

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
першого (бакалаврського) рівня освіти

на тему:

**«ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА ІЗ  
МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ЕЛЕКТРОПРИВОДА ВОДОНАСОСНОЇ УСТАНОВКИ»**

Виконав: студент ІV курсу  
групи Ен – 41 спеціальності  
141 «Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Гук А. Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник: Дробот І. М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Пташник В. В.

(прізвище та ініціали)

**ДУБЛЯНИ 2023**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА  
ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський) рівень

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_  
(підпис)

д.т.н., професор Калахан О. С.

(вч. звання, прізвище, ініціали)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

**З А В Д А Н Н Я  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Гук Андрій Ярославович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Електропостачання фермерського господарства із модернізацією електропривода водонасосної установки»

керівник роботи старший викладач Дробот І. М.

( наук.ступінь, вч. звання, прізвище, ініціали)

затверджені наказом Львівського НАУ 453/к-с від 30.12.22 р.

2. Строк подання студентом роботи 16.06.23 р.

3. Вихідні дані

технічна документація, науково-технічна і довідкова література

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

Вступ

1 Характеристика господарства

2 Розрахунок електропостачання господарства

3 Модернізація водо насосної станції

4 Охорона праці та довкілля

5 Ефективність прийнятих рішень

Висновки

Перелік джерел посилання

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

Графічний матеріал подається у вигляді презентації

6. Консультанти розділів

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
4	<i>Городецький І. М., к.т.н., доцент</i>			

7. Дата видачі завдання 30.12.22 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Виконання розділу 1</i>	<i>30.12.2022 – 31.01.2023</i>	
2	<i>Виконання розділу 2</i>	<i>1.02.2023 – 17.03.2023</i>	
3	<i>Виконання розділу 3</i>	<i>20.03.2023 – 21.04.2023</i>	
4	<i>Виконання розділу 4</i>	<i>24.05.2023 – 5.05.2023</i>	
5	<i>Виконання розділу 5</i>	<i>8.05.2023 – 5.05.2023</i>	
6	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та презентації</i>	<i>22.05.2023 – 2.06.2023</i>	
7	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>5.06.2023 – 16.05.2023</i>	

Студент

Гук А. Я.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

Дробот І. М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 621.313:63(075.8)

## РЕФЕРАТ

«Електропостачання фермерського господарства із модернізацією електропривода водонасосної установки» Гук А. Я. –Кваліфікаційна робота. Кафедра електротехнічних систем. Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023р.

44 с. текстової частини, 16 таблиць, 5 рисунків, 19 джерел.

Об'єкт дослідження: система електропостачання фермерського господарства, електропривод водонасосної установки.

Мета роботи: реалізація системи електропостачання фермерського господарства, модернізація електроприводу водонасосної установки.

Завдання дослідження: провести розрахунок системи електропостачання заводу фермерського господарства здійснити модернізація електроприводу водонасосної установки.

У кваліфікаційній роботі дано: характеристику фермерського господарства; обґрунтовано тему кваліфікаційної роботи; розраховано електропостачання фермерського господарства; вибрано необхідне обладнання; потужність трансформатора, переріз проводів живлення, фермерського господарства; модернізовано електропривод водонасосної установки; розкрито питання охорони праці та довкілля; проведено економічну оцінку.

Ключові слова: ФЕРМЕРСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, НАВАНТАЖЕННЯ, ПЕРЕРІЗ ПРОВОДІВ, ЕЛЕКТРОПРИВОД, ВОДОНАСОСНА УСТАНОВКА, МОДЕРНІЗАЦІЯ.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	8
1.1. Загальна характеристика	9
1.2. Інженерно-технічна характеристика	10
1.3. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи	11
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГОСПОДАРСТВА	13
2.1. Вибір схеми електричної мережі та місця розташування підстанції	13
2.2. Визначення розрахункових навантажень ТП 10/0,4 кВт	14
2.3. Визначення розрахункових навантажень ліній електропередачі	15
2.4. Вибір трансформаторів підстанції 10/0,4 кВ	17
2.5. Вибір перерізів проводів і розрахунок мереж	19
РОЗДІЛ 3 МОДЕРНІЗАЦІЯ ВОДО НАСОСНОЇ СТАНЦІЇ	22
3.1. Розрахунок електроприводу водо насосної станції	22
3.2. Вибір автоматики водо насосної установки	26
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ	29
4.1. Структурно-функціональний аналіз процесу виробництва	29
4.2. Техніка безпеки праці під час виконання робіт на фермі	32
4.3. Розрахунок захисного заземлення електроустановок	34
4.4. Охорона довкілля	36
РОЗДІЛ 5 ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ	40
ВИСНОВКИ	42
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	43

## ВСТУП

Передача та розподіл електроенергії здійснюється за допомогою повітряних та кабельних ліній електропередачі, струмопроводів і електропроводок. Для прийому і перетворення електроенергії служать трансформаторні підстанції.

Повітряні лінії електропередачі застосовуються для електропостачання різних об'єктів (промислових, міських, сільськогосподарських) і виконуються на весь спектр існуючих напруг. Зокрема, повітряні лінії електропередачі широко застосовуються в системах електропостачання напругою 35 кВ і вище для зв'язку об'єктів електропостачання з об'єднаною електроенергетичною системою.

Кабельні лінії електропередачі дорожче повітряних і використовуються в тих випадках, коли застосування повітряних ліній недоцільно з причин архітектурного або екологічного характеру або неможливо. Зокрема, кабельні лінії є основним способом передачі електроенергії споживачам, розташованим на густозаселеній території міст і на насиченій виробничими комунікаціями території промислових підприємств.

Струмопроводи застосовуються для систем внутрішньозаводського електропостачання промислових підприємств з потужними концентрованими навантаженнями. Такі струмопроводи виконуються напругою 6 ... 35 кВ. Струмопроводи напругою до 1 кВ з жорсткими струмоведучими елементами (шинами) називаються шинопроводами і використовуються, як правило, для систем внутрішньо цехового електропостачання промислових підприємств.

Підстанції систем електропостачання складаються з одного або декількох трансформаторів і розподільних пристроїв.

Трансформатори здійснюють безпосереднє перетворення електроенергії - зміна величини напруги. Розподільні пристрої служать для прийому електроенергії з боку живлення трансформаторів (приймальні розподільні пристрої) і для розподілу електроенергії на стороні споживачів [1-19].

## РОЗДІЛ 1

### ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

#### 1.1 Загальна характеристика

СФГ "ПРОМІНЬ" знаходиться в селі с. Подорожне Стрийського району Львівської області.

До складу правління входить: голова правління; секретар правління.

Головна мета діяльності підприємства - виробництво м'яса свиней і вирощування ВРХ.

Всі види діяльності підприємство здійснює в Україні.

Основне приміщення - свинарник для вирощування свиней на 60 голів. Свинарник розділений поперечною перегородкою на 2 секції. У торцях будинку розташовані підсобні приміщення. Напування і викидання гною механізоване. Розміри свинарника: довжина 70 м, ширина 13 м, крок колон 7 м.

Корівник для впрошування корів також на 60 голів. Корівник розділений поперечною перегородкою на 2 секції. Проте корова вирощується лише в одній половині, в іншій знаходиться кормозмішувач а також с.г знаряддя. У торцях будинку розташовані підсобні приміщення. Напування і викидання гною механізоване. Розміри корівника: довжина 70 м, ширина 17 м, крок колон 7 м.

Планування ферми зроблено в такий спосіб, щоб вона була економічна при експлуатації. Будівлі і споруди біля ферми розташовані компактно. Усі будівлі відповідають потребам СНП.

Таке планування створює всі передумови для найбільшої економічності всіх виробничих процесів, ефективного використання коштів комплексної механізації, створення нормальних санітарно-гігієнічних умов на фермі.

Ферма розташована на рівній ділянці на окраїні населеного пункту, неподалік від водозабірних споруд. Напрямо панівних вітрів східний і південно-східний. Тому гноєсховище знаходиться з підвітряного боку.

На фермі також розташовані такі об'єкти, як силосна яма, гноєсховище, адміністративне приміщення та декілька корівників які на даний момент не використовуються.

Усі будівлі і споруди біля ферми з'єднані між собою ґрунтовою дорогою.

## **1.2 Інженерно-технічна характеристика**

### *Електропостачання*

Основне завдання технічного обслуговування машин і устаткування тваринницьких ферм і комплексів - забезпечення високоефективного використання коштів електрифікації і механізації з допомогою якісного та своєчасного проведення технічних обслуговувань, раціонального використання запасних частин, матеріалів, змінних деталей вузлів і агрегатів. Контроль стану устаткування й виконання всіх операцій технічного обслуговування здійснюється службою технічного обслуговування.

Основні праці по періодичному технічному обслуговуванні на фермах і комплексах виконують спеціалізованими організаціями. До складу яких, зазвичай, входять слюсарі, електрик і зварювальник.

Ремонтом нескладного устаткування займається електрик.

Основним документом щодо робіт з технічного обслуговування є план-графік, що затверджується керівником підприємства. У ньому вказуються терміни проведення періодичних технічних перевірок і обслуговувань, і навіть особу, відповідальну за роботи. Терміни обслуговування залежно від конкретних умов може мати відхилення  $\pm 10\%$  від встановлених.

Роботи, проведені відповідно до плану-графіку, заносять у журнал обліку робіт з технічного обслуговування.

Графік технічного обслуговування складається враховуючи всі машини, занесені в таблиць обліку.

Про виконання періодичних технічних обслуговувань виїзними бригадами лінійно-монтажної ділянки складаються акти на проведені роботи,



які підписуються представниками господарства на яких провели періодичне технічне обслуговування. Відносини між господарством і ремонтним підприємством, у разі несправностей, регулюється виходячи з укладеного договору про проведення робіт з технічного обслуговування.

У договорі відзначені зобов'язання сторін під час проведення робіт з технічного обслуговування, порядок здачі і прийому виконаних робіт вартість будівництва і порядок розрахунку за виконану роботу, відповідальність сторін при невиконанні прийнятих зобов'язань та термін дії цього договору.

Господарство живиться від комплектної трансформаторної підстанції тупикового типу КТПТ-К-630-І, яка знаходиться на території господарства.

#### *Водопостачання*

Водопостачання господарства здійснюється за допомогою водо насосної станції розташованої на території господарства. Крім господарства вона також забезпечує водою прилеглі будинки. Кількість споживачів 100 будинків. Споживання води за місяць становить 300м<sup>3</sup>. Об'єм водонапірної вежі - 30м<sup>3</sup>. Глибина свердловини 30 м. Кількість насосів - 1. Насос типу Н1Б6/5-1,9/1,6. Номінальна об'ємна подача 1,9 м<sup>3</sup>/год. Потужність двигуна 2,2 кВт.

Щоденне обслуговування містить повірку очищеності насосного устаткування, перевірку його кріплень, своєчасне усунення витоків води, підшипників, перевірку показань манометра, контролю проб відкачуваної води на присутність абразивних домішок, піску і глини, контролю дії станції управління. Перевіряють справність дії клапанного і поплавкового механізмів автопоїлок. Контролюють стан утеплень зовнішнього й внутрішнього водопроводів у місцях їх можливого замерзання.

При періодичному обслуговуванні виконують операції ЕТО та, крім того, перевіряють й за необхідності оновлюють набивання сальникових ущільнень, контролюють стан підшипників і співвісність валів, замінюють чи доливають мастила у масляних ваннах, вимірюють опір, перевіряють водопровідну арматуру.

Контролюють продуктивність насоса, використовуючи водоміри чи шляхом виміру ступеня заповнення водонапірного бака за певний проміжок часу. Перевіряють справність дії датчиків водонапірної вежі.

При сезонному обслуговуванні оглядають технічний стан всієї системи водопостачання. Зношені деталі замінюють новими. Промивають резервуар вежі та труби зовнішнього водогону щонайменше два рази на рік: навесні, по закінченні танення снігу, і осінню, перед настанням приморозків. Внутрішній водогін промивають до початку стійлового періоду, перевіряють оглядові криниці, засувки, вентилі.

Дезінфікують резервуари і водогін 4 %-ним розчином хлорного вапна. Утеплюють введення трубопроводів. Контрольно-вимірювальні прилади перевіряє спецслужба. Оформляють журнал обліку проведених заходів. Насосну станцію укомплектовують резервним насосним агрегатом.

#### *Опалення та вентиляція*

Свинарник і корівник на господарстві не опалюються, адміністративне приміщення опалюється дровами, а також за допомогою електричного калорифера.

Вентиляція в корівнику і свинарнику припливно-витяжна. Приплив повітря в приміщення здійснюється механічним шляхом. Температура припливного повітря така ж як температура зовнішнього середовища.

Вентиляція адміністративно-побутових приміщень припливно-витяжна механічна. Приплив повітря здійснюється каналною установкою типу KG4Q, яка включає в себе фільтрокондиціонер, калорифер та глушник. Витяжка механічна осьовими вентиляторами типу DEKOR з приміщень санвузлів, кімнати прийому їжі.

### **1.3 Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи**

Об'єктом кваліфікаційної роботи є вдосконалення електроприводу водо насосної станції. Це питання є надзвичайно актуальним в фермерському

господарстві, оскільки вода на фермі широко використовується в різних технологічних процесах таких як: напування, підмивання вим'я перед доїнням, миття посуду та інше. Від правильного розрахунку електроприводу водонапірної вежі залежить життєдіяльність тварин і якщо не забезпечити належного рівня водопостачання то тварини можуть захворіти і навіть померти. Також вода необхідна для працівників ферми.

Також впровадженні вдосконалення повинні значно зменшити вартість обслуговування обладнання за рахунок встановлення пристрою автоматичного управління роботою електронасоса. Ще однією причиною необхідності впровадження наших вдосконалень є те, що встановлене на господарстві обладнання на даний момент вважається застарілим, а також вже відпрацювало термін своєї придатності і через це часто ламається, що призводить до матеріальних збитків.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГОСПОДАРСТВА

Основними споживачами нашого господарства є: корівник, свинарник, адміністративна будівля та водонапірна вежа. Їх розрахункові навантаження подано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Формування навантажень мережі 0,38 кВ

Споживачі	Корівник	Свинарник	Адмін. будівля	Водонапірна вежа
№ п.п.	1	2	3	4
Навантаження P, кВт	14,87	14,3	2	1,6

#### 2.1 Вибір схеми електричної мережі та місця розташування підстанції

На рис.2.1 зображено схему та розрахункових навантажень вузлів електричної мережі 0,38 кВ. В даній схемі вузол 1-корівник, 2-свинарник, 3-адміністративне приміщення, 4-водонапірна вежа, 5-трансформатор 10/0,4кВ. Для кожного вузла вказано його характеристику, де вказано навантаження на вузлах. Розрахункові навантаження вузлів занесені до таблиці 3.

Трансформаторна підстанція ТП 10/0,4 кВ розташована у електричному центрі навантажень мережі (вузол 5). Даний вузол містить один фідер: А – вузли 1,2,3,4; та мережа вуличного освітлення, яка на схемі не показана так як повністю повторює конфігурацію мережі 0,38 кВ, яку прокладено вздовж вулиць населеного пункту.

Таблиця 2.3 – Розрахункові навантаження вузлів

Вузол	1	2	3	4
P, кВт	14,87	29,17	31,17	33,77

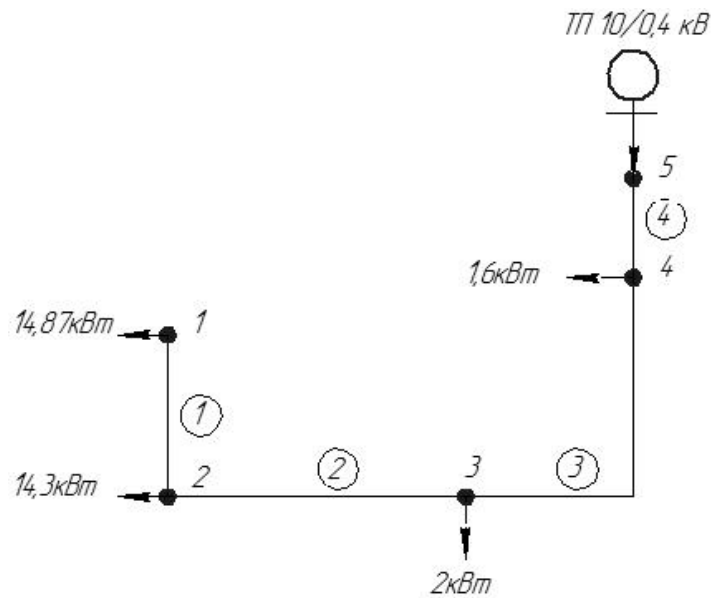


Рисунок 2.1 – Схема та розрахунків навантаження вузлів електричної мережі 0,38кВ

## 2.2 Визначення розрахункових навантажень ТП 10/0,4 кВТ

Оскільки навантаження кожного з об'єктів суттєво відрізняються за величиною, то здійснимо спочатку окремо сумування цих навантажень для шин трансформаторної підстанції. Розрахункове навантаження на шинах трансформаторної підстанції від навісів визначається за формулою:

$$P_{\Sigma n} = k_o \cdot k_y \cdot n_n \cdot P_n, \quad (2.1)$$

Визначаємо розрахункові навантаження для інших об'єктів. У даному випадку для навантажень одного рівня знаходимо:

$$P_1 = k_o \cdot (P_{КДР} + P_{КЗМ} + P_{ГТР}), \quad (2.2)$$

$$P_1 = 0,3 \cdot (7,5 + 8,07 + 8) = 7,071 \text{ кВт.}$$

Аналогічно розраховуємо для наступних об'єктів:

$$P_2 = k_o \cdot (P_{BO} + P_{AB} + P_{BB}), \quad (2.3)$$

$$P_2 = 0,7 \cdot (5.6 + 2 + 1.6) = 6.44 \text{ кВт.}$$

Сумарне навантаження визначаємо як суму цих величин:

$$P_{\text{сум}} = P_1 + P_2, \quad (2.4)$$

$$P_{\text{сум}} = 7.071 + 6.44 \text{ кВт.}$$

Навантаження вуличного освітлення визначається як добуток кількості ламп на їх потужність:

$$P_{\text{во}} = 2 \cdot 300 = 0,6 \text{ кВт.}$$

Навантаження зовнішнього освітлення для всіх об'єктів визначимо за вказаними нормами:

$$P_{\text{во}} = 4 \cdot 400 = 1,6 \text{ кВт.}$$

Сумарне навантаження освітлення визначаємо як суму цих величин:

$$P_o = P_{\text{во}} + P_{\text{во}}, \quad (2.5)$$

$$P_o = 0,6 + 1,6 = 2,2 \text{ кВт.}$$

Знайдемо розрахункові навантаження трансформаторної підстанції:

$$P = P_{\text{сум}} + P_o, \quad (2.6)$$

$$P = 13,511 + 2,2 = 15,711 \text{ кВт.}$$

Повні розрахункові навантаження визначимо, взявши за значення відповідних величин коефіцієнтів потужності ( $\cos\varphi=0,9$ ):

$$S_{\Sigma} = \frac{P}{\cos \varphi}, \quad (2.7)$$

$$S_{\Sigma} = \frac{15,711}{0,9} = 17,457 \text{ кВА.}$$

### 2.3 Визначення розрахункових навантажень ліній електропередач

Для визначення розрахункових навантажень ліній попередньо складемо таблицю під'єднання навантажень до різних ліній мережі. Порядкові номери ліній вказано у кружечках на схемі рис.2.1. Кожний стовпчик таблиці відповідає порядковому номеру ліній і вказує кількість будинків та об'єктів комунально-побутового призначення, а також відповідну суму максимальних активних навантажень, які живить ця лінія. Ця таблиця дозволяє визначити розрахункові навантаження кожної з ліній електричної мережі 0,38 кВ:

Таблиця 2.4 – Навантаження споживачів ліній

Лінія	1	2	3	4
К-ть об'єктів	3	6	7	8
Сума навантажень, кВт	14,87	29,17	31,17	33,77

Наведені в таблиці сумарні навантаження, не є розрахунковими для кожної з ліній. Вони лише характеризують арифметичну суму активних навантажень, які під'єднані до цієї лінії. Для визначення розрахункових активних навантажень кожної лінії користуються підходом, подібним до визначення розрахункових активних навантажень трансформаторної підстанції.

Визначаємо розрахункове активне навантаження лінії 1:

$$P_1 = k_o \cdot k_y \cdot P, \quad (2.8)$$

$$P_1 = 0,7 \cdot 0,3 \cdot 14,87 = 3,123 \text{ кВт.}$$

Аналогічно розраховуємо всі інші лінії. Результати розрахунків заносимо до табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахункові активні навантаження мережі 0,38 кВ (без навантажень освітлення)

Лінія	1	2	3	4
P, кВт	3,123	6,126	6,546	7,092

Враховуючи зовнішнє освітлення об'єктів, потрібно до навантажень додати відповідні значення навантажень освітлення залежно від кількості об'єктів, які живить ця лінія. Для прикладу розглянемо першу лінію:

$$P_{1\text{заг}} = P_1 + n \cdot P_{\text{бо}}, \quad (2.9)$$

$$P_{1\text{заг}} = 3,123 + 3 \cdot 0,25 = 3,873 \text{ кВт.}$$

Аналогічно розраховуємо навантаження освітлення інших ліній. Результати розрахунків заносимо до табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Розрахункові активні навантаження мережі 0,38 кВ

Лінія	1	2	3	4
P, кВт	3,873	7,626	8,296	9,092

Повні розрахункові навантаження мережі 0,38 кВ визначимо за значеннями відповідних величин коефіцієнтів потужності для навантажень мережі. Ці навантаження показані у наступній таблиці.

Таблиця 2.7 – Розрахункові повні навантаження мережі 0,38 кВ

Лінія	1	2	3	4
S, кВА	4,303	8,473	9,218	10,102

Розрахункові реактивні навантаження ліній мережі 0,38 кВ визначаємо за формулою:

$$Q_i = P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.10)$$

Таблиця 2.8 – Розрахункові реактивні навантаження мережі 0,38 кВАр

Лінія	1	2	3	4
Q, кВАр	1,859	3,66	3,982	4,364

Струмові розрахункові навантаження визначаються за виразом:

$$I_i = \frac{S_i}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}. \quad (2.11)$$

Таблиця 2.9 – Розрахункові струмові навантаження мережі 0,38 кВ

Лінія	1	2	3	4
I, А	6,549	12,896	14,03	15,376

## 2.4 Вибір трансформаторів підстанції 10/0,4 кВ

Розрахунковою величиною для вибору потужності трансформаторів трансформаторної підстанції є величина повного навантаження мережі 0,38 кВ:

$$S_{розр} = 17.457 \text{ кВА.}$$

Враховуючи те, що до шин підстанції під'єднані лише споживачі II і III катюго-рій, зовнішнє живлення можна здійснювати по одній повітряній лінії 10 кВ, а на трансформаторній підстанції встановлювати один трансформатор 10/0,4 кВ. Принципова схема мережі зображена на рис. 2.2.



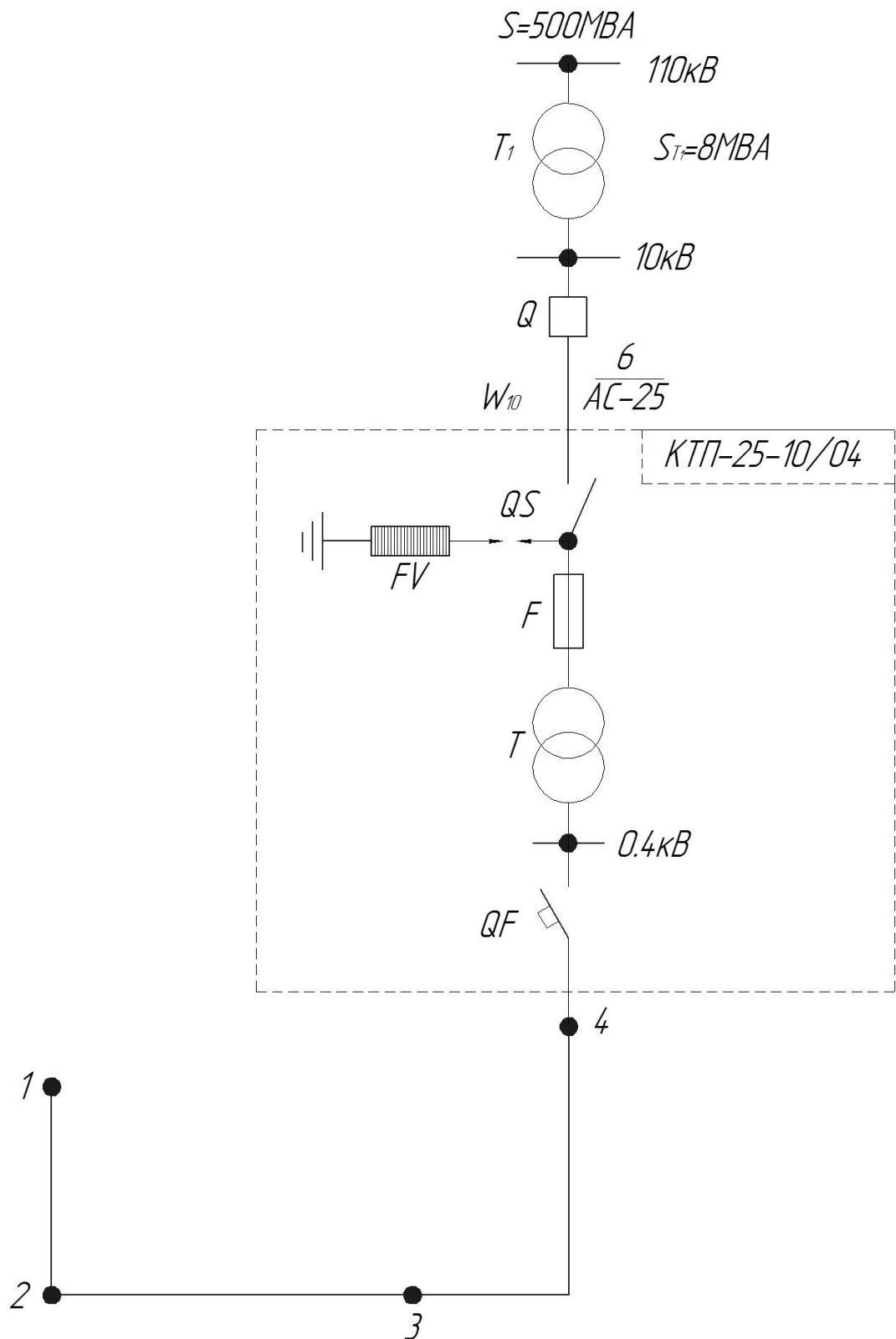


Рисунок 2.2 – Принципова схема проектованої електричної мережі  
Визначимо потужність трансформатора за співвідношенням:

$$S_2 \geq \frac{S_{розр}}{1,4}, \quad (2.12)$$

$$S_2 \geq \frac{17.457}{1,4} = 12.47 \text{ кВА.}$$

З додаткової літератури приймаємо трансформатор типу ТМ-25-10/0,4.

Таблиця 2.10 – Паспортні дані трансформатора ТМ-25-10/0,4 кВ

$S_{\text{НОМ}}$	$U_{\text{ВНОМ}}$	$U_{\text{ННОМ}}$	Схема та група з'єднань	$\Delta P_{\text{НХ}}$	$\Delta P_{\text{КЗ}}$	$U_{\text{КЗ}}$	$I_{\text{НХ}}$
кВА	кВ	кВ		кВт	кВт	%	%
25	10	0,4	Y/Y <sub>н</sub> -0	0,12	0,6	4,5	3

Параметри трансформатора, зведені до вищої напруги трансформатора :

- повний опір –  $z_T = \frac{U_{\text{КЗ}}}{100} \cdot \frac{U_{\text{НОМ}}^2}{S_{\text{НОМ}} \cdot 10^{-3}} = 180 \text{ Ом,}$
- активний опір –  $r_T = P_{\text{КЗ}} \cdot \frac{U_{\text{ВНОМ}}^2}{S_{\text{НОМ}}^2 \cdot 10^{-3}} = 96 \text{ Ом,}$
- реактивний опір –  $x_T = \sqrt{z_T^2 - r_T^2} = 152,26 \text{ Ом.}$

## 2.5 Вибір перерізів проводів і розрахунок мережі

*Розрахунок мережі 10 кВ*

Активну складову втрати напруги у високовольтній мережі:

$$\Delta U_p = \frac{x_0}{U_{\text{НОМ}}} Q \cdot l, \quad (2.13)$$

$$\Delta U_p = \frac{0,35}{10000} 13,865 \cdot 6281 = 3,05 \text{ В.}$$

Допустиме значення активної складової напруги буде:

$$\Delta U_{a\partial} = \Delta U_{\partial} - \Delta U_p, \quad (2.14)$$

$$\Delta U_{a\partial} = 380 - 3,05 = 376,95 \text{ В.}$$

Розрахункове значення перерізу проводу магістралі 10 кВ становитиме:

$$F_{\text{розр}} = \frac{P \cdot l}{U_{\text{НОМ}} \cdot \Delta U_a \cdot g}, \quad (2.15)$$

де:  $g = 32 \cdot 10^{-6} \text{ См/м}$  – питома провідність алюмінію.

$$F_{розр} = \frac{28,887 \cdot 6281}{10000 \cdot 376,95 \cdot 32 \cdot 10^{-6}} = 1,504 \text{ мм}^2.$$

Прийmemo для лінії 10 кВ провід марки АС-25 табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Параметри проводів електричної мережі 10 кВ

Лінія мережі 10 кВ	Марка проводу	$r_0$ , Ом/км	$x_0$ , Ом/км	Допустимий струм, А
ТП 35 кВ - ТП 10 кВ	АС-25	1,146	0,377	136

$$\Delta U = \sqrt{3} \left( r_0 \cdot \cos \varphi + x_0 \cdot \sin \varphi \right) \sum_{i=1}^n I_i \cdot l_i, \quad (2.16)$$

де:  $n$  – кількість ділянок магістралі;

$I_i, l_i$  – струм та довжина  $i$ -ї ділянки магістралі;

$r_0, x_0$  – питомий активний і реактивний опори лінії електропередачі;

$\Delta U_a, \Delta U_p$  – активна та реактивна складові втрати напруги.

$$\Delta U = \sqrt{3} (1,146 \cdot 0,9 + 0,377 \cdot 0,43) \frac{48,851}{25} \cdot 6,3 = 25,45 \text{ В, (0,25\%)}$$

Втрата напруги в обмотках трансформатора 10/0,4 кВ під час режиму максимального навантаження складає:

$$\Delta U = \frac{I_H}{k_{mp}} \cdot Z_m, \quad (2.17)$$

$$\Delta U = \frac{48,851}{25} \cdot 180 = 351,73 \text{ В, (3,5\%)}$$

Розрахунок мережі 0,38 кВ

Розрахуємо реактивну складову втрати напруги у магістралі 15 за формулою:

$$\Delta U_p = \frac{x_0}{U_{ном}} (Q_1 \cdot l_1 + Q_2 \cdot l_2 + Q_3 \cdot l_3 + Q_4 \cdot l_4), \quad (2.18)$$

$$\Delta U_p = \frac{0,377}{380} (1,859 \cdot 20 + 3,66 \cdot 50 + 3,982 \cdot 60 + 4,364 \cdot 20) = 0,54 \text{ В.}$$

Допустиме значення активної складової напруги отримаємо з виразу:

$$\Delta U_{a1,5\delta} = \Delta U_{\delta} - \Delta U_p = 19 - 0,54 = 18,46 \text{ В.}$$

Тоді розрахункове значення перерізу проводів магістралі 01 визначається за формулою:

$$F_{01\text{розр}} = \frac{Q_1 \cdot l_1 + Q_2 \cdot l_2 + Q_3 \cdot l_3 + Q_4 \cdot l_4}{U_{\text{ном}} \cdot \Delta U_{a01\delta} \cdot g}, \quad (2.19)$$

$$F_{01\text{розр}} = \frac{1,859 \cdot 20 + 3,66 \cdot 50 + 3,982 \cdot 60 + 4,364 \cdot 20}{380 \cdot 18,46 \cdot 32 \cdot 10^{-6}} = 85 \text{ мм}^2.$$

Результати розрахунків наведені у табл. 2.13.

Таблиця 2.13 – Втрати напруги в магістралях і визначення їх поперечних перерізів проводів

Магістраль	$U_p$ , В	$U_{ад}$ , В	$F_{розр.}$ , мм <sup>2</sup>
15	0,54	18,46	50

Виходячи з номенклатури стандартних марок проводів приймемо відповідні номінальні перерізи проводів електричної мережі 0,38 кВ. Результати вибору занесені до табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Параметри проводів електричних мереж ліній 0,38 кВ

Лінія мережі 0,38 кВ	Марка проводу	$r_0$ , Ом/км	$x_0$ , Ом/км	Допустимий струм, А
1,2,3,4	АС-50	0,578	0,297	215

За параметрами вибраних проводів визначимо дійсні втрати напруги в лініях електричної мережі напругою 0,38 кВ за формулою (2.16). Результати розрахунків занесені до табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Дійсні спади напруг у магістралях

Магістраль	01
$\Delta U$ , В	8,2

З розрахунку видно, що у магістралях виконуються вимоги щодо допустимої втрати напруги у режимі максимального навантаження мережі.

## РОЗДІЛ 3

### МОДЕРНІЗАЦІЯ ВОДОНАСОСНОЇ СТАНЦІЇ

#### 3.1 Розрахунок електроприводу водо насосної станції

Середньодобову норму споживання води на одного жителя, л/добу, в населених пунктах приймають залежно від благоустрою житлових будинків, а для районів забудови будівлями з водокористуванням з водорозбірних колонок приймають 30-50 л/добу.

Середньодобова витрата води на фермі:

$$Q_{cc} = q_i \cdot m_i, \quad (3.1)$$

де  $q_i$  - середньодобова витрата води одним споживачем, л/добу;

$m_i$  - кількість кожного виду споживача.

Норма споживання води одним робітником за зміну 25 літрів.

Кількість споживачів :

- житлові будинки -  $q_{i1} = 100$  л. ;  $m_{i1}=100$

- корови -  $q_{i1} = 80$  л. ;  $m_{i1}=30$

- свині -  $q_{i1} = 80$  л. ;  $m_{i1}=60$

- доярок 2 чоловік

- скотарі - 2 чоловік

- електрики - 1 людини. Всього - 5 чоловік.

$q_{i2}=25$  л,  $m_{i2}=5$ .

$$Q_{cc} = 50 \cdot 100 + 80 \cdot 30 + 80 \cdot 60 + 25 \cdot 5 = 8325 \text{ л.}$$

Максимальна добова витрата води на фермі:

$$Q_{mc} = Q_{cc} \cdot K, \quad (3.2)$$

де:  $K$  - коефіцієнт добової нерівномірності споживання води. Для тваринницьких ферм приймають рівним 1,3.

$$Q_{mc} = 8325 \cdot 1,3 = 10822,5 \text{ л.} = 10,82 \text{ м}^3$$

По максимальній добовій витраті води вибирають місткості водонапірних баків башт Рожновського і резервуарів

Об'єм водонапірного бака :

$$V_{\text{б}} = V_{\text{р}} \cdot V_{\text{н}} \cdot V_{\text{а}}, \quad (3.3)$$

$$V_{\text{б}} = 4,33 \cdot 21,6 \cdot 2,1 = 28,03 \text{ м}^3.$$

де  $V_{\text{р}}$  - регульований об'єм водонапірної вежі,  $\text{м}^3$ .

$$V_{\text{р}} = Q_{\text{мс}} \cdot K_{\text{р}}, \quad (3.4)$$

$K_{\text{р}}$  - коефіцієнт регульованого об'єму ( $K_{\text{р}} = 0,4$ );

$$V_{\text{р}} = 10,82 \cdot 0,4 = 4,33 \text{ м}^3$$

$V_{\text{н}}$  - протипожежний запас води (рекомендується приймати з розрахунку гасіння пожежі впродовж 10 хвилин в двох місцях одночасно із загальною витратою води  $10 \text{ л/с}$ ) =  $21600 \text{ л} = 21,6 \text{ м}^3$ .

$$V_{\text{а}} = 2 \cdot Q_{\text{мча}}, \quad (3.5)$$

де:  $Q_{\text{мча}}$  - об'єм води для безперебійного водопостачання впродовж 2 годин на випадок аварійного відключення електроенергії

$$V_{\text{а}} = 2 \cdot 1037,2 = 2074,3 \text{ л} = 2,1 \text{ м}^3,$$

$Q_{\text{мч}}$  - максимальна годинна витрата води.

$$Q_{\text{мч}} = 2,3 Q_{\text{мс}} / 24, \quad (3.6)$$

$$Q_{\text{мч}} = 2,3 \cdot 10822,5 / 24 = 1037,2 \text{ л} = 1,1 \text{ м}^3.$$

Сумарний розрахунковий об'єм башні Рожновського за стандартом об'єму вежі дорівнює  $30 \text{ м}^3$ , тоді беремо вежу ВБР-30  $\text{м}^3$ .

По максимальному вартівому витраті вибирають водопідіймальне устаткування - насоси і насосні станції.

Умова вибору насоса :

$$Q_{\text{нас}} = Q_{\text{мч}}.$$

За нашими розрахунками  $Q_{\text{мч}} = 1037,2 \text{ л} = 1,1 \text{ м}^3$ , тоді беремо насос типу БЦПЕ 0,5-80У який забезпечуватиме номінальну об'ємну подачу  $1,8 \text{ м}^3$  та загальний напір при номінальній об'ємній подачі  $80 \text{ м}$ . Потужність споживана насосом –  $1,6 \text{ кВт}$ .

Розрахуємо реактивну складову втрати напруги у лінії підведення напруги до водо насосної станції за формулою:

$$\Delta U_p = \frac{x_o}{U_{ном}} \cdot Q_4 \cdot l_4, \quad (3.7)$$

$$\Delta U_p = \frac{0,377}{380} \cdot 4,364 \cdot 20 = 0,09 \text{ В.}$$

Допустиме значення активної складової напруги отримаємо з виразу:

$$\Delta U_{aННС} = \Delta U_{\partial} - \Delta U_p = 19 - 0,09 = 18,91 \text{ В.} \quad (3.8)$$

Тоді розрахункове значення перерізу проводів електропостачання до водонасосної станції визначається за формулою:

$$F_{01розр} = \frac{Q_4 \cdot l_4}{U_{ном} \cdot \Delta U_{a01\partial} \cdot g}, \quad (3.9)$$

$$F_{01розр} = \frac{4,364 \cdot 20}{380 \cdot 18,46 \cdot 32 \cdot 10^{-6}} = 3,8 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо переріз рівний 4 мм<sup>2</sup>.

Визначимо струми к.з. електроприводу водо насосної станції для якої отримаємо сумарні опори к.з. за виразом:

$$Z_{\Sigma \epsilon} = Z_{\Sigma \delta} \cdot \left( \frac{U_{H.ном}}{U_{B.ном}} \right)^2 + Z_{\text{ог}} \text{ Ом.} \quad (3.10)$$

де для вузлів в=5 відповідно отримаємо:

$$Z_{BC} = \sqrt{(r_{л.0,38})^2 + (x_{л.0,38})^2} = 0,64 \text{ Ом,} \quad (3.11)$$

$r_{л.0,38}$  та  $x_{л.0,38}$  беремо з табл..2.14.

$$Z_{\Sigma BC} = 184,82 \cdot \left(\frac{0,4}{10}\right)^2 + 0,64 = 0,94 \text{ Ом.}$$

Тоді струми к.з. у цих вузлах будуть рівними:

$$I^{(3)}_{кВЧн} = \frac{1000 \cdot U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma BC}}, \quad (3.12)$$

$$I^{(3)}_{к15н} = \frac{1000 \cdot 0,4}{\sqrt{3} \cdot 0,94} = 245,68 \text{ А,}$$

$$I^{(2)}_{к15н} = 0,87 \cdot I^{(3)}_{к1н} \text{ А,} \quad (3.11)$$

$$I^{(2)}_{к15н} = 0,87 \cdot 245,68 = 213,74 \text{ А.}$$

Визначимо струми однофазних к.з.:

$$I^{(1)}_{кВн} = \frac{U}{\sqrt{3} \left( \frac{Z_{T0}}{3} + Z_{ПВ} \right)}. \quad (3.12)$$

де :

$Z_{T0}=1,63$  Ом – опір нульової послідовності трансформатора при замиканні фази на корпус;

$Z_{ПВ}$  – опір петлі “фаза-нуль” для відповідного вузла к.з. (1, 5):

$$Z_{ПВ} = \frac{Z_{0г}}{3} (2 + 3,5) \text{ Ом,} \quad (3.13)$$

$$Z_{П1} = \frac{0,64}{3} (2 + 3,5) = 1,17 \text{ Ом.}$$

Тоді отримаємо наступні значення струмів однофазних замикань на землю:

$$I^{(1)}_{к1н} = \frac{0,4 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \left( \frac{1,63}{3} + 1,17 \right)} = 25,13 \text{ А.}$$



### 3.2 Вибір автоматики водонасосної установки

На рис.3.1. показано схему, для нашого насоса. Принцип її дії буде такий ж як і попередньої.

Помітимо, що чим менше регулюючий об'єм башти, тим більше запас і навпаки. Це витікає з очевидної рівності:

$$W_6 = W_3 \cdot W_{\text{рег.}}, \quad (3.14)$$

де  $W_6$  - повний об'єм бака;

$W_3$  - запас води, що не витрачається;

$W_{\text{рег.}}$  - регулюючий об'єм.

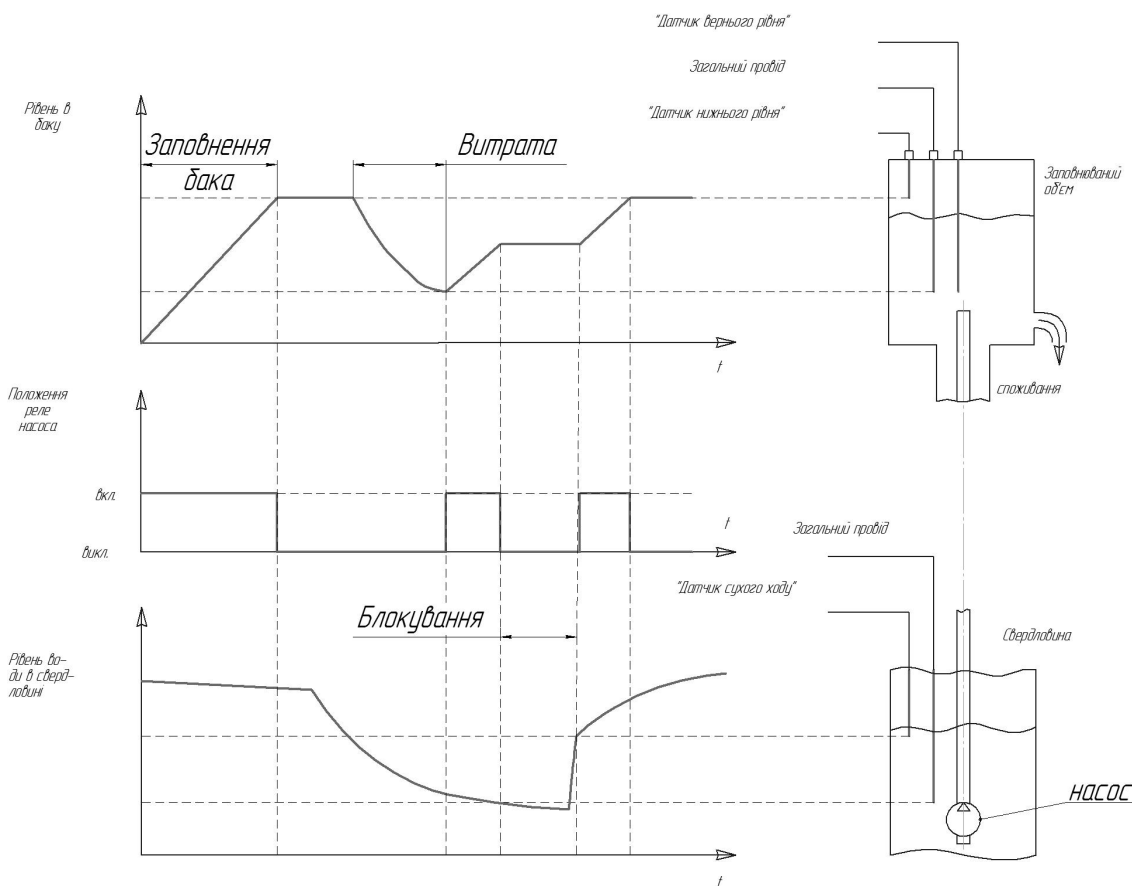


Рисунок 3.1 – Часова діаграма роботи реле

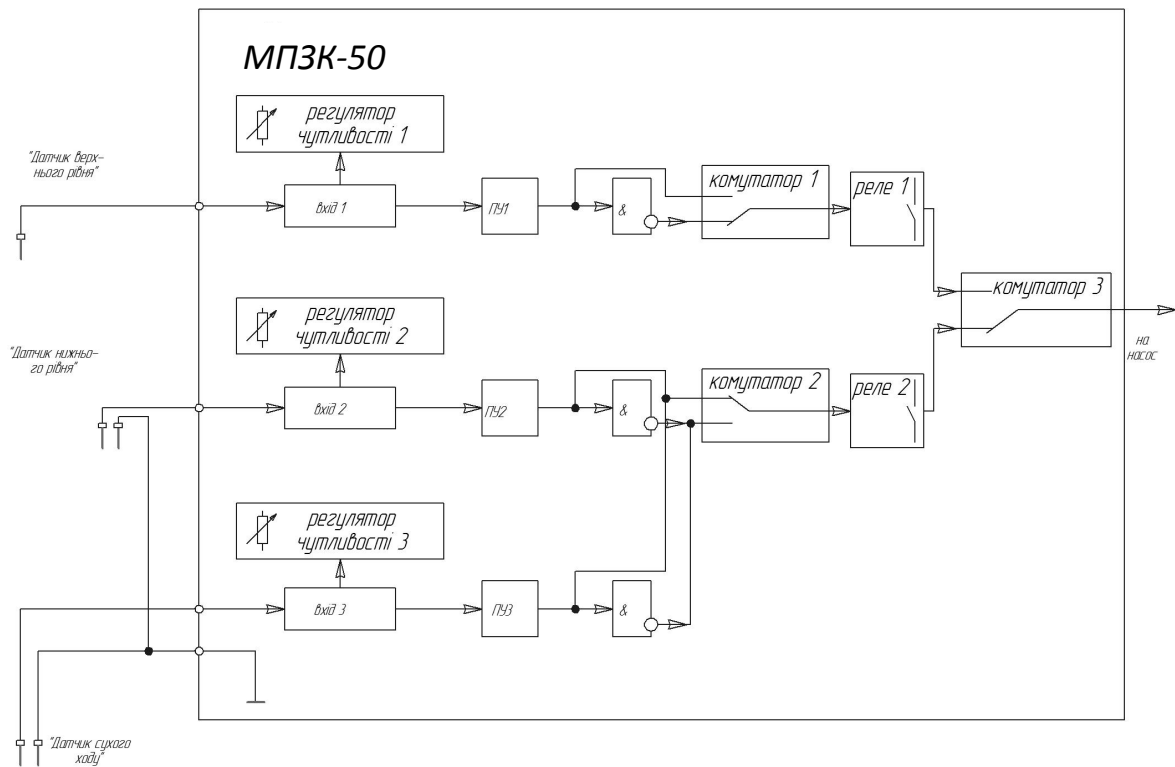


Рисунок 3.2 – Функціональна схема мікропроцесорного приладу захисту і контролю МПЗК-50

Для нашої водонасосної станції ми обираємо станцію управління насосним агрегатом типу "Каскад-К". Вона побудована на основі мікропроцесорного приладу захисту і контролю МПЗК-50. Його функціональна схема подана на рис. 3.2. В склад МПЗК входять: вхід для вимірювання опору кондуктометричного датчика на змінному струмі; регулятор чутливості, що дозволяє змінювати чутливість каналу контролю рівня до електропровідності рідини; пороговий пристрій (ПУ), що фіксує досягнення робочою рідиною заданого рівня, а також формує сигнали управління вихідним реле; комутатор для перемикавання каналу в інверсний режим роботи; вихідне реле для управління зовнішнім устаткуванням; спрацьовування реле відбувається при контакті відповідного електрода з рідиною. На рис. 3.3. зображена принципова електрична схема (а) та схема підключення датчиків рівня на автоматичне управління по набору води(б).

Автоматичне керування забезпечує водопідйом або дренаж; ввімкнення-вимкнення електродвигуна згідно сигналів від давачів рівня; здійснюється контроль та індикація споживаного струму електродвигуна, а також контроль

та індикація аварійного стану.

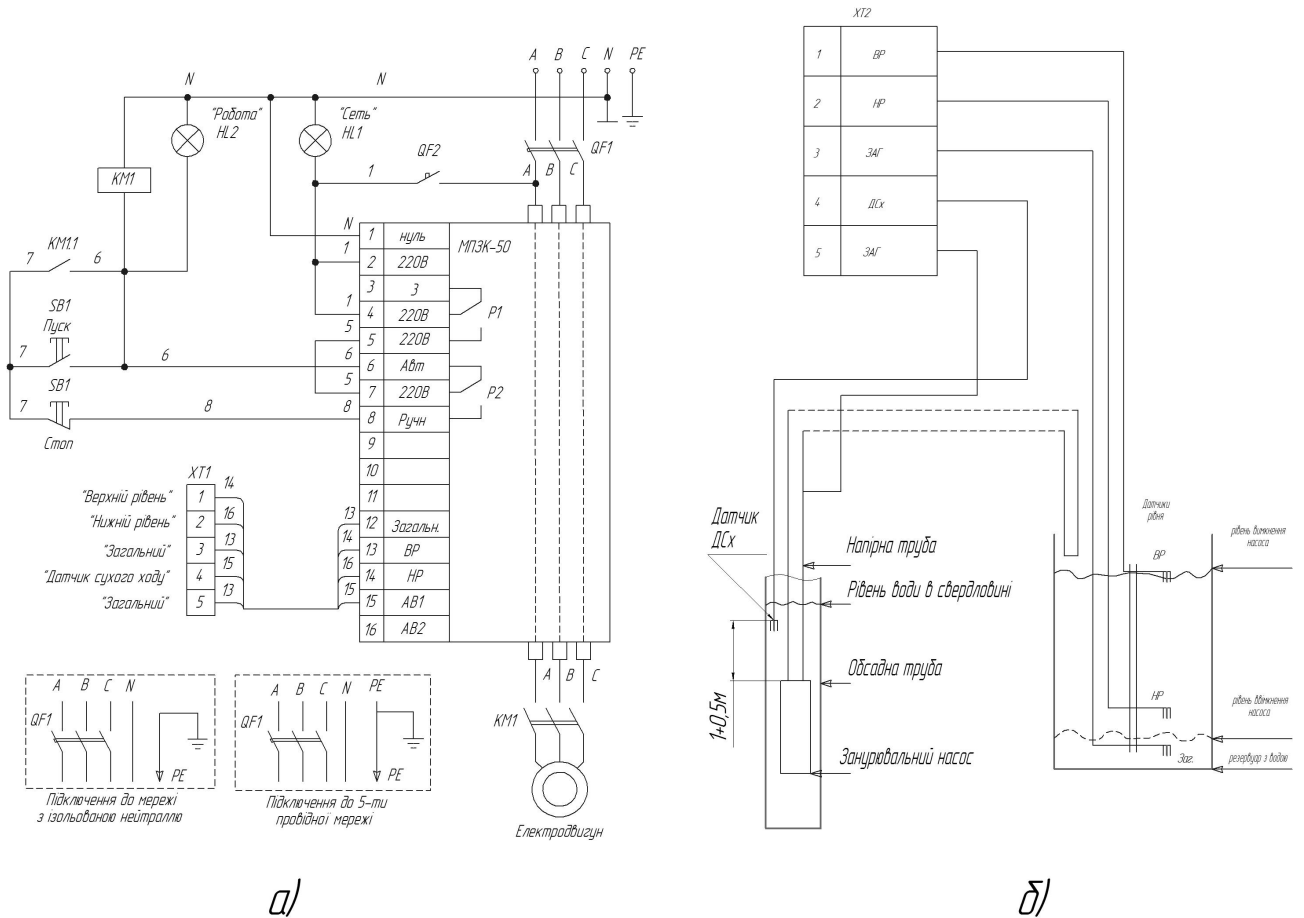


Рисунок 3.3 – Принципова електрична схема (а) та схема підключення датчиків рівня на автоматичне управління по набору води(б) станції управління водо насосною станцією типу "Каскад-К"

Аварійне вимкнення може відбутись у випадку: виникнення значних перевантажень під час пуску і в робочих режимах; асиметрії напруги живлення; обриву однієї або двох фаз; при перегріві електродвигуна; холостому ході електродвигуна; низького дебету свердловини (по датчику сухого ходу-ДСХ,); короткого замикання в електричному колі електродвигуна.

Станція «КАСКАД-К» являє собою металеву шафу з дверцятами, що закриваються на замок. На дверцятах шафи встановлені елементи управління і індикації. У середині шафи змонтована пускова і захисна апаратура. Управління відбувається за допомогою мікропроцесорного приладу захисту і контролю МПЗК-50. Його функціональна схема подана на рис. 3.4. В станції також передбачене ручне управління електронасосом.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

#### 4.1 Структурно-функціональний аналіз процесу виробництва

Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

При укладенні трудового договору громадянин має бути проінформований власником під розписку про умови праці на підприємстві, наявність на робочому місці, де він буде працювати, небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про його права на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

У зображеннях процесів формування, виникнення аварій та виробничих травм усі випадкові події (явища), що утворюють конкретну аварійну або травмонезбезпечну ситуацію, пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні та кінцеві події.

Початкові події (небезпечні умови, небезпечні дії) виявляють у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні та кінцеві входять до схеми на основі логічного аналізу можливих варіантів перебігу подій.

Слід зауважити, що поняття «початкової дії» введено умовно, бо насправді цим подіям можуть передувати інші. Але вони першими помічаються при обстеженні робочих місць та інших об'єктів виробництва.

Якщо на схемах, що зображують процеси протікання випадкових подій, починаючи з початкових і закінчуючи кінцевими, показати причинно-наслідкові зв'язки, то ми одержимо логічні моделі процесів, що вивчаються.

Таблиця 4.1 – Аналіз процесів формування та виникнення травмонебезпечних і аварійних ситуацій при виконанні робіт у с.г.

Вид роботи	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Засоби запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація		
1.Ураження електричним струмом	Обрив захисного провідника НУ1. Поява потенціалу на металевому корпусі НУ2.			Травма	Всі електричні установки повинні бути заземлені
Модель процесу:	НУ1→НУ2→Т				
2.Експлуатація насосної установки водо насосної станції.	Зменшення рівня масла через те, що вийшов з ладу підшипник-сальник НУ1	Вихід з ладу підшипників НС1. Перекіс вала електродвигуна насоса НС2. Перегрів насоса НС3.Розрив корпусу насоса НС4. Потрапляння води в корпус НС5.	Працівник несвоєчасно помітив несправність по зовнішніх ознаках НД1. Працюючий знаходився в небезпечній зоні НД2.	Травма. Аварія.	Для роботи на висоті допускаються лише після проходження медогляду
Модель процесу:	НУ1→НС1→НС2→НС3→НС4→А ↑↓ НД1→НС5→Т ↑ НД2				

	<p>Вхідний отвір вентилятора не обладнаний запобіжною решіткою НУ1. Підхід до вентилятора захищений сіном НУ2.</p>	<p>При обслуговуванні працюючий наблизився на небезпечну відстань до вентилятора НД1</p>	<p>Захват одягу (рук) працюючого НС.</p>	<p>Травма</p>	<p>Пасовий привод вентилятора необхідно огородити</p>
<p>3.Активне вентилявання приміщення</p>	<p>Модель процесу:</p>	<p>НУ1 ↓ НД1→НС1→НС2→НС3→Т ↑ НУ1</p>			
	<p>Вхідний отвір вентилятора не обладнаний запобіжною решіткою НУ1. У вхідному отворі сильний потік повітря НУ2. Сторонній предмет може потрапити до вентилятора НУ3.</p>		<p>Біля вентилятора можливе падіння працюючого НС1. При падінні можливий контакт працюючого з ротором вентилятора НС2. Удар його крильчаткою НС3.</p>	<p>Травма</p>	<p>Вхідний отвір вентилятора обладнати запобіжною решіткою.</p>

	Модель процесу:	$\begin{array}{c} \text{НУ1} \\ \downarrow \\ \text{НУ2} \rightarrow \text{НС1} \rightarrow \text{НС2} \rightarrow \text{НС3} \rightarrow \text{НС4} \rightarrow \text{НС5} \rightarrow \text{П} \\ \uparrow \\ \text{НУ3} \end{array}$
--	-----------------	---

## 4.2 Техніка безпеки праці під час виконання робіт на фермі

### *Вимоги безпеки під час виконання роботи*

– Відключіть машини та обладнання, на якому будете проводити технічне обслуговування і ремонт, від електромережі живлення, пневмо - і гідроприводів. Вивісьте відповідні знаки безпеки та попереджувальні знаки біля місця проведення робіт і на пультах управління машинами та обладнанням.

– Під час закручування (відкручування) гвинтів із шліцьовими головками користуйтеся викруткою, розмір робочої частини якої відповідає діаметру головки гвинта.

– При роботі розсувним ключем необхідно губки ключа добре притискати до гайки і поворот робити у напрямку пересувної частини ключа.

– Роботи по переміщенню значних вантажів виконуйте під наглядом керівника, що відповідає за виконання вимог безпеки. До початку робіт упевніться у справності всіх підйомних механізмів, тросів, ланцюгів і канатів, що всі механізми мають клеймо і підписи про строки випробувань і максимальну вантажопідйомність.

– Люки між поверхами, отвори для спуску вантажу повинні мати огорожу висотою 1 м.

– Підйомні механізми кріпите тільки до міцних балок, які мають надійні опори, виключіть їх ковзання, а також переміщення тросів і гаків з вантажем.

– При підйомі вантажу або його опусканні за допомогою лебідок робіть все повільно, без ривків і різкого гальмування. Не дозволяйте знаходження людей під вантажем. Відгородіть місце, де виконуються роботи.

– При перенесенні довгомірного вантажу удвох або бригадою вантаж кладіть на однойменні плечі (ліві або праві), рухайтесь у ногу і скидайте вантаж одночасно по команді. Не складайте і не перекладайте вантаж через голову, що може призвести до нещасного випадку.

– Не піднімайтеся з вантажем по переносній драбині, ненадійному трапу або місткам.



– При переміщенні тяжких вантажів по горизонталі на котках виконуйте такі заходи безпеки:

- шлях, по якому буде переміщуватись вантаж, очистіть від сторонніх предметів;
- покладіть міцні дошки для вирівнювання шляху;
- вантаж переміщуйте по дошках на котках;
- котки підберіть однакового діаметра, рівні і достатньої довжини, щоб кінці їх виступали з-під вантажу на відстань 20–30см.

– При використанні підйимально-транспортних засобів:

- не піднімайте вантаж, вага якого перевищує вантажопідйомність механізму;
- надійно і без перекосів закріплюйте вантаж на гаку;
- не залишайте вантаж у піднятому стані.

– Різання, згинання та інші операції з трубами виконуйте не на підмостках, призначених для монтажу трубопроводів, а на землі – у спеціальних пристосуваннях.

– Після нагріву довгих труб використовуйте підтримуючі підставки, а їх охолодження проводьте у спеціальних ковшах з довгою ручкою.

– При з'єднуванні фланців збіг отворів в них перевіряйте спеціальними ломиками або оправками.

– Якщо ремонт обладнання або трубопроводів проводите біля електричних дротів під напругою, їх обов'язково потрібно знеструмити.

– Випробування трубопроводів після ремонту проводьте тільки після перевірки манометрів, а також всіх затворів, люків, запобіжних клапанів, регуляторів, інших контрольних приладів і вузлів.

– При виконанні газоелектрозварювальних робіт ацетиленові генератори і зварювальні трансформатори встановлюйте поза приміщеннями ферм.

– Не зварюйте конструкції, апарати, які перебувають під тиском, електричною напругою, в яких знаходяться горючі і легкозаймисті речовини та якщо вони свіжопофарбовані.

– Зварювальний кабель від пошкодження захищайте гумовими шлангами, а у місцях, де можливе механічне пошкодження, – металевими або дерев'яними коробами.

– Під час проведення вогневих робіт конструкції, які можуть спалахнути, і підлогу в радіусі 5 м захищайте металевими листами.

– Залишки електродів збирайте в металевий ящик з азбестовою прокладкою на дні.

– Після закінчення зварювальних робіт трансформатор або агрегат постійного струму негайно вимкніть.

– Працюйте при наявності і справності огорожень, блокуючих та інших пристроїв, які забезпечують безпеку праці, і при достатньому освітленні робочого місця.

– Не торкайтеся до механізмів і частин машин, які рухаються та обертаються, а також до струмоведучих частин обладнання, що знаходяться під напругою.

– Сторонні предмети та інструмент розміщуйте на віддалі від рухомих механізмів.

– Перед пуском в роботу технічного обладнання ферм після технічного обслуговування або ремонту особисто переконайтесь у відсутності працівників в зоні роботи машин.

– У випадку погіршення самопочуття припиніть роботу, зверніться за допомогою до лікаря, повідомте про це керівника робіт.

### **4.3 Розрахунок захисного заземлення електроустановок**

Надійність захисного заземлення залежить від величини його опору.

Опором заземлення називають опір, який віддає земля поширенню електричного струму із заземлювача в ґрунтовий шар.

Опір розповсюдженню одиночних трубчастих або стержньових заземлювачів, верхній кінець якого знаходиться на рівні поверхні землі, визначається за формулою:

$$R_{oz} = 0,366 \frac{\rho}{\ell} \lg \frac{4\ell}{d}. \quad (4.1)$$

При заглибленні труби (стержня) нижче рівня поверхні розрахунок ведеться за формулою:

$$R_{oz} = 0,366 \frac{\rho}{\ell} \left( \lg \frac{2\ell}{d} + \frac{1}{2} \lg \frac{4h + \ell}{4h - \ell} \right). \quad (4.2)$$

Відповідно до поздовжнього смугового заземлювача опір можна знайти за допомогою формули:

$$R_{oz} = 0,366 \frac{\rho}{\ell} \lg \frac{2\ell^2}{bh}. \quad (4.3)$$

У наведених формулах прийняті такі позначення:

$\rho$  – питомий опір ґрунту, Ом·см;

$\ell$  – довжина заземлювальної труби або стержня, см;

$d$  – діаметр труби або стержня, см;

$b$  – ширина штаби, см;

$h$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, см.

Для нашого господарства ми обираємо заземлення з заглибленням труби (стержня) нижче рівня поверхні розрахунок ведеться за формулою:

$$R_{oz} = 0,366 \frac{1 \cdot 10^4}{150} \left( \lg \frac{2 \cdot 150}{40} + \frac{1}{2} \lg \frac{4 \cdot 80 + 150}{4 \cdot 80 - 150} \right) = 9,72 \text{ Ом},$$

Питомий опір ґрунту  $\rho$  залежить від стану ґрунту, його структури, наявності солей та його вологості. При розрахунках застосовують середнє значення питомого опору ґрунту.

При влаштуванні декількох громовідводів заземлювач повинен бути загальним для всіх громовідводів.

Оскільки грозний розряд відбувається миттєво, то через громовідвід перебігає імпульс електричного струму. Опір заземлювача поширенню імпульсного струму менший, ніж для струму промислової частоти. Ця різниця враховується імпульсним коефіцієнтом  $\alpha_i$ .

Опір розтіканню імпульсного струму  $R_i$  знаходять за формулою

$$R_i = R_z \cdot \alpha_i, \quad (4.4)$$

де  $\alpha_i$  – імпульсний коефіцієнт;

$R_z$  – опір розтіканню струму промислової частоти, Ом.

$$R_i = 9.72 \cdot 0.8 = 7.778 \text{ Ом},$$

При розрахунку громовідводів для будівель і споруд визначають висоту громовідводу  $h$ , опір контуру заземлення  $R_i$ , зону захисту тощо.

#### 4.4 Охорона довкілля

##### *Забруднення вод*

Неочищені стоки сільськогосподарського виробництва є одним із джерел забруднення вод. Стічні води несуть у собі небезпечні хімічні сполуки, хвороботворні мікроорганізми, інсектициди й гербіциди, біогени, що входять до складу добрив.

Дана проблема викликає тривогу за здоров'я й життя людей. Хоча природне середовище вже так серйозно заражене, що повністю ліквідувати забруднення вже стало неможливо.

Пестициди й добрива, застосовувані в сільському господарстві, змиваються в ріки, озера, моря з дощовою водою й стають їжею для бактерій. При цьому бактерії споживають кисень, розчинений у воді, у результаті риби й водяні тварин починають задихатися. У ряді місць неочищені стічні води змиваються в річки й моря й стають причиною захворювань, а іноді й смерті, як тварин, так і людей.

### Забруднення атмосфери

Таблиця 4.2 – Вплив на стан атмосфери забруднювачів навколишнього середовища сільським господарством і їхні можливі наслідки

№ п/п	Види забруднювачів	Основні джерела забруднювачів	Можливий вплив на стан атмосфери
1	2	3	4
1	Зважені частки, що містять важкі метали	Оранка ґрунту	Збільшення концентрації важких металів у ланцюгах харчування
2	Оксиди азоту NO <sub>x</sub>	Азотовмісні мінеральні добрива	Зміна клімату, утворення кислотних опадів, збільшення концентрації нітратів (нітритів) у харчових ланцюгах, посилення корозії
3	Фосфати	Застосування фосфорних добрив	Екологічний стан вод у річках і озерах
4	Пестициди	Використання пестицидів	Нагромадження в організмі по харчових ланцюгах

### Забруднення ґрунтів

Оброблювані землі - результат складних природних процесів і багатовікової праці людей. Тому якість ґрунтів залежить від тривалості оброблення землі й культури землеробства. Разом із урожаєм людина вилучає із ґрунту мінеральні й органічні речовини, тим самим збіднюючи її. Тому з'явилася необхідність поповнювати запаси цих речовин, вносячи в ґрунт добрива. Але при цьому варто пам'ятати, про раціоналізм. Удобрюючи й обробляючи ґрунт, дотримуючи послідовності культур у сівозмінах, людина може підвищити родючість ґрунту настільки, що більшість оброблюваних ґрунтів стали штучними, тобто створеними при участі людини. Таким чином, в

одних випадках вплив людини на ґрунт може приводити до підвищення її родючості, в інших - до погіршення, деградації й загибелі.

Забруднення ґрунтів *важкими металами* має різні джерела, одним з таких джерел є сільське господарство, а саме ті засоби хімізації, які воно застосовує.

*Епідеміологічні властивості* ґрунту полягають у тому, що в ньому тривалий час можуть зберігатися життєздатні збудники інфекційних хвороб.

В останні роки повсюдно, як у нашій країні, так і за рубежом, спостерігається збільшення концентрації *нітратів* у продуктах харчування, воді й т.д. Одна із причин цього явища - різко зросло *застосування азотних добрив*. Ще в 40-их рр. був розкритий зв'язок вмісту нітратів зі своєрідним хворобливим станом людей, що виражався в синюшності шкіри й слизових оболонок і підвищених реакцій в організмі й кисневому обміні, що приводить в остаточному підсумку до порушення, - гемоглобінемії, при цьому нітрати для рослин безпечні.

*Фосфорні добрива* менш небезпечні. Іон фосфату рухомий, міцно закріплюється в ґрунті й практично не токсичний для людини й тварин. Специфічна небезпека полягає в тому, що застосування їх у великих дозах приводить до нагромадження в ґрунті інших небажаних елементів: стабільного стронцію, фтору, природних радіоактивних з'єднань урану, радію, торію.

До числа хімічних сполук, що забруднюють ґрунт, належать й *канцерогени*, які виявляються в ґрунті повсюдно, однак інтенсивність їх коливається в значних межах.

Особливо хочеться відзначити вплив *пестицидів* на навколишнє середовище й людину.

*Пестициди* - отрутохімікати; широкий клас хімічних речовин, використовуваних для боротьби з бур'янистими рослинами (гербіциди), комахами (інсектициди), грибковими (фунгіциди) і бактеріальними (бактерициди) захворюваннями.

Пестициди в дійсний час широко використовуються як засоби боротьби зі шкідниками культурних рослин і тому можуть перебувати в ґрунті в значних кількостях. По своїй небезпеці для тварин і людини вони дуже високі. Саме із цієї причини був заборонений для використання препарат ДДТ ( дихлордифеніл-трихлорметилметан), що є не тільки високотоксичною сполукою, але, також, він має значну хімічну стійкість, не розкладаючись протягом десятків (!) років. Сліди ДДТ були виявлені дослідниками навіть в Антарктиді! Пестициди губительно діють на ґрунтову мікрофлору: бактерії, актиноміцети, гриби, водорості.

Низька культура *тваринницького* господарства приводить до нагромадження поблизу тваринницьких ферм величезної кількості гною, що є небезпечним чинником забруднення ґрунтів і води. У них накопичується велика кількість шкідливих мікроорганізмів, серед яких можуть бути збудники небезпечних захворювань - правця, бруцельозу, сибірської виразки, туберкульозу й ін.

Оскільки наше господарство – це ферма з вирощування корів та свиней, то одним з найважливіших питань є забезпечення справного водопостачання ферми. Відсутність справного водопостачання може призвести до захворювань тварин. Тому для збільшення надійності водопостачання ми встановлюємо новий електронасос і автоматику до нього. За рахунок встановлення насоса з меншою потужністю, проте більшою продуктивністю в нас суттєво зростає економія електроенергії. Зменшення споживання електроенергії тягне за собою позитивні зміни в екологічному стані довкілля.

За рахунок встановлення автоматики в нас зростає автономність роботи, також зменшується вартість експлуатації. Ще одним позитивним наслідком встановлення автоматики є те, що за рахунок автоматичного вимикання після заповнення башти в нас зникає таке явище як переповнення башти і виливання зайвого залишку води. Завдяки цьому не розмивається земля навколо башти.

## РОЗДІЛ 5

### ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИЙНЯТИХ РІШЕНЬ

Проведемо наближений економічний розрахунок, оскільки наш об'єкт це ферма з вирощування ВРХ та свиней справне та надійне водопостачання є життєво необхідним для даного господарства.

Для визначення економічної ефективності, насамперед складаємо кошторис витрат на придбання нового насоса та автоматики до нього.

Вартість обладнання для водо насосної станції розраховуємо з співвідношення:

$$C=Q+W, \quad (5.1)$$

де: Q-вартість насоса, (Q=20140 грн.);

W-вартість станції автоматичного управління "Каскад К", (W=21800 грн.);

$$C=20140+21800=41940 \text{ грн.}$$

Визначаємо обсяг капіталовкладень у обладнання водо насосної станції за формулою:

$$K = C \cdot k_M, \quad (5.2)$$

де:  $k_M$  - коефіцієнт який враховує витрати на монтаж і обкатку,  $k_M=1,15$ ;

$$K=41940 \cdot 1,15=48240 \text{ грн.}$$

Оскільки запланований нами електронасос працюватиме в автоматичному режимі то експлуатаційні витрати складаються лише з амортизаційних відрахувань, ТО і ремонту.

$$\alpha = 6 \% .$$

Обсяг амортизаційних відрахувань:

$$A = \alpha \cdot K, \quad (5.3)$$

$$A=0,06 \cdot 48240=2900 \text{ грн.}$$

Визначаємо річні приведені витрати на роботу електроприводу водо насосної станції:



$$P = A + 0,05 \cdot K \quad (5.4)$$

$$P = 2900 + 0,05 \cdot 48240 = 3150 \text{ грн.}$$

Отже, економічний ефект від встановлення нового насоса і пристрою автоматичного управління становитиме:

$$E = \Delta E - P, \quad (5.5)$$

де  $\Delta E$  – річна економія, яка виникає в наслідок зменшення потужності електроприводу, та вартості його обслуговування.

$$E = 15000 - 3150 = 11850 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності:

$$T = \frac{K}{E}, \quad (5.6)$$

$$T = 48240 / 11850 = 3,6 \text{ років.}$$

З даного розрахунку виходить що термін окупності становить 3,6 роки, отже дана розробка є вигідною для даного господарства і в подальшому може бути впроваджена у господарстві.

## ВИСНОВКИ

Під час написання кваліфікаційної роботи було розглянуто ряд проблем актуальних для нашого господарства.

1. Було розглянуто загальну та інженерно-технічну характеристику даного господарства, а також обґрунтовано тему роботи.

2. Проведено розрахунок мережі електропостачання, а також розраховано навантаження трансформаторної підстанції 10/0.4 кВ, розрахункові навантаження ліній електропередачі, вибрано трансформаторну підстанцію, переріз проводів.

3. Проведено вдосконалення електроприводу водонасосної станції за рахунок встановлення сучасного електронасоса з більш високим ККД та автоматичної станції управління насосним агрегатом типу "Каскад-К" з можливістю ручного управління.

4. Проаналізовано вплив діяльності господарства на навколишнє середовище, та здоров'я та життєдіяльність людини, та запропоновано можливі вирішення цих проблем.

5. Розрахунок економічної частини показав, що встановлення станції управління насосним агрегатом і заміна електроприводу насоса є економічно доцільним, оскільки запропонована модернізація окупиться за 3,6 років, а отже дане вдосконалення може впроваджуватися на господарстві.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Василега П.О. Електропостачання. – Суми. : Університетська книга, 2008 – 415 с.
2. Варецький Ю.О. Методичні настанови та завдання до курсового проекту для студентів спеціальності 6.091.900 – Львів ЛНАУ 2004.
3. Геврик Є. О. Безпека життєдіяльності. – К.: Ельга-Н, КНТ, 2007. 384с.
4. Гряник Г.М., Лехман С. Д., Бутко Д. А. Охорона праці – К.:Урожай 1994. – 271 с.
5. ГОСТ 13109-97. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення.
6. Гончарук В.Є., Качан С. І., Орел С. М., Пуцило В. І. Оцінка обстановки у надзвичайних ситуаціях: навч. посіб. – К. : Львів, 2004. – 136с.
7. Дурняк Б.В., Чумакевич В.О., Лях І.М., Яцун А.М. Основи електропостачання агропромислового комплексу : Навч.посіб. – Львів: Українська академія друкарства, 2017. – 544 с.
8. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів Е45 та потокових ліній: Підручник . Є.Л. Жулай та ін. — К.: Вища освіта, 2001. — 288 с.: іл.
9. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Лехман С.Д. та ін. Київ : Урожай, 1993. 272 с.
10. Злобін Ю. А. Основи екології. – Київ: Лібра, 1998, - 246с.
11. Зорін В.В., Тисленко В.В. Системи електропостачання загального призначення: навч. Посібник – Чернігів 2005.
12. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001.
13. Лехман С. Д., Рубльов В. І., Рябцев Б. І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. – К.: Урожай, 1993, - 267с.

14. Маліновський А. А. Основи електропостачання : навч. посіб. А. А. Маліновський, Б.К. Хохулін. – Львів : Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2005.
15. Основи охорони праці. Купник М.П. і ін. Київ : Основа, 2000. 416с.
16. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів : ДНАОП 0.00 – 1.21 – 98. Офіц.вид. – К.: Держбуд України, 2001. – 24 с.
17. Сегеда М.І Теоретичні основи електротехніки : Навч.посіб. – Тернопіль, ТДУ, 2003 – 350 с.
18. Шестеренко В.Є Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств : підручник / В.Є Шестеренко . – Вінниця : Нова книга, 2004 – 656 с.
19. Черемісін М. М., Зубко В. М. Автоматизація обліку та управління електроспоживанням: навч. посіб. Харків : Факт, 2005. 168с.