

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

УДК 631.171:621.311

**ПОГОДЖЕНО**

Директор ННІ енергетики,  
автоматики і енергозбереження

проф., д.т.н.

вчене звання, науковий ступінь

/КАПЛУН В.В./

підпис

„\_\_\_\_\_” 2022 р.  
число місяць рік

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

В.о. завідувача кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
та електротехнологій

доц., к.т.н.

вчене звання, науковий ступінь

/ОКУШКО О.В./

підпис

„\_\_\_\_\_” 2022 р.  
число місяць рік

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **«РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМІ ОБСЛУГОВУВАННЯ  
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ**

«ATMEL»

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(код і назва)

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна  
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

**Гарант освітньої програми**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Савченко В.В.

(ПІБ)

**Керівник магістерської роботи**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Коробський В.В.

(ПІБ)

**Виконав**

(підпис)

Акулінін Я.Д.

(ПІБ)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри  
електротехніки, електромеханіки  
та електротехнологій

/К.Т.Н., доцент /ОКУШКО О.В./  
науковий ступінь, вчене звання підпис ПІБ  
" " 2022 року  
число місяць рік

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Акулініну Ярославу Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Розроблення системи обслуговування електрообладнання з використанням технічних засобів Atmel»

затверджена наказом ректора НУБіП України від " 08 " 12 2021 р. № 2066 "С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2022.11.05

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи:

- Результати науково-дослідницької роботи кафедри ЕЕЕ.
- Публікації співробітників кафедри ЕЕЕ.
- Результати навчально-дослідницької практики.
- Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств.
- Нормативні документи: ПУЕ, ПТЕЕС та ПБЕЕС, ДСТУ, ДБН тощо.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- Аналітична частина. Стан експлуатації електротехнічного обладнання Бородянського РП ПрАТ «Київобленерго».
- Технологічна частина. Експлуатація енергетичного обладнання.
- Електротехнічна частина. Проектування ремонтно-обслуговуючої бази станції.
- Розробка питань електропостачання та енергозбереження.
- Дослідницька частина. Розробка комплексу заходів з обслуговування та діагностування споживчих трансформаторних підстанцій.
- Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання " 10 " грудня 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Коробський В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Акулінін Я.Д.

(підпис)

(прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

## НУБІП України

Магістерська робота: 111 с., 18 рис., 25 табл., 25 джерел.

**Об'єкт дослідження** – технологічне обладнання станції технічного обслуговування з ремонту електрообладнання, технічні засоби діагностування об'єктів енергозабезпечення Боролянського РП ПрАТ «Київобленерго».

**Предметом дослідження** фізико-хімічні процеси в силовому електрообладнанні та процеси діагностування і контролю працездатності трансформатора.

**Методи дослідження та апаратура:** розрахунково-аналітичний. Теоретичні дослідження стану електрообладнання базуються на загальній теорії перехідних процесів та теорії математичного моделювання і теорії інформації.

**Мета роботи** - вдосконалення технологічних процесів обслуговування і ремонту електрообладнання на станції технічного обслуговування і ремонту; підвищення контролю придатності трансформаторів споживчих ТП та покращення їх експлуатаційних характеристик.

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблені питання електрифікації технологічних процесів на станції технічного обслуговування і ремонту електрообладнання, проведено вибір силового електрообладнання, пускозахисної та освітлювальної апаратури, а також розглянуто комплекс заходів з обслуговування та діагностування трансформаторів.

**Ключові слова:** електрифікація, станція технічного обслуговування з ремонту електрообладнання, технічне обслуговування, ремонт, електродвигун, трансформатор, технічні засоби діагностування, технічний стан, матриця, відмова.

НУБІП України

# НУБІП України

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ, СИМВОЛІВ,

ОДИНИЦЬ

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА. УАВ "КИЇВОБЛЕНЕРГО"

БОРОДЯНСЬКИЙ РП СТАН ЕКСПЛУАТАЦІЇ

ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

1.1 Технічні виробничо-економічні характеристики та показники діяльності Бородянської Р.П.

1.2 Стан електрифікації економіки

1.3 Особливості об'єкта проекту та результат проекту

РОЗДІЛ 2. КАФЕДРА ТЕХН. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

2.1 Технологічні процеси на станції технічного обслуговування

2.2 Вибір технологічного обладнання

2.3 Порядок монтажу, запуску та організації пуску

2.4 Визначити обсяги робіт з експлуатації електроустаткування та чисельність обслуговуючого персоналу

2.5 Планування профілактичних заходів

2.6 Надійність і економічність цехового електропостачання

РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРИЧНА ЧАСТИНА. ГОЛОВНИЙ ПРОЕКТ РЕМОНТУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ СТАНЦІЇ

3.1 Вибір електрообладнання

3.2 Вибір пристроїв керування та захисту

3.3 Розрахунок ліній електропередач і розподільних щитів

3.4 Розрахунок освітленості

3.5 Опалення та вентиляція цеху

7

8

11

11

14

15

17

17

18

19

23

25

27

33

33

38

39

41

49

РОЗДІЛ 4. РОЗВИТОК ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ	52
4.1 Вибір трансформатора	52
4.2 Розрахунок авіакомпаній	57
4.3 Перевірити умови пуску потужних асинхронних електродвигунів	61
4.4 Перевірте умови роботи пристроїв захисту від пуску і аварійні режими	64
РОЗДІЛ 5. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА КОМПЛЕКСУ ДІАГНОСТИКИ ВІДМОВ КОРИСТУВАЧА	68
5.1 Загальні положення	68
5.2 Аналіз типових відмов системи електропостачання	73
5.3 Обґрунтування мінімального складу параметрів оцінювання роботи системи та знайдіть несправність	75
5.4 Обґрунтування складу діагностичної системи	75
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ТА БЕЗПЕКА ПРАЦІ В НЕОБЯЗНИХ ВИПАДКАХ	89
6.1 Перелік основних нормативних документів	89
6.2 Аналіз умов праці в механічній майстерні	91
6.3 Розробка заходів безпеки та безпеки	92
6.4 Розрахунок засобів індивідуального захисту	92
6.5 Розрахунок заземлювальних пристроїв	95
6.6 захист від перенапруги	100
6.7 Пожежна безпека	101
ВИСНОВКИ	103
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	104
	106

**ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ,  
СКОРОЧЕННЯ ТА ТЕРМІНИ, СИМВОЛИ, ОДИНИЦІ**

аббревіатура:

ТМ - масляний трансформатор;

ТМВМ - масляний трансформатор з крученим магнітопроводом;

ТМГ - маслостійкий трансформатор;

ПЗР - система технічного обслуговування - система планово-попереджувального обслуговування та догляду за електрообладнанням;

НТД - технічна та нормативна документація;

КД - коефіцієнт корисної дії;

розум. вузол - умовні агрегати, призначені для обслуговування та ремонту електрообладнання;

ТО і Р - технічне обслуговування і ремонт;

ПТОРЕ - пункт обслуговування та ремонту електроустаткування;

УР - умовний ремонт;

ДУ - обслуговування;

ПР - поточний ремонт;

PL - авіакомпанія;

РГ - розподільний блок;

Короткое замыкание - коротке замикання.

Символи:

% - відсотки;

Одиниця вимірювання:

°ПРО; ВСЕРЕДИНИ; I; С; квар; тощо; км

# НУБІП України

## ВСТУП

У період розвитку системи ринкової економіки питання зниження собівартості продукції, економії трудових і матеріальних ресурсів, збільшення обсягів робіт і загального виробництва стають надзвичайно актуальними як для окремих працівників, так і для компаній.

Тому необхідно постійно контролювати і підтримувати техніко-енергетичні показники, які визначаються правильною організацією технічного обслуговування і ремонту машин і устаткування.

Для продовження терміну служби приладу доцільно і економічно проводити своєчасну діагностику, технічне обслуговування і заміну вузлів і окремих деталей, які можуть вийти з ладу при подальшій експлуатації. Досвід експлуатації електрообладнання у високорентабельних господарствах показує, що найважливішим інструментом забезпечення високої надійності електрообладнання є встановлення системи технічного обслуговування та ремонту електрообладнання. Це організаційні, організаційно-технічні заходи, пов'язані з плануванням, підготовкою, виконанням і розрахунком видів необхідного ремонту (ТО) і поточного ремонту (ПР), а також діагностики з використанням сучасного обладнання та діагностичних лабораторій.

Автоматизація управління технологічним процесом шляхом діагностування технічного стану обладнання, в тому числі електродвигунів, в робочому режимі дозволяє зменшити втрати від цих наслідків шляхом своєчасного виявлення несправностей.

Застосування методів і засобів контролю та аналізу існуючого технічного стану також дозволяє впроваджувати технології підтримки електродвигунів у «технічному стані», що є джерелом істотного підвищення конкурентоспроможності, прибутковості та рентабельності підприємства. Це стало можливим завдяки швидкому розвитку комп'ютерної та мікропроцесорної техніки.

Оскільки електроенергія подорожчає, необхідно зменшити обидва види

втрат, що в основному досягається виробництвом силових трансформаторів.

Слід зазначити, що за останні 30 років втрати трансформаторів зменшилися в середньому на 50%. При цьому зменшуються втрати непрацюючих спеціалістів за рахунок:

- використання електротехнічної сталі з поліпшеними властивостями;
- Була вдосконалена конструкція магнітопроводу, особливо сталевих ланок.
- використання передових технологій для створення магнітопроводу;

Зменшення втрат при короткому замиканні (втрат навантаження) досягається зменшенням густини струму в обмотках трансформатора за рахунок збільшення площі поперечного перерізу. Однак це рішення мало й негативні наслідки: збільшився розмір магнітопроводу та зросли втрати на вихрові струми.

Серед останніх змін в конструкції трансформаторів виділяються трифазні масляні трансформатори типу TMG, які повністю відповідають міжнародним стандартам. Трансформатори виготовлені з гофрованого заліза і повністю заповнені трансформаторним маслом, яке не контактує з повітрям. Герметичність знімних пломб забезпечується використанням пломб зі спеціальної гумової заглишки. Це значно уповільнює процес старіння олії, оскільки гідратація олії, окислення та утворення нальоту практично неможливі.

Тому актуальною є проблема створення та вдосконалення методів і засобів діагностики параметрів технічного стану електротехнічних пристроїв тепловізійними методами.

**Мета-** регламентація технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту електрообладнання АЗС; збільште контроль станції для користувачів і покращте продуктивність.

Для досягнення поставлених цілей необхідно вирішити такі завдання:

1. Розробка проблем електрифікації СТО технологічних процесів ремонту електрообладнання.
2. Перегляд загальних відключень електроенергії.
3. Обґрунтувати мінімальний набір параметрів для оцінки працездатності системи та визначення місця відмови трансформатора.



4. Створіть дефектоскоп трансформатора.

5. Скласти структурну схему цифрового пристрою діагностики режимів роботи трансформатора та його технічну реалізацію.

**предмет дослідження** □ □ Технологічне обладнання ПАТ «Київобленерго»

СТО Бородянського РП для ремонту електрообладнання, засобів діагностики та систем технічного електропостачання.

**предмет дослідження** □ □ Фізико-хімічні процеси в енергетичних системах та процеси діагностики та керування трансформаторами.

**Метод дослідження** □ □ Розрахунки та аналізи. Теоретичні дослідження стану електротехнічних пристроїв базуються на загальній теорії перехідних процесів, теорії математичного моделювання та теорії інформації.

**теоретичний зміст** Серед отриманих результатів – перевірка набору параметрів для оцінки мінімальної продуктивності системи та визначення місця короткого замикання трансформатора, а також перевірка складу діагностичної системи.

**Практична цінність.** Досягнення:

- Оцінка технічного стану працюючого силового трансформатора;
- Консультація щодо подальшої експлуатації трансформатора;
- аналіз електричних пристроїв;
- Запишіть результати тестування та надайте рекомендації.

## РОЗДІЛ 2. КАФЕДРА ТЕХН.

### ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

#### 2.1 Технологічні процеси на станції

*Станція призначена для технічного обслуговування та поточного ремонту силового та електрообладнання автомобілів, тракторів та іншої мобільної техніки.*

Технологічний процес ремонту включає наступні операції:

- презентація майстерні;
- розбирання
- Мотузки та мотузки для чищення та миття;
- пустеля
- Ремонт зношених деталей і вузлів;
- Придбання;
- збірка;
- Регулювання та перевірка після ремонту;
- фарбування та сушіння;
- Подорож до майстерні або місця.

Процес ремонту починається з прання. У процесі технологічного ремонту мийку і очищення проводять у кілька етапів: зовнішнє миття; мийне обладнання;

Очищення окремих частин спеціальними машинами

На початку ремонту мийне обладнання частково розбирають на блоки, після чого конвеєрну стрічку подають у мийну камеру, а потім повністю розбирають.

Тару з деталями транспортують із зони розбирання та мийки деталей у зону розбирання.

Метою огляду є визначення поточного технічного стану деталей і вузлів і прийняття правильного рішення щодо можливості подальшого використання.

Ємність доставляється від місця пошкодження до місця установки. Метою роботи є підготовка агрегатних монтажних комплектів. Зібрані і перевірені вузли і вузли фарбують і поміщають на конвеєр.

Деякі агрегати повністю збираються та випробовуються в окремих приміщеннях цеху перед остаточним складанням. На місці фарбування готують поверхню, що фарбується, і здійснюють сам процес фарбування.

## 2.2 Вибір технологічного обладнання

Технологічна бригада ремонтно-монтажного підприємства повинна забезпечити можливість якісно і якісно виконувати демонтажні роботи, мити вузли і деталі, усунути дефекти і транспортувати вузли і вузли до відповідних місць ремонту.

Ми вибрали цехове технологічне обладнання та зосередилися на типових проектах ремонту електрообладнання.

Ремонтно-монтажні роботи проводяться в спеціалізованих місцях.

Мостові крани (козлові крани) використовуються для демонтажу двигунів, трансформаторів та іншого важкого обладнання.

Випробувально-вимірвальні станції, столи, шафи, вимірвальні прилади і прилади для класифікації дефектів і деталей використовуються не тільки для випробувань, але і для дефектів і поліпшення.

Механічна майстерня займається обробкою деталей та обробкою металу для ремонту деталей нестандартне обладнання, технологічне обладнання та інструмент

Комплектація станції складається з шуруповерта, універсального фрезерного верстата та вертикальної дрилі.

Зварювання металу і зварювання є найпоширенішими технологічними процесами ремонту механічних пристроїв, низький у цих роботах в основному застосовують дугове зварювання. Крім того, ковальсько-зварювальне відділення цеху займається регенерацією деталей під тиском, виготовленням нових деталей і запасних частин до них.

Пневматичні ковальні молоти використовуються для різноманітних ковальських операцій, куючи як плоскі, так і фігурні пляшки. Для нагріву деталей використовують поковки і нагрівачі.

В прибиральні проводяться ремонтно-монтажні роботи, пов'язані з очищенням і налагодженням електрообладнання. У приміщенні встановлені станції монтажу електрообладнання та різноманітні випробувальні установки.

До обладнання центру діагностики електрообладнання входять спеціальні стенди для перевірки та налагодження електрообладнання (установка КИУ-5), універсальний стандарт для сільських електриків (VICSE) та ін.

Розташування технологічного обладнання в цеху зазначено в додатку А, дані про технологічне обладнання представлені в таблиці. 2.1.

### **2.3 Організація монтажних і пусконаладжувальних робіт**

Організація та виконання електромонтажних робіт має здійснюватися за затвердженим проектом відповідно до ПУЕ, ПЧЕЕС та ПБЕЕС, ДБН, ДСТУ та інших нормативних документів.

Повинні бути джерела живлення, дроти, кабелі, кріплення. Відправляєється установником після перевірки цілісності доставки та дотримання всіх вимог виробника. Проектно-кошторисна документація, а також технічна документація від виробничих організацій передаються електромонтажній організації в порядку

та на умовах, встановлених «Договорами та інвестиціями» та «Регламентом взаємовідносин між головними підрядними організаціями» та організацій". Субпідрядники".

Сучасна електротехніка здійснюється в два етапи. На першому етапі виконуються роботи, пов'язані з монтажем вбудованих в будівельні конструкції елементів, підготовкою електрокабелів і рейок заземлення, а також монтажем і армуванням вузлів і блоків поза зоною монтажу. Розмістіть сітку вздовж монтажної шини.

Таблиця 2.1

## Перелік технологічних агрегатів з електроприводом

створити назву	електрична операція							Відділ управління	
	МОДЕЛЬ-	номер, спитати	R, кВт/год	північ, об/хв	ВСЕРЕДИ НІ, МАЛИЙ	□□ □□	не ти	тип човна	Тип терморукава
1	два	3	4.	5	шостий	СЬОМИЙ	ВІСІМ	дев'ять	десять
пароочишувач	AIR80V2	1	2.2	2850	4.7	83,0	0,87	PML 1220UZ	102104 RTL
стаціонарна станція мастила	AIR100A6	61	2.1	920	3.05	74,0	0,74	PML 1220 UZ PML 1220 UZ PML 1220 UZ	RTL 100804 RTL 100804 RTL 100104
	AIR71V6	1	0,55	920	1.75	87.5	0,71		
	AIR100A6	1	2.2	950	5.65	71,0	0,73		
Електромеханічна станція змашення	AIR71V6	1	0,55	920	1.75	87.5	0,71	PML 1220UZ	100704 RTL
Діагностика трактора.	AKV824UZ	1	55	1430	98,5	87.5	0,88	PML 5200UZ	100204 літ
Пральна машина	AIR13254	1	7.5	в 1455 році	15.1	87.5	0,88	PML2220UZ	102104 RTL
верстат для шліфування клапанів	AIR71A4	1	0,55	1365	1.7	70.5	0,70	PML 1220UZ	100704 RTL
Універсальна машина для ремонту клапанів	AIR80V6	1	3.05	920	7.4	74,0	0,74	PML 1220UZ PML 1220UZ	RTL 100804 RTL 100804
	AIR71V6	1	0,55	920	1.74	67.5	0,74		
Кулемет А-508М	АКД4-3	1	0,2	1450	0,7	75,0	0,72	PML 1220UZ	100204 літ
Установка для зарядки акумуляторів і запуску двигунів	□□	1	42	□□	200	□□	□□	□□	□□
Стенд випробування та контролю КИУ-5	□□	1	3.0	□□	десять	□□	□□	PML 1220UZ	102104 RTL
ПІДЗЕМНИЙКонтактн о-зварювальний апарат МТ-2201-1УХЛ4	□□	1	двадцят ь	□□	60	□□	□□	PML 4220UZ	100204 літ

Продовження з табл. 2.1

1	два	3	4.	5	шостий	сьомий	вісім	дев'ять	десять
Стоянка та гальмування таксі	AIR25026	1	Чотири п'ять	950	160	90,0	0,87	PML 4200UZ	RTL205704
АЗС	AIR63V4	два	0,37	1365	1.2	68,0	0,77	PML 1220UZ	100304 літ
настільна шліфувальна машина	AIR56V2	два	0,25	2770	0,74	68,0	0,77	PML 1220UZ	100304 літ
проколоти	AIR71V2	1	0,55	920	1.74	67.5	0,71	PML 1220UZ	100304 літ
Трансформатор для зварювання кабелів	□□	1	5	□□	22.8	□□	□□	□□	□□
Універсальна опора КІ 968	AIR90A4	1	2.2	1410	5.0	80,0	0,83	PML 1220UZ	100704 RTL
Селена падає	□□	1	4.0	□□	6.1	□□	□□	□□	□□
електродисайлізатор	□□	1	1.6	□□	7.3	□□	□□	□□	□□
Універсальний стандарт тестування паливних систем	AIR80V4	1	1.5	1395 рік	3.6	77,0	0,83	PML 1220UZ	100704 RTL
Свердлильний верстат	AIR100A6	1	2.2	950	5.65	81,0	0,73	PML 1220UZ	100704 RTL
судженнямашина	AIR100L6	1	0,12	1375	0,44	63,0	0,66	PML 1220UZ	100104 літ
викруткамашини	AIR100L6	1	2.2	950	5.65	81,0	0,74	PML 1220UZ	100104 літ
задній трактор	AIR132V2	1	7.5	в 1455 році	15.7	87,0	0,86	ПМЛ 122УЗ	101404 RTL

Продовження з табл. 2.1

1	два	3	4.	5	шостий	сьомий	вісім	дев'ять	десять
пневматичний молоток	AR13284	1	7.5	в 1455 році	22.0	87.5	0,87	ПМЛ 122УЗ	RTL 100404
Станція ремонту підйому напівпричепів	AIR13254	1	7.5	в 1455 році	15.1	87.5	0,88	PML2220UZ	102104 RTL
електричне шліфуванняавтомобі ль	AIR71V2	1	1.1	2890	2.48	77.5	0,87	PML 1220UZ	100604 RTL
фрезерний верстат	ПОВІТРЯ 10014	1	4.0	1410	8.6	84,0	0,84	PML 1220UZ	101004 літ
настінний змішувач	AIR112M4	3	5,5/2	1425	11.5	85,0	0,85	PML 1220UZ	100804 RTL
електрична лебідка	AIR112M4	3	5,5/2	1425	11.5	85,0	0,85	PML 1220UZ	100804 RTL
Вихлопна система ВУ-15	AIR71V4	1	0,55	1365	1.7	70.5	0,70	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-14	AIR71V4	1	0,55	1365	1.7	70.5	0,70	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-13	AIR71V4	1	0,55	1365	1.7	70.5	0,70	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-12	AIR71V4	1	0,75	920	2.25	690	0,74	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-11	AIR71V4	1	0,55	1365	1.7	70.5	0,70	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-10	AIR71V4	1	0,55	1365	1.7	70.5	0,70	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-9	AIR71A6	1	0,37	920	1.25	64.5	0,86	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-8	AIR71A6	1	0,37	920	1.25	64.5	0,86	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-7	AIR63V2	1	0,55	2780	1.33	73,0	0,74	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-6	AIR80A6	1	0,75	920	2.25	69,0	0,65	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-5	AIR80A6	1	0,25	1380 років	0,85	68,0	0,75	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-4	AIR71V4	1	0,75	1365	2.2	72,0	0,73	PML 1220UZ	RTL100404
-// - ВУ-3	AIR71V4	1	0,75	1365	2.2	72,0	0,73	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-2	AIR80A4	1	1.1	1395 рік	2.75	75,0	0,81	PML 1220UZ	100404 літ
-// - ВУ-1	AIR71V4	1	0,75	1365	2.2	72,0	0,73	PML 1220UZ	100404 літ

На другому етапі будуть проведені роботи з монтажу готових до експлуатації вузлів і блоків, світильників, з'єднувальних труб і кабелів електротехнічних пристроїв. Після монтажу електрообладнання передається електромонтажному підприємству для адаптації під замовника та введення підприємством в експлуатацію у встановленому нормативно-правовими актами порядку.

Участь у підготовці до експлуатації електрообладнання замовлення подають інженери з монтажу та електронної настройки спільно з генпідрядником.

У цьому випадку необхідно надати такі документи:

серія електротехнічних креслень;

Уложення та протоколи електромонтажних та очисних робіт;

документація серії робіт.

Порядок приймання та пуску електроприладів зазначено в інструкції.

## 2.4/ **Визначення обсягу робіт з наявним електрообладнанням та чисельності обслуговуючого персоналу**

Надійність і безперебійність роботи електроустановок, продовження часу безперебійної роботи досягається правильною організацією їх роботи та обслуговування. Для визначення робочого об'єму, пов'язаного з роботою обладнання, вводиться системна одиниця – звичайна одиниця вимірювання (куб).

Типові одиниці враховують напрацювання та сезонність електрообладнання, а також витрати праці при проведенні робіт з технічного обслуговування, технічного огляду та відповідних ремонтів. У таблицях визначено річну трудомісткість при роботі з електрообладнанням.

Обсяг робіт електроцеху з обслуговування та ремонту електроустаткування 78,2 дол. (Таблиця 2.2). Відповідно до чинних стандартів і рекомендацій середня ціна електрика становить 100 доларів.

Визначаємо кількість електриків.

$$N = Ay / A0 \square \square \quad (2.1)$$



де  $A_u$  - подовження в умовних одиницях;

$\sqrt{\text{років}}$ - Рахунок за електроенергію,  $A_o = 100$ .

$$\text{північ} = 78,21 / 100 = 0,78.$$

За розрахунками в майстерні працюватиме електрик. Але має бути як мінімум дві людини з професійною освітою в галузі електроенергетики.

**Таблиця 2.2**

Розрахунок обсягу робітобслуговування обладнання

Тип обладнання	1. Розміри	багато	Коеф., середн	номер, Змішан
Кабельні лінії до 1 кВ	1 км.	0,22	1,29	0,28
системи електроосвітлення,				
- Електричні кабелі, блоки управління:	КРИВИ	двадцять	0,99	1,98
- лампи;	Й.	ть	0,865	15,91
- люмінесцентні лампи;	КРИВИ	185	0,05	0,5
- Панелі автоматики.	Й.	десять	2,41	2,41
зварювальні праски	КРИВИ	1	0,53	0,53
Зварювальник	Й.	1	0,29	0,29
електричний вулканізатор	Рот	1	3,16	6,32
Радіатори електричні до 40 кВт	Сільське	два	0,9	0,9
електричний генератор	господа	1	0,05	0,05
Духовка електрична 1 кВт	рство	1	0,44	6,16
Електромонтажні роботи з АД до 1кВт	Рот	чотирна	0,61	26,84
- від 1,1 до 10 кВт	Рот	дцять	0,72	10,8
	Рот	44	1,09	3,27
кожен				78,21

Справне електрообладнання та надійна робота забезпечують якісне та своєчасне обслуговування та ремонт. Усі роботи з технічного обслуговування та ремонту формують систему планування та звітності.

Відповідно до офіційних рекомендацій, кожен електрик повинен мати набір

електровимірювального інструменту, що включає: обладнані майстерні.

Чисельність обслуговуючого персоналу, що виконує технічне обслуговування та ремонт, визначається за формулою:

$$N_{\text{ел.р}} = \frac{T_{\text{р}}}{\Phi}, \quad (2.2)$$

де  $T_{\text{р}}$  – річна трудомісткість робіт з технічного обслуговування та ремонту (табл. 2.3).

$\Phi$  – річний фонд робочого часу електрика. Це визначається за формулою:

$$\Phi = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{п}} - d_0) \cdot t \cdot n - \Delta t \cdot d_{\text{п.к.}}, \quad (23)$$

де або скільки календарних днів, вихідних, святкових днів;  $d_{\text{к}}, d_{\text{в}}, d_{\text{п}}, d_0$  –

$T$  – тривалість обслуговування, годин;

тобто- Скоротить день і час перед святом;

$\eta$  – Коефіцієнт використання робочого часу ( $\eta = 0,93...0,96$ ).

$$\Phi = (365 - 53 - 8 - 24) \cdot 7 \cdot 0,95 - 4 \cdot 8 = 1830 \text{ год.}$$

$$\text{пізніше: } N_{\text{ел.р}} = \frac{662,7}{1830} = 0,36$$

електронною поштою адреса електронної пошти не приймається = 1 співробітник.

## 2.5 Планування профілактичних заходів

Відповідно до ДСТУ EN 13306:2006 під час експлуатації електрообладнання необхідно здійснювати два види профілактичних заходів: поточне та капітальне технічне обслуговування та ремонт.

Нагляд за виробництвом під час експлуатації здійснюється персоналом, що ремонтує робочі машини, а технічний нагляд - електриками.

Таблица 2.3

Розрахунок річних витрат праці на обслуговування та ремонт електроустаткування.

створити назву	багато	інтенсивність роботи, людські роки	Планова кількість на рік	Річні витрати праці, люд.-год

Електроприводи машин з електродвигунами до 1 кВт:	вісім	ДЕНЬ	NS	ДЕНЬ	NS	ДЕНЬ	NS
n = 1000 об/хв	Вісім	0,3	4.1	3	0,5	7.2	Шість
n = 1500 об / хв	над	0,3	3.9	3	0,5	16.2	надця
	п'ять						ть
							35.1
до 3 кВт:	деся	0,4	4.4	3	0,5	12	22.
n = 1000 об/хв.	ть	0,4	4.3	3	0,5	шости	10:75
n = 1500 об / хв.	5	0,4	4.1	3	0,5	й	ранку
n = 3000 об/хв	два					2.4	8.2
до 5,5 кВт:	3	0,5	4.1	3	0,5	4.5	6.3
n = 1500 об / хв.							
до 11кВт:	5	0,6	5.4	3	0,5	ДЕВ'ЯТ	13.5
n = 1500 об / хв.						Ь	
до 55 кВт:	1	0,8	13.2	4.	0,5	3.2	6.7
n = 1500 об / хв.	1	0,8	12.	4.	0,5	3.2	шост
датчик зварювання	1	0,5	1.5	шост	0,75	3	ий
				ий			1.1
зварювальний трансформатор	1	0,2	вісім	4.	0,5	два	4.
Внутрішня розводка електрики та освітлення	540	5	75	3	0,5	81	202.5
	під						
	земл						
	єю						
Номінальний струм електромагнітних пускачів:	38	0,26	1.51	4.	0,5	39,52	76
до 10А	вісім	0,28	1.58	4.	0,5	8.9	6.32
до 25А	два	0,3	2.1	4.	0,5	2.4	2.1
до 100А							
Лампи з газорозрядними лампами	70	0,2	0,5	два	0,5	28	17.5
кожен						228.5	434.2

Планове технічне обслуговування виконується ремонтним персоналом Енергослужби.

Поточний ремонт проводиться в процесі експлуатації для забезпечення

працездатності електроустаткування і включає заміну та відновлення окремих частин приладів та їх огляд. Проводиться на місці технічного обслуговування або на місці встановлення обладнання ремонтним персоналом енергослужби за затвердженою схемою.

Основним документом, згідно з яким здійснюється експлуатація електроустаткування, є річний план технічного обслуговування та поточного ремонту (табл. 2.4).

Перелік технічних пристроїв і пристроїв, що забезпечують безперервне обслуговування і ремонт електроустаткування та електроустаткування, представлено в таблиці 2.5.

## 2.6 Надійність і економічність цехового електропостачання

Майстерня відноситься до третьої групи користувачів Надійність живлення.

Прямі втрати, спричинені помилками технічного процесу, браком продукції, нещасними випадками, помилками інструментів і обладнання, простоями та недостатньою кількістю персоналу включаються до загальних втрат через відключення електроенергії.

Школа, заповнена тригодинним відключенням електроенергії, визначається:

$$i = c \cdot n \cdot t, \quad (2,4)$$

де  $C$  - задані втрати;

$n$  - Чисельність працівників,  $n = 30$  осіб;

$T$  - Тривалість відключення електроенергії, год

$$I = 0,4 \cdot 30 \cdot 3 = 36 \text{ грн.}$$

Таблиця 2.4

## Річна програма технічного обслуговування та ремонту

електрообладнання та Ваше місце	багато	Кількість робочих годин	річні витрати		витрати на зарплату,		Місяць											
			ДЕНЬ	NS	ДЕНЬ	NS	1	два	3	4.	5	шости й	сьомий	вісім	дев'ят ь	де ся	од ин	12.
Приміщення зовнішньої мийки та демонтажу: парочистувач	1	сьо мий	3	0,5	1.92	2.8	4-6											
Відділ обслуговування та діагностики обладнання: стаціонарна станція мастила; стаціонарний електромеханічний	шо сти й	сьо мий	3	0,5	6.6	12.9		3-6										
			3	0,5	0,9	2,05		10-12										
			3	0,5	2.7	7,3		6.8										
Ремонтно-монтажне приміщення: пральна машина; підтримка під час демонтажу візок для прибирання верстат для шліфування клапанів Верстат для зняття фасок клапанів	1	сьо мий	4.	0,5	2.68	4.28			3-6									
			1	0,5	5,46	4,28		6-8 2-										
			1	с ь	4.	0,5	3,32	5,57		4								
клапанів								ГОДИН										
Відділ встановлення та обслуговування РА - Підтримка	два	сьо мий	два	0,5							7-9							
Діапазон випробувань і налаштування двигуна: що супроводжує крадіжку	1	сьо мий	два	0,5	5	8.7					3-5							
Відділ підшипників і наповнення: ТНВД	два	сьо мий	два	0,5	1.46	6.92						8-10						
Майстерня з ремонту електротракторів: настільний дріль; Універсальний зварювальний трансформатор; Стандарт КІ 968	1	с ь о	3	0,5	3.9	5.4							1-2	1-2	1-2			
			1	0,5	4.5	вісі												
			1	0,5	6.4	м								7-8	5-4	5-4		
0.2																		
Місце зарядки та зберігання акумулятора: Селена сідає Електрод нерухомий	1	с	12.	о	4.5	сьо	1-3						10-12	3-5	8-10			
	1	ь	12.	д	3.7	ми	6-8						14-16	8-10	12-			4-6 8-10
Слюсарно-механічне відділення: дрель; викрутка	1	с ь о	4.	0,5	3.8	6.2								2-6	1-6			
			4.	0,5	4.5	6.4					3 5	2-5		2-6 1-2	1-6 8-10			

Двад  
цять

М
И
Й
С
Ь
О
М
И
Й

Таблиця 2.5

Перелік технічних засобів і пристроїв, що забезпечують безперервне технічне обслуговування та ремонт електроустаткування та електроустаткування

назва	Тип, марка, ГОСТ	кількість предметів		Моніторин Г
		план оплати Академія наук і	візит бригади	
мегаомметр	два М4100/3	3	4	5
підключений пристрій електричний затискач	Ц4313 ts4501	два 1	1 1	
універсальний дисплей фази	E-500	1	1	
лабораторний термометр	ТЛ-4-1	1	1	
лабораторний термометр	ТЛ-2	1	1	
Приклад пружинного калібру.	Місяць	1	1	
вимірювач опору землі	M416	□□	1	
Міст постійного струму	RZZZ	□□	1	
електричний Динамометр	ПВ-53Л GPU-0,01	1 1	1 1	
одиниця	1	□□	1	
Інструментарій.	ПІМ-582А	1	1	
Набір інструментів для електриків	РІМ. в 1424 році	1	1	
Приклад лічильника годин.	715 SK	1	1	
приклад вакуумметра	БО-1215	1	1	
паралельні токарні	ГОСТ-4045.57	1	□□	
діелектричні	□□	1	1	
діелектричний	□□	4	□□	
Знімач з трьома	МВ722/34	1	1	
Світломір	У-117	1	1	
індикатор напруги	ІН-1	1	1	
термометр опору	ТСП.309	1	1	
портативний вимірювальний набір	K506	□□	1	
висотомір	UFM.71	□□	1	
ручний токарний		1	1	

Річне споживання енергії в цеху визначається за формулою:

$$W_p = R_p T_m, \quad (2,5)$$

де  $S_{оз}$  – розрахункова потужність на вході в цех, кВт;

$T_m$  – кількість годин максимальної експозиції, год

$$W_{po} = 204,25 \cdot 2200 = 449339 \text{ кВт/год.}$$

Річні втрати електроенергії на підстанціях споживачів визначаються за формулою:

$$W_p = \Delta P_{х.х} \cdot T_0 + \Delta P_{к.з} \cdot (S_{max}/S_n)^2 \cdot \tau \quad (2,6)$$

де  $P_{х.х}$  – втрати холостого ходу;

$R_{с.с}$  – втрати при короткому замиканні;

$T_0$  – час роботи трансформатора;

$\tau$  – річна кількість втрачених годин;

$P_{пер}$  – максимальне навантаження та номінальна потужність.

$$W_p = 1,45 \cdot 8760 + 5,5 \cdot (402,29 / 400) \cdot 2160 = 20932,56 \text{ кВт на рік.}$$

Для визначення втрат потужності в мережі 0,38 кВ скористаємося

формулою:

$$\Delta W_l = 3 \cdot I_{cp}^2 \cdot R_l \cdot \tau \cdot 10^{-3} \quad (2,7)$$

де  $I_{cp}$  – середня сила струму в перерізах;  $I_{cp} = P / 3 U \cos \phi$ ;

$R_l$  – опір лінії;

$\tau$  – річна кількість втрачених

годин;

$$r_l = r_0 l \quad (2,8)$$

де  $r_0$  – питомий опір 1 км. лінії;

$l$  – довжина ділянки, м

У ньому зберігаються результати Таблиця 2.6.

Втрати струму в лінії 0,38 кВ становлять:

$$\Delta W_l = \sum W_l / W \cdot 100\%, \quad (2,9)$$

де  $W$  – річне споживання електроенергії.



$$WL = 17268/449339100 = 3,8\%$$

Таблиця 2.6

Результати розрахунків ТП річних втрат електроенергії

частина маршруту	довжина, км	салат	Містер., кВт	Ізра, Навпак и	P., Ом/м	RL, О Боже мій	тобто □□к Вт/год
1	0,03	0,65	204,245	310.3	0,447	0,0134	1726,8

Питомі втрати енергії на 1 умовний ремонт в цеху наведено за формулою □□

$$g = P/Q \quad (2.10)$$

де  $\dot{W}$  – річне споживання енергії;

$K$  – Номер умовний ремонт,  $Q = Kp N$ ;

капрал – Коефіцієнт передачі інформації при поточному ремонті (у);

північ – річна програма оздоровлення.

$$K = 2,15 \cdot 97 = 210 \text{ років}$$

$$g = 449\,339/210 = 2139,7 \frac{\text{кВт}\cdot\text{год}}{\text{у}\cdot\text{р}}$$

Загальний збиток за рік становить:

$$вага = 20932,56 + 1726,8 = 22659,36 \text{ кВт/год.}$$

Зі збільшенням споживання реактивної потужності пропускна здатність лінії зменшується, а втрати в лінії збільшуються... Приймачами реактивної енергії є електродвигуни і трансформатори. Для компенсації реактивної

потужності використовують компенсатори. У сільських мережах необхідна повна

компенсація спожитої реактивної потужності. Реактивна потужність від

пантографа до високовольтної мережі не допускається, тому в ЗТП вбудовують

компенсатори. Для електроприймачів із вбудованим трансформатором до 750

кВА економічна потужність компенсації реактивної потужності визначається:

$$\text{Положення } Q = (0,2 + 0,5 d) \cdot S \quad (2.11)$$

де  $\dot{S}$  - встановлена потужність трансформатора;

d.- Силова частина асинхронних електродвигунів і зварювальних трансформаторів, встановлених у пантографах.

пізніше

$Q_{pos} = (0,2 + 0,5 \cdot 0,85) \cdot 400 = 250 \text{ м2.}$

Підібрано комплект конденсаторів ККУ-0,385-34 з автоматичним регулятором потужності внутрішнього блоку ДКРЕ-7 на номінальну напругу 0,38 кВ, вихідну потужність 245 квар з декількома фазами регулювання.

Основні фактори, що визначають раціональне використання та економію електроенергії:

- Нормування питомих втрат електроенергії на вироблену одиницю;
- вдосконалення технологічних процесів;
- ефективна робота пантографів;
- компенсація реактивної потужності;
- Підтримання необхідного рівня напруги в електроустановках;
- раціональне енергозабезпечення.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 3. ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЯ. ПРОЕКТ РЕМОНТУ ВОКЗАЛІВ І ТЕХНІЧНА БАЗА

### 3.1 Вибір електричних агрегатів

Для роботи електровентилятора підбираються електроагрегати. Потужність двигуна вентилятора з резервом:

$$R = K_3 \cdot I_{\text{уст}} \cdot P_{\text{д}} / (3600 \cdot 102 \cdot \eta_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{під}}) \quad (3.1)$$

де  $K_3$  - запас пускового моменту (для електродвигунів

Потужність до 2 кВт,  $K_3 = 1,2$ );

$I_{\text{д}}$  - струм живлення вентилятора,  $I = 3405$  мГн;  $I_{\text{д}}^3$

$P_{\text{д}}$  - знижений тиск,  $P = 41,2$  кгс / м<sup>2</sup>; - ККД вентилятора = 0,6;  $\eta_{\text{в}} \eta_{\text{п}}$

$\eta_{\text{п}}$  - ККД передачі, = 1;  $\eta_{\text{п}}$

$\eta_{\text{під}}$  - склад kdd, = 0,98.  $\eta_{\text{під}}$

пізніше:

$$P_{\text{уст}} = 1,2 \cdot 3405 \cdot 41,2 / (3600 \cdot 102 \cdot 0,6 \cdot 0,98) = 1,18 \text{ кВт.}$$

Двигун вентилятора працює в постійному режимі по ГОСТ 183-74 з невеликим постійним або змінним навантаженням.

Вибираємо номінальний опір

$$PR_{\text{ном уст}} \square \square$$

Ми вибрали електродвигун потужністю 1,5 кВт. Живлення здійснюється трифазним струмом частотою 50 Гц. Двигун підбирають з урахуванням частоти обертання відповідно до характеристик вентилятора, частота обертання якого повинна бути в межах 930...1420 хв.1 з високим ККД і мінімальними витратами.  $\phi$

Відповідно до вимог ДСТУ двигун ІМ приймається як проектно-монтажний рівень

Оскільки особливих вимог до роботи вентилятора немає, для базової версії AIR 80V4S1 ми використовуємо електродвигун з нормальними механічними

власивостями.

Двигун випробуваний в умовах пуску зниженою напругою з урахуванням діапазону параметрів електродвигуна. Визначали час зльоту та контролювали прогрів двигуна під час зльоту графоаналітичним методом.

Механічні властивості вентилятора отримують шляхом розрахунку за формулою:

$$M_{\text{Жінка}} = M_0 + (M - M_0) \cdot \left( \frac{\omega}{\omega_n} \right)^{NS} \quad (3.2)$$

$M_0$  - момент розтягування, Нм;

$M_{\text{ПІДЗЕМНИЙ}}$  - момент статичного опору в номінальних обертах, Нм;

$\omega$  - поточне значення кутової швидкості;

$\omega_n$  - значення номінальної кутової швидкості;

$NS$  - коефіцієнт, що характеризує ступінь залежності від статичного моменту

Опір швидкості, характеристики вентилятора,  $x = 2$ .

$$M_{\text{МЕТРО}} = \frac{9550}{\omega_n} p; \quad \text{Н.М} \quad \text{дн}^{n_n} \quad (3.3)$$

$$M_{\text{ПІДЗЕМНИЙ}} = 9550 * 1,28 / 1420 = 8,6 \text{ Нм};$$

$$\square \square 2\pi / 60, \text{с}; \quad -1$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 1420 / 60 = 148,6 \text{ с}; \quad -$$

$$M_0 = 0,15 \text{ м, Нм}; \quad \text{сн}$$

$$\text{Це може бути} = 0,15 \cdot 8,6 = 1,26 \text{ Нм.}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю. 3.1.

Таблиця 3.1

Розрахунок механічних властивостей вентилятора.

$\omega, \text{с}^{-1}$	0	31.4	62.8	94.2	115.1	148.4	157
$EM, \text{нм}$	1.34	1.62	2.7	4.37	6.73	8.6	9.8

Момент інерції, прикладений до валу двигуна, визначається за формулою:

$$J_{\text{пр}} = J_{\text{дв}} + j_{\text{зв}} \quad (3,4)$$

де  $j_{\text{дв}}$  – момент інерції двигуна;



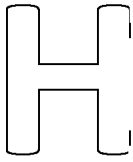
$S_{дайте} = 0,0032 \text{ кгм}^2;$

$j_{sv}$ -Момент інерції вентилятора,  $j_{дв} = 0,009 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$

$T_{ому} = 0,0032 + 0,009 = 0,0122 \text{ кг} \cdot \text{м}^2.$

$j_{pr} = 0,122 \text{ Нм}^2.$

Розрахуємо механічні властивості двигуна за формулою:

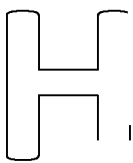


$$M = \frac{M_{кр} \cdot (2+q)}{\left(\frac{s}{s_{кр}} + \frac{s_{кр}}{s}\right) + q}, \text{Нм}; \quad (3,5)$$

тут  $M_{кр}$  – максимальний крутний момент двигуна;

$s$ -критична коробка;

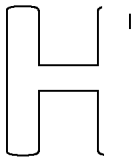
$ВД$ .- поточне значення ковзання.



Невідомі величини знаходять за формулами:

$$M_{кр} = \mu_{кр} + M_{н} \quad (3,6)$$

$$q = \frac{11 \cdot s_{н} + s_{кр} - 2 \cdot \mu_1}{\mu_1 - 1}; \quad s_{кр} = \frac{s_{н} + \sqrt{s_{н} \cdot (\mu_{кр} - 1) \cdot (\mu_1 - 1)}}{1 + \sqrt{s_{н} \cdot (\mu_{кр} - 1) \cdot (\mu_1 - 1)}} \quad (3,7)$$

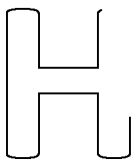


де  $\mu_{кр}$  – кратне максимальному моменту,  $\mu = 2,2,$   $\mu_{кр}$

Це  $\epsilon$ - Ковзання з номінальною швидкістю див  $s =$

0,08  $\mu$

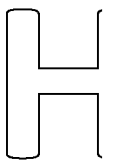
$$M_{i \dot{y}} = 9550 \cdot \frac{P_{н}}{n_{н}} \quad (3,8)$$



$$n = 9550 \frac{1,5}{1420} = 10,1 \text{ Нм};$$

Де пік крутного моменту для оригінального  $1,8; = 1,21 \cdot \mu_1 \mu_{н} = \mu_1 \frac{2,2}{1,8}$

Отже:  $M_{сг} = 2,2 \cdot 10,1 = 22,22 \text{ Нм}.$

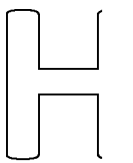


$$S_{кр} = \frac{0,09 + \sqrt{\frac{2,2-1}{1,21-1} \cdot 0,08}}{1 + \sqrt{\frac{2,2-1}{1,21-1} \cdot 0,08}} = 0,45; \quad (3,9)$$

Визначаємо механічні властивості за 5 точками характеристичної кривої:

$$M = 0, \text{Нм}; = \omega \quad 0, p-1; \quad ВД. = 0;$$

$$M = m_{н}, \text{Нью-Мексико}; \quad \square \square \quad \text{рівніч} \square \square s-1;$$



$s = sn;$

$$M = M_{сг}, \text{Нью-Мексико}; \quad \square \square \quad \mu_{кр} \square \square s-1; \quad s = scr;$$

$$M = M_{min}, \text{Нью-Мексико}; \quad \square \square \quad \text{мінімум} \square \square s-1; \quad s =$$

0,85;

$$M = mn, \text{ Нью-Мексико; } \square \square$$

$$\text{північ } \square \square s^{-1};$$

$$z = 1.$$

За допомогою побудованої функції знаходимо відповідну функцію падіння напруги на клеммах двигуна (дозволено  $\Delta U - 5\%$ ):

$$M = M \cdot \left(\frac{U}{U_n}\right)^2, \text{ Нм; } \quad (3.10)$$

За цими механічними властивостями будемо криву механічних властивостей двигуна з урахуванням розподілу його параметрів за ГОСТ 123-79. Допустиме зниження:  $M_{\max} 10\%$ ,  $M_{\min} 10\%$ ,  $M_n 10\%$  від номінального значення.

Розрахунок виконується у вигляді таблиці (табл. 3.2).

**Таблиця 3.2**

Розрахунок механічних властивостей електродвигуна.

, оскільки $^{-1}$	151	144.6	117,75	23:55	0
<i>ВІД.</i>	0	0,08	0,25	0,85	1
<i>ПІДЗЕМН</i>	0	10.1	10.22 вечора	4.16	6.18
<i>м', н.м</i>	0	8.7	19.1	13.9	15.64
<i>М'', н.м</i>	0	6.3	17.2	11.12	13.3

Малюнок 3.1 показані механічні властивості вентилятора та механічні властивості електродвигуна. Динамічні властивості отримують шляхом віднімання:

$$M_{\text{дин}} = M_{\text{дв}} - M_c, \text{ Нм; } \quad (3.11)$$

де  $M_{\text{дв}}$  – крутний момент, який розвиває тяговий двигун;

НУБІП України

НУБІП України

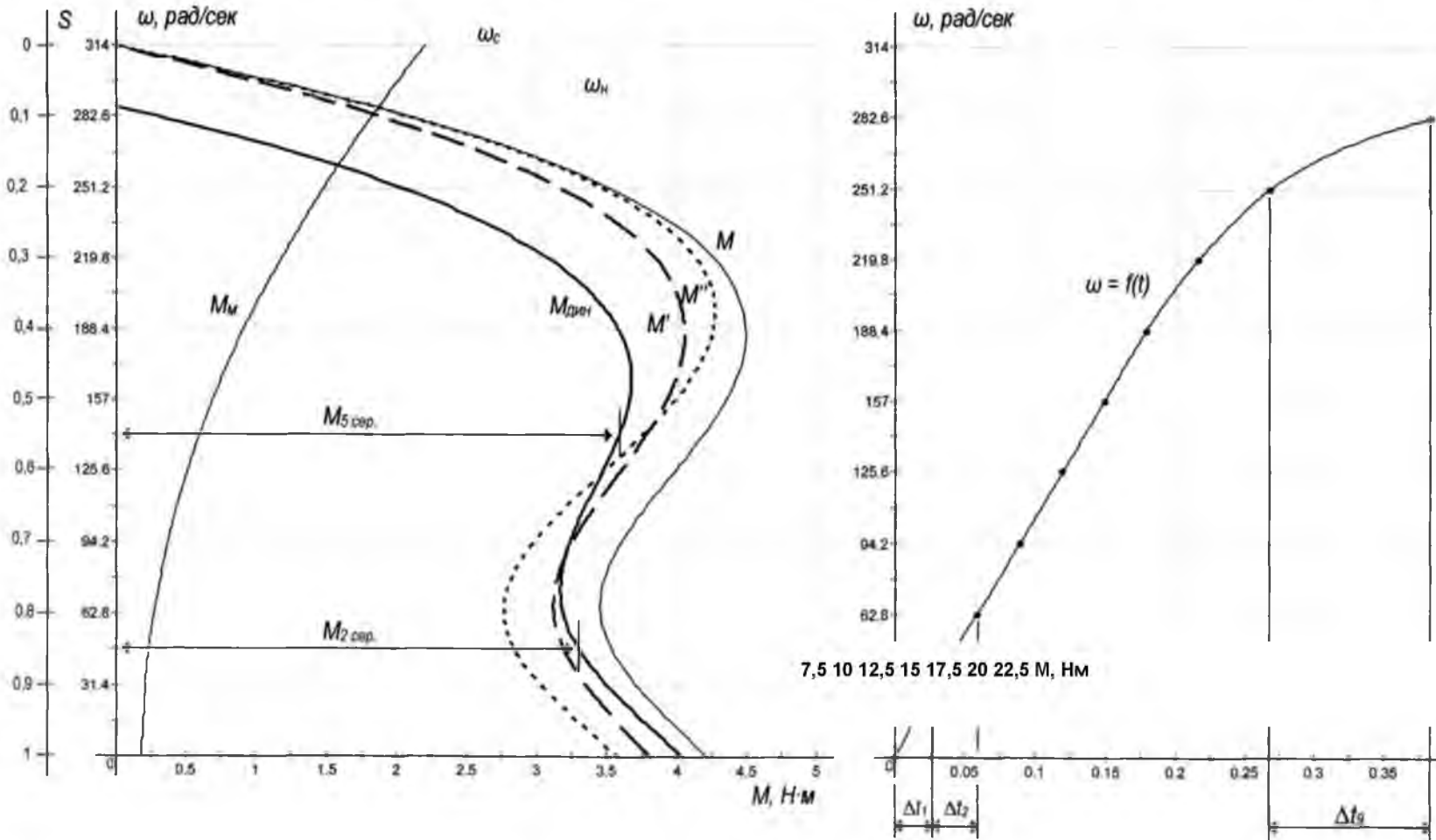
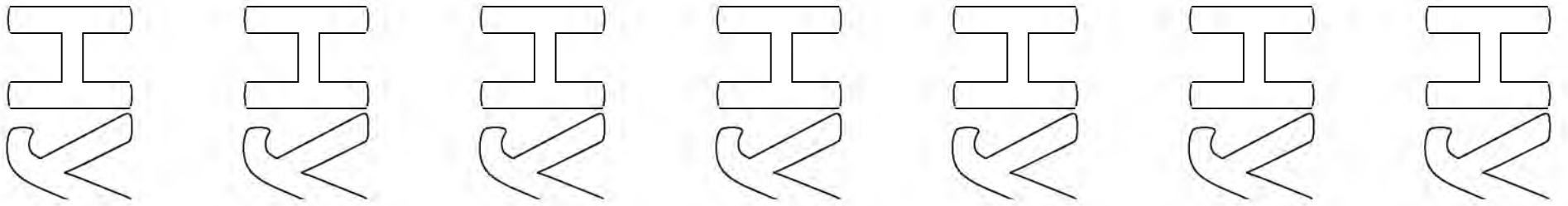
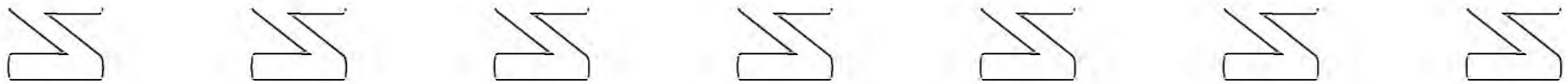


Рис. 3.1. Механічні п



мілісекунда. Момент опору вентилятора.

Оскільки динамічний крутний момент спочатку має змінне значення, ми вибираємо невелике збільшення швидкості для визначення часу прискорення, коли динамічний крутний момент мало змінюється і відповідає середньому значенню за час. необхідно збільшити швидкість  $\Delta\omega$ . збільшити  $v_r$

$$\Delta t = \frac{j \cdot \Delta\omega}{M_{дин}} \quad (3.12)$$

Результати розрахунку часу старту представлені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Розрахунок часу пуску електродвигуна.

Дж.,	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123
$\Delta\omega$ , с-1	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
$M_D$ ,	13.1	11.9	12.2	12.7	13.3	13.7	13.8	12.9	1
$T$ , С	0,14	0,16	0,188	0,152	0,145	0,14	0,139	0,149	0,578

Час запуску двигуна:  $t_n = \sum \Delta t = 1,957$  с.

Прогрів двигуна при пуску визначається за формулою:

$$\theta = \theta_n + v_t \cdot t_n \quad (3.13)$$

де  $\theta_n$  – температура навколишнього середовища,  $\theta_n = 20^\circ\text{C}$ ;

$v_t$  – Швидкість підвищення температури,  $t = 5,9^\circ\text{C} / \text{с}$ .

пізніше:

$$\theta = 20 + 5,9 \cdot 1,957 = 31,54^\circ\text{C}.$$

Прогрів двигуна при пуску незначний і не перевищує допустимих параметрів.

### 3.2 Вибір пристроїв керування та захисту

Ми вибираємо вимикачі типу ВА для захисту від перевантаження та короткого замикання. З вихлопної системи ВУ-5 був обраний електродвигун 4ААМ63А4У3. Параметри двигуна:  $P_n = 0,25$  кВт,  $I_{n.dv} = 0,85$ А;  $I_P = 4,25$  А



Відбір відбувається за таких умов, коли  $I_{ав} = 25A$ :

1.  $U_{ав} \geq U_{мер}$     $BSP = 380\text{ В} \geq U_m = 380\text{ В}$ ;
2.  $I_{ав} \text{ In. дв}$    працювати  $= 25A >$  порожній  $dv = 0,85A$ ;
3.  $I_{т.р} \geq I_{н.дв}$    помилка  $= 1,0\text{ А} \geq$  дюйма;  $dv = 0,85A$ ;
4.  $I_{ws. \text{ електронний магніт}} P \geq (1,45 \dots 1,65)$  початок;  $I_{w. \text{ електронний магніт}} p = 12\text{ Isr} = 12 \cdot 25 = 300\text{ А} \geq 1,65\text{ Y start} = 5,6\text{ А}$ ;
5.  $I_{ГР. \text{ низький}} \geq$  Коротке замикання  $Y\ 3f$ ;  $I_{ГР. \text{ низький}} = 3\text{ кА} \geq Y\ 3ph\ k_s = 1,5\text{ кА}$ .

Автоматичний вимикач ВА51Г-25-340010РІР30УХЛЗ вибирається по ТУ 16-522.157-83.

Для дистанційного керування та захисту електродвигуна від перевантажень, залежно від обставин, вибирається електромагнітний привод ПМЛ серії RTL з терморозділенням:

1.  $U_{emp} \geq$  Середній   дисконформ  $= 380\text{ В} \geq$  плечова кістка  $= 380\text{ В}$ ;
2.  $\text{дюймовий} \geq \text{дюймовий DVD}$    в мільйонах  $= 10A \geq \text{cal. dv} = 0,85A$ ;
3.  $Adjust.tr \geq I_{н.дв}$   ;  $I_{\text{вер.тр}} \text{  } = 1,1\text{ А} \geq I_{н.дв} = 0,85\text{ А}$ ;
4.  $U_{cat\ emp} \geq U_{мер}$    Фірма  $= 220\text{ В} \geq$  плечова кістка  $= 220\text{ В}$

Електромагнітний пускач ПМЛ-1230.04Б використовується з електротепловим реле РТЛ-10058.04, що має номінальний діапазон уставки струму спокою  $0,61 \dots 1,0\text{ А}$ .

Пристрій керування і захисту для всіх інших струмоприймачів необхідно вибирати так само і результати розрахунку і вибору занести в таблицю розрахунку і монтажу мережі (Додаток А, лист).

### 3.3 Розрахунок ліній електропередач і розподільних пристроїв

Точка перетину проводів і кабелів напруги вибирається з максимального стану допустимий нагрів і достатня механічна міцність

$$I_{т.доп} \geq I_{\text{max.т.доп}} \quad (3,14)$$

де додати -допустимий тривалий тепловий потік провідника, А;

$I_{\text{тах.т.доп}}$  - максимальний довготривалий тепловий потік провідника, АА

Виконано розрахунки та підбір електропроводів для електродвигуна вентилятора зони зварювання. Електродвигун працює з постійним навантаженням. Номінальний струм вважається максимальним робочим струмом:

$$I_{\text{тах.т.доп}} = I_{\text{н.від}} = \frac{P_{\text{ном}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot \eta \cdot \cos \phi}; \quad (3,15)$$

$$I_{\text{тах.т.доп}} = I_{\text{н.від}} = \frac{0,25 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84 \cdot 0,83} = 0,54 \text{ А}$$

Приймається трасуючий дріт АПВ з алюмінієвими жилами, укладений в сталеві труби, закопані в землю. Переріз дроту 2,5 мм<sup>2</sup>. дровиконується на сталевій трубі по ГОСТ 3262-75.

Внутрішній діаметр труби визначається за формулою:

$$D \geq 1,2 \times d, \quad (3,16)$$

де d - діаметр дроту, мм; Діаметр трижильного дроту АР d = 9,0 мм: D = 1,5 · 9,0 = 13,5 мм.

Це значення за умовчанням внутрішній діаметр 15 мм. Силовий кабель інших струмоприймачів також вибирають і результати записують у розрахунково-монтажну таблицю (додаток А).

Живлення пантографів здійснюється через головний щит типу ПР8501-074-ПР21УЗ з автоматичними вимикачами ВА51Г-31-340010020УЗ і блок управління ПР8501-023-ПР21УЗ з вимикачами ВА51.

Електромагнітні пускачі ПМЛ з кнопками управління - це пристрої для запуску і захисту електродвигунів.

До переносних електроприймачів підключаються блоки живлення з роздільниками і роз'ємами типу РЩ-30, ШТГ-10.

Триполюсний вимикач вхідний ВА51Г-33-340010020УЗ на 160А.

Розподільча частина електричної мережі здійснюється кабелем АВВГ, прокладеним по будівельній конструкції, кабелем ПЕ або АПВ в поліетиленових або сталевих трубах. Вхід живиться від кабелю АВВГ 1(4х95).

### 3.4 Розрахунок освітленості

Для освітлення (загального та місцевого), аварійного та переносного.

Напруга мережі для робочого та аварійного освітлення 380/220 В - переносна 36 В.

Освітлення приміщень приймається відповідно до вимог ДСТУ та документу Норми проектування освітлення.

Робоче та аварійне освітлення забезпечується лампами ПВЛМ, ПС; переносні - з трубками РВО - 42 коробки розподільні УХЛ4 з понижуючими трансформаторами ЯТП - 0,25. Штучне освітлення повинно відповідати таким вимогам: забезпечувати необхідне і безперервне освітлення робочого місця, частин та інструменту; Уникайте відмінностей в освітленні різних частин робочого місця.

Робота базується на системі штучного освітлення: загального та комбінованого. У системі комбінованого освітлення використовується загальне і місцеве освітлення робочих місць лампами розжарювання з метою уникнення стробоскопічних ефектів при роботі з механізмами. Освітлення розраховується в кожній секції допоміжних і експлуатаційних ділянок згідно з діючими нормами ДБН П-97.

Освітленість розраховується за коефіцієнтом світлового потоку; розрахунки освітленості перевіряються точковим методом. Вибір системи освітлення і розташування електричних кабелів залежить від умов навколишнього середовища в приміщенні.

Розраховано освітлення ремонтно-монтажної зони. Розмір ділянки 19x10м.

Висота приміщення 6 м, світла площа 190 м<sup>2</sup>. Для освітлення використовуються світлодіодні лампи, які мають масу переваг:

висока світловіддача, тривалий час роботи;

сприятливий спектр випромінювання, висока якість передачі кольору;

низька яскравість і температура поверхні лампи.

Ми вибрали лампи ПВЛМ 2x40, де їх дві Світлодіодні лампи ЄВРОСВЕТ 24W 6400K L-1500-6400-13 T8 G13... Світловий потік лампи 2200 лм.

Розрахунковий світловий потік всього приміщення:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot Z}{\eta}, \quad (3.17)$$

де E - нормальна освітленість, лк; E = 200 люкс;

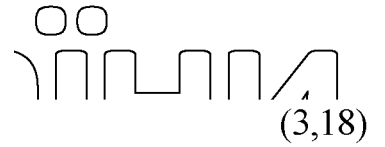
**НУ** МАЛИЙ- норма резерву, K = 1,3;  
 ВІД.- площа забудови, м<sup>2</sup>; <sup>2</sup>

ВІД- коефіцієнт нерівномірності освітлення, Z = 1,0;

η- коефіцієнт використання світлового потоку.

**НА** Введіть код кімнати:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p \cdot (A+B)}$$



де ВІДСТАНЬ довжина і ширина приміщення;

Тема –приблизна висота світильників;

**НА**  $PS = H - (hc + PS)$ , (3,19)  
 тут H - висота приміщення, м;

h-Відстань між світильниками і стелею, hc = (0,2 ... 0,25) м;

$$X_p = 6 - (0,2 \cdot (6 - 1) + 1) = 4 \text{ ПІД ЗЕМЛЕЮ } \square \square$$

**Н** Коефіцієнт внутрішнього відбиття: скан = 50%; ст = 30%; Грунт = 10%.

$$i = \frac{18 \cdot 36}{4 \cdot 54} = 3.$$

Залежно від ступеня відображення кривої сили світла та екологічного показника використовується коефіцієнт використання світлового потоку - = 0,92.

**Н**  $\Phi = \frac{200 \cdot 190 \cdot 1,3 \cdot 1,0}{0,92} = 53695,7 \text{ лм.}$   
 Для створення загального світлового потоку в місці установки кількість світильників має бути однаковим:

$$N = \frac{\Phi}{f_1} \quad (3:20)$$

**Н** тут f - світловий потік лампи, лм.  
 $N = \frac{53695,7}{2 \cdot 2200} = 12,2 \square \square$

Вибирають 12 свічок і розміщують їх у 2 ряди по блінія. Міжряддя однакові:

$$L = \lambda \cdot N_p, \quad (3:21)$$

**Н** де λ – максимальна відстань між лампами, λ = 1,5 м.  
 $L = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ мільйонів } \square \square$

Відстань до стін: b = (0,25..0,5) L; b = 0,5 6 = 3 м (рис. 3.2).

Управління світлом в окремих точках будівельного майданчика відбувається точково (рисунок 3.2). Оскільки висота нитки розжарювання перевищує половину висоти кулона, вона вважається повною лінією світла.

Оскільки при довгих рядах світильників освітленість зменшується на кінцях рядів, ми перемістили цю відстань між рядами на 0,5 НР від краю поверхні освітлення. Під час семінару ставиться крапка. Щільність світлового потоку визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E \cdot k_3 \cdot H_p}{M \cdot \Sigma \epsilon}, \quad (3,22)$$

де E - нормована освітленість;

k<sub>3</sub>- коефіцієнт безпеки;

k<sub>c</sub>- розрахункова висота підвіски;

ПІДЗЕМНИЙ- Коефіцієнт, що враховує винос світильників;

δ- відносне освітлення.

Відносну освітленість визначають за схемою з координатами «Р», «L». Оскільки точка А освітлюється різними частинами ліній, то відносна освітленість кожної лінії визначається окремо і додається.

Вказівка координат: це визначає відносне освітлення. Дані зведені в

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

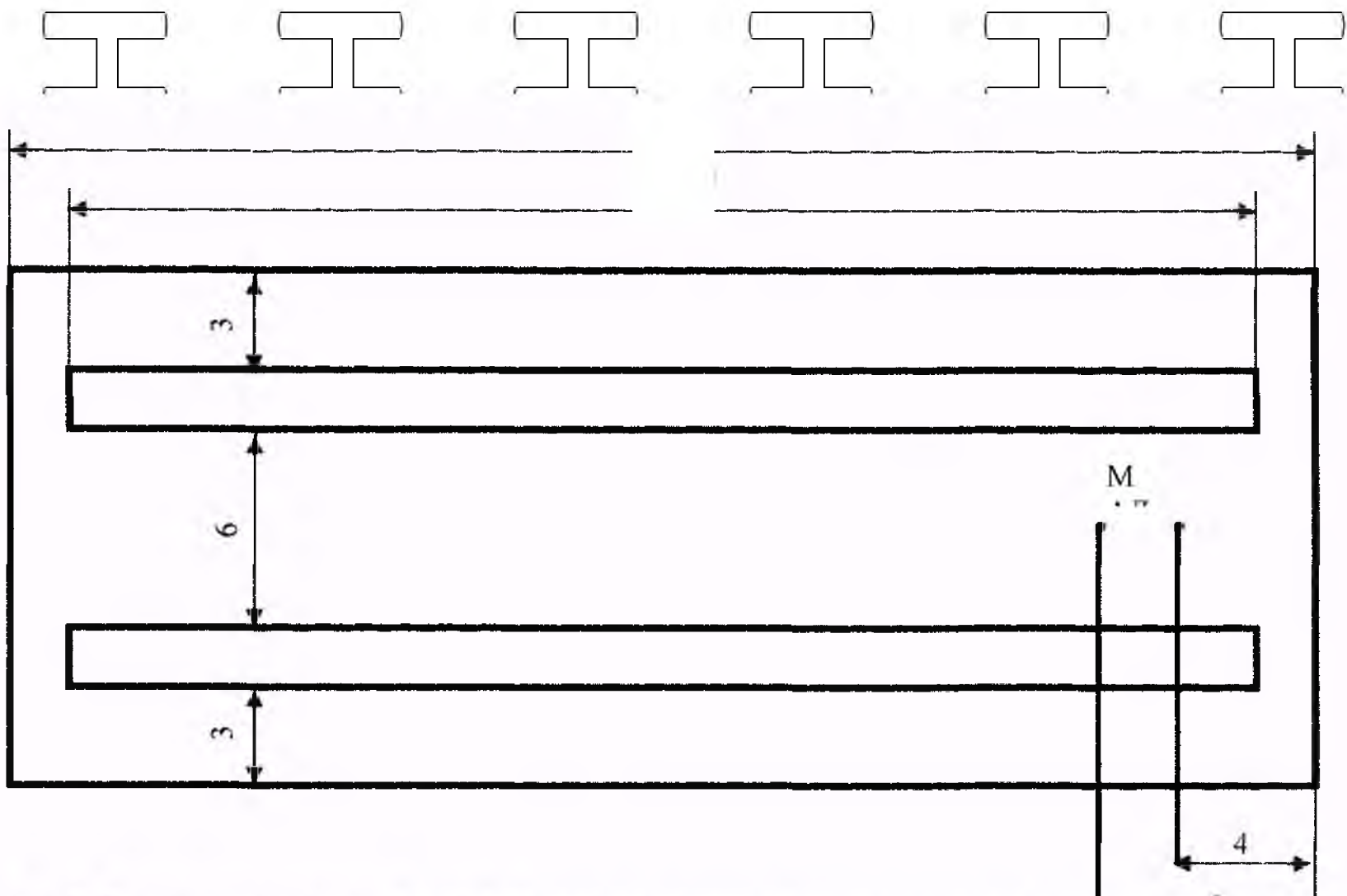
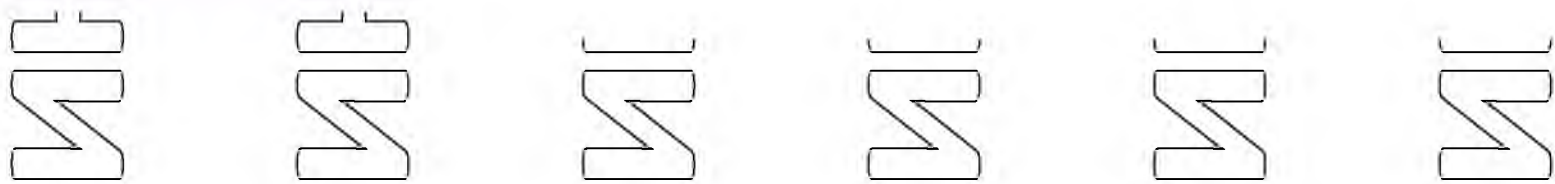


Рис. 2. Визначення освітленості. Рис. 3.2. Перевірка світлотехнічних розрахунків точковим методом



$$\Sigma \varepsilon = 242,5 \text{лк}$$

$$F'' = 2042,22 \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,3 \cdot 4}{2,1 \cdot 242,5} = \text{ЛЮКС/М}$$

Повний світловий потік лінії дорівнює:

$$\Phi \Phi^n \cdot L, \quad (3.2)$$

де L – довжина лінії.

$$= 2042,22 \cdot 13 = 26548,85 \text{ лк.}$$

Таблиця 3.4

дані про перетворення освітлювальні панелі

кС, м	л, м	P., м	R''	L''	д, САУНА
4.	двадцят	2.8	0,7	5.25	70
4.	двадцят	2.8	0,7	5.25	70
4.	4.	2.8	0,7	1	51.25
4.	4.	2.8	0,7	1	51.25

Кількість ламп в ряду визначається за формулою:

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_c}, \quad (3,24)$$

де  $F_s$  - світловий потік лампи в лампі,  $F_s = 8640$  лм;

У колекції 10 штук. Лампи ПВЛІМ 2x40. пізніше:

$$n_{\text{вн}} = 6,03 \text{ шт.} \frac{26548,85}{4400}$$

Приймається в асортименті 6 ламп. Кількість ламп у всій кімнаті:  $P = 2 n =$

$$2 \cdot 6 = 12 \text{ шт. заг}$$

Результати розрахунків точковим методом підтверджують точність розрахунків методом коефіцієнта світлового потоку.

Освітлення на КПП регулюється за формулою:

$$E = \frac{n \cdot \Phi_c \cdot M \cdot \Sigma \varepsilon_B}{1000 \cdot \kappa_3 \cdot H_p \cdot L}, \quad (3,25)$$

де – повна освітленість у точці Ік;  $v = 110$  люкс.

$$E = \frac{12 \cdot 2200 \cdot 2,1 \cdot 242,5}{1000 \cdot 1,3 \cdot 4,0 \cdot 13} = 198,9 \text{ люкс.}$$

Стандарти допускають відхилення освітленості до 15%, а нормативом вважається 200 лк.

Таким же чином розраховується освітленість інших світильників магазину. Результати заносять у технічний паспорт освітлення (табл. 3.5). Місце перетину проводів освітлювальної мережі вибирається наступним чином:

1. відповідно до номінального струму навантаження;
2. через падіння напруги;
3. для механічної стійкості.

Розрахунок мережі освітлення для ремонтно-монтажної ділянки набирає обертів. Кількість ламп розділена на 3 групи по 4 (12 одиниць) у кожній. Освітлювальна мережа складається з алюмінієвого дроту зі сталевим несучим тросом АПВ-2 (1х2,5).

Якщо говорити про механічну міцність, то найменша частина алюмінієвих кабелів становить 2,5 мм. ... Залежно від максимально допустимого режиму опалення:  $2I_{тр.дрот} \geq I_{роз.роб}$ .

Для алюмінієвого дроту  $S = 2,5 \text{ мм}^2$  відкритий  $I_{тр.дрот} = 19 \text{ А}$ . Робочий струм визначається за формулою:

$$I_{роб} = \frac{P_{уст} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (3,26)$$

де  $P_{уст}$  – заявлена ємність пулу;

$U_n$  – Номінальна напруга.

$$I_{роб} = \frac{2,08 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380} = 3,2 \text{ А}$$

$$19 \text{ А} \geq 3,2 \text{ А}.$$

Умова виконана.





Таблиця 3.5

## ВІДветеринарне свідоцтво

назва Місце і його характеристики	Довжина, м	ширина, метрів	висота, метрів	здатність до рефлексії			стандартизова не освітлення	Тип лампи, кількість ламп і потужність.	Кількість ламп, шт	лампа			Загальна встановлена потужність, кВт	специфічна продуктивність Вт/м2
				верхні межі, %	стіни, %	Робоче місце, %				модель-	Потужн ість, Вт	світлови й потік		
Приміщення зовнішньої мийки та демонтажу.	11.6	5.8	5	тр ид ця ть	де ся ть	деся ть	200	PVLM	4.	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,192	2,85
Відділ обслуговування та діагностики обладнання	11.6	5.8	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	200	PVLM	4.	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,192	2,85
Ремонтно-монтажна ділянка	19.	дес ять	6:4 5 ран ку	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	200	PVLM	12.	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,576	3.03
Відділ контролю та налаштування двигунів	5.7	5.7	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	200	PVLM	два	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,096	2,95
Схема секції ТР і паливної апаратури	5.8	2.8	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	200	PVLM	два	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,096	5.91
Заправка та посадка в авто	14.8	4.7	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	200	PVLM	4.	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,192	2.76
Електротехніка та автомобільна електрична сфера.	5.7	5.8	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	200	PVLM	два	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,096	2.94
Солоні огірки	3.3	2.8	4.3	п'я тд	тр ид	деся ть	75	PVLM	1	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,048	5.19

				ес ят	ця ть										
Місце для зарядки та зберігання акумуляторів	2.8	3.4	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	п'ятд есят	PVLM	1	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,048	5.04	
гарний шматок олова	5.7	2.8	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	200	PVLM	два	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,096	6.02	
Склад запчастин	5.7	5.7	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	75	PVLM	два	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,096	2,95	
Слюсарно-механічний відділ	5.7	5.7	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	300	PVLM	4.	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,192	5.91	
Сільська автомаїстерня	8.6	5.7	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	300	PVLM	шо сти й	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,144	2.94	
місце установки	3.4	2.5	4.3	тр ид ця ть	де ся ть	деся ть	200	PVLM	два	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,096	29.11	
підробка	7.4	5.7	4.3	тр ид ця ть	де ся ть	деся ть	200	PVLM	4.	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,192	4.55	
Зал	2.7	1.3	дев' ять	тр ид ця ть	де ся ть	деся ть	200	PVLM	1	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,048	13.67	
чоловічий туалет	2.8	1.3	4.3	п'я тд ес ят	тр ид ця ть	деся ть	75	PVLM	1	Єврометр 24W T8 G13	24	2200	0,048	13.62	

вентиляційне приміщення	21.7	5.5	7.5	п'ятдесять	тридцять
жіноча кімната	2.1	1.3	4.3	п'ятдесять	тридцять
сходи	4.4	2.4	3.8	п'ятдесять	тридцять

десять	75	PVLM	4.	Сврометр 24W T8 G13	24	2200	0,192	1.61
десять	75	PVLM	1	Сврометр 24W T8 G13	24	2200	0,048	17:58
десять	75	PVLM	1	Сврометр 24W T8 G13	24	2200	0,048	4.55

Вибраний перетин кабелю перевіряється на визначення допустимого падіння напруги. Рядки за формулою:

$$\Delta U = \frac{\Delta P \cdot l}{\rho \cdot S}, 00 \square \square \quad (3,27)$$

тут  $\Delta P$  – сума сил;  $i$

$l$  – Коефіцієнт, що залежить від кількості фаз, напруги і матеріалу кабелю;

$S$  – переріз дроту.

Сума спрощених пропускних моментів визначається за схемою конфігурації лінії конкретної групи:

$$Pl = P \cdot i \cdot l_y \cdot \left( P_y \cdot \frac{2,3}{2} \right), \quad (3,28)$$

$$Pl = 2,08 \cdot 8 \cdot 2,08 = 40,6 \text{ Вт/м}^2 \cdot i \frac{2,3}{2}$$

Фактичні втрати напруги в мережі визначаються:

$$U = \frac{40,6}{19,5 \cdot 4} = 0,52 \square \square$$

Фактичні падіння напруги менш прийнятні.

Приймаються троси АВВГ 1 (3x2,5) і АПВ 3 (1x2,5) зі сталевими опорами АВТ-1. Таким чином розраховуються й інші лінії освітлювальної мережі.

Для керування світлом і захисту від аварійного спрацьовування допускається групувати світлові поля типу ЯУ-8503-IP21У3 з автоматичними вимикачами ВА 51-29-12.

Мережі групового освітлення прокладаються на кронштейнах і тросах, кабелях АВВГ, проводах АПП на поліетиленових трубах.

Світильники висотою понад 5 м обслуговуються за допомогою телескопічної вишки. В якості аварійного джерела світла використовується портативний акумуляторний ліхтарик.

### 3.5 Опалення та вентиляція цеху з діагностичним пунктом

Для запобігання проникненню холодного повітря в цех взимку

використовується система вентиляції при відкритих вхідних дверях. оснащений екраном. Розміри 600 × 1000 мм.

Графік автоматизації повинен бути:

- Перед включенням припливного вентилятора перегородка прогривається включенням електронагрівача. Якщо електричні опори можна активувати за 30 хвилин до відкриття перегородки, передбачається зміцнене поєднання електричних опор;

- при включенні вентилятора припливу повітря обігрівач автоматично розігривається протягом 3 хвилин, після чого утеплена перегородка відкривається, вмикається автоматика і електрообігрів перегородки вмикається;

Підтримання заданої температури повітря в припливному каналі здійснюється шляхом регулювання теплової потужності повітронагрівача через регулюючий клапан у напрямку, протилежному потоку теплоносія;

- при аварійному відключенні подачі теплоносія при температурі Коли повітря перед нагрівачем нижче нуля, припливний вентилятор зупиняється, теплоізоляційна стінка автоматично закривається, і установка отримує сигнал аварійної зупинки.

- Система автоматизації також захищає повітронагрівач від замерзання, коли електрична система не працює.

У під час повітряного опалення в приміщенні подається повітря, яке нагрівається до більш високої температури, ніж повітря в приміщенні, і виділяє певну кількість тепла, що компенсує витрати тепла.

Пристрої повітряного опалення можуть бути централізованими, якщо повітронагрівачі подають тепле повітря в декілька приміщень і подають повітря в децентралізовані місцеві опалювально-вентиляційні пристрої.

Тепловий ефект повітронагрівача  $F$  залежить від повітря, що подається в приміщення в змішаній системі:

$$F = c \cdot (Q_{TP} \cdot (t_n - t_b) + Q_{TH} \cdot (t_n - t_b)), \quad (3,29)$$

де  $c$  – ізобарна теплоємність повітря, прийнята так, щоб  $c = 1$  кДж/(кг °С);

$Q_{TP}, Q_{TH}$  – або масова циркуляція і внутрішні потоки Повітря, кг / °С

год;

це там?, тв - температура зовнішнього і внутрішнього повітря, °.

Виходячи зі значень теплотехнічних властивостей виробничої будівлі цеху (питома теплотехнічна крива  $q_{om} = 0,7 \dots 0,6 \text{ Вт} / (\text{м}^3)^\circ \text{C}$ ), приймаємо  $q_{om} = 0,6 \text{ Вт} / (\text{м}^3)^\circ \text{C}$ .

За заданою тепловою кривою визначається кількість повітря, яке необхідно нагріти в термокамері:

$$V = \frac{P_{дв}}{q_{от} \cdot (T_{max} - T_{min})}, \quad (3:30)$$

де  $P_{дв}$  - потужність електродвигуна, кВт;

$T_{max}$  - Температура в зоні терморозриву, °C;

модель-Мінімальна температура, °C.

$$V = \frac{1,8}{0,6 \cdot 30} = 0,1 \text{ м}^3$$

Таким чином, теплова потужність повітрянагрівача становить:

$$P = 1 \cdot (48 \cdot (50 - 20)) + 38 \cdot (50 - 30) = 4480 \text{ Вт}$$

Всі приміщення цеху вентилюються, щоб гігієнічні та санітарні норми повітряного середовища відповідали допустимим нормам гігієни.

Це забезпечує автоматичне та дистанційне закриття вентиляційної системи у разі пожежі та неможливість увімкнення зварювальної батареї без витяжки.

Звичайна вентиляція призначена для випадків, коли коефіцієнт повітрообміну за стандартом, що діє на місці установки, становить 3, примусова вентиляція з механічним припливом або змішана вентиляція використовується в місцях, де коефіцієнт перевищує 3.

В якості системи вентиляції зварювальної зони і захисту деталей на робочому місці використовується періодичний кожух з місцевим відливом.

Кількість повітря, що видаляється загальнообмінною вентиляцією, визначається виходячи з погодинної періодичності цього розрахунку відповідно до вимог, зазначених у нормах. Необхідний повітрообмін визначається за формулою:

$$L_n = V \cdot K_p, \quad (3:31)$$



де  $V$  – об'єм вентиляованого приміщення,  $V = 52,5$  м<sup>3</sup>;

$k_p$ - коефіцієнт повітрообміну для зони зварювання  $K_p = 2,0 \dots 2,5$ .

пізніше:

$$L_{зр} = 52,5 \cdot 2,5 = 131,1 \text{ м}^3/\text{год}$$

Місцевий вихід на робочому місці у вигляді капюшона. Кількість видаленого повітря визначається за формулою:

$$L_m = 3600 \cdot V_{ав} \cdot F, \quad (3,32)$$

тут  $V_{ав}$  – середня швидкість повітря в робочій шурфі,  $V_{ав} = 1,5$  м/с;

$F$  - переріз робочого отвору,  $F = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6$  м<sup>2</sup>.

$$L_m = 3600 \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 3240 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Для паяльних робіт використовуємо ящик № 2268, розмір якого 3030x90x2100 мм.

Об'єм подачі 3280 м<sup>3</sup>/год. Сума дорівнює:

$$L = L_n + L_m = 131,1 + 3240 = 3371,1 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (3,33)$$

Повітря видаляється з приміщення через верхню або нижню зону. Залежно від розміру відповідного отвору допускається квадратний швелер 276x276 мм з оцинкованої сталі.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 4. РОЗРОБКА ТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

### 4.1 Вибір силового трансформатора

Розрахунок електричних навантажень здійснюється за методом упорядкованої діаграми (ефективна кількість споживачів енергії). Ефективна кількість електроприймачів - це кількість приймачів однакової потужності та режиму роботи, яка задає однакове максимальне значення, яке розраховується як група споживачів різної потужності та режиму роботи.

Для електричних мереж номінальними вважаються можливі навантаження тривалістю не менше 30 хвилин. Ефективна кількість пантографів не визначається згідно [15] з урахуванням співвідношення:

$$n_e = \frac{n_i}{n}, \quad (4.1)$$

$$p = \frac{\sum P_{yi} \cdot n_i}{\sum P_y} \quad (4.2)$$

тут дев'ять - кількість споживачів енергії, потужність яких перевищує половину встановленої потужності найпотужнішого приміщення;

$n_i$  - загальна кількість встановлених пантографів;

$\sum P_{yi}$  - сума встановленої потужності електроприймачів, потужність яких перевищує половину потужності найпотужнішого приймача;

$\sum P_y$  - загальна кількість встановлених електроприймачів.

Продуктивність визначається при вході в цех. Номінальну міцність визначають за формулою:

$$P_{роз} = K_{max} \cdot P_{ср.см} \quad (4.3)$$

де  $K_{max}$  - максимальний коефіцієнт;

$ср. см$  - середнє навантаження в діапазоні максимальних навантажень:

$$P_{ср.см} = K_v \cdot P_{уст} \quad (4.4)$$

де  $K_v$  - коефіцієнт енерговитрат;

$уст$  - встановлена потужність, кВт.

Значення  $k_v$  і  $\cos$  можна знайти в таблиці. Користувачі поділяються на групи

та окремі частини мережі. Наслідки електричних навантажень в цеху представлені в таблиці. 4.1.

Таблиця 4.1

Розрахунок електричних зарядів.

Не має	Прізвище та ім'я одержувача	багато	оксид	Пара	Майдан	салат
1	два	3	4.	5	шост	сьоми
1	Тип ШВ, ШР-1, ШРС1 -5343		2.2	0,4	0,7	0,87
два	Вентилятор РІ	1	2.2	0,4	0,7	0,87
3	Запасний вентилятор ПІ	1	2.2	0,9	0,5	0,81
4.	Пральна машина	1	4.7	0,19	0,4	0,65
5	трифазні засоби	1	десять	23	0,4	0,87
шо	Пральна машина;	1	4.5	1	0,4	0,63
сьо	однофазний електроінструмент	1	1.0	0,8	0,6	0,84
вісі	Пральна машина ОМ-5361.	1	4.0	1.2	0,62	0,86
дев'	зовнішня пральна машина	1	4.0	0,23	0,65	0,65
дес	універсальна підтримка	1	5.0	1.1	0,56	0,85
од	Пристрій для миття деталей ORG-49906	1	4.7	5.24		
над						
цят						
ь						
12.	Введіть ШВ, ШР-2, ШРС 1-2034		7:25 вечора	3,95	0,7	0,87
три	вентилятор	1	одина	1.01	0,7	0,83
чот	вентилятор	1	2.2	0,6	0,7	0,83
п'ят	РО газовий двигун	1	1.6	0,6	0,7	0,83
Ші	Зволожувальний електронний нагрівач	1	1.6	0,11	0,7	0,63
17.	Вентилятор Р4	1	0,55	0,13	0,7	0,63
Віс	В2 вентилятор	1	0,55			
19.	Теплова установка А2	1	0,75	0,15	0,7	0,63
два	В1 вентилятор	1	0,25	0,11	0,7	0,63
два	Теплова установка А2	1	0,75	0,85	0,7	0,65

22.	Введіть SHV, SHR2, SHRS 1-5343		29.08	10:15		
-----	--------------------------------	--	-------	-------	--	--

# НУБІТ УКРАЇНИ

Продовження з табл. 4.1

1	два	3	4.	5	шост	сьоми
23	Компресор повітряний GSV-06112	1	5.5	1.2	0,82	0,86
24	трифазні засоби	1	0,8	0,12	0,6	0,7
25	однофазний електроінструмент	1	1.0	0,2	0,4	0,81
26	Машина для намотування котушки електродвигуна	1	0,39	0,11	0,3	0,58
27	30490 Блок ВВР	1	0,18	0,09	0,7	0,5
28	Пральна машина ОМ-13 66	1	8.5	2.1	0,5	0,89
29	Прес гідравлічний OKS 1671	1	3.0	1.2	0,4	0,83
три	Свердлильний верстат	1	4.49	1.8	0,7	0,85
31	знайти позицію	1	0,97	0,5	0,71	0,65
32	03-4903 компресор	1	0,8	0,41	0,7	0,7
33	Гайка сполучна ОП-12234М	1	0,55	0,3	0,62	0,58
3.4	Точило для ножів ОР-35Б2	1	0,5	0,3	0,52	0,58
35	машинаВертикальний дріль 2Д-112П	1	0,6	0,36	0,7	0,6
36	Трифазний електроінструмент 380В	1	0,8	0,41	0,4	0,7
37	Електроінструмент однофазний, 220В	1	1.5	0,65	0,8	0,8
38	Вхід з ШВ, ШР-3, ШРС1-5043		1.0	1.0		
39	Вентилятор В3	1	11.96	8,89	0,7	0,57
40	Вентилятор В4	1	0,37	0,13	0,7	0,68
41	В12 вентилятор	1	1.1	0,8	0,7	0,63
42	Вентилятор В5	1	0,55	0,7	0,7	0,5
43	В8 вентилятор	1	0,25	0,55	0,7	0,63
44	Вентилятор В7	1	0,55	0,75	0,7	0,55
Чот	Вентилятор В6	1	0,75	0,4	0,5	0,65
46	Вентилятор випрямний BSA-5K	1	4.0	2.2	0,78	0,65

47	Вентилятор В9	1	0,5	0,25	0,7	0,65
48	Вентилятор В10	1	0,55	0,3	0,7	0,65
49	вентилятор 14	1	1.1	0,8	0,7	0,65
п'ят	вентилятор В11	1	1.5	0,9	0,7	0,5

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

НУБІП Україні

1	два	3	4.	5	шост	сьом
51	Вентилятор В13	1	0,37	0,13	0,7	0,5
52	Тип ШВ, ШР-5, ШРС1-5343		0,37	0,13		
53	електрична стоянка таксі	1	п'ятна	8.3	0,7	0,89
54	Комод ОТ-13 62А	1	1.7	0,8	0,7	0,83
55	Кран 3,2 тонни.	1	5.7	2.8	0,7	0,86
56	зварювальний трансформатор ТД-102УХЛЗ	1	6.4	3.2	0,8	0,86
57	Зварювальний апарат ВД-201.	1	1.3	6.8	0,8	0,88
58	МАЦ-129 Молот ковальський	1	7.5	3.9	0,8	0,86
59	Кований вентилятор ОКС-3361.	1	3.0	1.6	0,8	0,83
60	однофазний електроінструмент	1	1.0	2.0	0,4	0,8
62	М'ясорубка ZK 63	1	5.3	2.1	0,7	0,84
63	Пилосос ПА2-12М	1	1.5	1.0	0,7	0,83
64	Електричний інструмент	1	1.0	0,8	0,4	0,81
Ші стд еся т п'ят ь	Вхід з ШВ, ШР-6, ШРС1-5343		24.87	15.5		
66	Я повертаюся до 1695 року	1	6.42	3.2	0,4	0,81
67	М'ясорубка ZK 631	1	0,75	0,35	0,5	0,72
68	проколоти	1	0,6	0,3	0,45	0,63
69	Універсальний тримач KB-968	1	2.2	1.8	0,6	0,74
70	Електроінструмент 220В.	1	1.0	0,6	0,4	0,87
71	Автоматичний пальник DECH-2	1	4.5	2.1	0,8	0,76
72	Тестова підтримка пристроїв захисту від низької напруги	1	4.5	2.28	0,4	0,82
73	Стенд для випробування з'єднань реле	1	3.4	2.6	0,6	0,78

74	Підтримка пропорційного розбирання пристрою	1	3.0	1.7	0,5	0,76
75	ось небо		204.2	148.8		
76	Сигнал аварійного освітлення самохідної	1	2.26	1.23	0,2	0,75

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1	два	3	4.	5	шост	сьоми
77	Коробка розподільна ШР7	1	35.5	26.4	0,8	0,85
78	ШРС1-20УЗ ШР2	1	19.5	10.9	0,8	0,86
79	ШРС1-20УЗ ШР3	1	11.96	7.2	0,8	0,89
80	ШРС1-53УЗ ШР4	1	29.08	21.9	0,8	0,89
81	ШРС1-53УЗ ШР5	1	57.1	30.5	0,8	0,9
82	ШРС1-53УЗ ШР6	1	24.87	15.5	0,8	0,72
83	Світлова панель ЯУ-12УХЛ	1	18:17	12:35	0,8	0,68
84	Конденсатор ККУ	1	5.0	30.46	0,3	0,87
85	котел КНЯ-25М1	1	3.0	2.1	0,45	0,76
86	Електроплита Е67-4-2-2.8	1	2.8	1.8	0,7	0,75

Максимальний коефіцієнт залежить від ефективної кількості споживачів енергії  $n_1$  і коефіцієнта використання встановленої потужності в кВт:

$$K_{\max} = f(n_1 \cdot K_w) \quad (4,5)$$

Розраховано встановлену потужність електроприймачів на ввіді. У цьому випадку  $n > 3$ ,  $K_w > 0,2$ . Ефективна кількість споживачів енергії визначається за формулою:

$$n = 2P / P_{n.\max} \quad (4,6)$$

тут  $P_n$  – номінальна потужність усіх споживачів електроенергії, кВт;

$P_{n.\max}$  – Номінальна потужність найпотужнішого електроприймача, кВт.

$$n_{\text{вннч}} = 2 \cdot 204\,245 / 50 = 8,16 \text{ од.}$$

Максимальний коефіцієнт визначається  $K_w$ , отриманим з даних:

$$i_{\text{стм}} = 1,32, \text{ тобто } P_{\text{стм}} = 1,32 \cdot 204,245 = 269\,672 \text{ кВт.}$$

Загальне розрахункове навантаження визначається за формулою:

$$S_{\text{роз}} = P_{\text{роз}} / \cos\phi \quad (4,7)$$

$$P_{\text{роз}} = 269\,672 / 0,67 = 402,39 \text{ кВА.}$$

Плата за електроенергію на вході в магазин розраховується у вигляді



таблиці (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Розрахунок електричного заряду в точці входу.

Це	оксид, кВт	хлюпець макс,	$P_{ст}$ , кВт	км	$K_{max}$	$P_{роз}$ , кВт	горлокВА
заборо	204,25	п'ятдесят	83,73	0,41	1.32	69.6	402,39

$$бачення = 0,41 \cdot 204,25 = 83,74 \text{ кВт.}$$

Вимикач обслуговується ТП № 100. 1. Він вважається окремим користувачем. Допускається герметична станція типу ЗТП-400-10/0,4.

Дані за паспортом трансформатора представлені в таблиці 4.3. дозволяють Трансформатор встановлений в закритій підстанції.

Таблиця 4.3

Паспортні дані трансформатора

трансформаторного типу	Номинальна потужність, кВА	Напруга, кВ		втрати, кВт		НАПРУГ А Концентра	поточний хх Номінальна
		ООН	NN	XX	Концент		
ВВП 400	400	десять	0,4	1.45	5.5	4.5	2.1

## 4.2 Розрахунок авіакомпанії

При розрахунку СП № 1 електричної мережі 10 кВ та лінії 0,38 кВ, використано матеріал економічного дослідження та результати попередніх розрахунків (Додаток Б.3).

Номинальне навантаження: 402,39 кВА;

- довжина лінії 10 кВ 4 км;

- відхилення напруги в шинах РТП 10 кВ -  $U = (\pm 5\%)$ ;

- Трифазний захист від короткого замикання. В лінії РТП 10 кВ - Ск.з (3) = 50 кВА.

Розрахунок лінії 10 кВ складається з визначення допустимих втрат напруги в лінії та вибору перерізу кабелю. Допустимі втрати напруги мережі при

Максимальне навантаження не більше 4%. Переріз кабелю ліній 10 кВ визначається відповідно до економічних діапазонів густини струму. Економічний перетин кабелю визначається:

$$Pe = j / xe \quad (4,8)$$

де  $j$  – економічна густина струму, А/мм<sup>2</sup>;

$I$  - Номінальний струм лінії, А.

Значення струму лінії:

$$I = S / 3Un, \quad (4,9)$$

де  $Un$  - номінальна напруга мережі кВ.

пізніше:

$$I = 402,39 / 3 \cdot 13 = 10,32 \text{ мм}^2.$$

Стандартний перетин кабелю 16 мм<sup>2</sup>. Вибраний сталелегуючий дрот АС-

16. Кабель перевіряють на допустиме падіння напруги:

$$\Delta U = [\sqrt{3} \cdot I \cdot l \cdot (R_0 \cdot \cos\phi + x_0 \cdot \sin\phi) \cdot 100] / Un \quad (4.10)$$

де  $I$  - сила струму в лінії, А;

$l$  - довжина маршруту, км;

$R_0$  - питомий активний опір, Ом/км;

$U_n$  - напруга мережі, кВ;

$X_0$  - питомий реактивний опір кабелю, Ом/км.

Підставляємо значення у формулу і отримуємо:

$$U = \sqrt{3} \cdot 10,32 \cdot 13 \cdot (1,88 \cdot 0,65 + 0,391 \cdot 0,76) / 1000 = 2,41 \text{ вольт}$$

Вибір перетину жил кабелю залежить від умов довгостроково допустимого теплового потоку (навантаження):

$$I_{тр. доп} \geq I_{max. роз} \quad (4.11)$$

де  $I_{max. роз}$  - максимальний номінальний струм, А

Максимальний номінальний струм визначається за формулою:

$$I_{max. роз} = S_{роз. max} / \sqrt{3} \cdot U_n \quad (4.12)$$

де  $S_{роз. max}$  - розрахункова максимальна потужність у кВА.

$$I_{\max/\text{роз}} = 204245 / \cdot 0,38 = 310,3, \text{ A}\sqrt{3}$$

Приймається силовий кабель АВВЩВ (3x95 + 1x70) перерізом 95 мм<sup>2</sup>.  
Допустимий постійний струм провідника напруги 330 А.

Допустиме падіння напруги розраховується в двох режимах роботи:

- 1) при 100% навантаженні;
- 2) з надбавкою 25%.

Допустимі перепади напруги в приймачі не повинні перевищувати 5%.  
Допустимий перепад напруги в мережі 0,38 кВ наведено в таблиці. 4.4. Допустимі

перепади напруги:

$$\Delta U_{\text{доп}} = UN \cdot U / 100 \quad (4.13)$$

де  $U$  - напруга мережі, В;

АБО Допустимі втрати в лінії 0,38 кВ.

$$\text{додати} = 380 \cdot 6 / 100 = 22,8 \text{ вольт}$$

Фактичні падіння напруги визначаються наступним чином:

$$\Delta U_{\text{доп}} = P \cdot r (UH + Q \cdot x) \cdot Un, \quad (4.14)$$

де  $P, Q$  - активна і реактивна потужності, кВт, квар;

$r, x$  - Активний і реактивний опір, Ом.

Реактивну потужність визначають за формулою

$$Q = P \tan \varphi. \quad (4.15)$$

Лінійна активність і реактивність визначаються за формулою:

$$r = k_{\text{рен}} l; x = x_0 l, \quad (4.16)$$

де  $0, x_0$  - 1 км питомий активний і реактивний опір лінії, Ом/км.

$$\text{жсх} = 204,245 \cdot 0,0134 / 0,38 + 125,18 \cdot 0,00184 / 0,38 = 4,22 \text{ В};$$

$$K = 204,245 \cdot \text{tg} 65^\circ = 125,18 \text{ в квадрати}$$

Таблиця 4.4

Допустимі перепади напруги в мережі - 0,38 кВ

елемент мережі	робочі години	
	100%	25%
РТП шини 10 кВ	+5,0	+5,0
Лінія 10 кВ	-2,0	-0,5
Трансформатор 10/0,4 кВ:		
- постійне маркування	+5,0	+5,0
- регульовані сигнали	+2,5	-2,5
- Поразка	-4,0	-2,0
Лінія 0,38 кВ	- дев'ять	0
клієнт	-2,5	+5,0
Прийнятні втрати споживачів	-5,0	+5,0

### 4.3 Перевірка умов пуску асинхронних двигунів великої потужності

Нормальний пуск електродвигуна можливий, якщо фактичне падіння напруги на клеммах не перевищує гранично допустиме значення.

Перевірено найпотужніший варіант запуску від короткого замикання. Тип робочого колеса АИР160М6У3.

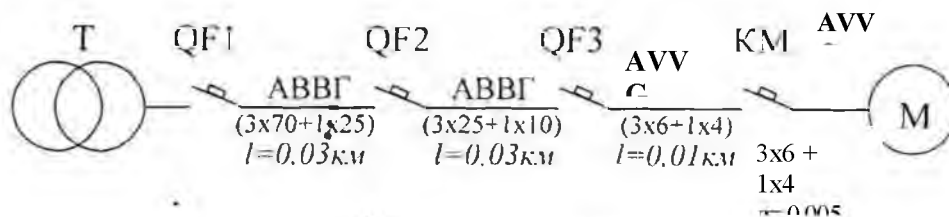


Рис. 4.1. Схема керування мережею 0,38 кВ для можливості пуску електродвигуна.

Допустиме падіння напруги в режимі пуску електродвигуна визначається за

формулою:

$$\Delta U_{\text{доп}} \% = \frac{M_{\text{актив}} + M_{\text{аккумулятор}}}{M_{\text{зр}}} \cdot 100 \quad (4,17)$$

де  $M_{\text{зр}}$  - крутний момент, Нм;

$M_{\text{актив}}$  - стартовий момент, Нм;

$M_{\text{аккумулятор}}$  - Крутний момент, Нм.

Можна приблизно порахувати:

$$M_{\text{зр}} = \text{чоловічий} = 0,3 \cdot M_{\text{ном}} \quad (4,18)$$

де ім'я =  $9550 \cdot n / n_{\text{п}}$ .

$$M_{\text{іннесота}} = 9550 \cdot 15/975 = 146,9 \text{ Нм};$$

$$M_{\text{зр}} = \text{місяці} = 0,3 \cdot 146,9 = 44,1 \text{ Нм}.$$

Пусковий момент електродвигуна:

$$M_{\text{пуск}} = 1,2 \cdot M_{\text{н}}; \quad (4,19)$$

$$\text{активація} = 1,2 \cdot 146,9 = 176,3$$

Нм.

Допустиме падіння напруги на затискачах електродвигуна при пуску

визначається наступним чином:

$$\text{всередині} \% = [1 - \sqrt{(44,1 + 44,1) / 176,3}] \cdot 100 = 29,3\%.$$

Фактичне падіння напруги на клеммах двигуна під час запуску визначається

за формулою:

$$\Delta U_{\text{фак}} \% = \Delta U_{\text{тр}} \% + \Delta U_{\text{л}} \% - \Delta U_{\text{ад}} \% + \Delta U_{\text{вон}} \% \quad (4,20)$$

тут  $\Delta U_{\text{тр}} \%$  - падіння напруги трансформатора під час пуску з урахуванням

впливу інших приймачів, підключених до трансформатора;

$\Delta U_{\text{л}} \%$  - Падіння напруги зарядженого проводу при запуску електродвигуна

$\Delta U_{\text{ад}} \%$  - підвищення напруги на станції:  $\pm 5\%$ ;

$\Delta U_{\text{вон}} \%$  - Відхилення напруги шини 10 кВ до джерела живлення

становить 10/0,4 кВ,  $\Delta U \% = 0$ .

Падіння напруги в трансформаторі визначається за формулою:

$$\Delta U_{\text{тр}} \% = \frac{100}{S_k} \sqrt{K_{\text{фак}} \cdot S_{\text{дв}} \cdot \cos \phi_{\text{пуск}} + \cos \phi_{\text{над}} \cdot S_{\text{ном}} + K_{\text{фак}} \cdot S_{\text{дв}} \cdot \cos \phi_{\text{пуск}} + \cos \phi_{\text{ном}} \cdot S_{\text{ном}}} \quad (4,21)$$

де  $S_K$  – потужність короткого замикання;  
 факультету реальні поточні умови;  
 вул. Потужність двигуна, кВт  
 починати коефіцієнт потужності електродвигуна при першому пуску;  
 СПАТИ сумарна потужність інших споживачів, підключених до  
 сторони низької напруги трансформатора.

Результати  $S_k$ ,  $\cos\phi_{start}$ ,  $K_{фак}$  визначте формули:

$$S_k = S_n \cdot 100 \text{ на тиждень} \quad (4,22)$$

$$\cos\phi_{пуск} = \frac{n_n \cdot \cos\phi_n \cdot (M_{пуск} + 0,25 \cdot K^2)}{(1 - S_n) \cdot K} \quad (4,23)$$

$$K_{фак} = \frac{100 \cdot K_i}{100 + U_k \% \cdot K_i \cdot S_{дв} / S_n} \cdot Z_{\Phi} / Z_{пов}; \quad (4,24)$$

де  $M_{пуск}$  – кратний початковому крутному моменту, Нм;  
 Знову- загальний опір кола електродвигуна, Ом;

МАЛИЙ  $i$  - Максимальний пусковий момент електродвигуна;

мало- Загальний опір ланцюга основного електродвигуна при КЗ, Ом;  
 АБО %- КЗ трансформатора напруги, ВК% = 4,5%.

$S_k$  розраховується:

$$НАВПРОТИ = 8889 \frac{400 \cdot 100}{4,5} \text{кВА}$$

Номинальне ковзання електродвигуна визначається як:

$$S_n = \frac{n_c - n_n}{n_n} \quad (4,26)$$

$$S_n = \frac{1000 - 975}{975} = 0,025 \text{ салат} = \frac{0,875 \cdot 0,87 \cdot (12 + 0,025 \cdot 6^2)}{(1 - 0,025) \cdot 6} = 0,027$$

Загальний опір «мережевої обмотки» ланцюга визначається виразом:

$$Z_{пов} = \sqrt{(R_d + R_p)^2 + (x_d + x_p)^2}; \quad (4,27)$$

$$R_d = Z_d \cdot \cos\phi_{пуск} = 1,22 \cdot 0,027 = 0,33 \text{ Ом};$$

$$X_d = Z_d \cdot \sin\phi_{старт} = 1,22 \cdot 0,96 = 1,17 \text{ Ом}.$$

Загальний пасивний і активний опір визначається складанням опорів окремих

ділянок лінії:

$$R_n = \sum r_0 \cdot l; X_n = \sum x_0 \cdot l \quad (4,28)$$

$$акції = 0,03 \cdot 0,477 + 0,03 \cdot 1,25 + 0,01 \cdot 3,12 = 0,082 \text{ Ом};$$

$$X_n = 0,03 \cdot 0,061 + 0,03 \cdot 0,0662 + 0,01 \cdot 0,045 = 0,0046 \text{ Ом}.$$

пізніше:

$$Z_{\text{пов}} = \sqrt{(0,33 + 0,082)^2 + (1,17 + 0,046)^2} = 1,25 \text{ Ом.}$$

Підставляючи отримані результати у вихідну формулу, отримуємо:

$$K_{\text{фак}} = \frac{100 \cdot 6}{100 \cdot 4,5 \cdot 6 \cdot \frac{17,24}{10}} \cdot \frac{1,22}{1,25} = 5,8 \square \square$$

Падіння напруги трансформатора визначається:

$$\Delta U_{\text{тр}} \% = \frac{100}{8889} \cdot \sqrt{5,8 \cdot 17,24 \cdot 0,027 + 442,46 \cdot 0,5 + 5,8 \cdot 17,27 \cdot 0,96 + 442,46 \cdot 0,76} = 6,01 \% \square \square$$

Перепади напруги в мережі визначаються за формулою:

$$\Delta U_{\text{л}} \% = \Delta U_{\text{л1}} + \Delta U_{\text{л2}}; \quad (4,29)$$

де  $\Delta U_{\text{л1}} \%$  – падіння напруги перед пуском;

вулиця 2% - падіння напруги після пуску електродвигуна;

вулиця 1% = 5 ... 6 %;

$$\text{вулиця 2} \square \square \frac{Z_n}{Z_n + Z_{\text{ДВ}}} \cdot 100\% \quad (4,30)$$

$$\text{вулиця 2} \square \square \frac{0,082}{0,082 + 1,22} \cdot 100\% = 6,3$$

Отже:  $U_{\text{л}} = 6,3 + 6 = 12,3\%$ .

Замість значень, знайдених у вихідній формулі, визначається фактичне значення напруги:

$$\text{Довіра.} = 6,01 + 12,3 - 5 + 0 = 13,31\%.$$

$$29,3\% \geq 13,31\%.$$

Це відповідає умові запуску електродвигуна, і електродвигун можна запускати.

#### 4.4 Перевірка умов роботи пристроїв захисту від аварійного пуску

У мережі 0,38 кВ із заземленою нульовою жилотою можливі однофазні, двофазні та трифазні струми КЗ. Захист контролюється для визначення максимального та мінімального струму короткого замикання.

При захисті автоматичних ланцюгів автоматичними вимикачами струм короткого замикання дорівнює:

$$k \cdot I_{\text{кз}} \geq K3 \cdot Cr \cdot I_{\text{вдс}}, \quad (4,31)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт безпеки;

$K_{p-}$  – коефіцієнт дисперсії точки відмови;  $K_p = 1,4$  для автоматичних вимикачів з  $I_n \geq 100$  А.

Для електродвигуна з вентильним перемикачем АІР71А4УЗ перевіряється чутливість захисту перемикача ходу пантографа до однофазного струму короткого замикання. Електродвигун захищений від короткого замикання автоматичний перемикач ВА51Г-25-34УХЛЗ параметри якого: номінальний струм  $I_n = 25$  А,  $I_{tr} = 1,9$  А;  $I_{vids} = 10 * I_{tr}$ ; гіпер. Від = 3кА.

За ПВЕ однофазний струм короткого замикання. Це призводить до:

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{U_{\phi}}{Z_T + Z_{\Pi}}, \quad (4,32)$$

де  $Z_T$  - загальний опір трансформатора, Ом;

$Z_{\Pi}$  - Опір фази нульового контуру, Ом.

Імпеданс трансформатора визначається як:

$$Z_T = 26 / S_n = 26/400 = 0,065 \text{ Ом.}$$

У найдальшій точці визначається однофазний струм короткого замикання (рисунок 4.2).

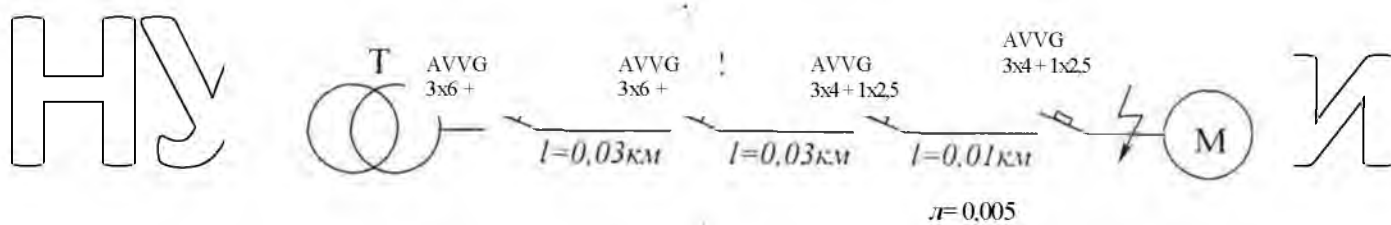
Опір петлі "нульової фази" визначається як:

$$Z_n = \sqrt{(\sum Z_{оф.і} \cdot l_1 + \sum Z_{он.і} \cdot l_1 + \sum Z_{ном})^2 + \sum x_0 \cdot l_1^2}, \quad (4,33)$$

де  $Z_{оф.і}$ ,  $Z_{он.і}$  - активний опір фазного та нульового провідників, Ом/км;

Рис. 4.2. Електрична схема для розрахунку струму однофазного короткого





# НУБІП України

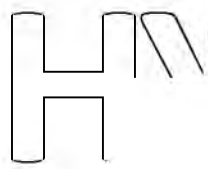
# НУБІП України

замикання.



$x_0$  - переріз індуктивного опору, Ом/км;  
 $Z_{ном}$  - індуктивний опір перехідних контактів, Ом.

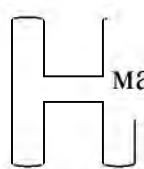
$$Z_n = \sqrt{(0,082 + 0,148 + 0,07)^2 + 0,0046^2} = 0,31 \text{ М.}$$



Струм короткого замикання визначається:

$$I_{к.з}^{(1)} = \frac{220}{0,065 + 0,3} = 603 \text{ А.}$$

$$603 \text{ А} \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 31,5 \cdot 10 = 485,1 \text{ А.}$$



При однофазному КЗ. Автоматичний вимикач був випробуваний на максимальну відключаючу здатність за таких умов:

$$I_{гру...} \text{ тощо } I_{к.з}^{(3)} (4,34)$$

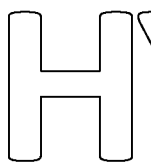
Трифазний струм короткого замикання, а.  $I_{к.з}^{(3)}$



Автоматичний вимикач ВА51Г25-34-УХЛ3 пройшов випробування на максимальну відключаючу здатність. Номінальний струм приладу 25А;

*In.El.M.Ex.* □□14 дюймів

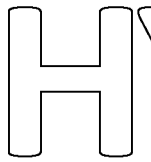
$$grati = 2 \text{ кА.}$$



Напруга в точці трифазного короткого замикання. приймається за нуль.  
пізніше:

$$I_{\text{к.з.}}^{(3)} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum R_k)^2 + (\sum X_k)^2}}; \quad (4,35)$$

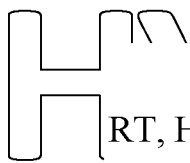
де  $U_{\text{л}} = 400 \text{ В}$  - напруга мережі;



$\sum R_k, \sum X_k$  - сума дійсного і реактивного опорів елементів кола.

$$\sum R_k = R_T + R_{\text{сп}}; \sum X_k = X_T + X_{\text{сп}}; \quad (4,36)$$

де  $R_T, X_T$  - активна та реактивна складові опору трансформатора при трифазному КЗ, Ом.

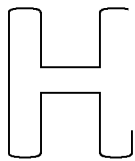


Ми нехтуємо опором короточасних контактів. Значення параметрів  $Z_{\text{ТР}}, R_T, X_T$  визначаються за наступними формулами:

$$Z_{\text{ТР}} = \frac{U_k \% \cdot U_{\text{л}}^2}{100 \cdot S_{\text{н}}^2}, \text{Ом} \quad (4,36)$$

$$R_T = \frac{\Delta P_{\text{к.з.}} \cdot U_{\text{л}}^2}{S_{\text{н}}^2}, \text{Ом} \quad (4,37)$$

$$R_T = \frac{S_{\text{н}}^2}{\sqrt{X_T^2 - R_T^2}}, \text{Ом} \quad (4,38)$$



де  $U_k \%$  - втрати трансформатора при короткому замиканні.

$$R_{\text{КЛ}} = 5,5 \text{ кВт};$$

$$Z_{\text{ТР}} = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 400000} = 0,018 \text{ДО};$$

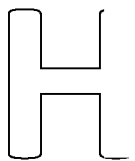
$$R_T = \frac{5500 \cdot 400^2}{400000^2} = 0,055 \text{ДО};$$

$$R_T = \sqrt{0,18^2 - 0,055^2} = 0,00172 \text{ М.}$$

Стійкість ділянки лінії до трифазного короткого замикання визначається як:

$$\sum R_{\Phi} = 0,03 \cdot 0,447 + 0,03 \cdot 1,25 = 0,051 \text{ Ом};$$

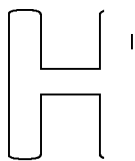
$$\sum X_{\Phi} = 0,03 \cdot 0,0612 + 0,03 \cdot 0,0662 = 0,004 \text{ Ом.}$$



Трифазний захист від короткого замикання. те саме, що:

$$\sum R_{\text{к.з.}} = 0,005 + 0,0055 = 0,06 \text{ Ом};$$

$$\sum X_{\text{к.з.}} = 0,0172 + 0,004 = 0,0218 \text{ Ом.}$$

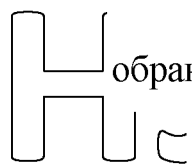


Отримані дані занесемо у формулу (4.35):

$$I_{\text{к.з.}}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0,06^2 + 0,0218^2}} = 3929 \text{ А.}$$



Країна *Гри...* тощо  $I_{к.з.}^{(3)}$  не встановлювався, тому замість 51Г-25-34УХЛЗ був



обраний комплектний вимикач ВА51-29-34УХЛ4.  $I_{de} = 4 \text{ кА}$ ;

$$4 \text{ кА} \geq 3,9 \text{ кА}.$$

Вибраний автоматичний вимикач забезпечує відключення трифазних струмів короткого замикання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 5.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.  
СИСТЕМА ДІАГНОСТИКИ ПОТУЖЕННЯ

## 5.1 Загальні відомості

Сучасне промислове виробництво неможливе без електроенергії. Сучасна електрифікація є основою технічного прогресу в усіх сферах народного господарства.

Велике значення мають надійне електропостачання, безаварійна робота електрообладнання, зниження собівартості продукції, економія трудових і матеріальних ресурсів, підвищення продуктивності праці та загального виробничого розрахунку.

Виникнення та розвиток системних збоїв через збій обладнання та помилки людини може призвести до мільярдних економічних втрат. Адже процес оновлення та оновлення енергетики та енергетичних систем потребує чималих ресурсів та часу. Тому, щоб уникнути різних аварійних ситуацій, поломок і збоїв, ми повинні вчасно їх розпізнавати і запобігати.

Досвід експлуатації енергетичного обладнання в агропромисловому комплексі свідчить про значні поломки підстанцій, які призводять до додаткових збитків у сільському господарстві через закриття різних технологічних вузлів, виходу з ладу продукції та позапланових ремонтів. Щороку в аграрному секторі виходить з ладу 8-10% силових трансформаторів. Причиною цього є особливі умови експлуатації силових трансформаторів приймальної станції, які

Найбільш економічним і, в той же час, найефективнішим способом попередження різноманітних аварійних ситуацій і ненормальних режимів роботи силових трансформаторів на сільських підстанціях є широке встановлення та використання засобів діагностики електрообладнання.

Тому актуальним є проведення досліджень, спрямованих на аналіз режимів роботи силових трансформаторів агропромислового комплексу, розробку методів

функціональної діагностики та моніторингу діагностичних параметрів.

Метою цього завдання є підвищення керованості та ефективності енергетичних систем.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі проблеми:

1. Розбір типових відмов електрообладнання.

2. Візьміть мінімальний набір параметрів для оцінки продуктивності системи та виявлення несправності.

3. Обґрунтування складу діагностичної системи»

Тема роботи – процес діагностики та моніторингу роботи засобів технічної діагностики трансформаторних та електротехнічних систем

## 5.2 Аналіз типового збою живлення

Оскільки основним джерелом електроенергії для ферми є підстанція, типові відключення електроенергії впливають на сам трансформатор.

Силовий трансформатор має такі особливості:

Трансформатор типу ТМ-160 (ГОСТ-11677-85) Потужність,

кВА ..... 160. Висока напруга,  
кВ ..... 10. Напруга низька, кВ .....  
0.4. Номінальний струм ВН, А ..... 9.25. Номінальний струм LV,  
А ..... 231. Частота,

Гц ..... 50.

Кількість фаз ..... 3. Спосіб

оохолодження трансформатора: натуральне вершкове масло. Режим зарядки:

тривалий. Тип об'єкта (внутрішній, зовнішній). Напруга короткого

замикання, % ..... 4.5. Втрати при короткому замиканні,

Вт ..... 2750. ПОТОЧНИЙ

XX, % ..... 2.0. Хх втрати,

W ..... 420. Вага трансформатора,

кг ..... 850  
 НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Трансформатор ТМ-160 має перемикач регулювання напруги на стороні ВН.

Рівень регулювання напруги -  $\pm 2,5\% U_n$  і  $\pm 5\% U_n$ .

Редуктор масляний трифазний 160 кВА ТМ-160 призначений для передачі та розподілу електроенергії для потреб населення, народного господарства та народного господарства.

Оскільки цей трансформатор не дуже потужний, основні несправності та ненормальні режими роботи наступні:

діаграми;

- обрив обмоток і тріщини в них;

- перегрів трансформатора;

- Пошкодження ізоляції через вологість;

- Перевищення струму споживання трансформаторів.

НУБІП України

Якщо трансформатор має автоматичний вимикач, він видаватиме незвичайний шум.

Перевантаження може виникнути через нерівномірний розподіл користувачів по фазах; Перевантаження через відключення одного з паралельно

з'єднаних трансформаторів. Струми перевантаження відносно малі, тому перевантаження допускається протягом певного часу, який визначається кратністю струму перевантаження порівняно з номінальним струмом.

Трансформатор може перегріватися, коли рівень масла в баку низький або температура всередині трансформатора висока.

Флоативні переломи і переломи при них:

- обрив обмоток в будинку, між обмотками високої та низької напруги або між фазами;

- окінцювання фазних обмоток.

Інші незначні причини, які можуть призвести до поломки трансформатора, включають:

- ослаблені з'єднання - неправильне з'єднання різних металів, неправильні різьбові з'єднання;

- Забруднення нафтою: через забруднення на дні масляного баку утворюються відкладення, волога, вуглець.

- Технічне обслуговування, неправильна експлуатація: це включає відключену або неправильно встановлену систему керування, втрату теплоносія, накопичення бруду, корозію.

- зовнішні фактори: пожежі, вибухи, удари блискавки, підвищена вологість.

Основними параметрами, які можна перевірити в трансформаторі, не відключаючи його, тобто в трансформаторі струму, є наступні параметри:

- температура верхніх шарів масла в резервуарі;

- кімнатна температура;

- рівень масла в баку;

- опір ізоляції;

- фазні струми;
- удар високою напругою.

Температуру вимірюють без перегріву ізоляції обмоток трансформатора: для трансформаторів до 35 кВ з природним охолодженням масла - температуру верхніх шарів масла бака трансформатора.

Якщо температура в трансформаторі підвищується, трансформатор може перегрітися.

Перегрів трансформатора може статися і при зниженні рівня масла в бачку активної частини пристрою.

Автоматичне перемикання трансформатора може відбуватися через зниження опору ізоляції обмоток, відмови внаслідок природного зносу або тривалого перевантаження через недостатнє охолодження, руйнування ізоляції внаслідок пошкодження від механічних ударів або деформації обмоток під час удари, коротке замикання, обмотка через низький рівень масла.

Поточну температуру обмоток можна визначити за поточною температурою масла з урахуванням різниці фазних струмів.

### **5.3 Обґрунтування мінімального набору параметрів для оцінки продуктивності системи та визначення місця несправності**

Продуктивність об'єкта можна описати багатьма його важливими параметрами. На цьому етапі можна керувати об'єктом, встановлюючи ці параметри в допустимих для об'єкта контрольно межах.

Завданнями оперативного контролю є:

1. контроль роботи пункту управління;
2. Прогноз технічного стану об'єкта проекту;
3. шукати місце збою;
4. Реконструкція технічного стану матеріалу експертизи.



Експлуатаційна перевірка: перевіряється відповідність вартості об'єкта контролю вимогам технічної документації і на підставі цього визначається поточний технічний стан об'єкта контролю першого типу.

Прогнозування – це процес, який здійснюється з метою оцінки технічного стану об'єкта регулювання та визначення частоти змін під час експлуатації з метою управління надійністю.

Знаючи закономірності зміни технічного стану об'єкта, можна контролювати його експлуатаційну надійність.

**Моніторинг адміністративного приміщення.** Стан системи та її компонентів має важливі причини. Щоб відрізнити один стан системи від іншого, необхідно виміряти значну кількість параметрів і визначити різні властивості того чи іншого стану. Прапор статусу – це значення, яке дозволяє відрізнити перший параметр від інших.

Для формального аналізу стану системи рекомендується використовувати матрицю.

Для перевірки продуктивності трансформатора була створена матриця помилок параметрів.

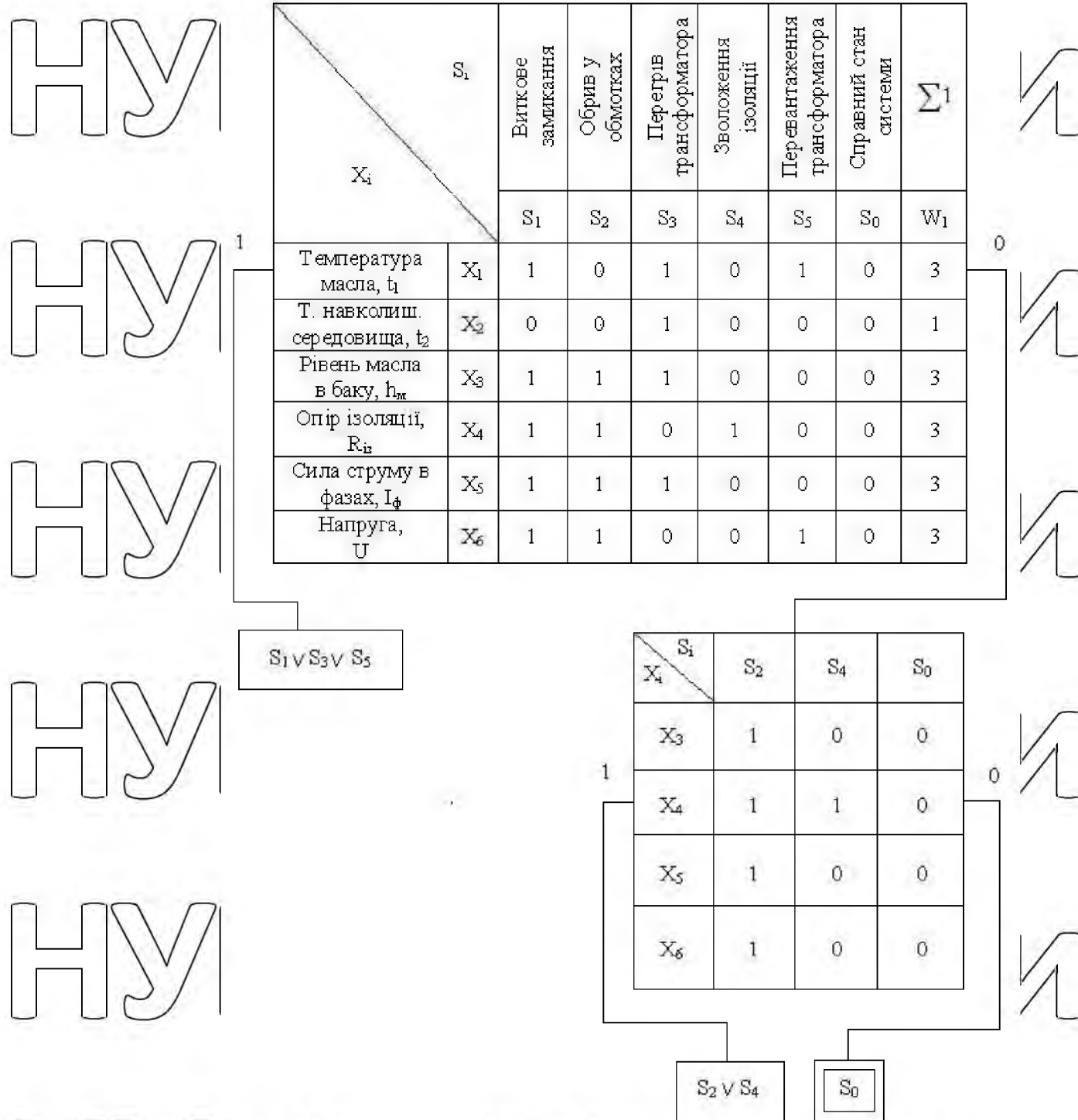
Ця матриця має таке пояснення:

1.  $X_i$  – значення контролюваного параметра;
2. Так - можливий стан системи (помилка);
3.  $S_0$  - робочий стан трансформатора;
- 4.0 - несправність (можлива);
5. 1 – значення параметра  $X_i$  встановлено як недійсне, якщо статус «Так»;
6. 0: вказує, чи є значення параметра  $K_i$  нормальним, коли існує умова  $S_i$ ;
7.  $W_1$  – сума одиниць.

Порядок обробки матриці наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

**Матриця моніторингу продуктивності трансформатора**



Рішення цієї матриці полягає в пошуку мінімального набору параметрів, які можуть визначити, чи буде система працювати чи ні. Якщо будь-який з цих параметрів неправильний, трансформатор вийде з ладу.

Матричні розрахунки показують, що для оцінки ККД трансформатора достатньо двох параметрів  $X_1$  і  $X_4$ . Якщо ці параметри правильні, система працює належним чином ( $S_0$ ), якщо один або обидва неправильні, система несправна ( $S_1$ ).

Це означає, що температуру верхніх масляних шарів бака трансформатора і опір обмоток можна використовувати для управління роботою трансформатора.

Щоб зменшити склад спостережуваних, ми використовуємо вихідну матрицю, яка не знаходиться в стані  $S_0$ , щоб знайти місце несправності.

Порядок обробки матриці в цьому випадку наведено в таблиці 5.2

Значення  $W_i$  додається до матриці таким чином:

$$W_i = ex_{mi}, \quad (5.1)$$

де  $m_i$  – число «1» у полі параметра  $X_i$ ;

Число "0" все ще є в рядку параметра  $X_i$ .

Процедура вибору мінімального складу контрольованих параметрів полягає в наступному. Розраховуємо значення  $W_i$  для кожного параметра. Якщо значення

$W_i$  різних параметрів однакові, вибір параметра, який легше реалізувати на практиці, наприклад  $X_1$ , може розділити вихідний масив на два підмасиви. Для подальших розрахунків значення  $W_i$  також знаходиться в підматрицях.

Метод вибору мінімального набору параметрів для визначення місця несправності завершується, коли вибрані всі можливі стани системи для мінімального набору параметрів. В результаті можна створити таблицю, в якій відображені всі можливі помилки через неправильне встановлення.

Програма визначення несправності наведена в таблиці 5.3

Таблиця 5.2

**Зменшення складу контрольованих параметрів для пошуку місця**

**розташування**

**трансформатор несправний**

# НЗ

$X_1$	$S_1$					$S_1$	Виткове замикання	$S_2$	$S_3$	$S_4$	$S_5$	$W_1$
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$							
Температура масла, $t_1$	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	1	0	1	0	1	6
Т. навіколиш. середовища, $t_2$	$X_2$	$X_2$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	0	0	1	0	0	4
Рівень масла в бакі, $h_m$	$X_3$	$X_3$	$X_3$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	1	1	0	0	0	6
Опір ізоляції, $R_{is}$	$X_4$	$X_4$	$X_4$	$X_4$	$X_5$	$X_6$	1	1	0	1	0	6
Сила струму в фазах, $I_\phi$	$X_5$	$X_5$	$X_5$	$X_5$	$X_5$	$X_6$	1	1	1	0	0	6
Напруга, $U$	$X_6$	$X_6$	$X_6$	$X_6$	$X_6$	$X_6$	1	1	0	0	1	6
												$W_1 = m_1 \times n_0$

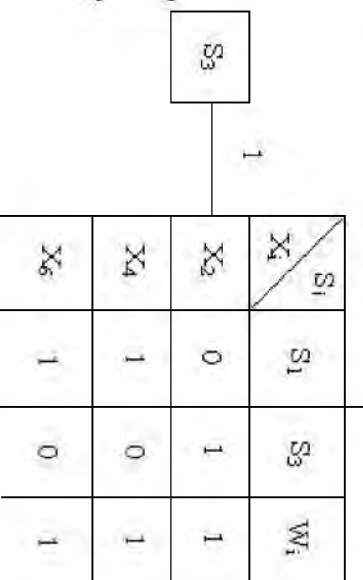
# НЗ

$S_1$	$S_1$	$S_3$	$S_5$	$W_1$
$X_1$	1	1	0	2
$X_2$	0	1	0	2
$X_3$	1	1	0	2
$X_4$	1	0	0	2
$X_5$	1	1	0	2
$X_6$	1	0	1	2

# НЗ

$S_1$	$S_2$	$S_4$	$W_1$
$X_1$	1	0	1
$X_2$	1	0	1
$X_3$	1	0	1
$X_4$	1	0	1
$X_5$	1	0	1
$X_6$	1	0	1

# НЗ



# НЗ

$S_1$	$S_1$	$S_3$	$W_1$
$X_1$	1	1	1
$X_2$	0	1	1
$X_4$	1	0	1
$X_6$	1	0	1

# НУБІГ Українці

Таблиця 5.3

Програма для визначення місця пошкодження

$s_i$ $x_j$		Виткове замикання	Обрив у обмотках	Перегрів трансформатора	Зволоження ізоляції	Перевантаження трансформатора
		$s_1$	$s_2$	$s_3$	$s_4$	$s_5$
Температура масла, $t_1$	$x_1$	1	0	1	0	1
Т. навколиш. середовища, $t_2$	$x_2$	0	0	1	0	0
Сила струму в фазах, $I_\phi$	$x_3$	1	1	1	0	0

Якщо  $x_1 = x_3 = 1$  і  $x_2 = 0$ , то це трансформаторні кола; якщо  $x_1 = x_2 = x_3 = 0$ , то трансформатор працює справно.

Тому, щоб виявити несправність трансформатора, досить перевірити всього три параметри:

- верхня температура масла;
- кімнатна температура;
- значення струму в проводах обмотки.

#### 5.4 Обґрунтування складу діагностичної системи

Відомо, що моделювання складних систем діагностики об'єктів – це процес заміни одного об'єкта іншим з метою отримання інформації про основні характеристики оригіналу та визначення його справжнього стану. Модель представляє об'єкт інакше, ніж його фактичне існування. Методологічно важлива відмінність матеріальних і ментальних (ідеальних) моделей. Перший складається з матеріальних частин і працює за законами природи, незалежно від свідомості

суб'єкта. Ментальні моделі та операції з ними належать до теоретичного рівня дослідження, форми творчого наукового мислення. Необхідність створення та використання ментальних моделей предмета пізнання виникає з кількох причин:

У теорії дослідження математичне моделювання виділяється як комп'ютерний експеримент, який є експериментом у розумінні слова як форми практики, і водночас означає форми творчого наукового мислення на теоретичному рівні. □□

Математичне моделювання зв'язків модель-природа спирається на таке узагальнення теорії рівності, яке відрізняється від якісної неоднорідності моделі і об'єкта належністю до різних форм руху матерії.

Обчислювальний алгоритм також відомий як чітко визначений оператор даних, який дозволяє комп'ютеру перетворювати один набір даних в інший набір даних (введення на вихід).

Кожен алгоритм розрахунку повинен мати такі властивості, як точність і стабільність. Алгоритм розрахунку виконує обробку інформації та прогнозує втрати інформації та її точність. Втрата точності пов'язана з помилками, що виникають на різних етапах розрахунку: модель, апроксимація, вхідні дані, помилки округлення. Стійкість алгоритму розрахунку визначається як властивість, що дозволяє оцінити швидкість накопичення кумулятивної похибки розрахунку і визначається як структурою абстрактного алгоритму розрахунку, так і впливом похибок округлення.

Математичні моделі для пошуку розв'язків диференціальних, інтегральних, алгебраїчних чи числових рівнянь у класі добре відомі.

Створення моделі за класичним підходом полягає в самостійному виборі та оцінці окремих аспектів функціональності реального об'єкта, об'єднанні його окремих компонентів у модель і може бути використано для синтезу простих моделей.

Поведінка складних динамічних об'єктів описується з часів Ньютонів мовою диференціальних рівнянь (неперервних) або диференціальних рівнянь

(дискретних). Головною особливістю таких описів є ідея збереження системи рівнянь у конкретній локальній області в поточному стані об'єкта. Однак за замовчуванням припущення полягає в тому, що набір локальної інформації можна об'єднати в один об'єкт, що дозволяє нам зрозуміти глобальну поведінку (у часі чи просторі) об'єкта.

Що стосується принципу дії систем діагностики складних технічних об'єктів, то відома і широко використовується технологія т.зв. «Контроль конфігурації» основних технологічних параметрів об'єкта діагностики, який може бути використаний при синтезі порівняно простих моделей, під час відокремлення окремих аспектів роботи та можливої незалежної оцінки.

При цьому вартість вирішення задач на основі аналітичних моделей складних динамічних об'єктів явно перевищує переваги бажаного результату або виходить за межі сучасних технічних можливостей.

У середині минулого століття відбулася революція в поглядах вчених на структурно складні механізми, що призвело до появи системного підходу. Перед вбивством вчені намагалися зрозуміти, як працює складний об'єкт, аналізуючи його структурні частини та функціональні зв'язки між ними.

Сучасні дизайнери все частіше намагаються висловити свою думку про частини механізму і поширити знання про весь механізм.

Системний підхід вирішує задачу синтезу складних моделей, які враховують усі чинники та навички, пов'язані з їх значущістю на всіх етапах дослідження об'єкта, і створює масштабну модель відповідно до поставленого завдання.

Математичний інструмент теорії розпізнавання є ефективним рішенням задачі моделювання складних динамічних об'єктів на основі системних принципів.

Конструктивною частиною теорії розпізнавання є власна системна діагностика - ряд логічно пов'язаних розрахункових алгоритмів для аналізу та обробки експериментальних даних, що дозволяє створити діагностичну модель

об'єкта дослідження. Специфіка завдання визначення стану вимагала додавання «класичного» методу виявлення, що складається з правил діагностики на основі вибірки, відбору, прецеденту наявних даних про роботу об'єкта (основний принцип виявлення закономірностей). Теорія розпізнавання) методи аналізу даних на всіх етапах прийняття рішення, аж до діагностичного рішення включно.

Для визначення стану досліджуваного об'єкта систематична діагностика відноситься до класифікації станів, яка оцінюється за шкалою К. У мові формулюються альтернативні рівні (класи) стану об'єкта, напр. "нормальний" відповідний 1 і "ненормальний" - К Звичайно, кожен рівень статусу представлений відповідним об'єктом "контролер"

Мета полягає в тому, щоб призначити об'єктне речення до однієї з цих категорій дієслівних фраз.

Ця діяльність називається діагностикою (від грец.  $\delta\iota\alpha\gamma\text{्न}\sigma\sigma\tau\iota\kappa\acute{o}\varsigma$  — пізнавати). Цей термін прийнятий в медицині і означає діагностичну науку - короткий опис суті і характеру захворювання, тобто процесу діагностики захворювання. У медицині основним принципом більшості методів діагностики є порівняння показників об'єкта (діагностичних ознак) з наявними і відповідними даними. Це називається принципом випередження.

*Раніше* - Це подія, яка сталася в попередньому випадку і служить прикладом або виправданям для наступних (подібних) випадків. Відповідно до цього принципу при розв'язуванні задач у випадках, непридатних для класичного аналізу, чисельні розрахунки наближених розв'язків виконуються за наявності необхідних верифікованих даних об'єкта діагностики (відповідно до прийнятої класифікації порушень). Аналітична модель проходить через аналіз експериментальних даних (режим навчання) для подальшого використання для вирішення діагностичної задачі (режим виявлення).

*Визначити діагностичну проблему об'єкта* У системній діагностиці - це знаходження певного невідомого завдання - рівня (класу) стану об'єкта, відповідного стану даного завдання - сукупності поточних значень діагностичних



властивостей об'єкта, які в свою чергу пов'язує невідоме з заданою задачею: кінцевий набір значень об'єкта з діагностичними властивостями з певним форматом в системі, класи непорожніх і роз'єднаних станів.

Труднощі у вирішенні таких проблем виникають через відсутність навчальної вибірки експериментальних даних, яка є обмеженою, неповною, розпорошеною, суперечливою, спотвореною та часто неоднорідною, залежно від потреб усієї вибірки та її класів, за відповідними рівнями об'єктів і часто неявно різнорідними даними.

Дослідженню простоти створення шаблонів розпізнавання навчання присвячено чимало публікацій, які включають різні підходи та методи імперативного синтезу: від їх параметричного та структурного налаштування до оцінок та рекомендацій експертів у відповідних галузях. Доведено, що під час синтезу навчальних моделей, методів, прийомів і методів реалізації аналізу даних математична теорія використовується на етапах вимірювання та запису даних, фільтрації та стиснення, статистичного аналізу та відбору даних для діагностики. Використовувався в області методів діагностики та виявлення.

Однак відомо, що теорія розпізнавання є придатною моделлю для розробки теорії аналізу даних, оскільки вона вирішує одне з головних завдань: задачу синтезу алгоритмічних процесів для вилучення корисної інформації з різнорідних даних (даних, виміряних у всіх відомих масштабах). . .

Математичне моделювання діагностичної системи в багаторівневому обчислювальному середовищі використовує наявні експериментальні дані для підтримки об'єкта діагностики.

Багатовимірним динамічним об'єктом вважається обмежений набір довільних виходів  $\square(t)$  та/або різнорідних показників, а також особливості структури та динаміки функціонування об'єкта як результату цілеспрямованої дії в часі  $(0, T)$  і може бути на будь-якому з  $K$  альтернативних рівнів  $\square_k$  (класів),  $k = \overline{1, K}$

Параметри моделі системи діагностики об'єкта визначаються за допомогою набору логічно пов'язаних обчислювальних алгоритмів обробки експериментальних даних: набору діагностичних властивостей об'єкта;  $K$  систем логічних векторів: розмірності суми всіх значень всіх діагностичних функцій і правил діагностики альтернативних станів (класів) об'єкта діагностики.

Діагностична модель зберігається як «карта»:

$$(T, K, Y, X, E), (\square, \square), L, V, d, \square (T) \quad (5.2)$$

тут  $T = (0, T)$  замкнутий інтервал часу роботи об'єкта;

$K$ -кількість альтернативних станів (класів) об'єкта;

$L$ -має забагато довільних початкових значень об'єктів;

$MS$ - повний набір усіх початкових значень об'єкта;

$F$ -сімейство функцій, що застосовуються з початкових значень об'єкта;

$\square$  - допустиме значення ймовірності першого типу помилкового діагнозу;

$\square$  - допустиме значення ймовірності другого виду помилкового діагнозу;

$\square$  - мінімальний час між двома послідовними діагностичними запитами;

$V$ -набір значень діагностичних функцій, проіндексованих альтернативними станами перед компіляцією об'єкта;

$\square$  Булева векторна система станів об'єктів (класів)  $(\square = \square \square k, k \neq); 1, K$

$D$ -правило діагностики метрики  $(0 \square d \square 1)$ ;

$\square$  Оцінка точності апроксимації станів об'єктів (класів) системою булевих опорних векторів  $\square (0 \square \square (\square) \square 1)$ .

Особлива проблема виникає при аналізі експериментальних даних щодо їх узгодження з діагностичною задачею, рішенням якої буде набір необхідних і достатніх діагностичних сигналів для зв'язку визначених на той момент діагностичних значень з класом, стан об'єкта, з необхідною точністю.

Перш за все, необхідно проаналізувати різноманітні показники та функції, наявні в структурі та динаміці функції об'єкта, визначити інформаційну та діагностичну функції.

Друге завдання системної діагностики полягає у визначенні цих завдань у вигляді достовірного опису значення всіх обраних діагностичних функцій для альтернативних рівнів (класів) об'єктів і виборі діагностичного правила (рішення) для порівняння. «Набір фактичних значень діагностичної функції з необхідним рівнем стану, визначеним з опису рівня

Серія логічно пов'язаних алгоритмів обчислення діагностики системи виконує наступні кроки.

*встановити* Випадкові ініціали (сигнали) Топологія об'єкта, що діагностується

*встановити* Інтегральний ступінь близькості станів (класів) за час життя закритого об'єкта.

Сканування поверхні для визначення початкових випадкових значень об'єкта визначає структурні та діагностичні властивості об'єкта.

Важливість інформативних діагностичних функцій залежить від того, чи існують окремі та безперервні функції для вирішення цієї діагностичної проблеми.

*Розраховано* Критерій інваріантності набору структурної діагностичної інформації

*Розраховано* система векторів булевих норм станів об'єктів (класів), яка враховує фіксовані (допустимі) значення ймовірності помилкових діагнозів першого і другого типів.

*вводить* Діагностичні метричні правила: відстань між поточним набором значень діагностичних властивостей і системою логічних норм векторних станів (класів) об'єкта.

Логічна векторна система об'єктів (класів) обчислює критерії ефективності.

Тому, з точки зору системи, дослідник діагностує систему за допомогою математичних засобів або чогось подібного, моделює стан (моніторинг) діагностичної системи, спирається на аналіз досліджуваного об'єкта всіма доступними засобами, тобто. включаючи дані підрахунку. Методи лікування, у

свою чергу, синтезують функцію діагностичної системи для аналізу об'єктів одного класу.

Очевидно, що математичні моделі пов'язують лише явища реального світу, їх адаптація до цих явищ залежить від рівня розвитку даної галузі знань і ступеня розуміння внутрішнього механізму явищ. Однак за допомогою моделей можна виявити внутрішні зв'язки об'єкта, щоб отримати точні (кількісні) властивості.

На основі класичного (індуктивного) підходу до моделювання діагностичних систем тема дослідження розглядається як система через перехід від окремого до загального, а модель синтезується шляхом поєднання окремо розроблених компонентів.

Однак системний підхід полягає в послідовному переході від загальності до індивідуалізму, коли мета роботи об'єкта є інтенціональною, тобто об'єкт розглядається як планова сукупність усіх взаємопов'язаних елементів.

Системний підхід передбачає, що кожен об'єкт є агрегованою одиницею, навіть якщо він складається з окремих підрозділів (підсистем).

Ці два способи пізнання простих і складних елементів предмета пов'язані між собою органічною єдністю. Аналіз простих елементів об'єкта базується на знанні його складних сторін. Крім того, вивчення складних зв'язків між об'єктами базується на знанні їх нормальних зв'язків. Тому ця дисципліна викладається в процесі моделювання діагностичної системи в органічно пов'язаних формах аналізу та діалектичного синтезу.

Вважається, що наука спочатку розпізнає більш складні і зрілі форми об'єкта, а вже потім, спираючись на набуті знання, починає розкривати природу простих еполук.

Системна концепція пошуку проблеми в процесі діагностики «від цілого до структурних частин» є основою системної діагностики, структурної частини теорії інформації

Процеси розпізнавання супроводжують життя людини від народження до кінця. Це частина мислення. Сучасні діагностичні системи значно розширили

можливості людини. Однією з важливих особливостей діагностичних завдань є їх розмір, число, що виражає міру всіх значень всіх діагностичних функцій системи, що діагностується. Асимптотична складність алгоритму вирішення визначає розмір проблеми, яку алгоритм може розв'язати.

Можна припустити, що через колосальне збільшення швидкості обчислень сучасного покоління комп'ютерів значення ефективних алгоритмів зменшиться. Однак все навпаки. Оскільки машини працюють швидше і можна розв'язати більше проблем, складність алгоритму визначає збільшення розміру проблеми, якого можна досягти зі збільшенням швидкості машини.

Асимптотична складність алгоритму є важливим показником якості алгоритму для розв'язування діагностичних задач і обіцяє стати ще більш важливою зі збільшенням швидкості обчислень.

Відомо, що функціональний підхід до побудови систем штучного інтелекту полягає в побудові та відтворенні різноманітних алгоритмів, які визначають конкретні функції людини на звичайних комп'ютерах. Серед цих функцій особливо важливими є проблеми класифікації, проблеми розпізнавання образів і діагностики, навчальні завдання (набуття знань), здатність користуватися природною мовою, здатність виконувати цілеспрямовані дії, інтелект тощо. Також відомо, що завдання проектування штучного інтелекту поділяються на два різні рецепти: вузький і широкий. Власне кажучи, вважається, що проблема може бути вирішена, якщо є можливість реалізувати систему програм і відповідного комп'ютерного інформаційного контенту, яка якимось чином виконує важливі діалоги на природній мові. При цьому комп'ютер повинен володіти знаннями (уміннями) і здатністю засвоювати нові знання (уміння), так що людина, яка веде з ним діалог протягом тривалого часу, не відрізняє його від діалогу з подібним .

структура зі снізьним сніврозмовником. Особа. Це називається тестом Тюрінга. Рівень тесту Тюрінга вже недостатній для автоматизації значної частини інтелектуальної праці. Слід зазначити, що автоматизація інтелектуальної діяльності не обмежується. Часто відома теорема Геделя про неповноту

структура зі снізьним сніврозмовником. Особа. Це називається тестом Тюрінга. Рівень тесту Тюрінга вже недостатній для автоматизації значної частини інтелектуальної праці. Слід зазначити, що автоматизація інтелектуальної діяльності не обмежується. Часто відома теорема Геделя про неповноту

арифметики доводить такі обмеження, суть яких полягає в тому, що будь-яка формальна теорія, яка складається з арифметики натуральних чисел, є неповною в тому сенсі, що вона не обов'язково містить справжню теорію, але це формально

не впливає з аксіоми даної теорії (це неможливо довести). Цей аргумент

непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машини, а й

для тієї, до якої ця теорія застосовується. Водночас ніщо не заважає машині (як і

людині) виходити за межі чистого абстрактного мислення, особливо

спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті своєї

діяльності. Справа в тому, що будь-яка формальна теорія, яка складається з

арифметики натуральних чисел, є неповною в тому сенсі, що вона не обов'язково

містить щось, що є внутрішньо істинним.  $\square$  але формально це не впливає з

аксіоми цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий щодо

межі Геделя. Ці теореми стосуються не лише машини, але й людини, яка

залишається в межах теорії. Водночас ніщо не заважає машині (як і людині)

виходити за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження

(досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті своєї діяльності. Справа

в тому, що будь-яка формальна теорія, яка складається з арифметики натуральних

чисел, є неповною, оскільки він не обов'язково містить істину по суті, але це

формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей

аргумент не є переконливим, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для

машини, але й для людини, яка залишається в межах цієї теорії. Водночас ніщо не

заважає машині (як і людині) виходити за межі чистого абстрактного мислення,

особливо спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті

своєї діяльності, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це

неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми

Геделя важливі не лише для машини, але й для людини, яка залишається в межах

цієї теорії. При цьому ніщо не заважає машині (як і людині) виходити за межі

чистого абстрактного мислення, включаючи спостереження (досвід), абстрактне

мислення, практику в контексті своєї діяльності, але це формально не впливає з

його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий щодо обмежень Геделя. Ці теореми стосуються не лише машини, але й людини, яка підпадає під дію цієї теорії. При цьому ніщо не заважає машині

(як і людині) вийти за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики, межі самої діяльності, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми

Геделя важливі не лише для машини, але й для людини, яка залишається в межах цієї теорії. Водночас ніщо не заважає машині (як і людині) виходити за межі

чистого абстрактного мислення, особливо спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті своєї діяльності, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент

непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машини, але

й для людини, яка залишається в межах цієї теорії, виконувати справи в межах своєї діяльності, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми

Геделя важливі не лише для машини, але й для людини, яка залишається в межах

цієї теорії. Водночас ніщо не заважає машині (як і людині) виходити за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті своєї діяльності, але це формально не впливає з

його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент

непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машини, але

й для людини, яка залишається в межах цієї теорії, виконувати справи в межах своєї діяльності, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми

Геделя важливі не лише для машини, але й для людини, яка залишається в межах

цієї теорії. Водночас ніщо не заважає машині (як і людині) виходити за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті своєї діяльності, але це формально не впливає з

його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машин, а й для людей, які залишаються в межах цієї теорії, але це формально не впливає з

його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машин, а й для людини, яка залишається в межах цієї теорії. Водночас ніщо не заважає машині (як і людині) виходити за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті своєї

діяльності, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машин, а й для людини, яка залишається в межах цієї теорії, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це

неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машин, а й для того, хто залишається в межах цієї теорії. Водночас ніщо не заважає машині (як і людині) виходити за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження (досвіду), абстрактного

мислення, практики в контексті своєї діяльності, але це формально не впливає з

його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машин, а й для людини, яка залишається в межах цієї теорії, оскільки межі теореми Геделя

важливі не лише для машин, а й для людини, яка підлягає цій теорії. Водночас

ніщо не заважає машині (як і людині) виходити за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження (досвіду), абстрактного мислення, практики в контексті своєї діяльності, але це формально не впливає з його аксіоми для цієї

теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі

теореми Геделя важливі не лише для машин, а й для людини, яка залишається в межах цієї теорії, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машин, а й для людини, яка підлягає цій теорії. При цьому ніщо не заважає машині (як

і людині) вийти за межі чистого абстрактного мислення, особливо спостереження



(досвід), абстрактне мислення, практика в контексті вашої діяльності. але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машини, але й для людини, яка залишається в межах цієї теорії. виконувати

вправи в межах своєї діяльності. але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент непереконливий, оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машини, але й для людини, яка залишається в межах цієї теорії. виконувати вправи в межах своєї діяльності. але це формально

не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент не є переконливим. оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машини, а й для людини, що залишається в межах цієї теорії/ виконувати вправи в межах своєї діяльності. але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це

неможливо довести). Цей аргумент не є переконливим. оскільки межі теореми Геделя важливі не лише для машини, але й для людини, яка залишається в межах цієї теорії. виконувати вправи в межах своєї діяльності. але це формально не впливає з його аксіоми для цієї теорії (це неможливо довести). Цей аргумент не

є переконливим.

Тому є підстави вважати, що наступним важливим кроком у розвитку комп'ютерних діагностичних систем стане орієнтація на архітектуру комп'ютера. Необхідно навчитися систематично навчати нейромашини для діагностики стану складних багатовимірних динамічних систем.

Однак все це стосується лише технічної сторони процесу. Виявляється, є й інша сторона - нейрокомп'ютерне програмне забезпечення. Цьому треба вчитися.

Діагностика трансформатора пропонує:

- оцінити технічний стан працюючого трансформатора;
- Консультація щодо подальшої експлуатації трансформатора;
- перевірити «рятувальний круг» електрообладнання;
- записувати результати дослідження та рекомендовані рекомендації

На підставі проведених розрахунків ми дійшли висновку, що для перевірки роботи трансформатора достатньо перевірити лише три параметри, тому за цими параметрами склад діагностичної системи такий.

З урахуванням характеристик робочих впливів і режимів роботи силового трансформатора в сільських приймальних станціях, а також результатів теоретичних і експериментальних досліджень складено конструктивну схему цифрового пристрою діагностики режимів роботи трансформатора (рис. 5.1). □□

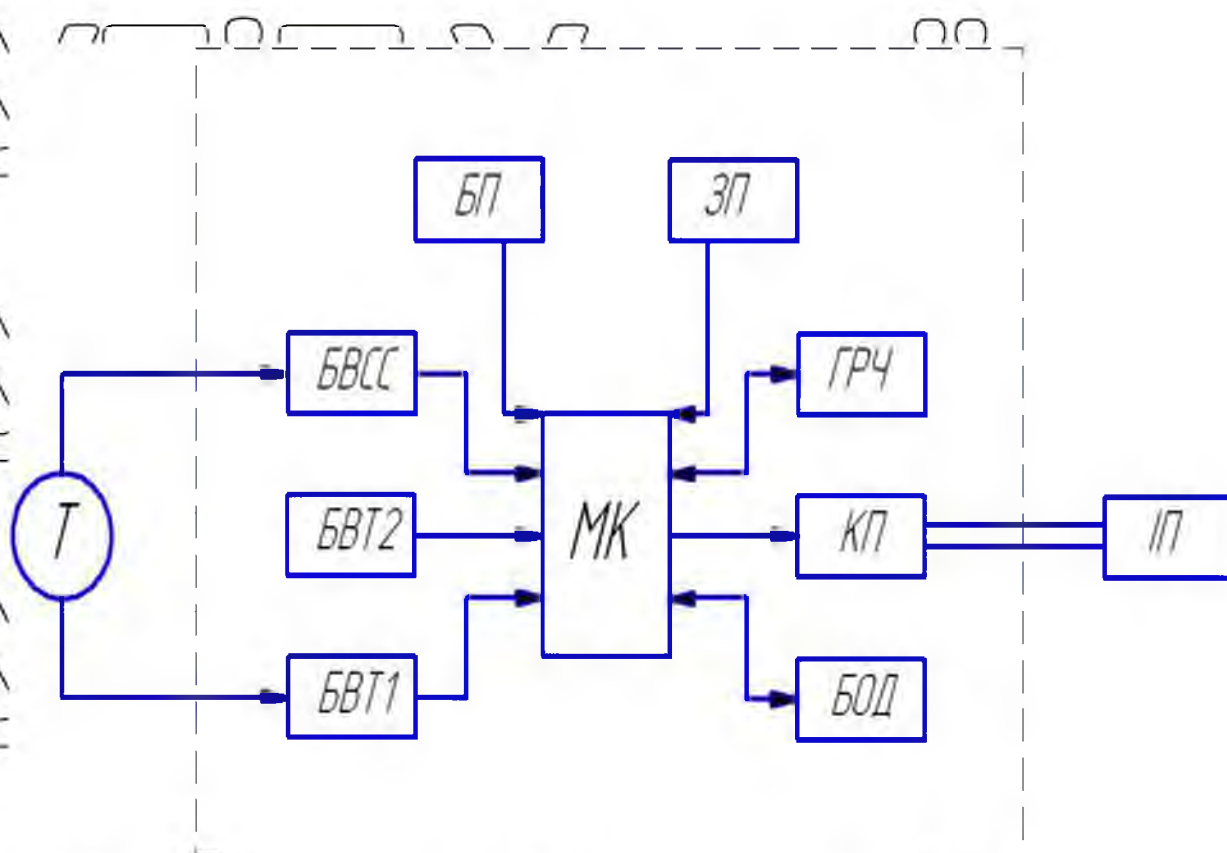


Рис. 5.1 Конструктивна схема цифрового діагностичного пристрою

Т - силовий трансформатор; БВСС - одиниця вимірювання струму; БВТ1 - блок вимірювання температури масла; БВТ2 - одиниця вимірювання кімнатної температури; МК - мікроконтролер; БП - блок живлення; БД - запам'ятовуючий пристрій; НРС - годинник реального часу; КП - вузол зв'язку; БРС - блок обміну даними; пристрій ІР-інтерфейсу.

Запропонований пристрій визначає поточну температуру обмотки при поточній температурі масла з урахуванням різниці струмів між фазами

трансформатора і теплоспоживання ізоляційного середовища за таких умов. Для реалізації запропонованого методу діагностики використано монокристалічний мікроконтролер, який на основі математичної моделі теплових процесів трансформатора та формування вихідних сигналів розраховує поточні температури обмоток трансформатора та загальну витрату ізоляції. джерело. . □□ також зберігати постійні базові моделі теплових параметрів пристроїв, підключених до мікроконтролера.

Температура верхніх шарів масла в трансформаторі вимірюється датчиком температури Pt100. Датчик підходить для вимірювання температури рідких, газоподібних і розплавлених середовищ. Пристрій має такі технічні параметри (табл. 5.4).

Таблиця 5.4

#### Характеристики датчика Pt100

модель-	DPF (Pt100)
клас толерантності	12.
тип шару термопар	подвійна ізоляція
З'єднання заблоковано	M20x1,5
основний вид	Пластиковий стакан
Захисний армуючий матеріал	Сталь 12Х18Н10Т
температурний діапазон	-100...+500
навантаження	0,63 МПа

Датчик має перетворювач сигналів, який перетворює аналогові сигнали теплового опору в рівномірні аналогові сигнали 4-20 мА. Передавачі повинні бути встановлені на голівці оптоволоконного датчика. Структурна схема САУ наведена на рис. 5.2



Рис. 5.2. Структурна схема системи автоматизації.

Для вимірювання температури верхніх масляних шарів трансформатора в кришці бака трансформатора встановлено датчик (рисунок 5.3).



Рис. 5.3. Датчик температури з перетворювачем.

Для вимірювання температури навколишнього середовища використовувався термодатчик TSM (50M) (рисунок 5.4).



Копання 5.3. Датчик кімнатної температури TSM (50M)

Технічні характеристики вимірювального датчика температури TSM (50M) представлені в таблиці 5.5

Таблиця 5.5

Технічні характеристики датчика TSM (50M)

модель	TSM (50 мільйонів)
клас толерантності	0,1 або 0,5
тип шару термопар	подвійна ізоляція
годувати	30 мА
основний вид	оптичне волокно
Напруга живлення	12 ... 36 В
температурний діапазон	-40 ... +70
Збройні сили	IP54

Датчик встановлений в шафі автоматики в трансформаторі.

Для вимірювання струму виберемо датчик струму серії АСТ (рисунк 5.5).



Рис. 5.5. Трансформатори струму серії АСТ

Технічні характеристики трансформатора струму.

Тип-АСТ-2.

Підключення до вимірювальної схеми безконтактне.

Головний аналоговий вихід.

Максимально допустимий струм 2000 А.

Вимірювання постійного струму: так.

Вимірювання змінного струму: Так.

Вимірювання імпульсного струму: Так.

Напруга живлення - 0 ... 10 В.

Робоча температура - -25 ... 75.

Трансформатор струму з'єднує трансформатор і генератор сигналу. У серії АСТ є перемикач для вибору діапазону вхідного струму. Вихідний сигнал 4-20 мА.

Інформація про поточний стан трансформатора збирається в одиницях виміру для фаз: BVSS, температура верхніх шарів масла ВАТ1 і температура навколишнього середовища ВАТ2. Перетворені сигнали з вимірювальних вузлів надходять на вхід МК для подальшого вдосконалення вихідних сигналів з урахуванням поточних значень контрольних параметрів режиму роботи трансформатора. За допомогою діагностичного засобу можна збирати та архівувати інформацію про режими роботи силових трансформаторів у великій пам'яті. Годинник реального часу (RHC) використовується для моніторингу параметрів і аварійного моніторингу та надає інформацію про стан трансформатора в режимі реального часу. Зібрана інформація про режими роботи

трансформатора передається в блок обміну даними (DOC) на передавач. Він пропонує трансляцію з модему GSM/GPRS із вбудованим зчитувачем SIM-карт. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключено інтерфейсний пристрій (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232.

Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення

забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключено інтерфейсний пристрій (IP). Останнє можна зробити за допомогою комп'ютера, мобільного телефону чи іншого пристрою з інтерфейсом RS-232. до якого підключено інтерфейсний пристрій (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон

або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або

інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключено інтерфейсний пристрій (IP).

Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. до якого підключено інтерфейсний пристрій (IP). Останнє

можна зробити за допомогою комп'ютера, мобільного телефону чи іншого пристрою з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP).

Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключено інтерфейсний пристрій (IP). Останнім може бути

комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнє можна зробити за допомогою комп'ютера, мобільного телефону чи іншого пристрою з інтерфейсом RS-232.

Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення

забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення

забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнє можна зробити за допомогою комп'ютера, мобільного телефону чи іншого пристрою з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення

забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення

забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232.

Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу 5 В. Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний

порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232. Універсальний блок живлення забезпечує стабільну напругу



5. В Пристрій також можна встановити та налаштувати через комунікаційний порт (CP), до якого підключений інтерфейсний блок (IP). Останнім може бути комп'ютер, мобільний телефон або інший пристрій з інтерфейсом RS-232.

Алгоритм роботи діагностичного пристрою в режимі трансформатора струму в основному визначається не схемним рішенням, а програмним забезпеченням мікроконтролера, оскільки це найважливіший елемент даного пристрою.

Процес формування перших параметрів складається з декількох етапів, які виконуються КТ: вимірювання струму в фазах трансформатора; Вимірювання температури масла; Розрахунок температури фазної обмотки; Розрахунок сумарної теплової потужності теплоізоляції за цих умов [11]; Зберігання даних режиму роботи в носії, який передає зібрану інформацію відправнику через ВРС.

Паралельно з основним циклом МС може виконувати операції з визначення основних параметрів математичної моделі теплових процесів засобу діагностики; Виведення та видалення інформації, що зберігається в пам'яті, через пристрій інтерфейсу.

Перші параметри - значення температури обмотки і загальне теплоспоживання ізоляції в кожній фазі - генеруються циклічно. Частота дискретизації вихідних сигналів залежить від швидкості зміни сигналу, що змінюється, і повинна бути вдвічі більшою за частоту [11]. Для трансформатора ТМ-160/10 період дискретизації становить 300 секунд.

За допомогою модуля GSM/GPRS трансмітер може отримувати та відображати оперативну інформацію від трансформатора, зберігати її в базі даних та відображати всю інформацію, отриману в пункті видачі за звітний період. На підставі отриманої інформації ми можемо оцінити поточний технічний стан трансформатора і при необхідності дати рекомендації щодо подальшого обслуговування.

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Перелік основних нормативних документів

1. Закон України «Про охорону праці». Постанова ВР України № 229-IV 2002-11-21 зі змінами та доповненнями 2003-11-25 № 1331-IV 2013-12-23 № 1334-IV 2004-12-23 № 228.
2. Закон України «Про пожежну безпеку» Верховного Суду 1993р 17 грудня дозвіл. 3747-XII.
3. Закон України «Про автомобільний транспорт». 1993 р. Верховної Ради України 28 січня дозвіл
4. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» Верховної Ради України 1994р. 24 лютого
5. ССБП-ДСТУ 2293-93. "Система стандартів охорони праці. Терміни та визначення".
6. ГОСТ 2272-93 Протипожежний захист. Терміни та визначення.
7. ГБН А 3.1-3-94. Приймання закінчених будівництвом об'єктів.
8. Проста система індикаторів стану для фіксації умов і економії робочої сили. Прийнятий рішенням Держнаглядохоронпраці України від 31.03.1994 № 27.
9. НАПБ А.01.001-95. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені МВС України в 1995 році 22 червня постановою № 400, зареєстрований в Міністерстві юстиції України у 1995 році. 14 липня Ні. 219/95.
10. Типова схема служби охорони праці: затв. Відповідно до наказу Держнаглядохоронпраці в Україні від 03.08.1993 р. № 73, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 30.09.1993 р. № 140.
11. ДНАП 0.00-4.12-94. Типове положення про навчання, інструктажі та перевірку знань працівників з питань техніки безпеки та гігієни, затверджене постановою Держнаглядохоронпраці України від 04.04.2019. 04. 94 № 95/309.
12. Положення про санітарний огляд працівників певних категорій; затв. Наказом МОЗ України від 31.03.1994 р. № 45, зареєстрованим в Міністерстві юстиції України 21.06.94 р. за № 136/345.

13. Положення про розслідування та оформлення нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах та організаціях: затв. 1993 р. Кабінету Міністрів України 10 серпня резолюція № 623.

14. ДНК 0,00-4,26-96. Опис порядку забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України в 1996 році, 18 листопада Ні. 667/1692. Діє від 29.11.96.

15. ДНК 0,03-3,30-96. Національні стандарти гігієни та правила захисту населення від електромагнітних випромінювань Зареєстровано в Міністерстві юстиції України в 1996 році, 29 серпня Ні. 488/1513. Діє від 29.11.96.

16. Правила технічної експлуатації електростанцій і мереж / Міненерговугілля УРСР. - 14-те покращене та доповнене видання, зі змінами № 1 та № 2. КБ 34.20.501. - М.: Энергоатомиздат, 1989.-- 288с.

17. Правила технічної експлуатації електрообладнання споживачів / Держенергонагляд в Україні.: - К.: Дисконт, 1995, - 260с.

18. Принципи технічної експлуатації систем теплопостачання та централізованих теплових мереж / Держенергонагляд в Україні.: - К.: Дисконт. 1995 - 81 рік.

19. Принципи безпечної експлуатації електроустаткування. ДНАП 1.1.104.01-97. Національна гвардія України. - М.: Мегменіс, 1997.-265 с.

20. Принципи безпечної експлуатації електроустаткування споживачів. ДНАП 0.00.1.21.-98. Державний нагляд за охороною праці в Україні.: - К.: Основ. 1998-380

21. ПКД 34.03.103-96. Система управління охороною праці Міненерговугілля. Наказ затверджений Міністерством енергетики України 24 квітня 1996 року.

22. ГКД 102-95 від 34 груд Навчання, орієнтація та перевірка знань працівників підприємств, установ та організацій Міненерго України з питань охорони праці та експлуатації обладнання. Розділовий знак.

23. Правила користування та перевірки захисних пристроїв в електроустановках / ПЗ Союзтехенерго. - 7-е видання, фр і доп. - М.:

Енергоатомиздат, 1983. - 64 роки

24. Інструкція з надання першої медичної допомоги потерпілим під час технічного обслуговування електрообладнання. через технологію. Захист і слідство. Реконструкція Міненерго УРСР. - М.: Енергоатомиздат, 1987 - 64 роки.

25. Інструкція з блискавкозахисту будівель і споруд. РЕЗ 34.21.122-87. - М.: Енергоатомиздат, 1989. - 56с.

26. Норми пожежної безпеки для енергетичних компаній, підприємств і організацій України.

27. Правила безпечної роботи з інструментами та обладнанням. ДНАП 1.1.10-1.04.-01. Держенергонагляд в Україні: - К.: Сільний, 2001. - 176 бал.

Безпека та здоров'я працівників займає особливе місце серед усіх інших виробничих питань, адже від цього залежить життя та здоров'я працівників.

Спільне управління та відповідальність за охорону праці та безпеку в державних організаціях. Адміністратор магазину відповідає за безпеку магазину. Дотримання правил охорони праці перевіряє експерт з охорони праці.

Після заявки буде проведено вступний інструктаж та орієнтування на робочому місці.

На робочому місці діють інструкції з техніки безпеки. Комбінезон, черевики та інші засоби захисту надаються безкоштовно. Розслідування нещасних випадків проводиться згідно з «Правилами розслідування і ліквідації нещасних випадків на виробництві». Результати оформляються формою НІ та вносяться до журналу реєстрації ДТП.

## 6.2 Аналіз умов праці в цехах

Ризиками у виробничому цеху є: шум, вібрація, ризик ураження електричним струмом, ризик вибуху, наявність газів, рухомих машин і механізмів.

Характеристики екологічного магазину такі: іноді підлога мокра; У кузнях і електрозварювальних цехах багато газу, є потреба в припливному і витяжному повітрі, у ванній кімнаті велика вологість.

Результати аналізу шкідливих і небезпечних виробничих процесів і фактори наведені в таблиці 6.1.

### 6.3 Створення заходів для забезпечення безпеки та безпеки

Для запобігання пошкодженням відкриті обертові частини електроприводів і крокових машин закривають захисними кожухами. Використовується архітектурно розроблена звукоізоляція. Для усунення високої вологості в пральних машинах і забезпечення витяжки повітря з міркувань безпеки, пральні машини обладнані вентиляторами типу С4-70 №2, а пральні машини обладнані пристроями безпеки та сепараторами.

Для видалення пилу в діагностично-ремонтному відділенні встановлено повітродувку Ц4-70 №4, у ковальсько-зварювальному – всмоктувальний та витяжний апарат. Зварювальні трансформатори заземлені.

Електроустановки захищені від ударів блискавки та прямих розрядів.

### 6.4 Розрахунок ЗІЗ

Розрахунок потреби в засобах електрозахисту, необхідних для нормальної роботи електрообладнання, проводиться згідно технічних умов ПТБ (табл. 6.2).

Таблиця 6.1

Результати аналізу шкідливих і небезпечних виробничих процесів в цеху.і

Назва району, місце роботи.	категорія, діяльність							Характеристики потенціалу безпеки
	в залежності від характеру місцевості	в залежності від електронної пошти ступінь	за вибуховістю	в залежності від ступеня блискавкозахис	в залежності від вогнестійкості будівлі	в залежності від ступеня згоряння матеріалів	перед уроком вибуховий і горючий	
1	два	3	4.	5	шостий	сьомий	вісім	дев'ять
Приміщення зовнішньої мийки та демонтажу.	особливо мокрий	надзвичайно небезпечно	ІР пожежна небезпека	ІІІ	ІІ	упертий	d.	п'янкий ризикгідравлічне пошкодження
Відділ обслуговування та діагностики	сухий	найбільша небезпека	ІІ-ІІ пожежна небезпека	ІІІ	ІІ	упертий	ГРАМИ	Пил, ризик травми на роботі
Ремонтно-монтажна ділянка	сухий	найбільша небезпека	ІІ-ІІ пожежна небезпека	ІІІ	ІІ	упертий	ГРАМИ	Під час слюсарних робіт існує небезпека травмування
Відділ зв'язків з громадськістю автомобільних і тракторних	сухий	найбільша небезпека	ІІ-ІІ пожежна небезпека	ІІІ	ІІ	упертий	ГРАМИ	Трамвайна небезпека при роботі з обладнанням
Тестування та налаштування двигуна	сухий	найбільша небезпека	ІІ-ІІ пожежна небезпека	ІІІ	ІІ	упертий	ГРАМИ	Трамвайна небезпека при роботі з обладнанням
Створення піар-зони та паливної бригади	сухий	найбільша небезпека	небезпечна пожежа АІІ	ІІІ	ІІ	упертий	ГРАМИ	Трамвайна небезпека при роботі з обладнанням
Заправка та посадка в авто	сухий	найбільша небезпека	ІІ-ІІ пожежна небезпека	ІІІ	ІІ	уперти й	ГРАМИ	Наявність ударного інструменту

Продовження таблиці 6.1

1	два	3	4.	5	шостий	сьомий	вісім	дев'ять
Ремонт автомобілів та електромонтаж	сухий	найбільша небезпека	П-П пожежна небезпека	III	II	упертий	МАЛІЙ	Наявність парів етилового спирту
Солоні огірки	сухий	найбільша небезпека	П-П пожежна небезпека	III	II	упертий	ГРАМИ	Наявність пилу, диму, кислот
Місце для зарядки та зберігання акумуляторів	найбільша небезпека	найбільша небезпека	Вибуховий матеріал V-Ia	III	II	упертий	ГРАМИ	Пари сірчаної кислоти
мідна листова частина	без особливої небезпеки	найбільша небезпека	IP пожежна небезпека	III	II	упертий	ГРАМИ	ризик отримання травми
Склад запчастин	без особливої небезпеки	найбільша небезпека	IP пожежна небезпека	III	II	упертий	ГРАМИ	запорошений
Слюсарно-механічний відділ	найбільша небезпека	сухий	IP пожежна небезпека	III	II	упертий	ГРАМИ	ризик отримання травми
Sh Tech	найбільша небезпека	сухий	IP пожежна небезпека	III	II	упертий	ГРАМИ	ризик отримання травми
зона зварювання	найбільша небезпека	сухий	IP пожежна небезпека	III	II	упертий	ГРАМИ	Пил, ризик опіків
підробка	найбільша небезпека	сухий	П-П пожежна небезпека	III	II	упертий	ГРАМИ	Пил, ризик опіків
вентиляційне приміщення	найбільша небезпека	сухий	□□	III	II	упертий	d.	Пил, шум, вібрація

Таблиця 6.2

Необхідна кількість електричних захисних пристроїв.

Назва профілактичних заходів	фарба, модель-	нормальний документ	багато
індикатор напруги	УНН-10	ТУТ 10130-09-34	4 речі.
ізоляційні кліщі	К-1000	ПР 34-13-16-32	4 речі.
діелектричні рукавички		ТУ 38-106359-79	Дві пари
Слюсарний комплект утеплений	КДМУ	ТУ 38-28-10072	2 шт.
переносне заземлення		ГОСТ 13385-78	2 шт.
діелектричні бахіли		ГОСТ 124026-76	Дві пари
Знаки та символи безпеки		ГОСТ 4997-75	2 шт.
діелектричні джинси		ГОСТ 124026-76	2 шт.
захисні окуляри	ЗП-80	ГОСТ 124013-75	4 речі.
переносні огорожі		ГОСТ 126026-78	2 шт.
шапка		ГОСТ 10182-78	4 речі.
електричні плоскогубці	Д-90	ООН 2504-857-26	2 шт.

### 6.5 Розрахунок заземлюючих пристроїв

Одним із найпоширеніших засобів захисту від ураження електричним струмом, коли порушується цілісність електричної ізоляції та виникає напруга на струмопровідних частинах відповідного електротехнічного та технологічного обладнання, є захисне заземлення. Наведені розрахунки для заземлювача ЗТП-400-10/0,4. Заземлювач виготовлений із сталеві основи прямокутної форми діаметром 4x40 мм, з вертикальними електродами діаметром 0,012 м і довжиною 5 м, розташованими на глибині  $l = 0,8$  м від поверхні землі. Грунт з двошаровою структурою:  $1 = 450$  Ом м,  $2 = 280$  Ом М,  $h_1 = 3,5$  м,  $\square_1 / \square_2 = 1,607$ . Довжина мережі 10 кВ, траєкторія прольоту  $L_y = 45$  км, довжина кабелю  $L_k = 15$  км.

Природним заземлювачем виступає залізобетонний фундамент будівлі (площа 50 м<sup>2</sup>).



1) Розглянуто вимоги до мережі 0,38 кВ.

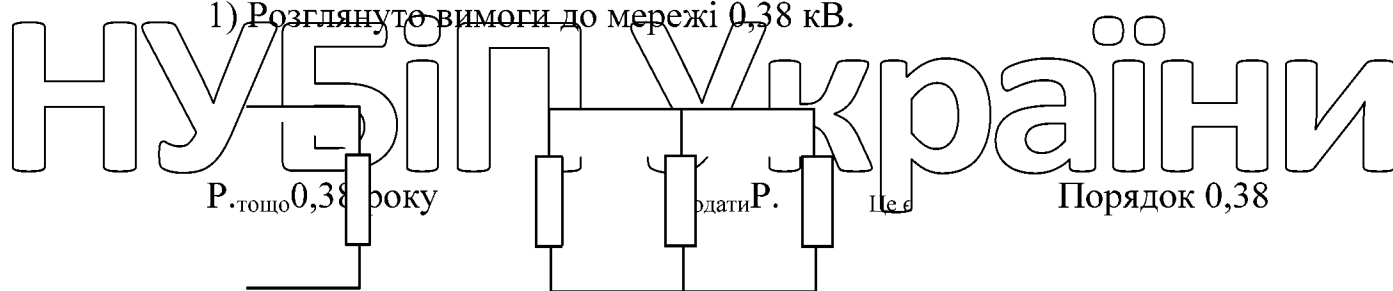


Рис. 6.1. Пристрій підходить для мережі 0,38 кВ

Для визначення допустимого значення заземлювача розраховують еквівалентний питомий опір двошарової підлоги за формулою:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_2 (k + \sqrt{k^2 + h_1^2}) + \rho_1 (k_1 - l)} \quad (6.1)$$

низький = 1 інвалідність  $\square\square\square 2.$

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{450 \cdot 280 \cdot 1 \cdot 5}{450 \cdot (0,8 + 5 - 3,5) + 280 \cdot (3,5 - 0,8)} = 351,76 \text{ Ом}.$$

Опір природного заземлювача визначається:

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

Де еквівалентне значення опору заземлення, Ом  $\rho_{\text{эф}}$

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

Де коефіцієнти,  $-\alpha, \beta, \rho_1 > \rho_2$   $\alpha = 3,6, \beta = 0,1$

$$\rho_{\text{эф}} = 450 \cdot \left( 1 \cdot e^{-3,6 \frac{3,5}{0,7}} \right) + 280 \cdot \left( 1 \cdot e^{-0,1 \frac{0,7}{3,5}} \right) = 425,48 \text{ Ом}.$$

$$R_{\text{п}} = 0,5 \frac{425,48}{\sqrt{50}} = 30,09 \text{ Ом}.$$

Електроди заземлення розташовані (Додаток А.7):

- 1) на кінцях ліній або відгалужень авіакомпанії;
- 2) за групами виробничих приміщень;
- 3) В умовах захисту від перенапруги.

$$R_{\text{п}} = 10 \frac{351,76}{100} = 35,17 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{шт}} = 30 \cdot \frac{\rho_{\text{екв}}}{100} = 30 \cdot \frac{351,76}{100} = 105,51 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{доп}} = 4 \cdot \frac{\rho_{\text{екв}}}{100} = 4 \cdot \frac{351,76}{100} = 14,04 \text{ Ом}.$$

Згідно з розрахунками, будь-який заземлювач повинен мати опір, а їх загальний опір у кожній лінії не повинен перевищувати 35 Ом.  $R_{\text{шт}} = 105,51 \text{ Ом};$

$$R_{п1} = \frac{R_{п3}}{n_{п1}} = \frac{105,51}{9} = 11,72 \text{ Ом} < 35 \text{ Ом};$$

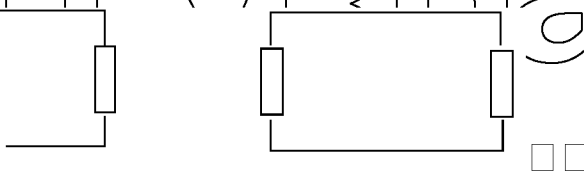
$$R_{п2} = \frac{R_{п3}}{n_{п2}} = \frac{105,51}{6} = 17,59 \text{ Ом} < 35 \text{ Ом};$$

$$R_{п3} = \frac{R_{п3}}{n_{п3}} = \frac{105,51}{4} = 26,38 \text{ Ом} < 35 \text{ Ом}.$$

Загальний опір заземлювачів у всіх гілках ПЛ -0,38 кВ (Додаток А.7):

$$R_{пов} = \frac{R_{л1} R_{л2} R_{л3}}{R_{л1} R_{л2} + R_{л2} R_{л3} + R_{л1} R_{л3}} = \frac{11,72 \cdot 17,59 \cdot 26,38}{11,72 \cdot 17,59 + 17,59 \cdot 26,38 + 11,72 \cdot 26,38} = 5,55 \text{ М}.$$

Встановіть за потреби: Ом.  $R_{екв} = \frac{R_{п1} R_{пов}}{R_{п1} + R_{пов}} = \frac{30,09 \cdot 5,55}{30,09 + 5,55} = 4,69$

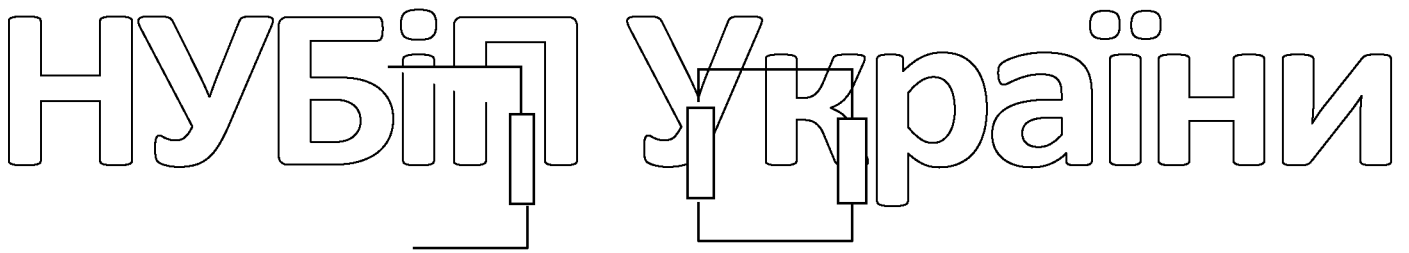


Р.д... (0,38 кВ) / Р\_еквивалент / Р\_рс (0,38 кВ)  
Копання 6.2. Форма визначення Zар

Оскільки Req менше, ніж Rd, штучне заземлення неможливе, але правила вимагають, щоб Rрс було обов'язковим, тому Rрс. визначається за формулою:

$$R_{шт.} = \frac{R_{доп} \cdot R_{екв}}{R_{доп} - R_{екв}} = \frac{14,04 \cdot 4,69}{14,04 - 4,69} = 7,04 \text{ Ом}$$

Заземлювач призначений для мережі 10 кВ.



Р\_д... (10кВ) / Р\_пршт (10кВ)  
Рис. 6.3. Розрахункова схема заземлювального пристрою мережі напруги 10 кВ.

Допустимий опір заземлювального пристрою визначається:

$$R \& D = 125 / X. \tag{6,4}$$

де Iк. струм витoku на землю:

$$I_{кз} = \frac{U(L_{п3} + 35 \cdot L_{к})}{\rho_1} = \frac{10 \cdot (45 + 35 \cdot 5)}{450} = 12,67 \text{ (6,5)}$$

$$R_d = 125 / 12,66 = 9,86 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}.$$

Опір штучному заземленню визначається за формулою:

$$R_{шт} = \frac{R_{дл} R_{л}}{R_{л} + R_{дл}} = \frac{30,089 \cdot 3,28}{30,86 + 3,28} = 14,69 \text{ Ом.}$$

При порівнянні  $R_{рс}(0,4)$  і  $R_{рс}(10)$  для розрахунку використовується мінус:

$$\text{Коментарі } (10) = 14,69 \text{ Ом.}$$

Опір стрижня розсіюванню струму визначається:

$$R_{ст} = \frac{\rho_{ев} k_c}{2 \cdot 3,14 t} \left( \ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+t}{4h-t} \right) \quad (6,6)$$

де  $k_c$  – сезонний коефіцієнт,  $k_c = 1,5$ ;

$h$  – відстань від земної поверхні до центра полюса;

$$h = t + 0,5 l = 0,8 + 0,5 \cdot 5 = 3,3 \text{ метра.}$$

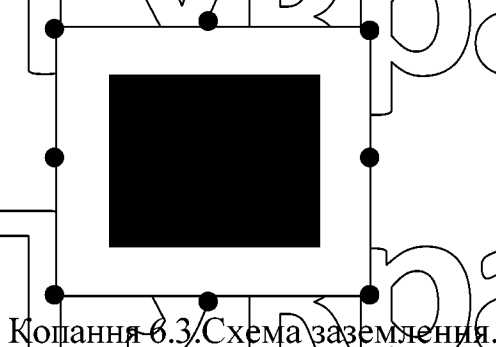
$$R_{ст} = \frac{351,76 \cdot 1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left( \ln \frac{10}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) = 119,71 \text{ Ом.}$$

$$q_{ст} = \frac{1}{R_{ст}} = 0,00835 \left( \frac{1}{\text{Ом}} = 0,00835 \text{ СМ} \right).$$

Кількість вертикальних смуг визначається за формулою:

$$n = \frac{R_{ст}}{R_{шт}} = \frac{119,71}{14,685} = 8,152 .$$

Приймається 8 прутів.



Копання 6.3. Схема заземлення.

Опір поширенню струму горизонтальної стрічки визначається як:

$$R_{г} = \frac{k_c \rho_{ев} l}{2 \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2l_g^2}{bt} \quad (6,7)$$

де  $b$  – ширина горизонтальної смуги,  $b = 0,04$  м;

$R_{г}$  – еквівалентний опір горизонтального заземлювача, розрахований шляхом інтерполяції;

$l_g$  – довжина горизонтального заземлювача 5 м.

Розрахунок  $R_{г}$  базується на даних довідкової літератури. Відносні еквівалентні значення опору  $R_{ст} / R_{г}$  Подвійне заземлення, яке використовується для розрахунку опору розташування одного горизонтального заземлюючого електрода, визначається як:

$$R_{\text{екв.Г}} = 1,72 \cdot \rho_2, \quad M \cdot \rho_{\text{екв.Г}} = 1,72 \cdot 280 = 481,6$$

$$R_{\text{Г}} = \frac{1,5 \cdot 481,6}{6,28 \cdot 5} \cdot \ln \frac{2,45^2}{0,04 \cdot 0,8} = 249,21 \text{ М.}$$

$$q_{\text{Г}} = \frac{1}{R_{\text{Г}}} = 0,004 \text{ Побачити}$$

Стійкість до штучного ґрунту:

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{\eta \cdot (n \cdot q_{\%0} + q_{\text{Г}})}, \quad (6,8)$$

де  $\eta$  – коефіцієнт використання складної системи заземлювачів, визначений за даними довідкової літератури.

$$\frac{h}{l_{\text{В}}} = \frac{3,5}{7,2} = 0,48 \quad \square \quad \frac{a}{l_{\%0}} = \frac{3,6}{7,2} = 0,5.$$

нижче:

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{0,425 \cdot (8 \cdot 0,008 + 0,004)} = 12,15 \Omega < 14,69 \Omega: \text{ умова виконана.}$$

## 6.6 Захист від перенапруг

Цех відноситься до третьої групи блискавкозахисту, тому необхідна зона захисту «В». Цех знаходиться в третій кліматичній зоні. Підлога майстерні – це опір.  $R_{\text{ВВ}} = 450 \text{ Ом м.}$  Середньорічна кількість опадів 60 ... 80 год. Атмосферні сплески можуть виникати і через удари блискавки поблизу ліній електропередач. Оскільки лінія 10 кВ знаходиться над землею, планується встановити додаткову арматуру ОПН ПК-10 зі сторони 10 кВ. На сторони 0,38 кВ заземлення відсутнє, оскільки лінії кабельні.

Прямі промені можуть потрапляти на будівлі та споруди. Передбачувана кількість глибоких посилянь визначається за формулою:

$$N = \left( \frac{S+6 \cdot h}{L+6 \cdot h} - 7,7 \cdot h^2 \right) \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (6,9)$$

тут  $h$  - висота будівлі, м;

$S, L$  - Ширина, довжина будівлі, м;

$n$  - середня кількість ударів блискавки в будівлю;

$$N = \left( \frac{24+6 \cdot 7}{42+6 \cdot 7} \right) \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 0,014 < 2 \square \square$$

$$N = 0,014 < 2 \square \square$$

Тому будівля всередині будівлі повинна мати блискавкозахист Зона «Б»,

захищеність 95%, III категорія.

Блискавкозахист закріплений на даху будівлі захищеною сіткою з ланцюгів 25x25 см, сітка складається з дроту 6 мм. Блискавковідвід з'єднується з блискавковідводом, виготовленим із металевих стрижнів перерізом 10 мм і металевого квадрата розміром 40x40 мм.

Електромонтажні роботи ДТБ, ПВЕ ДБН і СНиП 3.05.06-85 «Електротехнічні прилади».

### 6.7 Протипожежний захист

Виходячи з аналізу категорії виробничих і промислових об'єктів з точки зору вибухопожежної безпеки, проєкт спрямований на об'єкти на основі мінімальний ризик вибуху та пожежі

Виявлення та гасіння пожежі забезпечується:

- Встановлення комбінованого сповіщення (КП) у виробничих приміщеннях, що реагує на підвищення температури;
- Сплануйте ящики, щоб визначити зберігання ганчірок, миючих засобів;
- У системах з підвищеним ризиком пожежі вимикачі включені зовнішні стіни;
- все на випадок пожежі Електронне обладнання.

Конструкцією передбачено автоматичне та дистанційне відключення вентиляційних систем у разі пожежі, а також неможливо включити зварювальне та зарядне обладнання без увімкнення вентиляції.

Розрахунок необхідної кількості вогнегасних речовин наведено в таблиці.

6.3.

Таблиця 6.3

Розрахунок необхідної кількості вогнегасних речовин.

Назва вогнегасної речовини	тип, марка	багато	місце установки
пінні вогнегасники Пісочниці, гачки, лопати	УВІМКНЕН О	дв а 1	Біля входу в майстерню на столі.

пінні хімічні вогнегасники пісочниці, лопати	УВІМКНЕН О	дв а 1	електрозварне кування
Вогнегасник	УВІМКНЕН О	два	Змити
хімічний вогнегасник кислотний вогнегасник	УВІМКНЕН О АБО-5	1 1	Завантажити
хімічний вогнегасник лопата для пісочниці	УВІМКНЕН О	1 1	площа фарбування

Розраховується необхідна кількість води:

$$Q = \frac{3600 \cdot g \cdot t_{п}}{1000} \quad (06:10)$$

тут  $t_{п}$  - тривалість пожежі;

*грамів*- Витрата води на 1 пожежу,  $g = 10$ .

$$Q = \frac{3600 \cdot 10 \cdot 1}{1000} = 360 \text{ м}^3.$$

На території є пожежний резервуар об'ємом 500 м<sup>3</sup>. Потрапити в будівлю можна в будь-яку пору року. Для евакуації людей використовуються аварійні виходи.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВИСНОВКИ

# НУБІП УКРАЇНИ

У кваліфікаційній роботі викладача враховані проблеми вдосконалення електрифікації виробничо-технологічних процесів АЗС, починаючи з ремонту електрообладнання та підготовки комплексу засобів обслуговування та діагностики АЗС споживачів. ВР Можна зробити такі висновки.

1. Підбрано технологічне обладнання та електроенергію, підбрано електродвигун варіаторного типу АІР, ЛЕП виконана кабелем АВРГ1 (4x2,5) та кабелем АПВ 4 (1x2). .5), розподільна коробка типу ПР113011-П21О3, світлове поле 1 з автоматичним вимикачем ВА 47-29-12; Робоче та аварійне освітлення - світильники ПВЛМ, НСП зі світлодіодними лампами.

2. Пристроями пуску та захисту електродвигунів є електромагнітні пускачі ПМЛ з тепловими реле типу РТЛ.

3. Проаналізовано можливі пошкодження трансформаторів струму станцій сільськогосподарської мережі.

4. На основі розрахунків вибирається мінімальний набір параметрів для перевірки, щоб оцінити продуктивність і знайти місце несправності.

5. За результатами отриманих даних у процесі мінімізації перевірено склад діагностичної системи, що знижує інтенсивність несправностей трансформатора на 15%.

6. Міркування щодо безпеки творив роботи обслуговування електрообладнання під час капітального ремонту.

# НУБІП УКРАЇНИ

# НУБІП УКРАЇНИ

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергетику». В редакції від 1 липня 2010 року №2388-VI.
2. Закон України «Про енергозбереження». (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, № 15, ст.126).
3. Закон України №555-IV від 20.02.2003р «Про альтернативні джерела енергії».
4. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерго вугілля України – Харків: Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.
5. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів (ПТФЕЕС). Затверджено Наказ Міністерства палива та енергетики 25.07.2006/ №258 (у редакції наказу Міністерства енергетики та вугільної промисловості №91 від 13.02.2012 та № 905 від 16.11.2012).
6. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказ Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 №4. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 10.02.98 за № 93/2533/ДНА ОД 0.00.-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. – К.: ПП „Фірма Гранма”, 2001. – 117 с.
7. Правила користування електричною енергією. Затверджено постановою НКРЕ 31.07.96 №28 у редакції постанови НКРЕ від 17.10.2005 №910. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 листопада 2005 р. за №1399/11679.
8. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий /Госагропром СССР. - М.: ВО Агропромиздат, 1987. -191 с.
9. ДБН А.2.2. –1 – 2003 Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд.
10. ДБН А.2.2. – 3 – 2012 Склад та зміст проектної документації.
11. ДБН В.2.5. – 23 – 2003. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Державний комітет України з будівництва та архітектури. – К.: 2004. – 128 с.



12. ДБН В.2.5-27-2006 Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

13. Марченко О.С. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / О.С.Марченко, О.В.Дацішин, Ю.М.Лаврінченко, та ін.; За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 1995. – 416с.

14. Червінський Л.С. Електричне освітлення та опромінення: Посібник / Л.С.Червінський, Л.С.Сторожук. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. – 214 с.

15. Філіпенко А.С. Основи наукових досліджень. Конспект лекцій: Посібник / А.С.Філіпенко. – К.: Академвидав, 2004. – 208 с.

16. Довідник сільського електрика. В.С Олійник, В.С.Тайдук, В.Ф.Гончар та ін.; За ред. В.С Олійника. 3-є вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1989. – 264с.

17. Клюев А.С. Техника чтения схем автоматического управления и технологического контроля / А.С.Клюев, Б.В.Глазов, М.Б.Миндин, С.А.Клюев; Под ред. А.С.Клюева. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.

18. Справочник по проектированию электрических сетей / И.Г.Карапетян, И.М.Шапиро, Д.Л.Файбисович. – М.: Издательство НИЦ ЭНАС, 2012. – 376 с.

19. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч./ В.В.Козирський., В.В.Каплун, С.М.Волошин –К.: Аграрна освіта, 2011. – 448 с.

20. Овчаров В.В. Аналітичне дослідження залежності температури обмоток силового трансформатора у функції температури масла і кратності сили струму/ В.В.Овчаров, Л.М.Безменнікова // Праці ТДАТА. – Випуск 32. – Мелітополь: ТДАТА, 2005. – С.39 – 43.

21. Безменнікова Л.М. Аналіз пошкоджень силових трансформаторів сільських підстанцій / Л.М.Безменнікова // Праці ТДАТА. – Випуск 19. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – С.129 – 133.

22. Аппараты и электрические устройства переменного тока на напряжения свыше 1000 В. Нормы нагрева при продолжительном режиме работы и методы испытания. ГОСТ 8024-90. [Чинний від 1991-01-01], - М.: Издательство стандартов, 1990. – 18 с. – (Межгосударственный стандарт).

23. Korobskyi, V.V., Mrachkovskyi, A.M. New aspects of creation of environmentally friendly composite materials for contact systems of electric equipment in the

agriculture sector. Volume 671, 2018 – Issue 1: 1th International Conference on Electronic Processes in Organic and Inorganic Materials (ICEPOM-11): Part 2. Molecular Crystals and Liquid Crystals. Published online: 03 Jun 2019. P. 35 – 40. (<http://dx.doi.org/10.1080/15421406.2018.1542083> Scopus).

24. Energy-efficient electrotechnical complex of greenhouses with regard to quality of vegetable production (Conference Paper). Korobiichuk, I. Lysenko, V. Reshetiuk, V. Lendiel, T. Kamiński, M. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85009509079&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=479b59dc3c3235c0f075562c135b6944&sot=autdocs&sdt=autdocs&sl=18&s=AU-ID%2857192955547%29&relpos=2&citeCnt=11&searchTerm=>

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України