1,1}{0,83} + \frac{30 \cdot 0,2 \cdot 0,5}{0,5 \cdot 0,92} + 0,84 = 22,23 \text{ кВт}$$

3. Визначаємо повну розрахункову потужність згідно формули (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}$$

Виходимо із співвідношення $P_{удв}/P_3$, що дорівнює $61,6/62,5=0,98$ знаходимо $\cos \varphi$ згідно [13] $\cos \varphi = 0,73$

$$S_p = \frac{22,23}{0,73} = 30,5 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

2.1.5 Визначення навантаження на ввіді в санпропускник

Всі потрібні дані для проведення розрахунку заводимо в табл. 2.5

Таблиця 2.5 – Потрібні дані для проведення розрахунку

Назва об'єкта і обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість	ККД, %	K_z
Санпропускник			1		
А) холодильна шафа	АИР71А2У3	0.75	1	77	0,7
Б) електроплита		2.5	1		1,0
В) електробатарей		1.7	6		1,0

1. Знаходимо встановлену потужність освітлення

$$P_{осв} = P_{пит} \cdot S$$

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$P_{осв} = 12 \cdot (12 \cdot 28) = 4 \text{ кВт}.$$

2. Знаходимо розрахункове навантаження на ввід у свинарник відповідно (2.1):

$$P_p = \sum_i^n \frac{P_y \cdot K_z}{\eta} + \sum_i^m \frac{P_{ур.ч} \cdot k}{\eta \cdot 0,5}$$

$$P_p = \frac{0,75 \cdot 0,7}{0,77} + 2,5 \cdot 1,0 + 4 \cdot 1,0 = 17,4 \text{ кВт}$$

3. Знаходимо повну розрахункову потужність відповідно до (2.2):

$$S_p = \frac{P_p}{\cos}$$

$$S_p = \frac{17,4}{0,99} = 17,6 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

2.1.6 Визначення навантаження на ввід у насосну станцію

Всі потрібні дані для здійснення розрахунку заводимо у табл. 2.6

Таблиця 2.6 – Потрібні дані для здійснення розрахунку

Назва об'єкта і обладнання	Тип двигуна	Потужність, кВт	Кількість	ККД, %	K_z
Насосна станція			1		
А) Електродвигуни	ПЭДВ-11-	1.1	1	82	0,7
Б) електронасос	140	5.5	1		
В) Електробатарей	ЭЦВ-8-16-	1.7	8		1,0
	140				

1. Знаходимо встановлену потужність освітлення:

$$P_{осв} = P_{пит} \cdot S$$

$$P_{осв} = 5 \cdot (4 \cdot 8) = 0,16 \text{ кВт}.$$

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

2. Знаходимо розрахункове навантаження на ввід у свинарник відповідно до формули (2.1)

$$P_p = \sum_i^n \frac{P_{y_i} \cdot K_z}{\eta} + \sum_i^m \frac{P_{ур.ч} \cdot k}{\eta \cdot 0,5}$$

$$P_p = 24 \text{ кВт}$$

3. Знаходимо повну розрахункову потужність відповідно до (2.2)

$$S_p = \frac{P_p}{\cos}$$

$$S_p = \frac{24}{0,99} = 24,2 \text{ кВт} \cdot \text{А}$$

2.1.7 Визначення загальної розрахункової потужності звіроферми

Результати розрахункових навантажень занесемо в табл. 2.7

Таблиця 2.7 - Результати розрахункових навантажень

Назва приміщення	S _p , кВт·А
1. Свинарник	21,5
2. Свинарник	21,5
3. Дім тваринника	26,4
4. Автовага	5,3
5. Кормоцех	30,5
6. Санпропускник	17,6
7. Насосна станція	24,2
Всього	146,8

2.2 Вибір трансформаторної підстанції та її місця встановлення

Споживачі трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ призначені для забезпечення живлення розподільних пристроїв, лінії наругою 0,4 кВ, в більшості випадків трифазних чотирьохпровідних із заземленою нейтралю.

Для збільшення надійності в електропостачанні звіроферми встановлюємо комплексну ТП з одним силовим трансформатором і двома вводами повітряної лінії 10 кВ.

Технічні дані силового трансформатора приведені в табл. 2.8

Таблиця 2.8- Технічні дані силового трансформатора

Номінальна повна потужність, кВА	Номінальна напруга		Схема з'єднань обмоток	Втрати потужності, кВА		Напруга к.з. (Uк)%	Опір прямої послідовності	Опір при однофазних замиканнях 1/3Z+P, Ом
	ВН	НН		ΔPм	ΔPхх			
160	10	0,4	Y/Yн	5,5	0,95	4,5	0,045	0,487
			Y/Yн	5,9	0,95	4,7	0,047	0,15

2.2.1 Компоновка трансформаторної підстанції

Підстанція одержує живлення від двох вводів 10кВ при замиканні контактів вимикачів навантаження QW1 та QW2 лінії наругою 10кВ із незалежними джерелами живлення. Це дає змогу безперервно забезпечувати постачання споживачів електричною енергією. Напруга підводиться через роз'єднувач QS1 та QS2, запобіжники FU1 та FU2 до силового трансформатора від виводів його вторинної обмотки через вимикач QS2 і трансформатора ТА і ТА2 до шин наругою 0,4 кВ, далі через авоматичні вимикачі QF1...QF5 до ліній Л1 і Л2. На цих лініях наругою 0,38 кВ встановлені машинальні реле струму КА1...КА3. До приладів зовнішнього

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

освітлення, живлення поступає через запобіжник FU4 і магнітний пускач КМ в колі управління розміщені перемикачі SA2 і фото реле К.

Для захисту трансформатора від перевантаження спрацьовують трансформатори струму ввімкнені по схемі неповної зірки. Теплове реле КК і проміжне реле КЛ.

Шафа РП напругою 0,38 кВ обігривається за допомогою резистора R і освітлюють лампою НЛ, які вмикаються вмикачами S1 і S2 через запобіжники FU2 і FU3, для обліку споживання електроенергії призначений лічильник РП.

Напругу вимірюють вольтметром PV з допомогою перемикача SA змінюється фаза виміру.

Для захисту від перенавантажень на лініях 10 кВ і 0,38 кВ встановлюють розрядники.

2.3 Розрахунок допустимих втрат напруги

Для того, щоб визначити відхилення напруги, втрати напруги у електричній мережі, необхідно скласти таблицю відхилень напруги, у яку заводимо всі елементи мережі.

У таблиці відхилень напруги покажемо два принципи роботи:

1. 10% - у режимі мінімального навантаження;
2. 25% - у режимі мінімального.

Спочатку заносимо для обох режимів навантаження відомі відхилення напруги, вже потім за режимом максимального навантаження, вибираючи певні відгалуження обвиток трансформаторів, знаходимо допустимі втрати напруги у електричній мережі.

Правильність відгалуження обвиток трансформатора перевіряють трансформатором до електроспоживачів в режимі мінімального навантаження.

Побудуємо табл. 2.9.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25

Таблиця 2.9 - Відхилення напруги

Електромережі	Навантаження	
	100%	25%
1. Шина 10кВ	+5	3
2. ЛЕП 10кВ Км	-7,5	-1,8
3. Т-р 10/0,4 кВ		
Постійна V_n	+5	+5
Змінна V_n	+2,5	-12,5
4. Втрати ΔV_t	-4	-1
5. ЛЕП 0,4кВ ΔV_t	5,6	0
6. Відхилення U_y споживачів ΔV_t	-5,5	+7

Вносимо в таблицю відповідні відхилення.

Надбавні на шинах 10 кВ / Км=15%, $V_T=0\%$, втрати напруги у трансформаторі 0.

- Режим максимального навантаження $\Delta V_t^{100} = -4\%$, а у режимі мінімального навантаження $\Delta V_t^{25} = -1\%$;

- Постійну надбавку на трансформаторі $V_n = 15\%$ відхилення напруги електроспоживача повинна бути не більше відхилення $-7,5\%$. Приймаємо $V_{cn}^{100} = 5,5\%$, при мінімальному навантаженні напруга відхилялася не більше ніж $17,5\%$. Приймаємо $V_{cn}^5 = 7\%$;

- Змінну надбавку $V_{зм}$ вибираємо так, щоб при режимі мінімального навантаження, коли напруга піднімалася вище $+6\%$. Приймаємо $V_{зм} = 2,5\%$ згідно з розрахунку сумарна допустима втрата при 100% навантаження буде рівна в місцях 10 і 0,4 кВ.

$$\Delta U_{\text{доп}}^{100} \sum = V_n + V_n + V_{зм}$$

$$\Delta U_{\text{доп}}^{100} = 5,5 + 5 + 2,5 + (-4) + (-5) = 14\%$$

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		26

У відповідності з НТПС-13 допустима втрата напруги в місцях 10 кВ напруга складає 60-65%.

Сумарна допустима втрата:

$$\begin{aligned}\Delta U_{\text{доп}}^{100} &= 0,6 \cdot 14 = 24\% \\ \Delta U_{\text{доп}}^{100} &= \Delta U_{\text{доп}}^{100} \sum \cdot \Delta U_{\text{доп}}^{100} = 14 - 8,4 = 5,6\% \\ \Delta U_{0,4}^{0,5} &= 0\%\end{aligned}$$

При такій надбавці розрахуємо коливання напруги у споживчій буде більше 7%

$$\Delta U_{0,4}^{2,5} = 0 - 1,8 + 5 + 2,5 - 1 = 4,7\% \leq 7\%$$

Наша втрата нас задовольняє.

2.4 Розрахунок проводів ПЛ 10 кВ

Розрахунок поперечного перерізу проводів повітряних ліній 10 кВ проводиться згідно з густиною струму, у відповідності за формулою:

$$F_{\text{ек}} = \frac{I_{\text{max}}}{I_{\text{ек}}}$$

де $F_{\text{ек}}$ – площа поперечного перерізу проводів, мм²;

$I_{\text{ек}}$ – густина струму А / мм²;

I_{max} – максимальний струм ділянки.

Струм системи (максимальний) знаходимо за формулою:

$$I_{\text{max}} = \frac{S_t}{\sqrt{3}U_n}$$

де S_t – потужність силового трансформатора, кВА;

U_n – номінальна напруга лінії, кВ.

$$I_{\text{max}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10} = 23,1\text{А}$$

Визначаємо площу поперечного перерізу згідно формули (2.7)

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

$$F_{ек} = \frac{23,1}{1,3} = 17,8$$

Густина струму вибираємо по [5] $I_{ек}=1,3$, при тривалому режимі використання максимального навантаження до 300 год/рік.

Згідно [5] вибираємо провід для ПЛ-10 кВ.

Таблиця 2.10 - Основні параметри проводу АС-25

Номинальний струм, переріз мм ²	Розрахунковий переріз, мм ²		Кількість: діаметр жил, мм		Розрахунковий діаметр, мм		Електричний опір, г°, при Q=20°C, Ом/Um	Розрахункова маса проводу х ² /м
	Алюмінієвої частини	Стальної частини	Алюмінієва частина	Стальна частина	Проводу	Стального осердя автотрансформатора		
25/4,2	24	4,15	6x2,3	1x2,3	6,9	2,3	1,176	100,2

2.5 Розрахунок проводів ПЛ 0,4 кВ

Переріз проводів ПЛ 0,4кВ знаходимо, склавши розрахункову схему в відповідності із вибраними трасами ліній.

На даній схемі наносимо електроспоживачів із потужностями; номер ПЛ; номер розрахункових ділянок; довжину розрахункових ділянок.

Схему лінії 0,4 кВ звіроферми проводимо на рис. 2.1.

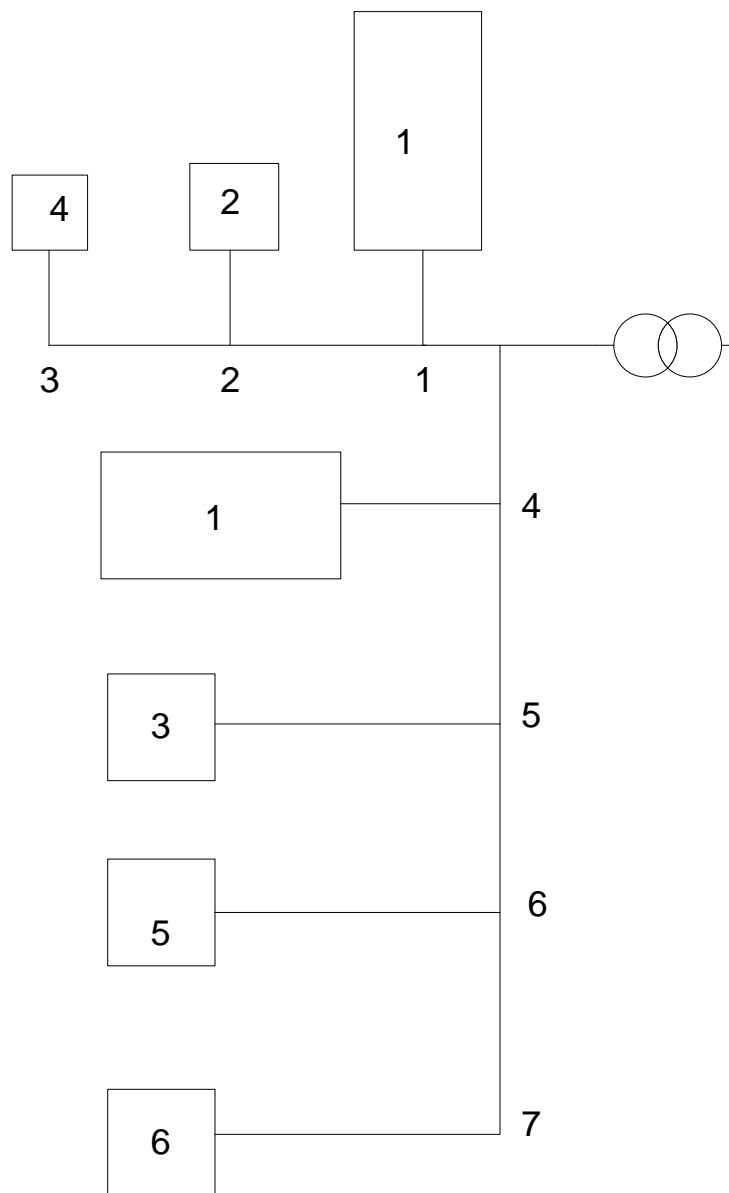


Рисунок 2.1 - Розрахункова схема лінії 0,4 кВ звіроферми

Розрахунок P на ділянках 0,4кВ знаходимо шляхом формування розрахункових навантажень на вводах до електроспоживачів.

Отже, якщо електричні навантаження, що додаємо на відрізках не відрізняються одне від одного більше ніж у чотири рази ділянки ПЛ 0,4кВ, потужність що знаходимо із урахуванням коефіцієнтів одночасності:

$$S_{ек} = S_p \cdot K_3$$

де $S_{ек}$ – розрахункове навантаження на вводі до споживачів, кВт;

K_3 – коефіцієнт одночасності (для ПЛ – 0,4 кВ).

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Дані заносимо в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 - Розрахункові дані та дані проводу ПМ 0,4 кВ

Розрахункова ділянка	PΔ, кВт	cosφ	S _p , кВА	K _з	S _{екв} , кВа	Е, м	Марка січення проводу S _p , кВА
2 – 3	56,9	0,75	44,92	0,7	31,444	50	3А-50 + А-50
1 – 2	47,9	0,75	59,61	0,7	41,727	50	3А-50 + А-50
0 – 1	21,5	0,75	36,29	0,7	25,403	20	3А-50 + А-50
7 – 6	41,8	0,75	41,4	0,7	28,98	50	3А-50 + А-50
6 – 5	22,9	0,75	22,66	0,7	15,862	46	3А-50 + А-50
5 – 4	26,8	0,75	41,55	0,7	29,085	20	3А-50 + А-50
4 – 0	21,5	0,75	36,39	0,7	25,473	30	3А-50 + А-50

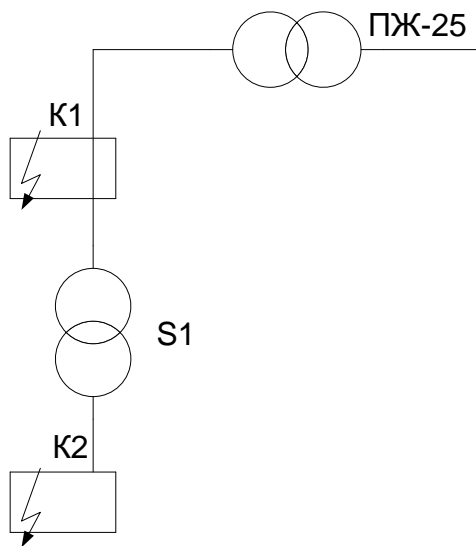
Аналізуючи табл. 2.10 в даному випадку вся ПЛ буде монтуватись одним проводом 3А-50 + А-50.

2.6 Розрахунок струмів КЗ

Розрахунок струмів КЗ потрібний для апаратури, а також перевірки елементів електричних установок, шин, ізоляторів на електродинамічну і термічну місткість, проектування РЗ, вибору засобів та схем грозозахисту, вибору та розрахунку струмообмежуючих та захисних пристроїв.

Розрахунок трифазних струмів КЗ здійснюють методом відносних одиниць. Під час розрахунку відносних одиницях усі величини для одиниці вимірюються в якості основних частин.

На рис. 2.2 представлена схема електропостачання.



$I=9\text{M}$
 $U_{сер}=10,5\text{кВ}$
 $U_H=4,5\%$
 $U_{сер}^2=0,4\text{кВ}$
 $S_{>Л}=400\text{кВ}$
 $S_{баз}=100\text{кВ}$

Рисунок 2.2 - Схема електропостачання

Для розрахунку струму КЗ спочатку складають схему заміщення, у якій показують усі елементи ТП, що впливають на силу струму КЗ елементами.

На рис. 2.3 зображена розрахункова схема заміщення.

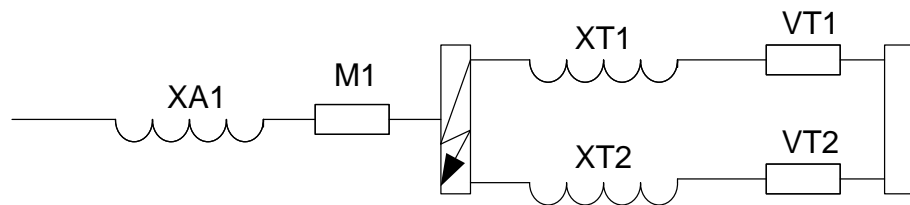


Рисунок 2.3 - Розрахункова схема заміщення для розрахунку струму КЗ

1. Знаходимо активний опір лінії напругою 10 кВ згідно формули:

$$r_L = r_o L \frac{S_{б1}}{U_{сер1}^2}$$

де r_o – питомий опір ПЛ довжиною 1 км, Ом / км відповідно до [5];

L – довжина ПЛ 10кВ, км;

$S_{б1}$ – базисна потужність, 100 кВА;

$U_{сер}$ – середня номінальна напруга струмів короткого замикання.

$$r_L = 1,33 \cdot 9 \frac{100}{10,52} = 11,40 \text{ Ом}$$

2. Знаходимо індуктивний опір ПЛ 10кВ:

$$X_L = X_0 L \frac{S\delta}{U_{сер}}$$

де X_0 – питомий індуктивний опір лінії 10 кВ довжиною 1 км, Ом/км, згідно [18].

$$X_0 = 0,4 \text{ Ом/км.}$$

$$X_L = 0,4 \cdot \frac{100}{10,52} = 3,42 \text{ Ом}$$

3. Знаходимо пульсуючий опір лінії 10 кВ до точки КЗ згідно формули:

$$Z_{резК1} = \sqrt{r_L^2 + X_L^2}$$

$$Z_{резК1} = \sqrt{11,4^2 + 3,42^2} = 11,9 \text{ Ом}$$

4. Знаходимо базисні струми у точці К-1:

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{сер}}$$

$$I_6 = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА}$$

5. Знаходимо трифазні струми КЗ у точці К-1:

$$I_{к1} = \frac{I_6 \cdot K1}{Z_{рез} \cdot K1}$$

$$I_{к1} = \sqrt{2} \cdot 0,46 \cdot 1,2 = 0,78 \text{ кА}$$

6. Знаходимо потужність КЗ у точці К-1:

$$S_{к1} = \sqrt{3} \cdot U_{сер} \cdot I_{к1}$$

$$S_{к1} = \sqrt{3} \cdot 10,5 \cdot 0,46 = 8,36 \text{ МВА}$$

7. Знаходимо опір силового трансформатора:

а) Знаходимо повний опір трансформатора:

$$Z_T = \frac{U_k \cdot S_6}{100 \cdot S_T}$$

Z_T – повний опір трансформатора.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						32
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Z_T = \frac{4,5 \cdot 100}{100 \cdot 0,4} = 11,25 \text{ Ом}$$

б) активний опір трансформатора:

$$r_r = \frac{\Delta P_{к.з} \cdot S_6}{S_{та}}$$

$$r_r = \frac{5,9 \cdot 100 \cdot 10^3}{0,42} = 3,7 \text{ Ом}$$

в) індуктивний опір трансформатора:

$$X_T = \sqrt{Z_1^2 - r_r^2}$$

$$X_T = \sqrt{11,5^2 - 3,7^2} = 10,6 \text{ Ом}$$

8. Знаходимо результуючий опір точки К-2:

$$r_{pT1} = \frac{r_p \cdot r}{r_p + r}$$

$$r_p = \frac{3,7 \cdot 3,7}{3,7 + 3,7} = 1,85 \text{ Ом}$$

$$X_{pT2} = \frac{X_T - X_T}{X_T + X_T}$$

$$X_{pT2} = \frac{10,6 - 10,6}{10,6 + 10,6} = 5,3 \text{ Ом}$$

$$X_{розК2} = X_L + X_{pT}$$

$$X_{розК2} = 3,42 + 5,3 = 8,52 \text{ Ом}$$

$$r_{pK2} = r_n + r_p$$

$$r_{pK2} = 11,4 + 1,85 = 13,25 \text{ Ом}$$

$$Z_{розК2} = \sqrt{X_{pK_p}^2 + r_{pK_2}^2}$$

$$Z_{розК2} = \sqrt{8,72^2 + 13,25^2} = 15,9 \text{ Ом}$$

9. Знаходимо базисний струм КЗ:

$$I_6 = \frac{P_6}{\sqrt{3} \cdot U_{сер}}$$

$$I_6 = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,5 \text{ кА}$$

10. Знаходимо трифазні струми КЗ у точці К-2:

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{k2} = \frac{144,5}{15,9} = 91 \text{ кА}$$

11. Знаходимо ударний струм короткого замикання:

$$I_{k2} = \sqrt{3} \cdot K_y \cdot I_{k3}$$

K_3 – ударний коефіцієнт згідно [5]

$$I_{uk2} = \sqrt{2} \cdot 1 \cdot 9,1 = 12,8 \text{ кА}$$

$K_y=1$ для ПЛ 0,4 кВ

$K_y = 1,2$ для повітряної лінії 10 кВ

12. Визначаємо потужність КЗ у точці К-2:

$$S_{k1} = \sqrt{3} \cdot U_{ер} \cdot I_{k1}$$

$$S_{k1} = \sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 9,1 = 6,3 \text{ мВа}$$

Проводимо розрахунки двофазного КЗ.

Визначаємо струми двофазного КЗ.

$$I_{k1} = 0,87 \cdot I_{k1}$$

$$I_{k1} = 0,87 \cdot 0,46 = 0,4 \text{ кА}$$

$$I_{k2} = 0,87 \cdot I_{k1}$$

$$I_{k2} = 0,87 \cdot 9,1 = 7,9 \text{ кА}$$

2.7 Вибір електричних апаратів для трансформаторної підстанції

Необхідно правильно вибрати електричні апарати (ЕА) по максимальному робочому струмі. Також потрібно перевірити електричні апарати на електротермічну та динамічну дію струмів короткого замикання. Це забезпечить їх надійну роботу.

Вибираємо ЕА згідно умови:

а) по номінальній напрузі $U_{н.а} \geq U_{в.л}$;

б) по номінальному струмі $I_{н.а} \geq I_{в.ст}$;

в) для вимикачів згідно максимальної потужності $S_a \geq S_{к.з}$.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

г) апарати перевіряють на електродинамічну дію струмів короткого замикання $I_a \geq I_{к.з}$;

д) умови для перевірки на термічну дію струмів короткого замикання $I_{\infty}^2 \tau \leq I \tau^2 t$; $I_{в(2...3)} I_n$

Всі умови вибору наводимо відповідно до [5].

2.7.1 Вибір роз'єднувача

Роз'єднувач для внутрішньої установки вибираємо типу *PB3 10/4000*, відповідно до [5].

В табл. 2.12 заносимо розрахункові дані та довідникові дані.

Таблиця 2.12 – Розрахункові та довідникові дані

Розрахункові дані	Довідникові дані
$U_n=10$ кВ	$U_n=10$ кВ
$I_p=23,1$	$I_n=400$
$I_y=0,78$	$I_y=50$ кА
$I_{\infty t}=0,62$	$I_{t2t}=200$ кА

2.7.2 Вибір вимикач навантаження

Вибираємо вимикач навантаження типу ВІП-16УЗ з приводом ПР-17, згідно [5].

Розрахункові дані і довідникові дані заносимо в табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Розрахункові та довідникові дані

Розрахункові дані	Довідникові дані
$U_H=10$ кВ	$U_H=10$ кВ
$I_H=27,5$ А	$I_H=200$ А
$I_{уд}=0,78$ кА	
$I_{доп}=23,8$ кА	$I^2=2$ кА

2.7.3 Вибір запобіжників

Запобіжники вибираються по постійному струму і по захисту.

Розрахункові дані і довідникові дані заносимо в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Розрахункові і довідникові дані

Розрахункові дані	Довідникові дані
$U_H=10$ кВ	$U_H=10$ кВ
$I_H=69,3$ А	$I_H=100$ А
	$P_2L_1=200$ А

$$I_p = \frac{3}{\sqrt{3}U}$$

$$I_B = (2 \dots 3)I_p$$

$$I_B = (2 \dots 3) \cdot 23,1 = 46,2\text{А}$$

$$I_B = (2 \dots 3) \cdot 23,1 = 69,3\text{А}$$

Вибираємо повну встановлену плавку вставку для запобіжника:

$$I_B=46,2=I_B=75\text{А}$$

$$I_B=69,3=I_B=75\text{А}$$

Вибираємо запобіжник серії ПКТ-10/100 згідно [2]

2.7.4 Вибір трансформатора струму

Вибір трансформатора струму проводиться по табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Вибір трансформатора струму

Розрахункові дані	Довідникові дані	Умови вибору
$U_T=0,66$ кВ	$U_H=0,66$ кВ	$U_H \geq U_T$
$I_p=361,3$ А	$I_H=400$ А	$I_H \geq I_p$
$S_p=26,75$ ВА	$S_u=75$ ВА	$S_u \geq S_p$

Лічильник типу *СА–4У–И 672* має ВН *24В*. ТС до *1кВ* по струму КЗ перевіряється.

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування і вибір установки

Гаряча вода використовується для опалення приміщень, а також у багатьох технологічних процесах.

Тваринницькі ферми є великими споживачами теплової енергії. Для теплопостачання таких ферм використовують електричні котли. Від електронагрівників безпосередньо до споживачів тепло передають використовуючи гарячу воду і пар. Воду спочатку нагрівають до певної температури, наприклад $70 - 90^{\circ}C$, потім використовують додавання холодної води для того, щоб отримати воду необхідної температури.

Водонагрівачі відрізняються простою будови, а також обслуговування. Вони завжди готові до роботи, а також з легко піддаються автоматизації.

Водонагрівачі використовують біля споживачів гарячої води. Це зменшує витрати на трубопроводи гарячого водопостачання.

У с/г виробництві використовують елементні водонагрівачі типів *УАП*, *ВЕР*, і *ЕРВ*.

Для швидкого нагрівання води застосовують водонагрівач типу *ЕРВ*. Він є проточний водонагрівач. ТЕНи розміщені безпосередньо в воді. Установка вертикальна. Водонагрівач *ЕРВ-2А* містить терморегулятор, що здійснює двохпозиційне регулювання температури води.

Водонагрівник *ВЕР-600* призначений для підігрівання води, для пиття у корівниках з прив'язаним утриманням худоби, а також для підігрівання води для технологічних потреб, у родильних і молочних відділеннях. Він складається з циліндричного баку закритого кожухом, з термоізоляцією, нагрівальних елементів, від центрального насоса з електродвигуном, запобіжного клапана, двох

					КРБ 19-059.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мінько О.О.			2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Куземко Н.А.					38	6
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, ЕТЗс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

терморегуляторів, та шафи керування і являє собою установку проточно-циркуляційного типу. Задана температура води в системі автонапування, підтримується двома терморегуляторами.

Водонагрівач УАП-800/09 має зварний циліндричний резервуар, з листової сталі, трубчасті нагрівальні елементи, терморегулятор, систему подачі води та станцію керування. Живлення водою здійснюється через спеціальний поправочний клапан, який забезпечує сталий рівень води в резервуарі.

Крім того у сільському господарстві широко використовують електродні водо нагрівники і котли типу КЕВ, ЕПЗ та парові котли типу КЕПР.

Вибираємо установку УАП-800/09.

3.2 Технологічна характеристика установки

Технологічна схема автоматизованого ємнісного водонагрівача (УАП-800/09), що призначений для підігрівання води, зображено на рис. 3.1

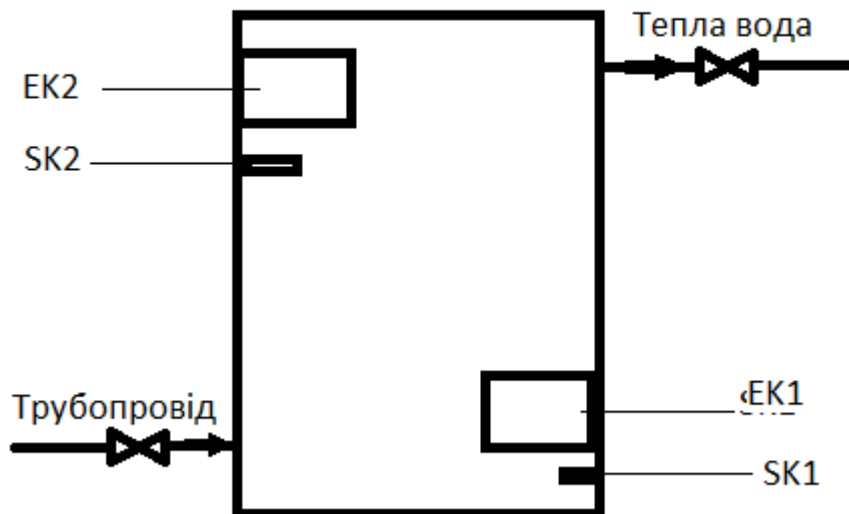


Рисунок 3.1 - Технологічна схема водонагрівача УАП-800/09

Водо нагрівник типу УАП-800/09 має зварний циліндричний резервуар, який виготовлений з листової сталі, трубчаті нагрівальні елементи, терморегулятор, також систему подачі води та станцію керування.

Живлення водою здійснюється через спеціальний поправочний клапан, який забезпечує підтримання сталого рівня води в резервуарі. Нагрівальні елементи водонагрівача УАП-800/09 розділені на дві групи, одна з яких знаходиться у верхній, а друга у нижній частинах резервуара, їх можна вмикати почергово, разом або окремо за допомогою перемикачів. Задана температура нагрівання води підтримується автоматично.

Перемикачем подається живлення на нагрівальні елементи ЕК1 і ЕК2, вода починає нагріватися до певної температури, при цьому спрацьовує спеціальне температурне реле, яке позбавляє живлення магнітні пускачі. Пускачі вимикають ТЕНи.

При вимиканні обох груп нагрівальних елементів відбувається форсоване нагрівання, а при вимкненні лише нижнього рівня нагрівника здійснюється акумуляційний нагрів. Надійна теплоізоляція дозволяє вмикати водонагрівач у ночі, а вдень користуватися теплою водою, бо зниження температури води не перевищує 0,6...0,7 °С за годину.

3.3 Розробка принципової електричної схеми

Принципова електрична схема складається з зображень елементів та зв'язків між ними, пояснюючих надписів окремих елементів, даної схеми, які використовуються в других схемах.

В графічній частині кваліфікаційної роботи зображена принципова електрична схема автоматизованого ємнісного водонагрівача типу УАП-800/09.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						40
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Схема складається з таких елементів: два ТЕНи ЕК1 і ЕК2, двох електромагнітних пускачів КМ1 і КМ2, автоматичного вимикача QF1, температурне реле типу ТР-200, двох проміжних реле КV1 і КV2, перемикачів SA1 і SA2.

Нагрівальні елементи розділені на дві групи одна з яких міститься у верхній, а друга у нижній частині резервуара. За допомогою перемикачів SA1 і SA2 можна увімкнути кожну групу нагрівачів окремо, або відразу дві групи нагрівачів, регулюючи таким чином потужність водонагрівача.

При підвищенні температури води замикаються контакти температурних реле SK1 і SK2 типу ТР-200 спрацьовують проміжні реле КV1 і КV2 і розмикають свої контакти в колах живлення електромагнітних пускачів КМ1 і КМ2. Пускачі вимикають нагрівники. При вимиканні обох груп водонагрівачів відбувається форсоване нагрівання, а при вимкненні лише нижнього нагрівача здійснюється акумуляційне нагрівання.

3.4 Розробка схеми з'єднань і підключень.

Схема підключень виконують на базі схем автоматизації, схем живлення, принципів електричних схем.

Схеми з'єднань – це схема на якій зображають з'єднання складних частин установки або виробу, що автоматизується.

Схема підключень автоматизованого ємнісного водонагрівача УАП-800/0,9 зображена в графічній частині кваліфікаційної роботи.

Схема з'єднань водонагрівача УАП-800/09 показана також в графічній частині кваліфікаційної роботи.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

3.5 Вибір пуско-захисної апаратури

Технічних засоби автоматизації будемо розраховувати для установки УАП-800/09.

Вибір нагрівальних елементів в УАП-800/09.

$$I_{T1} = \frac{P1}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{12000}{1.7 \times 380} = 18,5A$$

$$I_{T2} = \frac{P2}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{6000}{1.7 \times 380} = 9.3A$$

ЕК1 ТЕН потужністю 12 кВт з номінальним струмом 18.5 А напругою 380 В промислової частоти 50 Гц.

ЕК ТЕН потужністю 6к Вт з номінальним струмом 9.3 А напругою 380 В промислової частоти 50 Гц.

$$\sum I_{тен} = I_{T1} + I_{T2} = 18.5 + 9.3 = 27.8A.$$

Вибираємо автоматичний вимикач QF1 для силового кола.

$$\begin{aligned} U_{н.авт} &= U_{мер} & 380 &= 380 \text{ А} \\ I_{н.авт} &\geq 1,1 \cdot I_{н.дв} & 32 &\geq 1,1 \cdot 27,8 \text{ А} \\ I_{н.дв} &\leq I_{т.р} & 27,8 &\leq 32 \text{ А} \\ I_{авт.ер} &\leq I_{к.з} & 26,5 &\leq 333,6 \text{ А} \end{aligned}$$

$U_{н.ав}$ – номінальна напруга автомата;

$U_{мер}$ – напруга мережі;

$I_{н.ав}$ – номінальний струм автомата;

$I_{н.дв}$ – номінальний струм двигуна;

$I_{т.р}$ – номінальний струм теплового розчеплювача;

$I_{авт.ер}$ – струм неспрацювання електромагнітного розчеплювача;

$I_{к.з}$ – струм короткого замикання.

Приймаємо автоматичний вимикач серії ВА 2006 1р-32. З габаритними розмірами:

Вибираємо магнітний пускач КМ1 серії ПМ за умовами:

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						42
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{\text{мер}} \geq U_{\text{н.тен}} \quad 380 \geq 380 \text{ В}$$

$$I_{\text{н.м}} \geq I_{\text{н.тен}} \quad 12 \geq 9,3 \text{ А}$$

$$6 I_{\text{н.м}} \geq K_i \cdot I_{\text{н.тен}} \quad 72 \geq 9,3 \text{ А}$$

$$U_{\text{н.кот}} \geq U_{\text{кол.кер}} \quad 220 \geq 220 \text{ В}$$

Вибираємо магнітний пускач ПМ 1-12

Вибираємо магнітний пускач КМ2 серії ПМ за умовами:

$$U_{\text{мер}} \geq U_{\text{н.тен}} \quad 380 \geq 380 \text{ В}$$

$$I_{\text{н.м}} \geq I_{\text{н.дв}} \quad 25 \geq 18,5 \text{ А}$$

$$6 I_{\text{н.м}} \geq K_i \cdot I_{\text{н.дв}} \quad 150 \geq 9,3 \text{ А}$$

$$U_{\text{н.кот}} \geq U_{\text{кол.кер}} \quad 220 \geq 220 \text{ В}$$

де: $U_{\text{н.тен}}$ – номінальна напруга магнітного пускача;

$U_{\text{мер}}$ – напруга мережі;

$I_{\text{н.м}}$ – номінальний струм магнітного пускача;

K_i – кратність пускового струму;

$U_{\text{н.кот}}$ – номінальна напруга котушки;

$U_{\text{кол.кер}}$ – напруга кола керування.

Вибираємо магнітний пускача ПМ 1-25

Вибираємо проміжні реле КV1

$$U_{\text{кол.кер}} = U_{\text{н.п.р}} \quad 220 = 220$$

Приймаємо проміжне реле МУ2 І вибираємо контактні колодки типу РУF08А-Е

Вибираємо проміжні реле КV2

$$U_{\text{кол.кер}} = U_{\text{н.п.р}} \quad 220 = 220$$

$U_{\text{кол.кер}}$ – напруга кола керування.

Приймаємо проміжне реле МУ2 І вибираємо контактні колодки типу РУF08А-Е

Вибираємо перемикачі 1011, для перемикання режиму роботи установки (2шт).

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Міроприємства з охорони праці при експлуатації електроустановок в сільському господарстві

Безпека праці є першочерговою умовою підвищення продуктивності праці та культури виробництва. Слід відмітити, що більш широке застосування в сільськогосподарському виробництві різноманітного обладнання і машин може призвести до збільшення ймовірності виникнення нещасних випадків при порушенні правил техніки безпеки або при несправності електрообладнання та обладнання котельних установок.

Від знання, розуміння та вірного виконання інженерами-електриками вимог електробезпеки при проектуванні, монтажі, експлуатації електрообладнання залежить безпека всього персоналу, що користується цим обладнанням на виробництві чи в побуті. Інженер-електрик повинен вміти: оцінити небезпеку виробничих процесів, виконувати необхідні виміри, приймати самостійні рішення при виборі оптимальних варіантів забезпечення безпеки, кваліфіковано розслідувати причини нещасних випадків на виробництві. Закон України “Про охорону праці” сприяє розв’язанню питань правового, організаційного, матеріально-технічного забезпечення охорони праці.

До роботи на машинах і механізмах допускаються особи віком не менше 18 років, які ознайомилися з їх будовою і правилами експлуатації, і пройшли інструктаж на робочому місці. Машини і механізми, обладнання необхідно розміщувати згідно з проектом, машини необхідно встановлювати на фундаменти, основи надійно закріплювати.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Мінько О.О.			4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Акрушів
Керівник		Куземко Н.А.					44	4
Консульт.		Гурик О.Я.				ТНТУ, ФПТ, ЕТзс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

Після встановлення необхідно перевірити технічний стан кожної машини, усунути виявлені несправності, випробувати її спочатку при холостому ході, а потім під навантаженням.

В місцях установки машин, механізмів і обладнання повинні бути вивішені правила безпеки праці.

При експлуатації в свинарнику гноєзбирального транспортера, необхідно перевірити і натяжні пристрої, транспортери огороджувати. Жолоби в проходах і у воріт повинні закриватися щитами люки для проходження гною на похилій транспортер огороджують перилами із сталевих труб висотою не менше 1,6 м. При працюючому скребковому транспортері забороняється впускати в приміщення і випускати з нього тварин.

При технічно логічному обслуговуванні електрообладнання обслуговуючому персоналу необхідно слідкувати, щоб біля кожного пускового пристрою були розміщені діелектричні коврики, або їх обслуговування здійснювалось у діелектричних рукавицях.

До початку робіт необхідно вимкнути напругу з усіх боків, перевірити їх відсутність, вжити заходів проти помилкового вмикання апаратури, вивісити плакати.

Працювати під напругою дозволяється тільки в особливих випадках, при цьому виконуються наступні заходи безпеки: електромонтажний інструмент повинен бути добре ізольованим, сусідні фази надійно огорожені гумовими килимками.

Також в свинарнику використано захисне заземлення та занулення електричного обладнання, здійснено грозозахист приміщення.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

4.2 Розрахунок заземлень та блискавко захисту

Допустимий опір заземлюючого контуру 10Ом, опір ґрунту становить 200Ом.

Коефіцієнт сезонної зміни провідної глибини до вертикальних заземлюючих пристроїв $K_c=2,5$.

Приймаємо довжину стержня 2,5м, діаметр $d=12\text{мм}$. Заземлюючий контур у вигляді прямого прямокутника виконують шляхом закладання в ґрунт з'єднаних між собою сталених полос 40х4мм. Глибина закладання стержнів – 0,8м, полос - 0,9м.

Визначаємо опір вертикального стержня з сталі у відповідності з формулою:

$$R_e = \frac{0,366 \cdot Q_{\text{роз}} \cdot \left(Lg \frac{K_c}{d} + 0,5 \cdot Lg \frac{4R_{cp}+1}{4R_{cp}-1} \right)}{1} \quad (4.1)$$
$$R_e = \frac{0,366 \cdot 200 \cdot \left(Lg \frac{2,5}{0,012} + 0,5 \cdot Lg \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right)}{1} = \frac{73,2 \cdot 2,13}{5}$$
$$= 31,18 \text{ Ом/м}$$

Опір повторного заземлення немає бути більш ніж 30Ом/м допускається приймати.

$$R_{п.з} \frac{30 \cdot 200}{100} \approx 60 \text{ Ом} \quad (4.2)$$

Для повторного заземлення приймаємо один стержень довжиною 5м і діаметром 12мм, опір якого 31,18 Ом, що є менше $R_{п.з}$.

Загальний опір для всіх шести повторних заземлювачів.

$$U_{нз} \frac{R_{пз}}{r} = \frac{R_{в}}{n} = \frac{31,18}{6} = 5,5 \text{ Ом} \quad (4.3)$$

де $R_{н.з}$ – опір одного повторного заземлювача.

Знаходимо розрахунковий опір заземлюючого пристрою приєднані з ним електрообладнання напругою до і вище 1000В не має бути більше 10 Ом і 125 лише останній менше 10 Ом.

$$4 \text{ шт} = \frac{125}{8} = 15,6 \text{ Ом} \quad (4.4)$$

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						46
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо для розрахунку менший з них 4шт:10 Ом.

Знаходимо похуже число сегментів:

$$n_T = \frac{R_B}{4 \text{ шт}} = \frac{31,18}{10} = 3,12 \quad (4.5)$$

Приймаємо чотири стержні і розташовуємо їх в ґрунті на 5 метрів один від одного. Довжина полоси зв'язку:

$$L_4 = 5n = 5 \cdot 4 = 20 \text{ м} \quad (4.6)$$

Знаходимо опір полоси зв'язку:

$$R_e = \frac{0,366 \cdot Q_{\text{роз}} \cdot (\text{Lg} \frac{4e^2}{dR})}{1} = \frac{0,366 \cdot 200 \cdot (\text{Lg} \frac{52 \cdot 20}{0,04 \cdot 82})}{20} = 24,1 \text{ Ом.}$$

де $Q_{\text{роз}} = 2,5 \cdot 1 \cdot 200 = 500 \frac{\text{Ом}}{\text{м}}$

При $n=4$ і $\frac{Q}{c} = \frac{5}{5} = 1$, $U_B=0,69$

U_r – опір якого 31,81 Ом, що не менше ($R_{\text{нд}}$)

Загальний опір для всіх шести повторних заземлювачів:

$$U_{\text{ПЗ}} \frac{R_{\text{п.з.}}}{r} = \frac{R_B}{n} = \frac{31,18}{6} = 5,5 \text{ Ом} \quad (4.7)$$

де $R_{\text{пз}}$ – опір одного повторного заземлювача.

Знаходимо розрахунковий опір заземлення нейтралі трансформатора разом з заземлювачами.

$$U_{\text{НТ}} = \frac{U_{\text{ПЗ}} \cdot U_3}{n_3 - U_{\text{ПЗ}}} = \frac{5 \cdot 4}{5 - 4} = 17,3 \text{ Ом} \quad (4.8)$$

Тоді дізнаємося число сегментів

$$n_y = \frac{R_B \cdot U_r (\frac{1}{6} U_{\text{НТ}} \cdot U_r \cdot \frac{1}{R_r})}{U_B} = \frac{31,18 \cdot 0,45 (\frac{1}{10 \cdot 0,45} - \frac{1}{24,2})}{0,69} = 3,56 \quad (4.9)$$

Приймаємо для монтажу $n_y - n_r = 4$, стержні і проводимо перевірочний розрахунок.

Дійсний опір штучного заземлення.

$$U_{\text{НТ}} = \frac{R_B - R_r}{R_r + U_B + R_B - U_r} = \frac{31,18 - 24,1}{21,1 \cdot 4 + 0,69 + 31,18} = 9,38 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом} \quad (4.10)$$

Опір заземленого пристрою з врахуванням повторних заземлювачів нульового проводу:

$$U_{\text{др}} = 3,34 \text{ Ом} < 10/0,4.$$

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Отримані результати:

1. Проведено розрахунок електричних навантажень звіроферми, яке становить 147 кВА;
2. Проведено вибір трансформаторної підстанції та місця її встановлення. Потужність силового трансформатора становить 160 кВА;
3. Проведено розрахунок допустимих втрат напруги;
4. Здійснено розрахунок проводів ПЛ 10 кВ. Вибрано провід АС-25;
5. Проведено розрахунок струмів короткого замикання, що служить основою для вибору електричних апаратів для КТП: роз'єднувачів, вимикачів навантаження, запобіжників, трансформаторів струму;
6. Проведена розробка принципової електричної схеми ємнісного водонагрівача УАП-800;
7. Запропонована схема з'єднань і підключень ємнісного водонагрівача УАП-800. Проведено вибір пуско-захисної апаратури;
8. Проведено розрахунок заземлення та блискавко захисту.

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Мінько О.О.						
Перевір.		Куземко Н.А.					48	1
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, ЕТзс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Акимцев Ю.М. Електрообладнання сільського господарства – М.: Москва «Колос», 1993.
2. Біляков М.М. Механізація тваринництва – К.: «Вища школа», 1980
3. Гончар В.Ф. Електрообладнання і автоматизація с/г агрегатів і установок. Курсове і дипломне проектування – К.: «Вища школа», 1985
4. Жулай Е.Л. Електропривід с\г машин і агрегатів та потокових ліній К.: «Вища школа», 2001
5. Довідник сільського електрика / За редакцією В.С. Олійника – К.: «Урожай», 1990
6. Каганов К.Л. Курсове і дипломне проектування – М.: «Агропромизмат», 1988
7. Кудрявцев И.Ф. «Електрообладнання і автоматизація с\г агрегатів і установок» - М.: «Агропомізмат», 1988
8. Правила механічної експлуатації електроустановок споживачів і правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів – М.: Енергопромизмат, 1986
9. Правила улаштування електроустановок. / Міненерго вугілля України, - К., 2017.
10. Применение электрической энергии в с/г производстве: справочник /под ред. Листво – М.: «Колос», 1974
11. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства – К.: «Вища школа», 1995
12. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства – К.: «Вища школа», 1983

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ					
Розроб.		Мінько О.О.						Літ.	Арк.	Акрюшів
Перевір.		Куземко Н.А.						49	2	
Консульт.								ТНТУ, ФПТ, ЕТзс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О.								
Затверд.		Тарасенко М.Г.								

13. Притака І.П. Електропостачання сільського господарства – К.: «Урожай» 1995

14. Механізація і автоматизація у тваринництві і птахівництві /за ред. Марченко О.С. – К.: «Урожай», 1995.

15. Руководящие материалы по применению электрооборудования сельского хозяйства – М.: «Сельскомизмат», 1972

16. Стрих Н.Н. Експлуатація сільських електроустановок – М.: «Агропромизмат», 1986

17. Справочник электрика /под ред. Носакимова – М.: «Роджифоні», 2002

					КРБ 19–059.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		