

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

УДК 631.171:621.311

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

Д.Т.Н. КАПЛУН В.В./

„ _____ ” _____ 2021 р.
число місяць рік

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

Д.Т.Н. ЖИЛЬЦОВ А.В./

вчене звання і ступінь підпис

„ _____ ” _____ 2021 р.
число місяць рік

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

**на тему: «РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ АСИНХРОННИХ
ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НА ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ СИЛОВОГО
ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ»**

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

Спеціалізація «Енергоінжиніринг в АПК»
(назва)

Магістерська програма «Енергоінжиніринг в АПК»
(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Чуєнко Р.М.

(ПІБ)

Нормоконтроль

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Усенко С.М.

(ПІБ)

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Окушко О.В.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Дубина І.Ю.

(ПІБ)

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ
ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

д.т.н., проф. Жильцов А.В.

(підпис)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Дубині Івану Юрійовичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Енергетика сільськогосподарського виробництва

Магістерська програма «Енергоінжиніринг в АПК»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи:

затверджена наказом ректора НУБіП України від

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи

«Правила монтажу електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз виробничо-господарської діяльності та стану електрифікації ТОВ «Зелений Гай-Сервіс»

2. Виконати проектування електрифікації технологічних процесів на пункті технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання

3. Провести вибір технологічного обладнання на пункті технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання

4. Виконати розрахунок системи електропостачання пункту технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання.

5. Обґрунтувати заходи з монтажу та налагодження електрообладнання на пункті технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання.

6. Розробити заходи з охорони праці на пункті технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання.

7. Провести техніко-економічне обґрунтування електрифікації технологічних процесів на пункті технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання.

Дата видачі завдання

Керівник магістерської роботи

Чуєнко Р.М.

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

(ПІБ)

(підпис)

Дубина І.Ю.

(ПІБ)

Реферат

Магістерська робота: 103 с., 25 рис., 22 табл., 28 джерел.

Мета роботи. Проектування складної електрифікації технологічних процесів пункту технічного обслуговування, вдосконалення технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту електрообладнання, впровадження ефективних форм роботи та підвищення експлуатаційної надійності силового електрообладнання, розробка засобів діагностики асинхронних електродвигунів.

Вивчення. Технологічне обладнання ділянки технічного обслуговування, технічні засоби діагностики асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором.

Вивчення. Процеси в енергетичному електрообладнанні та його технічний стан, технічні засоби його діагностики, технологічні процеси технічного обслуговування та ремонту електрообладнання.

Методи дослідження. В ході роботи для розрахунку навантаження ремонтної майстерні електростанції використовували метод ефективної кількості електричних приймачів, метод коефіцієнта використання світлового потоку, точкову та питому потужність в розрахунку електричного освітлення, метод коефіцієнта використання при розрахунку заземлення споживчих трансформаторних підстанцій та інші методи розрахунку..

В заключній дипломній роботі на тему: "Удосконалення технологічних процесів на майданчику технічного обслуговування з документацією обладнання індукційного контролю та діагностикою асинхронних двигунів ТОВ «Зелений Гай-Сервіс» с ; розробка питань енергопостачання та енергозбереження; розробка інструментів для діагностики асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором; організація безпеки та охорони праці на місці технічного обслуговування.

Розраховується електропривод, знімаються відповідні електродвигуни. Розрахунок та вибір пристроїв контролю та захисту та їх перевірка відповідності.

Розраховували освітленість, основну кімнату розраховували за методом світлового потоку, а також у допоміжних приміщеннях, використовуючи метод специфічної потужності. Підбір проводів, кабелів та світлових панелей, ламп та освітлення.

Положення, подані на захист:

- Підбір технологічного обладнання різних технологічних процесів на місці технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання;

- Розрахунок і підбір електрообладнання для різних технологічних процесів на місці технічного обслуговування та ремонту силового електрообладнання;

- Розрахунок електричне освітлення та підбір світлового обладнання;

- Розрахунок електричні навантаження, вибір джерел енергії та розрахунок

зовнішніх електричних мереж;

- Організація обліку та раціонального використання електроенергії;

- Заходи з охорони праці та пожежної безпеки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК СИМВОЛІВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ТЕРМІНІВ

ПЕКЛО	-	асинхронний двигун
Φ	-	магнітний потік;
Kz	-	коефіцієнт запасу потужності,
P	-	вказується тиск, що створюється компресором
l	-	довжина кімнати
B	-	ширина кімнати
год	-	розрахункова висота підвісу лампи
Φ	-	світловий потік однієї лампи
N	-	кількість ламп
H	-	коефіцієнт використання світлового потоку
Z	-	кімнатний простір
$M_{пуск}$	-	початковий крутний момент електродвигуна, Нм;
$M_{зр.р.н}$	-	момент зміщення робочої машини, Нм;
$M_{надл}$	-	необхідний надмірний пусковий момент, Нм
SDV	-	номінальна потужність електродвигуна, кВА;
Rfact	-	фактична кратність пускового струму двигуна
Об'єднане Королівство%	-	напруга короткого замикання трансформатора
Булик	-	напруга мережі, В;
B	-	вимірювальні обмотки;
ДД	-	діагностична схема;
ЕРС	-	електрорушійна сила;
KZOR	-	короткозамкнена обмотка ротора;
СРС	-	коротке кільце;
ГОСПЛОДИ	-	магнітомоторна сила;
MCE	-	Метод скінченних елементів;
ОЗ	-	обмотка збудження;
ОС	-	обмотка статора;
ПКД	-	контрольно-діагностичне обладнання;
СКК	-	короткий сегмент кільця;
ϵ	-	сітка кінцевих елементів;

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

СПИСОК СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ ТА УМОВ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ І УМОВИ	8
ВСТУП	9
Розділ 1. АНАЛІЗ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ	11
1.1 Виробничо-економічна характеристика компанії	11
1.2 Аналіз результатів діяльності та перспектив розвитку агрохолдингів	12
1.3 Аналіз рівня електрифікації та автоматизації технологічних процесів	13
1.4 Аналіз стану експлуатації енергетичного обладнання	14
1.5 Аналіз використання електроенергії та інших джерел енергії	14
1.6 Вихідні дані для проектування	14
Розділ 2. Встановлення, налагодження та експлуатація електрообладнання	15
2.1 Порядок організації монтажу, налаштування та введення в експлуатацію	15
2.2 Визначення обсягу експлуатації та кількості обслуговуючого персоналу	15
2.3 Планування профілактичних заходів	18
2.4 Надійність постачання електроенергії та втрати від перебоїв в електроенергії	19
2.5 Визначення споживання електроенергії та організація її виставлення рахунків	19
2.5 Визначення втрат електроенергії	20
Частина 3. ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСНОВИ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОСЛУГ	22
3.1 Аналіз існуючої бази ремонтів та обслуговування енергетичних послуг	22

3.2 Обґрунтування та вибір проекту місця технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання	22
--	----

Розділ 4. РОЗРАХУНКИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ З'єднання	24
--	----

4.1 Підбір технологічного обладнання	24
--------------------------------------	----

4.2 Вибір енергетичного електрообладнання	26
---	----

4.3 Вибір обладнання контролю та захисту	32
--	----

4.4 Розрахунок ліній електропередач та розподільних щитів	33
---	----

4.5 Розрахунок освітлення	34
---------------------------	----

4.6 Майстерня з опалення та вентиляції	41
--	----

Розділ 5. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОПОСТАЧЕННЯ ТА ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТА ЕНЕРГЕТИКИ	43
---	----

5.1 Розрахунок електричного навантаження та вибір джерела живлення	43
--	----

5.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж	48
--	----

5.3 Перевірка можливості запуску та нормальної роботи асинхронних двигунів	50
--	----

5.4 Перевірка максимальних можливостей спрацьовування захисних пристроїв	54
--	----

Розділ 6. ДІАГНОСТИКА РОТОРНИХ ДЕФЕКТІВ АСИНХРОННИХ МОТОРІВ	56
--	----

6.1 Загальний стан проблеми діагностики дефектів ротора в умовах виробництва та ремонту АГ.	56
---	----

6.2 Існуючі методи та обладнання для тестової діагностики ротора АР та їх аналіз.	61
---	----

6.3 Принцип дії та конструкція індукції ПКД КЗОР.	66
---	----

6.4 Параметрична оптимізація ПКД	68
----------------------------------	----

6.5 Розробка інструкцій та діагностичних карт для діагностики комбінованих пошкоджень ротора	70
6.6 Автоматизована система контролю пошкодження ротора ВР	74
Розділ 7. ЗДОРОВ'Я ТА БЕЗПЕКА В НЕБЕЗПЕКИ	78
7.1 Аналіз безпеки праці на підприємстві	80
7.2 Розробка комплексу заходів щодо усунення небезпечних шкідливих факторів виробництва	82
7.3 Розрахунок заземлювального пристрою трансформаторної станції приладу 10 / 0,4 кВ	84
7.4 Захист пункту обслуговування від блискавки	89
7.5 Пожежна безпека	90
Розділ 8. ТЕХНІЧНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	92
ВИСНОВКИ	100
ДОВІДКА	101
АКСЕСУАРИ	104

ВСТУП

У всіх галузях народного господарства України використовуйте електродвигуни, синхронні генератори, зварювальні генератори та перетворювачі, пускові та захисні пристрої та інші типи електрообладнання. У зв'язку з постійним зростанням кількості пристроїв особливо важливим є розвиток нових форм функціонування, які підвищують культуру експлуатації та надійність електрообладнання та одночасно знижують трудові та фінансові витрати.

Метою діагностики є забезпечення найбільш економічної роботи при експлуатації електрообладнання на заданому рівні надійності та мінімізація витрат на технічне обслуговування та ремонт. Поставлена мета досягається визначенням технічного стану електрообладнання, що дозволяє завчасно запобігти відмовам, зменшує час простою внаслідок відмов, реалізує комплекс заходів щодо підтримки працездатності електрообладнання відповідно до діагностичних даних, тобто метою є контроль технічного стану електрообладнання.

Мета роботи – проектування складної електрифікації технологічних процесів пункту технічного обслуговування, вдосконалення технологічних процесів технічного обслуговування та ремонту електрообладнання, впровадження ефективних форм роботи та підвищення експлуатаційної надійності силового електрообладнання, розробка засобів діагностики асинхронних електродвигунів.

Об'єктом дослідження – технологічне обладнання ділянки технічного обслуговування, технічні засоби діагностики асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором.

Предмет дослідження – процеси в енергетичному електрообладнанні та його технічному стані, технічні засоби його діагностики, технологічні процеси технічного обслуговування та ремонту електрообладнання.

Методи дослідження – під час роботи застосовується метод ефективної кількості електричних приймачів при розрахунку навантаження цеху на ремонт енергетичного обладнання, метод коефіцієнта світлового потоку, точкової та питомої потужності при розрахунку електричного освітлення, метод коефіцієнта,

що використовується при розрахунку заземлювального обладнання споживчих трансформаторних підстанцій та інший метод розрахунків.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ РОБОТИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

1.1 Виробничо-економічна характеристика компанії

В селі діє товариство з обмеженою відповідальністю «Зелений хлопець-сервіс». Лісівники в Києво-Святошинському районі Києва.

Інформація про землекористування ТОВ «Зелений Гай-Сервіс» та його структура зведені в таблицю. 1.1.

Таблиця 1.1

Інформація про землекористування ТОВ "Зелений хлопець-сервіс"

Земля	Площа, га
Загальна площа суші	1580 рік
Всього цього року він висадиться	1522 рік
особливо: орний	1436,5
Сніжкати	12,5
пасовища	70
постійні насадження	3

Середньорічна температура повітря становить $+6,80^{\circ}\text{C}$. Найвища температура припадає на період дозрівання та дозрівання озимих та ярих злаків.

Загалом кліматичні умови цієї місцевості характеризуються достатньою вологістю повітря, а посуха є відносно рідкісним явищем. За середніми даними метеостанції, кількість річних опадів становить 625 мм. Близько 65% з них припадає на вегетаційний період, що сприяє вирощуванню всіх районних сільськогосподарських культур. Дані про худобу наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Інформація про худобу

Види тварин	Середньорічна худоба, голів
Популяція великої рогатої худоби	850
У тому числі молочних корів	410
Свинарські тварини	1200

1.2 Аналіз результатів діяльності та перспектив розвитку агрохолдингів

Результати діяльності ТОВ «Зелений хлопець-сервіс» характеризуються показниками з річного звіту за 2018 рік:

- на продуктивність худоби (табл. 1.3);
- щодо посівних площ та врожайності сільськогосподарських культур (табл. 1.4);
- на валову продукцію (таблиця 1.5)

Таблиця - 1.3

Продуктивність худоби

Показник і одиниця виміру	Значення
Річна надія на корову, кг	3958
Телята народилися, мішень	190
Народились поросята, гол	486

Таблиця -1.4

Посівні площі та врожайність сільськогосподарських культур

Назва культури	Площа землі, зайнята в рамках культури цього року		Урожайність ц/га
	Ха	% від загальної площі. напр. землі	
Озима пшениця	650	42,8	33,2
Яра пшениця	90	5,9	12,2
Кукурудза	142	9,3	45,5
Соняшник	110	7,23	12,3
Соя	113	7,42	11
Ріпак	320	21	20,3
багаторічні трави	97	6,38	

Всього:	1522 рік	100	-
----------------	----------	-----	---

Таблиця 1.5

Валовий випуск

Види продукції	Реєстри
<u>Вирощування рослин, п'ятих</u>	
Озима пшениця	15731
Яра пшениця	6265
Кукурудза	385
Соняшник	
Соя	10376
Ріпак	29960
багаторічні трави	15410
<u>Сільськогосподарських тварин</u>	
Прибуток отримували від худоби, центнерів середньодобовий прибуток, грам	529
	370
Прибуток отримували від свиней та центнерів середньодобовий прибуток, грам	25
	230
Молоко, п'яте	7790

Середньорічна чисельність працівників компанії - 86

Витрати на основне виробництво склали 4 951 000 грн., з них 349 257 грн. На електроенергію.

1.3 Аналіз рівня електрифікації та автоматизації технологічних процесів

Господарство досягло значних управлінських успіхів завдяки електрифікації та автоматизації технологічних процесів. Незважаючи на значне скорочення виробництва, рівень електрифікації технологічних процесів зберігався відносно високим. Однак слід зазначити, що більшість пристроїв працюють в ручному режимі через несправність систем автоматичного управління через низький рівень роботи.

Ферма живиться від повітряної лінії RTP 35/10 кВ для передачі енергії напругою 10 кВ, виготовленої з дроту марки AS на залізобетонних опорах.

Споживачі живляться від двох трансформаторних станцій 10 / 0,4 кВ потужністю $S = 250$ а ВЛІ для передачі енергії напругою 0,38 кВ виготовлені з проводів марки А на залізобетонних опорах і перебувають у задовільному стані.

Облік спожитої електроенергії проводиться за допомогою лічильників електроенергії, які встановлюються на приладі ТР від напруги 0,4 кВ.

1.4 Аналіз стану експлуатації енергетичного обладнання

За станом електрообладнання стежить електротехнічна служба ферми, яку очолює електрик, який завідуює 3-ма людьми: одним електриком 5-ї категорії та двома електриками.

Електрична служба не укомплектована персоналом, тому електрики не встигають виконати всі роботи з технічного обслуговування та ремонту і в основному займаються ремонтом електрообладнання, яке вийшло з ладу, іноді навіть незначні монтажні роботи.

Сервісна база з ремонту та обслуговування недостатньо розвинена, насправді електроустановка має лише одне приміщення на центральній ділянці, яке також погано обладнане та обладнане. Погана торгівля поставками запасних частин та нового обладнання, економіка не вистачає коштів.

1.5 Аналіз використання електроенергії та інших джерел енергії

Майже вся робота механізована при переробці рослинної продукції, особливо із використанням зерносушильного комплексу. У тваринництві більшість технологічних процесів також електрифікуються - підготовка кормів, підігрів води, доїння корів, видалення гною, розподіл корму.

Практично використовується лише електроенергія, за винятком пропарювання корму, де використовується енергія рідкого палива. Не використовуються вторинні джерела енергії. Через те, що більшість установок працюють у ручному режимі, спостерігається значне перевитрата електроенергії.

1.6 Початкові проектні дані

На основі аналізу річного звіту про управління за 2018 рік ми маємо такі дані:

- загальна вартість об'єкта - 425 000 грн;
- річне споживання електроенергії - 379630 кВт-год.

- вартість оплати за спожиту електроенергію - 349,257 грн;

- середньорічна чисельність працівників - 86 осіб.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. Встановлення, налагодження та експлуатація електрообладнання

2.1 Порядок організації монтажу, налаштування та введення в експлуатацію

Електромонтажні роботи повинні виконуватися відповідно до вимог ДБН, СНиП, а також відповідно до чинних правил пожежної безпеки, інструкцій з розділення, інструкцій, інструкцій з монтажу.

Монтажні роботи виконуються на основі технічних проектів будівлі, виконання робіт (ППМР), які розробляються залежно від складності будівлі, групи підготовки монтажних робіт СМУ, ПМК, надійності або замовлення організацій. ППМР містить: пояснювальну записку, план будівництва, технологічні карти маршрутів, графіки поставок обладнання та матеріалів, інформацію про необхідні механізми, обсяг робіт, їх вартість та складність.

Необхідно перевірити та перевірити вхідне обладнання, комплектність, наявність спеціальних інструментів для встановлення, маркування, відповідність відповідній інформації, технічним умовам та технічним умовам доставки; стан електрообладнання (відсутність пошкоджень, цілісність фарби).

2.2 Визначення обсягу експлуатації та кількості обслуговуючого персоналу

Надійної та тривалої експлуатації електрообладнання можна досягти лише за умови належної технічної експлуатації. Система планово-попереджувальних ремонтів електрообладнання та його обслуговування забезпечує належне обслуговування всього електрообладнання. Для здійснення діяльності системи PZRE необхідно мати достатню кількість електромеханіків з необхідною кваліфікацією.

Загальна кількість електриків визначається за формулою:

$$N_{el} = \frac{A}{100}, \text{чол.} \quad (2.1)$$

де А - обсяг робіт з технічного обслуговування електрообладнання в доларах США (таблиця 2.1);

100- Середнє навантаження на електрика, розум. Одиниці

$$N_{el} = \frac{48,99}{100} = 0,489 \approx 1 \text{чол.}$$

Кількість ремонтних працівників, що виконують технічне обслуговування та ремонт, визначається за формулою:

$$N_{el.p} = \frac{T_r}{\Phi}, \text{чол.} \quad (2.2)$$

де T_r - річна інтенсивність роботи з технічного обслуговування та експлуатації (табл. 2.2).

Φ - річний фонд робочого часу електрика.

Розрахунок обсягу робіт з обслуговування електрообладнання виконується у вигляді таблиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Розрахунок обсягу робіт з обслуговування електрообладнання

Назва електроустановки	Одиниці вимірюва	Кількість	Кількість, р. На.	
			за 1 установку	усього
Електричний привід з асинхронними двигунами:				
до 1 кВт	шт	27	0,44	11,88
1,1... 10 кВт	шт	29	0,61	17,69
10,1... 40 кВт	шт	1	0,72	0,72
більше 40 кВт	шт	2	0,92	1,84
Електричні лікєро-горілчані заводи	шт	1	0,9	0,9
Зварювальні трансформатори	шт	2	0,9	1,98
Випрямлячі	шт	1	1,8	1,8
Освітлення електроустановок (для 10 ламп)	шт	70	1,74	12,18
Разом				48,99

Розрахунок річних витрат на заробітну плату на утримання та експлуатацію

енергетичного обладнання також проводиться у табличній формі (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Розрахунок щорічних витрат на оплату праці на обслуговування та експлуатацію енергетичного обладнання

Назва закладу	Кількість	Інтенсивність роботи, людино-рік		Кількість, запланована на рік		Річний витрати на оплату праці, людино-рік	
		ТОДІ	PR	ТОДІ	PR	ТОДІ	PR
Автомобільні приводи з електродвигунами до 1 кВт:							
n = 1000 об / хв	8	0,3	4.1	3	0,5	7.2	16,
n = 1500 об / хв	18	0,3	3.9	3	0,5	16.2	35.1
до 3 кВт:							
n = 1000 об / хв	10	0,4	4.4	3	0,5	12	22
n = 1500 об / хв	5	0,4	4.3	3	0,5	6	10.75
n = 3000 об / хв	2	0,4	4.1	3	0,5	2.4	8.2
до 5,5 кВт:							
n = 1500 об / хв	3	0,5	4.1	3	0,5	4.5	6.3
до 11 кВт:							
n = 1500 об / хв	5	0,6	5.4	3	0,5	9	13.5
до 55 кВт:							
n = 1000 об / хв	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	6
Зварювальний перетворювач	1	0,5	1.5	6	0,75	3	1.1
Зварювальний трансформатор	1	0,2	8	4	0,5	2	4
Внутрішнє живлення та освітлення	540 м	5	75	3	0,5	81	202,5
Ел. магнітні пускачі для номінального струму:							
до 10 А.	38	0,26	1,51	4	0,5	39,52	76
до 25 А.	8	0,28	1,58	4	0,5	8.9	6.32
до 100 А.	2	0,3	2.1	4	0,5	2.4	2.1
Лампи з газорозрядними лампами	70	0,2	0,5	2	0,5	28	17.5
Разом						228,5	434,2

Значення річного робочого часу електрика визначається

$$\Phi = (d_k - d_s - d_n - d_0) \cdot t \cdot n - \Delta t \cdot d_{n.s.} \quad (2.3)$$

де d_k, d_s, d_n, d_0 – кількість календарів, вихідних, святкових днів;

t – час робочої зміни, год;

Vm – скорочення дня перед святом, год;

η – коефіцієнт використання робочого часу ($\eta = 0,93 \dots 0,96$).

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

$$\text{Тоді } N_{\text{ел.р}} = \frac{662 \cdot 7}{1830} = 0,36 \text{ мол.}$$

Прийнято $N_{\text{ел.р}} = 1$ електрик.

2.3 Планування профілактичних заходів

Відповідно до ГОСТ 18322-73 в процесі експлуатації електрообладнання слід передбачати два види профілактичних заходів: технічне обслуговування та поточний та капітальний ремонт.

Виробниче обслуговування в процесі експлуатації виконують працівники, що працюють на робочих машинах, і електрики, що виконують експлуатаційне обслуговування.

Планове технічне обслуговування виконує ремонтний персонал енергетичної служби у запланованому порядку згідно з графіком.

Поточний ремонт проводиться під час експлуатації в плановому порядку для забезпечення ефективності енергетичного обладнання та включає заміну та модернізацію окремих частин обладнання та його регулювання. Він виконується на місці технічного обслуговування або на місці встановлення обладнання, ремонтників енергетичних служб згідно із затвердженим графіком.

Основним документом, згідно з яким експлуатуються енергетичні об'єкти, є річний план технічного обслуговування та ремонту.

2.4 Надійність постачання електроенергії та втрати від перебоїв в електроенергії

Що стосується забезпечення надійності електропостачання, ремонтна майстерня належить до 2-ї категорії споживачів, тобто допускаються перебої в електропостачанні на термін, що не перевищує 1 доби. Якщо ви знаєте конкретні втрати та час простою майстерні, ви можете визначити втрати Y у разі відключення електроенергії:

$$Y = y \cdot n \cdot t, \quad (2.4)$$

де y - питома збитки, грн ($y = 4,1$);

n - Кількість працівників;

t - час відключення електроенергії.

$$Y = 4,1 \cdot 20 \cdot 3 = 246 \text{ грн.}$$

Вживаються технічні заходи для підвищення надійності: встановлюється дизельна електростанція, дефіцит енергії зменшується через заплановані відключення тощо.

2.5 Визначення споживання електроенергії та організація її виставлення рахунків

Для врахування електроенергії на підстанції 10 / 0,4 кВ встановлений лічильник активної енергії СА4У-І670М, увімкнений трансформатором струму ТК-20.

Для врахування реактивної енергії встановлений лічильник типу СР4У-І673М. Кожен лічильник повинен мати державні пломби. Рівнеміри необхідно перевіряти кожні 4 роки.

Кількість споживаної енергії на рік:

$$W = S_m \cdot T_{\text{вк}} \quad (2.5)$$

де S_m - максимальна потужність на шинах 0,38 кВ;

$T_{\text{вк}}$ - години максимального навантаження.

$$O\Phi = 203,8 \cdot 2200 = 451880 \text{ кВт-год.}$$

2.6 Визначення втрат електроенергії

В мережах 0,4 кВ втрати електроенергії визначаються за формулою:

$$\Delta W_{л} = 3 \cdot I_{sr}^2 \cdot R \cdot T \cdot 10^{-3}, \quad (2.6)$$

де I_{sr} - середнє значення струму в мережі, А;

R - активний опір однієї фази, Ом;

T - кількість годин роботи мережі з навантаженням.

$$I_{л1} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{195,7}{1,73 \cdot 0,4 \cdot 0,7} = 404 \text{ А};$$

$$R = r_0 \cdot l = 0,315 \cdot 0,03 = 0,0094 \text{ Ом};$$

$$\Delta W_{л1} = 3 \cdot 404^2 \cdot 0,0094 \cdot 8760 \cdot 10^{-3} = 40594 \text{ кВт-год};$$

$$I_{л2} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{6}{1,73 \cdot 0,4 \cdot 0,7} = 100,32 \text{ А};$$

$$\Delta W_{л2} = 3 \cdot 100,32^2 \cdot 0,64 \cdot 0,07 \cdot 2280 \cdot 10^{-3} = 6971 \text{ кВт-год}.$$

Для інших ліній втрати розраховуються аналогічно.

Загальні втрати в мережах 0,38 кВ на рік дорівнюють сумі втрат в окремих

лініях:

$$\Delta W_{вт.} = \sum \Delta W_{л} = 56261 \text{ кВт-год} \quad (2.7)$$

Річні втрати електроенергії в трансформаторі визначаються за формулою:

$$\Delta W_{вт.} = \left(\Delta P_{кз} \cdot \frac{S_{\max}}{S_H} \right)^2 \cdot \eta + P_{xx} \cdot t, \quad (2.8)$$

де S_H - номінальна потужність трансформатора, кВА;

S_{\max} - максимальна потужність трифазного навантаження, кВА;

$\Delta P_{кз}$ - втрати на коротке замикання в трансформаторі, кВт;

P_{xx} - втрати непрацюючого ходу в трансформаторі, кВт;

t - час роботи трансформатора.

$$\Delta W_{\text{вт.}} = \left(4,2 \cdot \frac{310}{250}\right)^2 \cdot 1500 + 0,78 \cdot 8760 = 20795,4 \text{ кВт-год}$$
 Загальні втрати в лініях електропередач та трансформаторах становлять:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{л}} + \Delta W_{\text{тр}} = 77056 \text{ кВт-год.}$$

З усієї енергії, споживаної виробничим заводом, це:

$$W_{\%} = \frac{\Delta W}{W} = \frac{77056}{451880} = 5,9\%$$

Питомі втрати енергії:

$$W_{\text{пит}} = \frac{4581880}{140} = 32727,7 \text{ кВт-год}$$
 Рациональне використання електроенергії є найбільш корисним

використанням електроенергії для виробництва продукції, що характеризується коефіцієнтом раціональності.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 3. ПРОПОЗИЦІЯ ОСНОВИ РЕМОНТУ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СЛУЖБИ

3.1 Аналіз існуючої бази ремонтів та обслуговування енергетичних послуг

Перша частина пояснення містила інформацію про існуючу енергетичну службу на фермі.

До його недоліків можна віднести:

- 1) відсутність сучасної бази для ремонту та обслуговування;
- 2) недостатня кількість запасних частин та ремонтного матеріалу;
- 3) недостатня кількість і низька дисциплінованість персоналу.

Ці недоліки означають, що фактичне життя електрообладнання менше, ніж гарантоване виробником.

Адже недоліки в організації енергетичних послуг призводять до зростання собівартості продукції, що виробляється на фермі.

Метою цього розділу є розробка прологів для формування основи ремонтів та обслуговування енергетичних служб.

3.2 Обґрунтування та вибір проекту ремонтної майстерні для технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання

Проектно-дослідні інститути розробили ряд проектів ремонту з обслуговування та ремонту енергетичного обладнання, деякі з яких затверджені як стандартні проекти.

Для технічних цілей призначена спеціалізована ремонтна майстерня технічне обслуговування, капітальний ремонт силового електрообладнання.

Технологічний процес ремонту включає такі операції:

- доставка в магазин;
- розбирання;

НУБІП УКРАЇНИ

- очищення та миття заповнювачів та заповнювачів;
- перевірка;
- ремонт зношених деталей та збірних деталей;

- завершення;

- колекція;

НУБІП УКРАЇНИ

- тести налаштування та післяремонт;
- фарбування та сушка;

- відправлення на склад ремонтного фонду або на місце встановлення.

НУБІП УКРАЇНИ

Процес ремонту починається з прання. У технологічному процесі ремонт, миття та чищення виконуються в декількох станах: зовнішнє миття, миття збірних агрегатів; очищення окремих деталей у спеціальних автомобілях.

Починаючи ремонт, пристрій частково розбирається на блоки повторного промивання, потім конвеєр подається в камеру повторного промивання, а потім повністю розбирається.

НУБІП УКРАЇНИ

З зони розбирання агрегатів і промивання деталей контейнери з деталями потрапляють в зону дефектів.

НУБІП УКРАЇНИ

Мета переходу - з'ясувати реальний технічний стан деталей та вузлів, прийняти правильне рішення про можливість їх подальшого використання. Контейнери надходять у комплект із зони дефекту. Метою цієї роботи є підготовка наборів деталей для монтажних блоків. Зібрані та перевірені агрегати та агрегати фарбуються та подаються на конвеєр.

НУБІП УКРАЇНИ

Деякі компоненти збираються та випробовуються у зібраному вигляді в деяких частинах цеху перед остаточним монтажем. На місці малярних робіт поверхня підготовлена до фарбування і відбувається процес фарбування.

НУБІП УКРАЇНИ

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНКИ ТА ВИБІР ЕЛЕКТРИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ, ЕЛЕКТРООСВІТЛЕННЯ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ

4.1 Підбір технологічного обладнання

Технологічне обладнання майданчика ремонту та монтажу повинно передбачати можливість продуктивного та якісного розбирання, промивання деталей та вузлів, дефектів та транспортування агрегатів, комплектуючих до відповідних ремонтних ділянок.

Прийнявши комплект технологічного обладнання майстерні, ми зупинимося на типовому проєкті ТР 816-3-6.83 "Спеціалізована майстерня ремонт енергетичного обладнання на 50 тис. умовних ремонтів на рік".

Ремонтні та монтажні роботи виконуються на спеціалізованих робочих місцях.

Використовуйте мостові крани (кранові балки) для демонтажу двигунів, трансформаторів та інших важких агрегатів.

Столи, шафи використовуються для проведення оглядових та дефектних робіт та отримання контрольно-вимірювальних етендів вимірювальні прилади та обладнання для прийому та сортування деталей.

Для слюсаря та механічних деталей, механічної обробки деталей та деяких слюсарних робіт під час ремонту деталей, виробництва нестандартне обладнання, технологічне обладнання та інструменти.

Технологічне обладнання комплексу включає токарний верстат, універсальний фрезерний верстат, вертикальний свердло.

Зварювання та зварювання металу - найпоширеніші технологічні процеси при виконанні механічних ремонтів. Для цих роботах в основному використовується електродугове зварювання. Крім того, ковальсько-зварювальний сектор у майстерні виконує роботи з відновлення деталей тиском, виготовлення нових деталей та їх окремих деталей.

Пневматичні ковальські молотки застосовуються для різних ковальських

робіт, що виконуються методом зварного кування на плоских і фасонних головках. Арматура печі та нагрівальної печі використовується для нагрівання деталей.

На місці монтажу виконуються ремонтно-монтажні роботи, пов'язані зі складанням та налагодженням електрообладнання. Комплекс оснащений стендами для встановлення електрообладнання та різного випробувального обладнання.

Частиною обладнання місця контролю та регулювання електрообладнання автотракторів є стенд КІ-968 ГОСНІТІ, який використовується для контролю та регулювання електрообладнання.

В усіх приміщеннях ремонтної майстерні передбачена вентиляція, яка забезпечує гігієнічні та гігієнічні норми повітря в межах допустимих гігієнічних та гігієнічних норм.

Дипломна робота також включає автоматичне та дистанційне відключення вентиляційних систем на випадок пожежі, а також неможливість увімкнути зварювальний апарат та зарядний пристрій без вентиляції.

Звичайна вентиляція призначена в тих випадках, коли в приміщеннях, де вона встановлена, швидкість повітрообміну згідно діючих стандартів становить 3, у приміщеннях, де кратність перевищує 3, штучна - з механічною повітряною або змішаною вентиляцією.

Переривчаста витяжна вентиляція з місцевими всмоктувальними пристроями на робочих місцях використовується як вентиляційна система для зварювальної та наплавляючої частини.

Кількість повітря, що видаляється загальнообмінною вентиляцією, визначається щогодинною кратністю цього рахунку відповідно до вимог, встановлених стандартами. Необхідний повітрообмін дається за формулою:

$$L_n = V \cdot K_p \quad (4.1)$$

де V - об'єм провітрюваного приміщення, $V = 52,5 \text{ м}^3$;

Частота повітрообміну для зони зварювання K_r становить $2,0 \div 2,5$.

Тоді: $L_n = 52,5 \cdot 2,5 = 131,1 \text{ м}^3 / \text{год.}$

Місцеве видалення повітря на робочому місці здійснюється у вигляді

втяжної шафи. Кількість видаленого повітря визначається за формулою:

$$L_m = 3600 \cdot V_{sr} \cdot F, \quad (4.2)$$

де V_{sr} - середня швидкість повітря в робочому отворі, $V_{sr} = 1,5$ м / с;

F - площа поперечного перерізу робочого отвору, $F = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6$ м².

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

Ми приймаємо кейс за номером 2268 для зварних робіт розміром 3030x90x2100мм.

Кількість видаленого повітря - 3280/ г. Сума дорівнює:

$$L = L_n + L_m = 131,1 + 3240 = 3371,1 \text{ м}^3 / \text{г.} \quad (4.3)$$

Видалення повітря з приміщення проводиться з верхньої або нижньої зони. Залежно від розміру випускного отвору приймається повітропровід квадратного перерізу 276x276 мм, виготовлений з оцинкованої сталі.

Розташування технологічного обладнання в ремонтній майстерні наведено в додатку А, дані про технологічне обладнання наведені в таблиці 4.1

4.2 Підбір силового електрообладнання

Потужність електродвигуна вентилятора із запасом становить:

$$P_{уст} = K_3 \cdot L \cdot P / (3600 \cdot 102 \cdot \eta_a \cdot \eta_n \cdot \eta_{тв}), \quad (4.4)$$

де K_3 - коефіцієнт запасу при початковому крутному моменті (для електродвигунів

потужність до 2 кВт, $K_3 = 1,2$);

L - фактична потужність вентилятора, $L = 3405$ м³/г;

P - знижений тиск, $P = 41,2$ кгс / м²;

Таблиця 4.1

Перелік технологічних пристроїв з електроприводом

Назва закладу	Електричний привід							Пристрої управління	
	типу	номер, шт	P, кВт	n, об / хв	IN, I	η_{N_s} , %	cos ϕ_N	тригерний тип	тип теплового реле
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пароочишувач	AIP80B2	1	2.2	2850	4,7	83,0	0,87	PML 1220UZ	RTL 102104
Стационарна мастильна колонка	AIP100A6 AIP71B6 AIP100A6	61 1 1	2.1 0,55 2.2	920 920 950	3.05 1,75 5.65	74,0 87,5 71,0	0,74 0,71 0,73	PML 1220UZ PML 1220UZ PML 1220UZ	RTL 100804 RTL 100804 RTL 100104
Електромеханічна мастильна колонка	AIP71B6	1	0,55	920	1,75	87,5	0,71	PML 1220UZ	RTL 100704
Установки для діагностики тракторів	AKB824Y3	1	55	1430 рік	98,5	87,5	0,88	PML 5200UZ	RTL 100204
Пральна машина	AIR13254	1	7.5	1455	15.1	87,5	0,88	ПМЛ 2220УЗ	RTL 102104
Клапан подрібнювача	AIR71A4	1	0,55	1365	1.7	70,5	0,70	PML 1220UZ	RTL 100704
Універсальна подрібнювач клапанів	AIP80B6 AIP71B6	1 1	3.05 0,55	920 920	7.4 1,74	74,0 67,5	0,74 0,74	PML 1220UZ PML 1220UZ	RTL 100804 RTL 100804
Автомат А-508М	AKD4-3	1	0,2	1450 рік	0,7	75,0	0,72	PML 1220UZ	RTL 100204
Установка зарядки акумулятора	-	1	42	-	200	-	-	-	-
Контролюйте та перевіряйте установку КІУ-5	-	1	3.0	-	10	-	-	PML 1220UZ	RTL 102104
Мконтактний зварювальний апарат	-	1	20	-	60	-	-	PML 4220UZ	RTL 100204

Продовження таблиці

125

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Підставка гальмована	AIR25026	1	45	950	160	90,0	0,87	PML 4200UZ	RTL 205704
Паливна колонка	AIP63B4	2	0,37	1365	1,2	68,0	0,77	PML 1220UZ	RTL 100304
Машина шліфує поверхню	AIP56B2	2	0,25	2770	0,74	68,0	0,77	PML 1220UZ	RTL 100304
Свердел настільний	AIP71B2	1	0,55	920	1,74	67,5	0,71	PML 1220UZ	RTL 100304
Трансформатор для припою проводів	-	1	5	-	22.8	-	-	-	-
Універсальний стенд КІ 968	AIR90A4	1	2.2	1410	5.0	80,0	0,83	PML 1220UZ	RTL 100704
Вимикач селену	-	1	4.0	-	6.1	-	-	-	-
Електричний дистиллятор	-	1	1.6	-	7.3	-	-	-	-
Універсальний стенд для випробування паливного обладнання	AIP80B4	1	1.5	1395 рік	3.6	77,0	0,83	PML 1220UZ	RTL 100704
Вертикальний дріль	AIR100A6	1	2.2	950	5.65	81,0	0,73	PML 1220UZ	RTL 100704
Комбінована машина	AIP100L6	1	0,12	1375 рік	0,44	63,0	0,66	PML 1220UZ	RTL 100104
Гвинтовий токарний верстат	AIP100L6	1	2.2	950	5.65	81,0	0,74	PML 1220UZ	RTL 100104

НУБІП України

Продовження таблиці. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пневматичний молоток	ПОВІТРЯ 13284	1	7.5	1455	22,0	87,5	0,87	ПМЛ 122UZ	RTL 100404
Стенд для ремонту приросту тракторних автомобілів	AIR13254	1	7.5	1455	15.1	87,5	0,88	ПМЛ 2220УЗ	RTL 102104
Електричне шліфування машина	AIP71B2	1	1.1	2890	2.48	77,5	0,87	PML 1220UZ	RTL 100604
Очищувач і подрібнювач	ПОВІТРЯ 10014	1	4.0	1410	8.6	84,0	0,84	PML 1220UZ	RTL 101004
Кран підвішений	AIR112M4	3	5,5 / 2	1425	11.5	85,0	0,85	PML 1220UZ	RTL 100804
Лебідка електрична	AIR112M4	3	5,5 / 2	1425	11.5	85,0	0,85	PML 1220UZ	RTL 100804
Вихлопна система ВУ-15	AIP71B4	1	0,55	1365	1.7	70,5	0,70	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - ВУ-14	AIP71B4	1	0,55	1365	1.7	70,5	0,70	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - УУ-13	AIP71B4	1	0,55	1365	1.7	70,5	0,70	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - ВУ-12	AIP71B4	1	0,75	920	2.25	690	0,74	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - ВУ-11	AIP71B4	1	0,55	1365	1.7	70,5	0,70	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - ВУ-10	AIP71B4	1	0,55	1365	1.7	70,5	0,70	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - УУ-9	AIR71A6	1	0,37	920	1,25	64,5	0,86	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - ВУ-8	AIR71A6	1	0,37	920	1,25	64,5	0,86	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - УУ-7	AIP63B2	1	0,55	2780	1,33	73,0	0,74	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - УУ-6	AIR80A6	1	0,75	920	2.25	69,0	0,65	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - УУ-5	AIR80A6	1	0,25	1380	0,85	68,0	0,75	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - ВУ-4	AIP71B4	1	0,75	1365	2.2	72,0	0,73	PML 1220UZ	RTL100404
-// - УУ-3	AIP71B4	1	0,75	1365	2.2	72,0	0,73	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - ВУ-2	AIR80A4	1	1.1	1395 рік	2,75	75,0	0,81	PML 1220UZ	RTL 100404
-// - УУ-1	AIP71B4	1	0,75	1365	2.2	72,0	0,73	PML 1220UZ	RTL 100404

η_e - ефективність роботи вентилятора, $\eta_e = 0,6$;
 η_n - ефективність передачі, $\eta_n = 1$;
 η_{mid} - несуча ефективність, $\eta_{mid} = 0,98$.

Тоді:

$P_{уст} = 1,2 \cdot 3405 \cdot 41,2 / (3600 \cdot 102 \cdot 0,6 \cdot 0,98) = 1,18 \text{ кВт}$.
Електродвигун вентилятора працює в тривалому режимі згідно з ГОСТ 183-74 з постійною або з навантаженням, яка істотно не змінюється.

Номінальна потужність вибирається за умови, що:

$P_{ном} \geq P_{уст}$
Ми вибрали електродвигун потужністю 1,5 кВт. Живлення забезпечується трифазним змінним струмом з частотою 50 Гц. Швидкість обертання двигуна вибирається виходячи з характеристик вентилятора, швидкість якого повинна бути в межах $930 \div 1420 \text{ хв}^{-1}$, з високою ефективністю та $\cos \varphi$ і мінімальні витрати.

Відповідно до стандарту ГОСТ 2479-79 на етапі будівництва та монтажу, ми приймаємо конструкцію двигуна ІМ.

Оскільки до приводу вентилятора немає особливих вимог, ми приймаємо електродвигун із нормальними механічними характеристиками основної конструкції АИР-80V4S1.

Ми перевіряємо двигун в умовах пуску при зниженій напрузі з урахуванням дисперсії параметрів електродвигуна. Визначте час запуску за допомогою методу графічного аналізу та переконайтесь, що двигун не нагрівається під час запуску.

Механічні властивості вентилятора отримують розрахунком за формулою:

$M_s = M_0 + (M_{ст} - M_0) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^x, \text{ Нм}; (4,5)$
де момент зсуву, Нм;

$M_{ст}$ - момент статичного опору при номінальній швидкості, Нм;

ω - поточне значення кутової швидкості;

$\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 1420 / 60 = 148,6 \text{ с}^{-1}$;

$M_0 = 0,15 M_{ст}, \text{ Нм};$

$$M_0 = 0,15 \cdot 8,6 = 1,26 \text{ Нм.}$$

Результати розрахунків наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Розрахунок механічних властивостей вентилятора

ω, c^{-1}	0	3	6	94	115	148	15
Пані	1.3	1	2.	4.3	6.7	8.6	9.8

Момент інерції, приведений до вала двигуна, визначається за формулою:

$$j_{np} = j_{dv} + j_{zv} \quad (4.7)$$

де j_{dv} - момент інерції двигуна;

$$j_{dv} = 0,0032 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

j_{zv} - момент інерції вентилятора, $j_{zv} = 0,009 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

$$j_{pr} = 0,0032 + 0,009 = 0,0122 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

$$j_{pr} = 0,122 \text{ Нм}^2.$$

Механічні властивості двигуна розраховуються за формулою:

$$M = \frac{M_{kr} \cdot (2 + q)}{\left(\frac{S}{S_{kr}} + \frac{S_{kr}}{S} \right) + q}, \text{ Нм;} \quad (4.8)$$

де M_{kr} - максимальний крутний момент двигуна;

S_{kr} - критичне ковзання;

S - поточне значення ковзання.

$$M = M_{\min}, \text{ Нм;} \quad \omega = \omega_{\text{хв}}, \text{ сек}^{-1} \quad S = 0,85$$

$$M = M_n, \text{ Нм;} \quad \omega = \omega_n, \text{ сек}^{-1} \quad S = 1$$

За побудованою характеристикою знаходимо відповідну характеристику зниження напруги на клеммах двигуна (дозволений ΔU - 5%):

$$M' = M \cdot \left(\frac{U}{U_n} \right)^2, \text{ Нм;} \quad (4.12)$$

За цією механічною характеристикою будемо криву механічної характеристики двигуна з урахуванням дисперсії його параметрів за ГОСТ 123-79.

Допускається зменшення: $M_{\text{тах}}$ на 10%, $M_{\text{гн}}$ на 10%, $M_{\text{н}}$ на 10% від номіналу.

Розрахунок проводиться у вигляді таблиці (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Розрахунок механічних характеристик електродвигуна

ω s ⁻¹	151	144,6	117,75	23.5	0
3	0	0,08	0,25	0,85	1
M, Нм	0	10.1	22.22	16.1	18.18
M'Нм	0	8.7	19.1	13.9	15,64
M " Нм	0	6.3	17.2	11.1	13.3
5					
6					
2					

Механічні властивості вентилятора та механічні властивості електродвигуна побудовані на рис. 4.1. Динамічну характеристику отримують відніманням:

де МДВ - крутний момент, що розвивається електродвигуном;

МПС - крутний момент опору вентилятора.

Оскільки динамічний крутний момент на початку має змінне значення, для визначення часу прискорення ми вибираємо невелике збільшення швидкості, під час якого динамічний крутний момент мало змінюється і дорівнює середньому значенню з часом, необхідний для збільшення швидкості на $\Delta\omega$.

Результати розрахунку часу запуску наведені в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Розрахунок часу запуску електродвигуна

j, Nm ²	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123	0,123
, Ω , c-1	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7	15.7
Опівноч i	13.1	11.9	12.2	12.7	13.3	13.7	13.8	12.9	1
t, стор	0,14	0,16	0,188	0,152- й найпо- ширен- іший	0,145	0,14	0,139. Найбіл- ьш пошир- еним	0,149. Найбіл- ьш пошир- еним	0,578. Найбі- льш пошир- еним

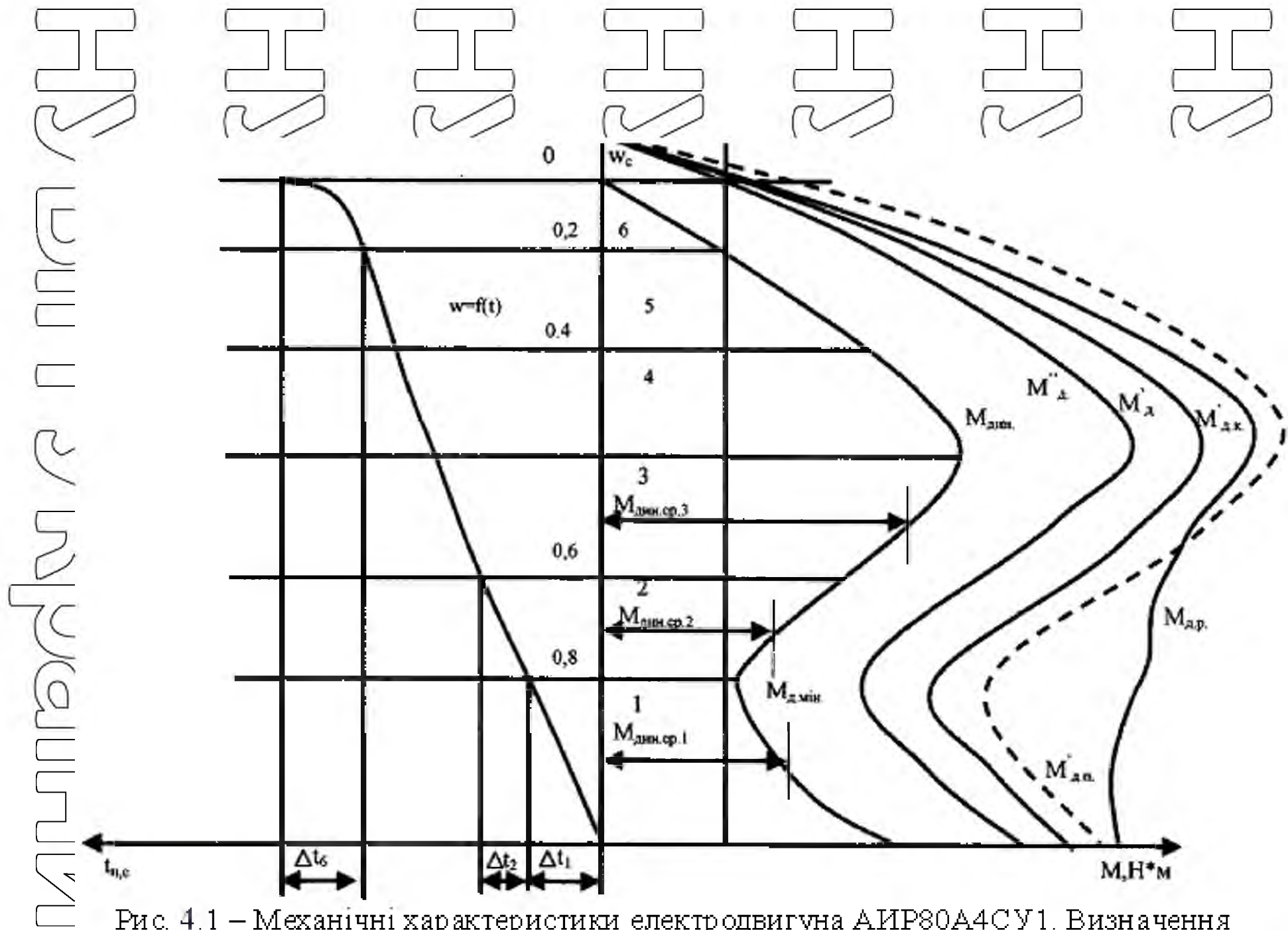


Рис. 4.1 – Механічні характеристики електродвигуна АІР80А4СУ1. Визначення тривалості пуску електропривода графо-аналітичним методом

Час запуску електродвигуна: $t_n = 1t = 1,957$ с.

Прогрівання двигуна під час пуску визначається за формулою:

$$\theta = \theta_n + v_t \cdot t_n \quad (4,15)$$

де θ_n - температура навколишнього середовища, $v_n = 20$ °C;

v_t - швидкість підйому температури, $v_t = 5,9$ °C / с.

Тоді

$$\theta = 20 + 5,9 \cdot 1,957 = 31,54$$
 °C

Прогрівання двигуна при запуску незначне і не перевищує допустимі параметри.

4.3 Вибір пристроїв управління та захисту

Для захисту від перевантаження та короткого замикання виберіть автоматичний вимикач типу ВА. Обрано варіант для електродвигуна 4ААМ63А4U3 вихлопної системи ВУ-5. Параметри двигуна: $p_H = 0,25$ кВт; I_n дв = 0,85А; $I_p = 4,25$ А.

Вибір робиться з таких умов з $I_{ab} = 25$ А:

$$U_{ab} \geq U_{mer}; \quad U_{ab} = 380\text{В} \geq U_m = 380\text{В};$$

$$I_{tr} \geq I_{нше}; \quad I_{tr} = 25\text{А} \geq I_{n.dv} = 0,85\text{А};$$

$$I_{tr} \geq I_{n.dv}; \quad I_{tr} = 1,0\text{А} \geq I_{n.dv} = 0,85\text{А};$$

Івіді. електричний магніт $p \geq (1,45 \dots 1,65) \cdot I_{старт}$; Івіді. електричний магніт $p = 12 I_{ab} = 12,25 = 300\text{А} \cdot \geq 1,65 \cdot I_{старт} = 5,6\text{А};$

$$A_{гр. до} \geq A_{3f\text{ kз}}; \quad I_{GR. до} = 3\text{кА} \geq A_{3f\text{ kз}} = 1,5\text{кА}.$$

Виберіть автоматичний вимикач ВА51 25-340010PTR30UHL3 згідно ТУ 16-522.157-83.

Для дистанційного керування електродвигуном та захисту від перевантаження ми вибираємо електромагнітний пускач, такий як ПМЛ, з тепловим випуском серії RTL, виходячи з таких умов:

$$U_{emp} \geq U_{mer}; \quad A_{Тзап} = 380\text{В} \geq U_{mer} = 380\text{В};$$

$$I_{нше} \geq I_{n.dv}; \quad I_{нм} = 10\text{А} \geq I_{n.dv} = 0,85\text{А};$$

$$I_{уст.тр.} \geq I_{н.дв.}; \quad I_{уст.тр.} = 1,1A \geq I_{н.дв} = 0,85A;$$

$$U_{кот.емп} \geq U_{мер}; \quad U_{кот.емп} = 220V \geq U_{мер} = 220V.$$

Приймається електромагнітний пускач типу РМЛ-1230 04V з електротермічним реле RTL - 1005804 з діапазоном регулювання номінального струму поза роботою 0,61 ÷ 1,0 А.

Подібним чином вибрані пристрої управління та захисту для всіх інших струмоприймачів та результати розрахунків та вибору вводяться в таблицю розрахунків та встановлення енергетичної мережі (Додаток А).

4.4 Розрахунок ліній електропередач та розподільних щитів

Перетин провідників і кабелів, що несуть струм, вибирається з граничного стану дозволений нагрів та достатня механічна міцність:

$$I_{т.доп} \geq I_{\max, т.доп} \quad (4.16)$$

де $I_{т.доп}$ - довгостроково допустимий нагрівальний струм провідника, А;

$I_{\max, т.доп}$ - максимально допустимий довготривалий нагрівальний струм провідника, А.

Розрахунок та вибір кабелю для двигуна вентилятора у галузі зварювання. Електродвигун працює з постійним навантаженням. Для максимального робочого струму беремо його номінальний струм:

$$I_{\max, т.доп} = I_{н.дв} = \frac{P_{ном} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \eta \cdot \cos \varphi}; \quad (4.17)$$

$$I_{\max, т.доп} = I_{н.дв} = \frac{0,25 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,84 \cdot 0,83} = 0,54A$$

Ми приймаємо фірмові дроти APV з алюмінієвими жилами, що зберігаються в сталевих трубах, таємно в підлозі. Перетин струмопровідного сердечника становить 2,5 мм². Мовлення виконані в сталевій трубі за ГОСТ 3262 - 75.

Внутрішній діаметр труби визначається за формулою:

$$D \geq 1,2 \cdot d, \quad (4.18)$$

де d - діаметр лінії, мм; для трижильного дроту APV діаметр дорівнює $d = 9,0$ мм, тоді: $D = 1,5 \cdot 9,0 = 13,5$ мм.

Ми приймаємо труби з найбільш стандартним близьким значенням внутрішній діаметр - 15 мм. Аналогічним чином виберіть лінію електропередачі для інших струмоприймачів і введіть результати в таблицю розрахунків та встановлення (графічна частина №2).

Струмоприймачі подаються від основної розподільної коробки, наприклад PR8501-074-IP21U3 з автоматичними вимикачами ВА51G31-340010020U3, та від розподільної коробки, наприклад PR8501-023-IP21U3, з вимикачами ВА51-2534.

Пусковим та захисним обладнанням для електродвигунів є електромагнітні пускачі ПММ з кнопками управління.

Підключення переносних струмоприймачів забезпечується від силових коробок з від'єднанням штепсельних розеток, таких як RSh - 30, SHT - 10.

Вхідний перемикач триполюсний VA51G33-340010020U3 на 160 А. Розподільна частина електромережі складається з кабелю AVVG, який прокладений на будівельній конструкції, провідника з ПБ або АПБ в поліетиленових або сталевих трубах. Вхід живиться від кабелю AVVG 4x95.

4.5 Розрахунок освітлення

Забезпечує робоче (загальне та місцеве) освітлення, аварійне та переносне.

Напряга мереж роботи та аварійного освітлення 380/220 В, - переносна 36 В.

Освітлення приміщення приймається відповідно до вимог ДСТУ та документа "Стандарти дизайну освітлення".

Робоче та аварійне освітлення забезпечується такими лампочками, як PVLМ, PSH; переносні - світильники РВО - 42 УХЛ4 крізь коробки з трансформаторами низхідної ПТП - 0,25. Штучне освітлення повинно відповідати таким вимогам:

забезпечувати необхідне і постійне освітлення робочого місця, деталей, інструментів; для запобігання різниці в освітленості окремих зон робочого місця.

Проект передбачає систему штучного освітлення: загальне та комбіноване.

Комбінована система освітлення використовує загальне та місцеве освітлення робочого місця. Розрахунок освітленості виконується на кожній ділянці допоміжних та побутових приміщень відповідно до діючих норм ДБН П-97

Розрахунок освітленості виконується методом використання коефіцієнта світлового потоку, контроль розрахунку освітленості - точковим методом. Вибір світильників і способів прокладання ліній електропередач здійснюється в залежності від умов навколишнього середовища в будівлі.

Розраховуємо освітлення за місцем ремонту та монтажу. Розміри землі 19x10 м. Висота приміщення становить 6 м. Площа освітлення - 190 м². Для освітлення ми

використовуємо люмінесцентні лампи, що мають ряд переваг: висока ефективність освітлення, тривалий робочий час, низькі витрати, сприятливий спектр випромінювання, висока якість передачі кольору, низька яскравість і температура поверхні лампи.

Ми вибираємо такі лампочки, як PVLM 2x40, в яких встановлені дві люмінесцентні лампи LB-40. Світловий потік лампи - 4320 лм. Розрахунковий світловий потік для всієї кімнати:

де E - нормальне освітлення, люкс; $E = 200$ люкс;

K - коефіцієнт запасу, $K = 1,3$;

S - площа комплексу, м²

Z - коефіцієнт нерівномірного освітлення, $Z = 1,1$;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

Вкажіть індекс кімнати:

Немає - розрахункова висота лампи;

$H_p = H - (h_c + k.c.)$, (4,19)

де H - висота приміщення, м;

h_c ~ відстань від джерела світла до стелі, $h_c = (0,2 \dots 0,25)$ м;

Коефіцієнти відбиття кімнати: $\rho_{\text{стелі}} = 50\%$; $\rho_{\text{стін}} = 30\%$; $\rho_{\text{підлоги}} = 10\%$.

Залежно від коефіцієнта відбиття, типу кривої інтенсивності світла лампи та індексу приміщення приймаємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,52$.

$$\Phi = \frac{200 \cdot 190 \cdot 1,3}{0,52} = 95000 \text{ лм.}$$

Тому для створення загального світлового потоку на місці встановлення необхідно встановити кількість джерел світла, яке дорівнює:

де F_1 - світловий потік лампи, лм.

$$N = \frac{95000}{2 \cdot 4320} = 10,9$$

Виберіть 10 ламп і розмістіть їх у 2 ряди по 5 у кожному лінії. Відстань між лініями однакова:

$$L = \lambda \cdot H_p \quad (4,20)$$

де λ - найбільша відстань між лампами, $\lambda = 1,5 \text{ м}$

$$L = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ м}$$

Відстань від стін: $b = (0,25 \dots 0,5) L$; $b = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ м}$ (рис. 4.2).

Ми перевіряємо освітленість в окремих точках ділянки точковим методом (рис. 4.2). Оскільки довжина ряду ліхтарів перевищує половину розрахункової висоти підвісу, кількість ліхтарів вважається безперервною світловою лінією. Оскільки довгі ряди світильників зменшують інтенсивність освітлення на кінцях рядів, ми компенсуємо цю лінійну відстань на $0,5 H_p$ від межі зони освітлення. Ми

приймаємо бал під робочим місцем. Щільність світлового потоку визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{1000 \cdot E \cdot k_3 \cdot H_p}{M \cdot \Sigma \varepsilon} \quad (4.21)$$

де E - нормоване освітлення;

k_3 - коефіцієнт запасу;

Немає. - передбачувана висота підвісу;

M - коефіцієнт врахування дії видалення;

ε - відносна освітленість.

Відносне освітлення визначається графіком з координатами "Р", "Л".

Оскільки точка А освітлюється кількома частинами ряду, відносна освітленість визначається з кожного рядка окремо, а потім підсумовується.

Координати визначені: $P'' = \frac{P}{H}$, $L'' = \frac{L}{H}$. Вони визначають відносну освітленість. Дані зведені в таблицю 2.4. Тоді:

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

$\Phi'' = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,3 \cdot 4}{1,3 \cdot 242,5} = 3298,97 \text{ люкс/м}$

Загальний світловий потік серії буде дорівнює:

$$\Phi = \Phi'' \cdot L, \quad (4.22)$$

де L - довжина ряду.

$$\Phi = 3298,97 \cdot 13 = 42886,61 \text{ люкс.}$$

Таблиця 4.5

Дані управління освітленням

Ні, м	L, м	R, м	P''	L''	ε, люкс
4	21	2.8	0,7	5.25	70
4	21	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

НУБІП України

НУБІП України

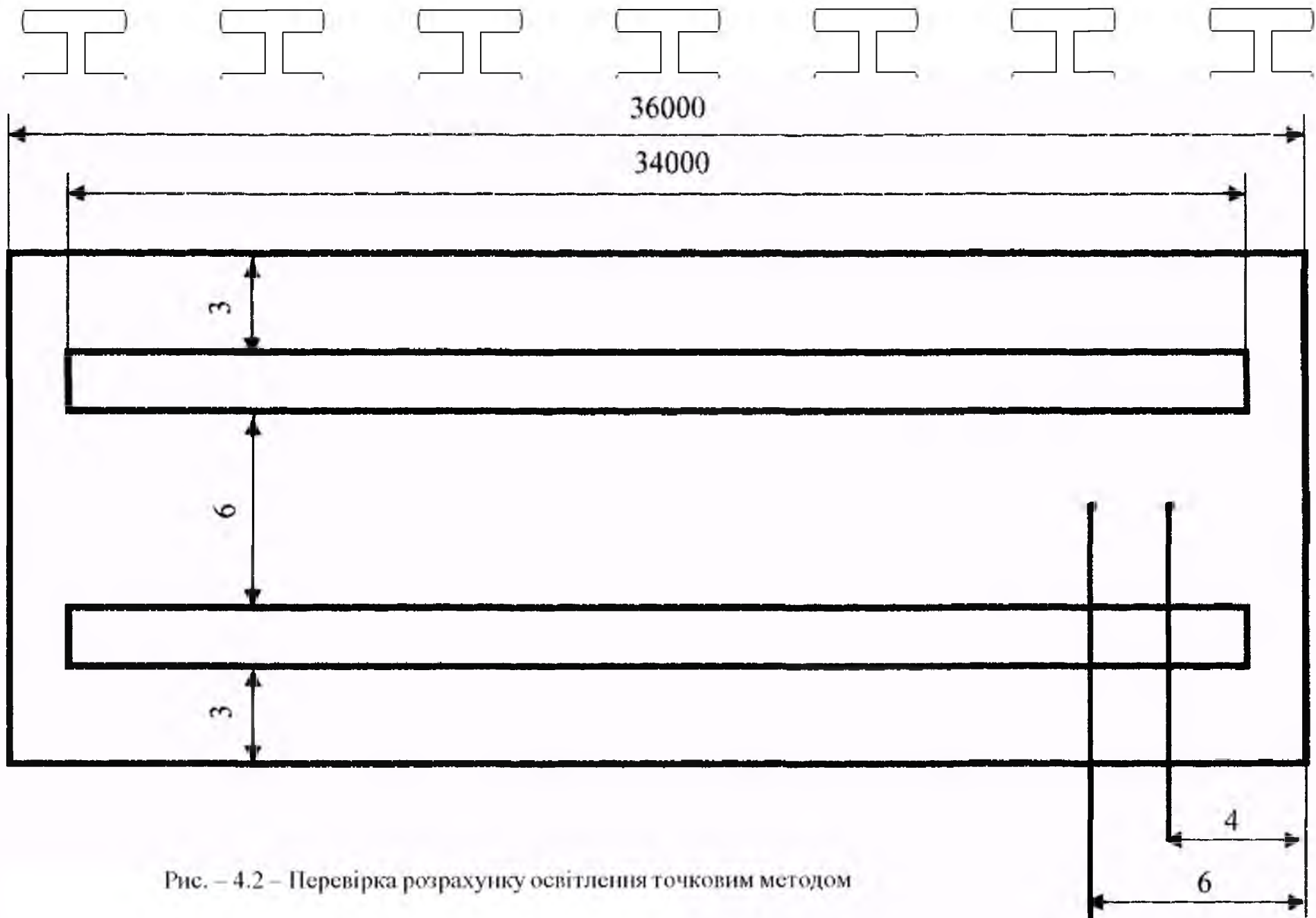


Рис. – 4.2 – Перевірка розрахунку освітлення точковим методом

Кількість ламп в ряду визначається за формулою:

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_c} \quad (4.23)$$

де Φ_s - світловий потік лампи в лампі, $\Phi_s = 8640$ лм;

Встановлюємо 10 штук. обладнання як ПВЛІМ 2x40. Тоді:

$$n = \frac{42886,61}{8640} = 4,96 \text{ шт}$$

Ми приймаємо 5 ламп підряд. Кількість ламп на всю кімнату: $P_{\text{заг}} = 2 \cdot n$; $P_{\text{заг}}$

$$= 2 \cdot 5 = 10 \text{ шт}$$

Результати розрахунку точковим методом підтверджують правильність розрахунку методом з використанням коефіцієнта світлового потоку.

Освітлення в контрольній точці перевіряють за формулою

$$E = \frac{n \cdot \Phi_c \cdot M \cdot \sum \varepsilon_s}{1000 \cdot \kappa_s \cdot H_p \cdot L} \quad (4.24)$$

де $\sum \varepsilon_s$ - загальна інтенсивність освітлення в точці $\kappa_s = \varepsilon_s = 110$ люкс.

$$E = \frac{10 \cdot 8640 \cdot 1,3 \cdot 110}{1000 \cdot 1,3 \cdot 3,5 \cdot 1,3} = 208,9 \text{ люкс.}$$

Стандарти дозволяють відхилення освітленості до 15%, а стандарт - 200 люкс.

Подібним чином ми розраховуємо освітлення для інших приміщень майстерні. Результати фіксуються в даних освітлення (табл. 4.6). Поперечний переріз провідників світлової мережі вибирається за таких умов:

відповідно до розрахункового струму навантаження;

механічна міцність.

Розраховуємо мережу освітлення місця ремонту та монтажу. Кількість цибулин ділиться на 3 групи по 5 штук. Мережа освітлення виготовити алюмінієвий дріт з опорним сталевим тросом АПВ -2 (1x2,5).

В умовах механічної міцності найменший переріз алюмінієвих проводів становить - $2,5 \text{ мм}^2$. В умовах гранично допустимого нагрівання: $I_{\text{гр.доб}} \geq I_{\text{роз.роб}}$

Для алюмінієвого дроту $S = 2,5 \text{ мм}^2$, розташованого відкритим $I_{\text{др.об}} = 19 \text{ А}$.

Робочий струм визначається за формулою:

$$I_{роб} = \frac{P_{уст} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (4.25)$$

де $P_{уст}$ - встановлена потужність групи;

U_n - Номінальна напруга.

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

$$19 \text{ A} \geq 3,2 \text{ A}$$

Умова виконана.

Перевірте вибраний переріз провідника на допустимі втрати напруги у рядки за формулою:

$$\Delta U = \frac{\Delta P_i \cdot l}{\rho \cdot S} \cdot 100\% \quad (4.26)$$

де P_i - сума степеневих моментів;

l - коефіцієнт, який залежить від кількості фаз, напруги та матеріалу дроту;

S - перетин дроту.

Визначте суму моментів потужності виробничої лінії для Схема для обчислення конкретної лінії групи:

$$CR_i \cdot I \equiv P_i \cdot \left(\frac{2,3}{2} \right) \quad (4.27)$$

$$CR_i \cdot I \equiv 2,08 \cdot 8 \cdot 2,08 \cdot \frac{2,3}{2} = 40,6 \text{ Вт} / \text{м}^2. \text{ Визначте фактичні втрати напруги}$$

$$\text{на лінії: } \Delta U = \frac{40,6}{19,5 \cdot 4} = 0,52 \%$$

Фактичні втрати напруги менше допустимих.

Ми приймаємо кабель АВВГ 3x2,5 та дріт АВВГ 3x2,5 зі сталевим канатним підшипником АВТ - 1. Аналогічно виконуємо розрахунок інших ліній освітлювальної мережі.

Для контролю освітлення та захисту від аварійних режимів ми приймаємо світлові панелі типу ЯОУ-8503-IP21 УЗ із автоматичними вимикачами ВА 51-2914.

Ми розміщуємо сітки для групового освітлення на тримачах і кабелях, кабель

AVVG, дріт APV в поліетиленових трубах.

Технічне обслуговування світильників на висоті більше 5 м це виконується за допомогою телескопічної вежі. У якості аварійного джерела світла використовується портативний акумуляторний ліхтарик.

4.6 Опалення та вентиляція в майстерні

Щоб запобігти потраплянню холодного повітря в майстерню взимку при відкриванні вхідних воріт, ми використовуємо систему подачі, яка обладнаний перегородкою. Її розміри - 600x1000 мм.

Схема автоматизації передбачає:

- перед запуском припливного вентилятора блок нагрівається ввімкненням електронагрівачів. Якщо є можливість увімкнути електронагрівачі за 30 хвилин до відкриття перегородки, доступне змішане підключення електронагрівачів;

- при запуску припливного вентилятора нагрівач автоматично нагрівається протягом 3 хвилин, потім відкривається ізольована перегородка, вмикається система автоматичного управління та вмикаються електричні нагрівачі перегородок;

- підтримка заданої температури повітря в повітроводі припливного повітря здійснюється регулюванням теплової продуктивності нагрівача за допомогою регулюючого клапана на повітропроводі теплоносія;

- у разі аварійної зупинки подачі теплоносія в повітря перед нагрівачем, що нижче нуля, припливний вентилятор зупиняється, ізольована перегородка автоматично закривається і плата автоматики отримує сигнал аварійного відключення.

- Схема автоматизації також забезпечує захист обігрівача від замерзання, коли система живлення не працює.

При нагріванні повітря нагрівається до температури, вищої за температуру повітря в приміщенні, що подається в приміщення, що забезпечує його певною кількістю тепла, що компенсує споживання тепла.

Системи повітряного опалення можуть бути централізованими, коли

нагрівачі повітря подають нагріте повітря до кількох приміщень, а децентральні місцевими системами опалення та вентиляції з подачею повітря.

Теплова потужність повітряного опалювального пристрою (Φ) залежить від повітря, що подається в приміщення для змішаної системи:

$$\Phi = c \cdot (Q_{np} \cdot (t_n - t_e) + Q_{vn} \cdot (t_n - t_e)), \quad (4.28)$$

де c - питома ізобарична теплоємність повітря, прийнята $c = 1 \text{ кДж} / (\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

Q_{np} , Q_{vn} - відповідно масові витрати обігу та внутрішні повітря, $\text{кг} / ^\circ\text{C} \cdot \text{рік}$;

t_n , t_e - температура відповідно зовнішнього та внутрішнього повітря, $^\circ\text{C}$

Виходячи з величини теплових характеристик виробничого приміщення ремонтної кімнати (питомі теплові властивості $q_{om} = 0,7 \dots 0,6 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$, отриманий кв - $0,6 \text{ Вт} / (\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$).

Для цієї теплової характеристики ми визначаємо об'єм повітря, необхідного для нагрівання в тепловій перегородці:

$$V = \frac{P_{od}}{q_{om} \cdot (T_{max} - T_{min})} \quad (4.29)$$

де RDV - потужність двигуна, кВт;

T_{max} - температура в районі теплового бар'єру, $^\circ\text{C}$;

T_{min} - мінімальна температура, $^\circ\text{C}$

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

Отже, теплова потужність системи повітряного опалення:

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

5 РОЗВИТОК ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТА ЕКОНОМІЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ ТА ЕНЕРГЕТИКИ

5.1 Розрахунок електричного навантаження та вибір джерела живлення

живлення

Розрахунок електричного навантаження методом ефективної кількості струмоприймачів. Для електричних мереж розраховується максимально можливе навантаження, що триває щонайменше 30 хвилин.

Розрахункова потужність визначається за формулою:

$$P_{зо} = \sum P_{вст} \cdot K_{вик} \cdot K_{max}, \text{ кВт} \quad (5.1)$$

де $\sum P_{вст}$ – загальна встановлена потужність біля входу в ремонт майстерня (таблиця 5.1);

$K_{вик}$ – встановлений коефіцієнт використання потужності для майстерні струмоприймачів;

K_{max} – максимальний коефіцієнт.

$$K_{вик} = \frac{P_{см.сп.}}{\sum P_{вст}} \quad (5.2)$$

де $P_{см.сп.}$ – середнє навантаження на зміну з максимальним навантаженням кВт;

Існуючі електричні приймачі розділені на групи з однаковими коефіцієнтами використання активної потужності на основі аналізу ремонтної майстерні та довідкових даних [22].

Обчисліть, використовуючи дані таблиці 5.1 $K_{вик}$ для колекціонерів майстерень:

$$K_{вик} = \frac{142,3}{284,7} = 0,5$$

Максимальний коефіцієнт визначається залежно від величини коефіцієнта використання та ефективної кількості струмоприймачів.

Ефективна кількість струмоприймачів задається за формулою:

$$P_{\text{вст.і}} = \frac{(\sum P_{\text{вст.і}})^2}{\sum P_{\text{вст.і}}^2} \quad (5.3)$$
 де $P_{\text{вст.і}}$ – встановлена потужність і-го електроприймача, кВт.

Таблиця 5.1

Розрахунок електричного навантаження в ремонтній майстерні

Назва закладу 1	Кількість 2	$\sum P_{\text{у}}, \text{кВт}$ 3	$K_{\text{вст}}$ 4	$P_{\text{вст.і}}$ 5
Пароочишувач	1	2,2	0,3	0,66
Стационарна мастильна колонка	3	2,2	0,5	1,1
Електромеханічна мастильна колонка	1	0,55	0,5	0,3
Встановлення КІ-4035	1	55	0,4	22
Шайба	1	7,5	0,6	4,5
Стенд для розбирання та складання вантажних автомобілів на тракторі	1	7,5	0,6	4,5
Клапан шліфувальний верстат клапана	1	0,55	0,3	0,165-й найпоширеніший
Клапан подрібнювача	1	1,65	0,3	0,5
Гальмівна підставка типу STE	1	45	0,4	18
Стенд для регулювання паливного обпалювання	1	1,5	0,4	0,6
Розподільна колонка ТК-40	2	0,34	0,3	1,02
Машина шліфує поверхню	2	0,25	0,3	0,08
Верстат - це свердлильний стіл	1	0,55	0,4	0,22
Трансформатор для пайки проводів	1	3,4	0,3	1,5
Установка компресора	1	4	0,8	3,2
Універсальний стенд КІ-968	1	2,2	0,4	0,88
Випрямляч селену	1	4	0,8	3,2
Електровібраційні ножиці	1	0,38	0,3	0,11
Вертикальний дріль	1	2,2	0,5	1,10
Комбінована машина	1	2,2	0,4	0,88
Гвинтовий токарний верстат	1	2,0	0,32	0,96
Обкатний стенд, Машини	1	7,5	0,4	3
Обладнання приводу задньої осі	1	7,5	0,4	3
Перетворювач зварює	1	14	0,3	4,2
Однопозиційний зварювальний трансформатор	1	16,3	0,3	5
Пневматичний молоток	1	11	0,6	6,6
Ел. подрібнювач	1	1,1	0,4	0,44
Шліфувальна шліфувальна машина	1	4	0,4	1,6
Вентилятор відцентровий	1	0,18	0,75	0,135. Найбільш

				поширеним
Кран підвищений	3	7,5	0,5	3,75
Домкрат електричний	1	5,5	0,49	2,7
Установка для відновлення шийок колінчастого вала	1	7,5	0,5	3,8
Виходить автомат	1	0,2	0,4	0,1
1	2	3	4	5
Установка для зарядки акумулятора та пуску двигунів	1	-	0,6	-
Електричний водонагрівач SAOS-400/90-П	1	12	1,0	12
Освітлення		7,33	0,8	
Вентиляція		9,05	0,75	6,76
Загальний вхід		284,7		142,3

Підставляючи дані з таблиці 5.1, отримуємо $N_e = 12$.

Визначте максимальний коефіцієнт при $N_e = 12$ та $Quick = 0,5$ - $K_{пmax} = 1,28$ [13], тоді:

$$P_{30} = 284,7 \cdot 0,5 \cdot 1,28 = 182,2 \text{ кВт}$$

Виходячи з того, що коефіцієнти потужності електричних приймачів у цеху різні, тоді для визначення реактивної потужності беремо середній коефіцієнт потужності всіх електричних приймачів, рівний $\cos \varphi = 0,75$, тоді:

$$Q_{30} = P_{30} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (5.4)$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \quad (5.5)$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \sqrt{1 - 0,75^2} = 0,66 \quad (5.6)$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ - тангенс кута, що відповідає номіналу

коефіцієнт потужності мережі

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{0,66}{0,75} = 0,88$$

$$Q_{30} = 182,2 \cdot 0,88 = 160,3 \text{ квар}$$

Визначте максимальне навантаження за цілі півгодини та максимальне навантаження за цілі півгодини:

$$S_{30} = \frac{P_{30}}{\cos \varphi}, \text{ кВА} \quad (5.7)$$

$$S_{30} = \frac{182,2}{0,75} = 242,9 \text{ кВА}$$

$$I_{30} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = 4 \text{ (5,8)}$$

$$I_{30} = \frac{242,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 373,6 \text{ А}$$

Для [13] виберіть вхідний кабель до ремонтної майстерні VRG 4 × 120.

Потужність інших приладів, що живляться від проєкційної станції, показана в таблиці 5.2

Таблиця 5.2

Назва та потужність споживача холдингу

№ п/п	Назва кімнати	Rd, кВт	Rv, кВт
1	Відправка	5	2,5
2	Гараж на 10 машин	45	20
3	Запас	6	2
4	ІТ-елемент	60	60

Навантаження трансформаторної станції підсумовуються за допомогою добавок. Розрахунок виконується у вигляді таблиці.

Таблиця 5.3

Сума проєктних навантажень

Плоский	Навантаження							
	День, кВт			Вечір, кВт				
Rdb	Rdm	ΔP (Rdm)	Rd	Rbb	Pim	ΔP (Pvm)	Pv	
Рядок I								
0 - 1	182,2	-	-	182,2	-	-	-	-
Рядок II								
0 - 1	60	-	-	60	60	-	-	60
Рядок III								
0 - 1	48,0	6	3,6	51,6	21,4	2	1,2	22,6

Оскільки добове навантаження більше, ніж ввечері, ми знаходимо розрахункову активну потужність на щоденному максимумі:

$$P_{розр} = P_{дн1} + \Delta P(P_{дн2}) + \Delta P(P_{дн3}) \text{ (5,9)}$$

$$P_{розр} = 182,2 + 41 + 34,8 = 258 \text{ кВт}$$

Визначте загальну номінальну потужність трансформатора:

$$S_{розр} = \frac{P_{розр}}{\cos \varphi}, \text{кВА} \quad (5.10)$$

де $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності трансформаторної станції, для ТП з виробничим навантаженням $\cos \varphi = 0,7$.

$$S_{розр} = \frac{258}{0,7} = 368,5 \text{кВА}$$

Ми приймаємо закриту трансформаторну станцію потужністю 400 кВА з урахуванням економічних інтервалів та дозволених систематичних перевантажень.

Основні технічні властивості трансформатора, встановленого на ТП, наведені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4
Технічні властивості трансформатора ТП 10/0,4 потужністю 400 кВА

Тип	Посадання напруги, кВ		Схема з'єднання та група обмоток	Втрати, кВт		Всього, %	Iх. X., %
	VN	НН		ХРх х.	КРк.з.		
ТМ-400	10	0,4	Y / Yn - 0	0,95	5,5	4,5	2,1

Ми помістили ТР серед електричних навантажень, що стосується простоти монтажу та експлуатації. У шафі низьковольтного розподільного щита підстанції встановлений трифазний чотирипровідний лічильник активної енергії типу «Каскад», підключений через трансформатори струму Т-0,66, і пристрій для управління лінією загального освітлення за допомогою фотореле FR-2. Підстанція має захист пристрою від перенапруги блискавки за допомогою клапанних ловушок RVO-10U1 (від лінії 10 кВ) та RVN-0,5MU1 (від лінії 0,4 кВ).

Визначте силу струму на вході 10 кВ в ТП:

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \text{А} \quad (5.11)$$

де S_n - номінальна потужність ТР, $S_n = 400$ кВА,

U_1 - напруга передачі кабелю, $U_1 = 10$ кВ.

НУБІП УКРАЇНИ

Вибір перерізу провідників кабельної лінії електропередачі напругою 10 кВ

здійснюється відповідно до економічної щільності струму:

НУБІП УКРАЇНИ

де $j_{ек}$ – економічна щільність струму, А / мм². Для підземних проводів $j_{ек} = 1,3 \text{ А / мм}^2$

[18]

НУБІП УКРАЇНИ

$$F_{ек} = \frac{I}{j_{ек}} = \frac{23,09}{1,3} = 17,8 \text{ мм}^2$$

Ми приймаємо дроти ЗАС-25 для ВЛ 10 кВ.

НУБІП УКРАЇНИ

5.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж

Вся лінія 0,38 кВ від трансформаторної станції до ремонтної майстерні виконана за допомогою силового кабелю. Вибір перерізу провідників, що несуть струм кабелю, ґрунтується на умовах довгостроково дозволеного струму (нагрівання).

НУБІП УКРАЇНИ

А тр.ор. $\geq I$ максимальна роздільна здатність (5,8)

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

НУБІП УКРАЇНИ

$$I_{макс.р''кр.} = \frac{S_{р''кр.}}{\sqrt{3} \cdot U}, \quad (5,9)$$

де розмір $S_{р''кр.}$ - розрахункова максимальна потужність, кВ·І.

НУБІП УКРАЇНИ

$$I_{макс.р''кр.} = \frac{242,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 373,6 \text{ А}$$

Ми приймаємо силовий кабель перетином 2,5 мм² марки АВРГ (4 × 2,5), для яких через жили протягом тривалого часу пропускається струм 19 А.

Результати розрахунків зведені в таблицю 5.6

НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 5.5

Визначення допустимих втрат напруги

Елемент живлення	Режим роботи	
	100%	25%
10 кВ шина RTP	+3	+1
Лінія 10 кВ	-2	-0,5
Трансформатор 10 / 0,4: постійний внесок	+3	+5
регульований стовп	0	0
втрати в трансформаторі	+4	-1
Втрати напруги на лінії 0,38 кВ	-7	0
Споживач	-5	+4,5
Допустиме відхилення напруги у споживача	-5	+5

Таблиця 5.6

Підбір перерізів дроту

Частина рядка	R _p , кВт	С _в , кВА	Послідовне кВА	Марка дроту
Рядок 1				
0 - 1	182,2	242,9	170,03	3A50 + A50
Рядок 2				
0 - 1	60	85,7	60	3A50 + A50
Рядок 3				
0 - 1	51,8	74	51,8	3A50 + A50

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}, \text{кВА} \quad (5,15)$$

де ПП – передбачуване навантаження на споживача, якого годують
розрахована ТП, кВт;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт споживчої потужності, $\cos \varphi = 0,75$ – для споживачів

ремонтні майстерні, $\cos \varphi = 0,7$ – для всіх інших споживачів,

що забезпечує ТП максимально добовим навантаженням.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП України

Таблиця 5.7

Визначення фактичних втрат напруги

Плоский ліній	L, км	Sв, кВА	P, кВт	Q, квартал	r = r0, Ом	x = x0, Ом	Втрата напруги на місці		Втрати джерела	
							В	%	В	%
Рядок 1										
0 - 1	0,03	242,9	182,2	160,6	0,0092	0,012	9,6	2,52	9,6	2,52
Рядок 2										
0 - 1	0,105	85,7	60	61,2	0,06	0,042	16,1	4,3	16,1	4,3
Рядок 3										
0 - 1	0,05	74	51,8	52,8	0,0294	0,02	6,77	1,8	6,77	1,8

5.3 Перевірка можливості запуску та нормальної роботи асинхронних двигунів

Величина допустимого падіння напруги на клеммах електродвигунів визначається умовами його запуску. Необхідно, щоб початковий крутний момент електродвигуна був більшим, ніж момент переміщення робочої машини

$$M_{\text{пуск}} = M_{\text{зр. р. н.}} + M_{\text{надл.}}, \text{ Нм} \quad (5,15)$$

де $M_{\text{пуск}}$ - початковий крутний момент двигуна при номінальній напрузі, Нм;

$M_{\text{зр. р. н.}}$ - момент зміщення робочої машини, Нм;

$M_{\text{надл.}}$ - необхідний надмірний пусковий момент, Нм.

$$M_{\text{надл.}} = (0,2 \dots 0,3) \cdot M_n, \text{ Нм} \quad (5,16)$$

Крутний момент асинхронного двигуна пропорційний квадрату напруги на його клеммах. Допустиме падіння напруги в умовах можливості прискорення електроприводу визначається за формулою:

$$\Delta U_{\text{доп.}} \% = \left(1 - \frac{M_{\text{зр.}} + M_{\text{надл.}}}{M_{\text{пуск}}} \right) \cdot 100 \quad (5,17)$$

Визначити падіння напруги при опусканні крайньої підставки двигуна для

демонтажу візків трактора AIR132S4U2:

$$P_H = 7,5 \text{ кВт}, \quad I_N = 15,1 \text{ А}, \quad \cos \varphi = 0,86, \quad \eta = 0,873,$$

$$n = 1455 \text{ об/хв.}, \quad U_{\text{почв.}} = 2,2, \quad U_{\text{макс.}} = 3,0.$$

Запуск електродвигуна та нормальна робота раніше включених приладів стане можливим, якщо дотримано наступну умову:

$$\Delta U_{\text{факт.}} \% \leq \Delta U_{\text{доп.}} \% \quad (5,18)$$

Зниження напруги на клеммах двигуна стартера:

$$\Delta U_{\text{факт.}} \% = \Delta U_{\text{факт.л.}} \% + \Delta U_{\text{пр.}} \% - U_{\text{над.пр.}} \% \pm U_{\text{н.л.л.}} \% \quad (5,19)$$

де $U_{\text{над.тр.}} \%$ - стрибок напруги трансформатора, $U_{\text{над.тр.}} \% = 7,5$;

$U_{\text{н.л.л.}} \%$ - відхилення напруги на первинних шинах напруги трансформатор $U_{\text{н.л.л.}} \% = 0$.

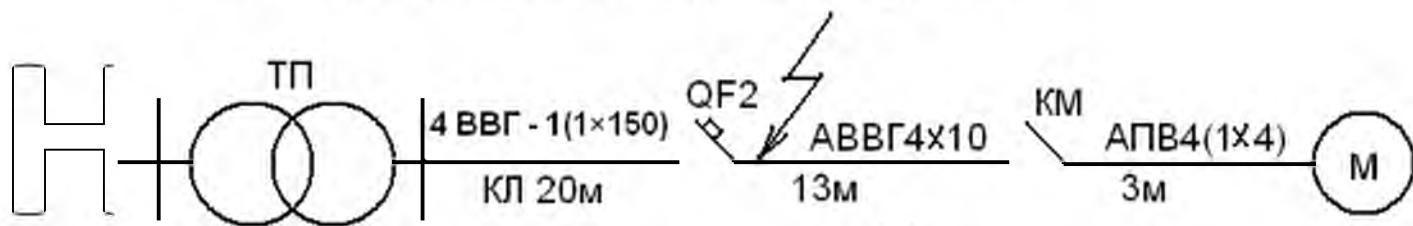
$$\Delta U_{\text{факт.л.}} \% = \Delta U_{\text{л.}} \% + \frac{Z_{\text{л}}}{Z_{\text{л}} + Z_{\text{дв}}} \cdot 100 \quad (5,20)$$

де $Z_{\text{л}} = \sqrt{R_{\text{л}}^2 + X_{\text{л}}^2}$ - опір лінії, Ом;

$U_{\text{л.}} \%$ - втрата напруги в лінії перед запуском двигуна, %

див. п. 5.2, табл. 5.7.

$Z_{\text{дв}}$ - імпеданс короткого замикання двигуна, Ом.



Гігант. 5.1. Орієнтовна діаграма мережі

$$Z_{\text{дв}} = \frac{U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot K_{\text{ст}} \cdot I_{\text{н}}}$$

$$Z_{\text{дв}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 7,5 \cdot 15,1} = 1,04 \text{ Ом}$$

Загальний опір лінії:

$$R_{\text{л}} = R_{\text{каб}} + R_{\text{гр}} + R_{\text{др}}, \text{ Ом} \quad (5,20)$$

де $R_{\text{каб}}, R_{\text{гр}}, R_{\text{др}}$ - активні опори для введення кабелю, групові лінії та гілки з дроту

АРV 4 × 4

Опір частин ліній, виготовлених з кабелю і дроту, визначається за формулою:

$$R = r_{01} \cdot l_1 + r_{02} \cdot l_2 + r_{03} \cdot l_3 \quad (5,23)$$

$$R = 0,195 \cdot 0,021 + 1,95 \cdot 0,13 + 7,81 \cdot 0,03 = 0,05287 \text{ Ом}$$

Втрати напруги в трансформаторі при запуску двигуна з урахуванням впливу інших електричних приймачів, підключених до трансформатора:

$$U_{T\%} = \frac{100}{S_k} \cdot \sqrt{(R_{\text{факт}} \cdot S_{\text{дв}} \cdot \cos \varphi_n + S_{\text{нагр}} \cdot \cos \varphi_{\text{нав}})^2 + (R_{\text{факт}} \cdot S_{\text{дв}} \cdot \sin \varphi_n + S_{\text{нагр}} \cdot \sin \varphi_{\text{нав}})^2} \quad (5,24)$$

де S_k - потужність короткого замикання трансформатора, кВА;

$\cos \varphi_n$ - коефіцієнт потужності електродвигуна в перший момент запуску;

$S_{\text{дв}}$ - номінальна потужність електродвигуна, кВА;

$S_{\text{нагр}}$ - загальна потужність інших підключених електричних приймачів низьковольтні трансформаторні шини, кВА;

$R_{\text{факт}}$ - це фактична кратність пускового струму двигуна с врахування впливу джерела живлення та машин;

$\cos \varphi_{\text{нав}}$ - середньозважене значення коефіцієнта навантаження

інші електроприймачі.

$$S_k = \frac{S_n \cdot 100}{U_{k\%}} \quad (5,25)$$

$$S_k = \frac{400 \cdot 100}{4,5} = 8888,8 \text{ кВА}$$

де $U_{k\%}$ - напруга короткого замикання трансформатора

Для ТМ-400 $U_{k\%} = 4,5$.

$$\cos \varphi_n = \frac{\eta_n \cdot \cos \varphi_n \cdot (u_{\text{пуск}} + 0,025 \cdot K_i^2)}{(1 - S_n) \cdot K_i} \quad (5,26)$$

де η_n , $\cos \varphi_n$, S_n - відповідно номінальні коефіцієнти корисності

дії, потужності та ковзання електродвигуна.

$$\cos \varphi_n = \frac{0,875 \cdot 0,86 \cdot (2,2 + 0,025 \cdot 7,5^2)}{(1 - 0,03) \cdot 7,5} = 0,873$$

$$R_{\text{факт}} = \frac{100 \cdot K_i}{100 + U_{\text{к\%}} \cdot K_i} \cdot \frac{Z_{\text{дв}}}{Z} \quad (5,27)$$

де Z – повний опір мережі – обмотка двигуна, Ом;

$$Z = \sqrt{(R_{\text{дв}} + R_{\text{л}})^2 + (X_{\text{дв}} + X_{\text{л}})^2} \quad (5,28)$$

де $R_{\text{дв}}, X_{\text{дв}}$ – активний і реактивний компонент опору короткого замикання електродвигун, Ом;

$$R_{\text{дв}} = Z_{\text{дв}} \cdot \cos \varphi_{\text{н}} \quad (5,29)$$

$$R_{\text{дв}} = 1,94 \cdot 0,373 = 0,72 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{дв}} = Z_{\text{дв}} \cdot \sin \varphi_{\text{н}} \quad (5,30)$$

$$X_{\text{дв}} = 1,94 \cdot 0,93 = 1,8 \text{ Ом}$$

$$Z = \sqrt{(0,72 + 0,052)^2 + (1,8 + 0,132)^2} = 2,1 \text{ Ом}$$

$$S_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{н}}}{\cos \varphi_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}}} \quad (5,31)$$

$$S_{\text{дв}} = \frac{7,5}{0,86 \cdot 0,875} = 9,9 \text{ кВА}$$

$$R_{\text{факт}} = \frac{100 \cdot 7,5}{100 + 4,5 \cdot 7,5} \cdot \frac{1,94}{400} = 6,86 \text{ Ом}$$

Ми приймаємо

$$S_{\text{нагр}} = S_{\text{р.т.н.}} - S_{\text{дв}} \quad (5,32)$$

$$S_{\text{нагр}} = 242,9 - 9,9 = 233 \text{ кВА}$$

$$\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,7$$

$$U_{\text{T\%}} = \frac{100}{8888,8} \cdot \sqrt{(6,86 \cdot 9,9 \cdot 0,373 + 233 \cdot 0,7)^2 + (6,86 \cdot 9,9 \cdot 0,93 + 233 \cdot 0,7)^2} = 3,31\%$$

Зниження напруги на клеммах двигуна стартера:

$$\Delta U_{\text{факт\%}} = 5,62 + 3,31 - 7,5 \pm 0 = 1,43\%$$

Визначте допустиме падіння напруги за умов можливості прискорення електроприводу.

$$M_{\text{н}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{н}}}{\omega_{\text{н}}} = 9550 \cdot \frac{7,5}{1455} = 49,2 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пуск}} = M_{\text{н}} \cdot \mu_{\text{н}} = 49,2 \cdot 2,2 = 108,2 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{ндоп}} = (0,2 \cdot 0,3) M_{\text{нзр}} \quad M_{\text{ндоп}} = (0,2 \cdot 0,3) 49,2 = 9,84 \cdot 14,76 \text{ Нм}$$

Величина моменту зсуву приймається наступним чином:

$$M_{\text{зр}} = 0,6 \cdot M_{\text{н}}$$

$$M_{\text{зр}} = 0,6 \cdot 49,2 = 29,5 \text{ Нм}$$

Тоді допустиме падіння напруги:

$$\Delta U_{\text{доп.}\%} = \left(1 - \sqrt{\frac{29,5 + 14,7}{108,2}} \right) \cdot 100 = 37\%$$

$$\text{Тому } \Delta U_{\text{факт}\%} < \Delta U_{\text{доп}\%}, 1,43\% < 37\%.$$

Ми дійшли висновку, що двигун запуститься за цих умов.

5.4 Перевірка максимальних можливостей спрацьовування захисних пристроїв

Умови випробування захисних пристроїв на максимальну розривну здатність такі: $I_{\text{гр.відкл}} \geq I_{\text{кз}}^{(3)}, A$ (5,33)

$$I_{\text{гр.відкл}} \geq I_{\text{уд}}, A \quad (5,34)$$

де Game off - обмеження струму, що відключає пристрій, А;

$I_{\text{кз}}^{(3)}$ - трифазний струм короткого замикання, А;

$I_{\text{уд}}$ - імпульсний струм трифазного короткого замикання, А.

$$I_{\text{уд}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{кз}}^{(3)}, A \quad (5,35)$$

$$I_{\text{кз}}^{(3)} = \frac{U_{\text{л}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}}, A \quad (5,36)$$

де $U_{\text{л}}$ - напруга мережі, В; $\sum R$ - сума активних компонентів трифазного опору короткого замикання, Ом; $\sum X$ - сума реактивних компонентів трифазного опору

короткого замикання, Ом;

$$\sum R = R_{\text{т}} + R_{\text{ср}} \text{ Ом} \quad (5,37)$$

$$\sum X = X_{\text{т}} + X_{\text{ср}} \text{ Ом} \quad (5,38)$$

де $R_{\text{т}}$ і $X_{\text{т}}$ - активна і реактивна складові імпедансу трансформатора в трифазному

короткому замиканні, Ом;

R_{sr} і H_{sr} - відповідно активний і реактивний опір провідників до точки короткого замикання, Ом.

Значення параметрів Z_t , R_t , X_t визначаються за формулами:

$$Z_T = \frac{U_{к\%} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} \quad (5,39)$$

$$R_T = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_n^2}{S_n^2} \quad (5,40)$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} \quad (5,41)$$

де S_n - номінальна потужність трансформатора, кВА;

$\Delta U_{к\%}$ - напруга короткого замикання трансформатора;

$\Delta P_{кз}$ - втрати короткого замикання трансформатора.

Ми перевіримо автоматичний вимикач VA51-37320010-P30UHL3, встановлений біля входу в розподільний щит мережі електроживлення.

Екстремальний струм перемикання для цієї гри відключення = 25 кА.

Значення $\Delta P_{кз}$ для трансформатора ТМ-400-5500 Вт.

$$Z_T = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 400000} = 0,018 \text{ Ом}$$

$$R_T = \frac{5500 \cdot 400^2}{160000} = 0,0055 \text{ Ом}$$

$$X_T = \sqrt{0,018^2 - 0,0055^2} = 0,0171 \text{ Ом}$$

Тоді

$$\sum R_k = 0,0134 + 0,0055 = 0,0189 \text{ Ом}$$

$$\sum X_k = 0,0108 + 0,0171 = 0,0279 \text{ Ом}$$

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,0189)^2 + (0,0279)^2}} = 6853,4$$

отже

$$I_{гр.відкл} \geq I_{кз}^{(3)}, A$$

$$25 \text{ кА} > 6,8 \text{ кА}$$

Вимикач відповідає умовам випробування на максимальну розривну

здатність
НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

6 ДІАГНОСТИКА РАТОРІВ АСИНХРОННИХ РОТОРІВ

6.1 Загальний стан проблеми діагностики дефектів ротора в умовах виробництва та відновлення артеріального тиску

Асинхронні двигуни з коротким замиканням виконують важливі технологічні функції в компаніях різних галузей, оскільки вони ефективні, прості в обслуговуванні та надійні. Вони є невід'ємною частиною промислового обладнання та процесів.

В даний час спостерігається тенденція до збільшення загальної кількості пошкоджень працюючих електричних машин і особливо ВР. Причиною є старіння існуючого парку електричних машин та електромеханічного обладнання, оскільки компанії намагаються продовжити термін експлуатації машин понад гарантійний термін їх експлуатації, передбачений виробниками, з метою економії ресурсів.

Найскладнішим для діагностики є короткозамкнений ротор АД, а саме такий елемент, як лита або короткозамкнена обмотка ротора (KZOR). Причини виходу з ладу KZOR різноманітні і зумовлені комплексною дією різних факторів: технологічних, експлуатаційних, конструктивних та ін.

Основними причинами пошкодження обмотки ротора є дефекти структури будівельних матеріалів, а також виробничі дефекти, такі як дефекти виливків та з'єднань (зварювання). У цьому випадку пошкодження обмотки ротора ВР зазвичай починається з невеликої тріщини або місця газових міхурів, порожнини, що збільшує опір штока. Істотними є експлуатаційні фактори, які в подальшому призводять до розвитку тріщин і тріщин елементів KZOR, а саме:

- 1) надмірне термомеханічне напруження на штоках KZOR, яке виникає при перевантаженні двигуна;
- 2) вібрації електромагнітного та механічного походження та призводять до явища втоми матеріалу внаслідок багатоциклічного навантаження;
- 3) залишкові механічні перенапруги, що виникають у процесі виробництва;
- 4) динамічні механічні сили, що виникають внаслідок дії крутного моменту на ротор і відцентрових сил;

5) вплив агресивного хімічного середовища та вологості на ротор;

Основні пошкодження ротора включають:

1) пошкодження брусків KZOR - очевидне (повний злам штанги, суцільний)

поперечна тріщина) та неявні (неповна тріщина, раковина, порожнина та інші дефекти лиття);

2) пошкодження короткого замикання кілець KZOR (тріщини, відшарування, відсутність контакту зі стрижнями);

3) пошкодження між ізоляцією пластини магнітопроводу ротора.

Ділянка з 15 барів KZOR найчастіше переривається і ослаблюється в ВР за допомогою короткого замикання ротора. Рання діагностика даного виду пошкоджень під час демонтажу або виробничої фази обмотки ротора значно зменшить матеріальні, технічні, ресурсні та часові витрати виробника та ремонтних компаній. Тому комплексна діагностика стану елементів ротора під час виробництва та ремонту АТ є важливою науково-технічною проблемою.

Дослідження електродвигунів показало, що 3,8% електродвигунів серії А, А0, А2, А02 зламали короткозамкнені обмотки. З них 1,05% електродвигунів мають розрив в одному штоку, 0,55% - два і 2,2% - три і більше штоків. Порівняно велика кількість ВР має ослаблений переріз короткого замикання обмотки. Згідно з опитуваннями, 6,8% електродвигунів мають ослаблений переріз одного штока, 10,5% - двох і 26,3% - трьох і більше стрижнів. Розрив і послаблення перерізу литих прутків KZOR відбувається досить часто, оскільки з точки зору ливарного виробництва, клітка ротора є нетехнологічною конструкцією. Через появу різких

при переході від відносно тонких стрижнів до суцільних кілець та малий вазі алюмінієвого сплаву порівняно з вагою роторного набору сплав відносно швидко охолоджується. Тому ослаблення і «зрощення» часто трапляються в стержнях. Стрижні також ламаються через усадку алюмінієвого сплаву під час швидкого охолодження.

При заливці перегрітого або окисленого металу виникають тріщини в короткозамкнених кільцях (CRC). Слід зазначити, що більшість поломок стрижня не виявляється під час контрольних випробувань електродвигунів після виробництва. Ці

дані свідчать про те, що стан обмотки ротора необхідно контролювати через певний час під час роботи електричних машин.

Відомі методи та засоби контролю технічного стану та діагностики розладів артеріального тиску можна розділити на методи та засоби функціонального та тестового контролю та діагностики. Функціональний контроль та діагностика виконуються безпосередньо в процесі роботи машини. Контролюються основні робочі параметри та характеристики, і за їх відхиленням від нормальних значень робиться висновок про технічний стан артеріального тиску та діагноз типу пошкодження.

Загальними перевагами функціональної діагностики є можливість виявлення пошкодження машини безпосередньо під час її роботи з можливістю її негайного ремонту. До недоліків належать необхідність розробки та придбання цінного вимірювального та обчислювального обладнання, необхідність створення спеціальної бази даних,

Тестова перевірка технічного стану та діагностика дефектів проводиться в непрацюючому або розібраному стані двигуна в умовах електроремонтної майстерні компанії. Інспекція проводиться під час ремонту або виготовлення АТ і, як правило, вузлової інспекції найважливіших

деталі двигуна: сердечник статора та ротора, обмотки статора та ротора та інші елементи. Під час тестової перевірки та діагностики вимірювані фізичні величини з'юджуються незалежно окремим пристроєм, який є частиною діагностичної системи.

Крім того, розглядається проблема контролю та діагностики короткого замикання АТ під час його виготовлення або ремонту. Найскладнішим діагностичним блоком ТЗ є його ротор і особливо КЗОР. В даний час існуюче обладнання для тестової діагностики роторів ВР не повністю відповідає потребам практики. Тому тема присвячена питанню тестового контролю та діагностики роторів АР.

Незважаючи на наявність у літературі широкого спектру методів та пристроїв для виявлення дефектів стрижнів КЗОР, відомостей про можливість діагностування неповного, прихованого та комбінованого пошкодження ротора АР при пошкодженні магнітопроводу ротора, штока та КРК КЗОР немає. . Немає інформації про чутливість та характер діагностичних діаграм при наявності неовних та прихованих дефектів

(тріщини неповного розриву, включення газу тощо). Слід зазначити, що приховані та комбіновані дефекти КЗОР досить поширені на практиці. За відсутності такої методології якості ремонтних робіт ВР значно знижується, що призводить до передчасного та повторного виходу БП із значних матеріально-технічних витрат.

За останнє десятиліття не було знайдено інформації про вдосконалення існуючого обладнання та методів або про розробку нових інструментів для тестової діагностики ротора короткого замикання АД в результаті пошуку в патентній літературі.

На сьогоднішній день важливість вдосконалення цих пристроїв зростає. Це пояснюється тим, що обсяги ремонтів та планового обслуговування серійних АТ суттєво зростають з кожним роком. Це пов'язано, як уже зазначалося, із збільшенням загальної кількості працівників ВР та тенденцією до продовження терміну їх служби, що, як правило, призводить до старіння флоту ВР. Одночасно збільшується кількість місцевих жителів

електроремонтні компанії, для яких надзвичайно важливим є завдання підвищення якості ремонту та виробництва електродвигунів шляхом надійного виявлення несправностей короткого замикання ротора.

З кінця 20 століття почав розвиватися польовий метод розрахунку інтегральних характеристик електромеханічних перетворювачів енергії. З появою цього методу, заснованого на результатах математичного моделювання, вдалося значно покращити конструкцію існуючих індуктивних діагностичних приладів, особливо підвищити чутливість діагностичних приладів, виконати параметричну оптимізацію, поліпшити вагу і розміри, зменшити паразитне розсіювання магнітного потоку. Для моделювання процесу їх роботи та параметричної оптимізації використовується сучасний математичний апарат, заснований на чисельних розрахунках, виконаних методом скінченних елементів.

На сьогоднішній день в літературі майже відсутня інформація про методи та засоби діагностики пошкоджень коротких замикань роторних кілець, хоча випадки таких пошкоджень трапляються під час роботи АТ. Основна шкода КРП виникає внаслідок заливки перегрітого або окисленого металу, а також дефектів зварювання кілець і стрижнів. Крім того, майже відсутня інформація про пристрої, які можуть виконувати

загальну діагностику пошкодження як членів, так і КПК, відокремлюючи один тип пошкодження від іншого на основі діагностичних функцій. У статті згадуються ці функції, але не надано даних про ефективність та чутливість цього пристрою. Відомо лише, що вартість такого обладнання становить близько 22 000 доларів, що неприпустимо для більшості компаній з ремонту електропроводки.

Під час роботи ВР ізоляція сталевих листів з активною роторною сталлю також пошкоджується через надмірні термічні та механічні перевантаження, виробничі дефекти та надзвичайні події.

Факторами, що призводять до прискореного зносу магнітопроводу ротора, є: підвищена вібрація ротора; підвищений нагрів ротора за рахунок протікання поперечних струмів між стрижнями через електричний контакт між стрижнями і магнітопроводом. У деяких випадках, коли підшипники пошкоджені, ротор вражає статор, що призводить до появи задирок між залізними листами на поверхні ротора.

Несправності в активній роторній сталі призводять до локального нагрівання, прискореного зносу КЗОР та роторної сталі, перегріву обмотки статора та передчасної поломки двигуна. Тому питання виявлення таких пошкоджень у фазі демонтажу АТ та перевірка стану КЗОР залишається актуальним. Інформація про сукупний вплив дефектів прутка, СРС та роторної сталі на результати контролю випробувань у літературі не повідомляється.

Таким чином, в даний час проблема підвищення надійності та ефективності тестового контролю та діагностики пошкодження короткого замикання ротора АД набуває нового значення і становить нагальну наукову проблему, яку потрібно швидко вирішити. Це вимагає проведення досліджень, заснованих на сучасних методах математичного та фізичного моделювання, та вдосконалення результатів досліджень на існуючих пристроях для індуктивного контролю технічного стану та діагностики пошкоджень.

6.2. Існуючі методи та обладнання для тестової діагностики ротора АТ та їх аналіз

На сьогоднішній день існує безліч методів і засобів для перевірки технічного стану

ротора ВР в процесі його виготовлення або ремонту. Залежно від принципу роботи діагностичного обладнання та використовуваних засобів основні відомі методи поділяються на такі:

- метод візуального огляду конструкції ротора;

- спосіб простукування;

- метод перевірки проникності фарби;

- метод ультразвукової діагностики (дефектоскопія);

- метод індуктивної діагностики (дефектоскопія);

- метод аналізу магнітного поля розсіювання ВР ротора;

- метод теплової діагностики та інші методи, засновані на використанні теплових явищ;

- метод омметра з низьким опором;

- осцилографічний метод дефектоскопії.

Далі наводиться короткий опис цих методів. Такі методи можна використовувати в сервісних центрах та ремонтних компаніях.

Метод візуального огляду. Огляд ротора, якщо він відключений від двигуна, допомагає

виявити такі очевидні дефекти, як повний розрив штока або СРС. Висока концентрація балансирів з одного боку ротора може свідчити про наявність порожнин у брусах. СРС та лопаті ротора також повинні бути ретельно перевірені на наявність порожнин та дефектів лиття. Вентильовані лопаті з рознесеними лініями вказують на дефекти лиття.

При візуальному методі ротор перевіряють за допомогою лупи, щоб виявити місцевий перегрів вздовж штока ротора. Якщо ротор раніше був пофарбований, колір в області перегріву буде темним. Ділянки з "опіком" вказують на місцеве збільшення опору або тріщин елемента. Асиметрична напруга живлення може призвести до нагрівання магнітопроводу ротора. Якщо двигун працює при асиметричній напрузі, вся поверхня зарядного ротора має синюшний колір. Клацніть на чек. Виявити несправності обмотки ротора можна за допомогою постукування стрижнів від одного кінця короткого замикання до іншого молотком або викруткою. У разі тріщини або порожнини частота

відбитого звуку значно змінюється. Тест на подвійне натискання зазвичай виконують кілька людей. Отже, одна людина стукає в ядра,

Рух штока можна записати, утримуючи другу викрутку на штоку

відстань 75 ... 100 мм від місця подвійного відведення.

Метод перевірки проникності фарби. Якщо візуальний огляд не дав позитивних результатів при пошуку пошкодженого місця ротора, слід використовувати метод кольорової дефектоскопії. Якщо ротор фарбували під час виробництва, його потрібно

очистити від заводської фарби. На оброблену і очищену поверхню наноситься тонкий

шар барвника. Якщо поверхня містить

тріщини в брусках або СРС, барвник просочується в тріщини. Остання фаза виявлення кольорових дефектів - нанесення на досліджувану поверхню тонкого шару спеціального розчину, що розвивається. Після нанесення розчину тріщина позначається яскравою кольоровою лінією.

Варіант цього методу - метод термоіндикаторної фарби. Стрижки ротора, СРС і магнітопровід ротора пофарбовані термоіндикатором

кольори для визначення температури в місцевих районах. Застосований колір змінює колір залежно від ступеня нагрівання. Кольори змінюють колір з жовтого на чорний,

що означає різні температурні межі. Для проведення тесту необхідно зібрати електродвигун, навантажити його, потім знову розібрати і оцінити стан ротора за кольором фарби.

Метод ультразвукової діагностики. Дефекти KZOR можна виявити за допомогою ультразвукового методу неруйнівного контролю. Технологія способу подібна до

технології, що використовується для виявлення тріщин на валу. Ультразвуковий зонд розміщується на зовнішній поверхні короткого замикання кільця і поступово рухається навколо кільця до повного обертання. Слід застосовувати ультразвуковий метод для

виявлення порожнин всередині гіпсової обмотки. Цей же метод застосовується для

перевірки порожнин і тріщин обмотки литого ротора. Зонд розміщений таким же чином над СРС ротора для перевірки порожнини.

Метод індукційної діагностики. Суть методу полягає в наступному. За допомогою

спеціального пристрою в роторі АТ збуджується змінною

електромагнітне поле, яке воно індукує в компонентах ротора, зокрема в

Стрижні KZOR, вихрові струми. Діагностичний пристрій рухається по поверхні ротора

і при появі дефектного елемента в зоні управління змінюється загальний магнітний

потік, який фіксується вимірювальною системою.

На додаток до методу індуктивної діагностики використовується метод аналізу магнітного поля розсіювання крові. На поверхні ротора знаходиться аркуш паперу, на

якому хаотично розміщена металева стружка. Струм, індукований в стержнях ротора,

створює магнітне поле розсіювання, і під його дією металеві стружки розташовуються

в певному порядку на папері. Не буде бракувати металевої стружки в місці над щитком ротора, де є розрив. Поступова зміна видимої магнітної сили може бути спричинена

різницею в ширині отвору канавки над стрижнем. Такий розподіл металевої стружки

може свідчити про наявність механічного ексцентриситету, а не про пошкодження

обмотки ротора. Ця перевірка повинна бути виконана для кожної канавки обмотки ротора. Інший варіант способу, який дозволяє "

Метод діагностики температури. Ротор нагрівається, пропускаючи великі струми через

KZOR. Для збудження струмів використовується однофазне джерело живлення,

наприклад потужний низьковольтний трансформатор, куди якого з'єднані з протилежними кінцями вала досліджуваного ротора.

Струм знаходиться в межах 100 ... 1000 А, залежно від розмірів ротора. Якщо заданий

струм підтримується протягом тривалого часу, зазвичай від 15 до 60 хвилин, залежно

від розмірів ротора, в точці ослаблення перерізу

ротора або його розриву, є локальна зона перегріву. Для виявлення цих ділянок

використовуються спеціальні прилади або прилади, такі як інфрачервоні термометри або тепловізор.

Метод омметра з низьким опором. Цифровий омметр із низьким опором (ЦАП) або

вимірювальний міст також можуть бути використані для виявлення пошкодження короткої обмотки ротора. СНО або вимірювальний міст живляться від джерела

постійного струму, процес включає вимірювання падіння напруги вздовж об'єкта, що

контролюється.

Для перевірки цього методу на наявність отворів в обмотці ротора або газовій порожнині необхідно з абсолютною точністю виміряти опір щільного штока 10^{-6} .

Наявність оболонки або тріщини в стрижні збільшить його активний опір, зміна цього опору буде зафіксовано СНО. Зміна опору більше 5% щодо середнього значення опору

стрижня свідчить про наявність дефекту в стрижні. Щоб перевірити наявність порожнин або тріщин у КПП, необхідно виміряти опір відповідної частини КПП на відстані одного зубчастого відділу за допомогою вимірювального моста з низьким

опором. Рекомендується попередньо розігріти обстежувані ротори, щоб виявити пошкодження, що виникають під час роботи АТ під навантаженням (наприклад, провідна тріщина).

Осцилографічний метод дефектоскопії. Метод дефектоскопії заповнення ротора ВР, запропонований інженером І. Гамалом у Чехії, полягає в наступному. Ротор під час

обертання проходить через силовідник постійного магніту. Магнітне поле, яке генерується струмами, наведеними в стрижнях ротора, збуджує ЕРС у вимірювальній обмотці, і осцилограф фіксує піки, відповідні окремим стрижням. Під час нормального заповнення всі піки амплітуди однакові. Якщо деякі з них містять дефекти, відповідний

простір на осцилограмі спотворюється. Спосіб простий і дозволяє усунути полумку брусків і їх звуження. Сфера застосування методу обмежена відкритими канавками, одноклітинними роторами, а дефектоскопія можлива лише після обертання ротора за умови, що:

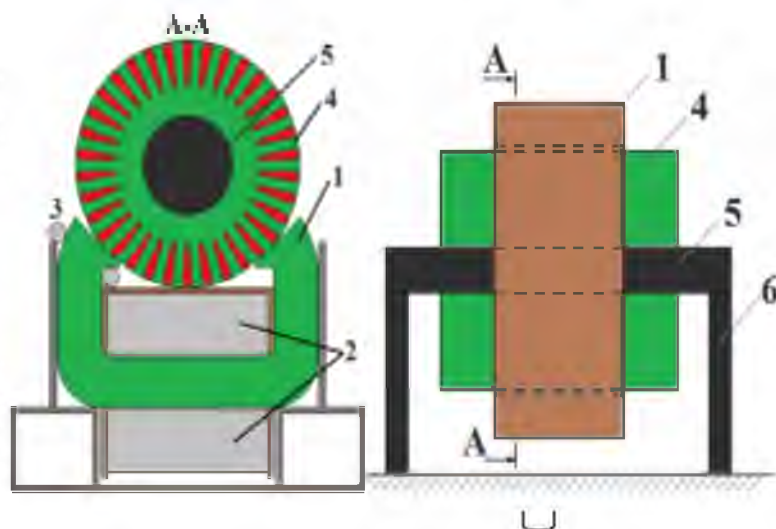
Огляд та аналіз цих методів показує, що, враховуючи вимоги до ефективності, універсальності та вартості контрольно-діагностичної процедури, метод індуктивної діагностики є найбільш придатним для широкого практичного використання.

Цей метод та пристрої, розроблені на його основі, не тільки забезпечують надійні діагностичні результати, але також придатні для використання у багатьох електроремонтних компаніях в умовах ремонту широкої номенклатури ВР. Тому засоби індукційного контролю та діагностики отримують подальший розвиток та дослідження в дисертації.

6.3. Принцип дії та конструкція індукції ПКД КЗОР

Принцип дії індуктивної ПКД заснований на збудженні магнітного потоку вихрового струму змінного струму в конструктивних елементах досліджуваного ротора. Основним вузлом ПКД є індуктор, який містить феромагнітне ядро, що має U, W або форму підкови. Індуктор також містить обмотку збудження (ОП), яка живиться змінною напругою. Елемент магнітопроводу індуктора, навколо якого розташована обмотка збудження, називається стрижнем. Інформаційний сигнал про наявність несправності ротора надходить від датчика, який зазвичай реалізований у вигляді вимірювальної обмотки (ВО), яка містить достатню кількість витків і підключена до вимірювального пристрою. Елемент магнітопроводу індуктора, на якому знаходиться ВО, називається ярмом. Елемент магнітопроводу індуктора, через який магнітний потік потрапляє в повітряний зазор і в області досліджуваного ротора, називається полюсом індуктивності. Зона між двома симетрично розміщеними полюсами називається зоною управління. У зоні управління є частина KZOR, в якій індуються вихрові струми.

ПКД було обрано основою для подальшого розгляду. Цей пристрій розроблено на основі існуючих технічних прийомів та рекомендацій, наведених у літературі. Ескіз запропонованого ПКД KZOR наведено на рис. 6.1. Пристрій складається з бічного розімкненого магнітопроводу індуктора 1; обмотка збудження 2, яка живиться змінною напругою (220 В, 50 Гц); вимірювальна обмотка 3, розташована на одному з полюсів магнітопроводу дроселя. Досліджуваний ротор (4) розташований між полюсами індуктора. Ротор встановлений на валу (5) за допомогою пристрою (6).



Гігант. 6.1 Ескіз пристрою для контролю та діагностики обмотки ротора

Процес діагностики ротора АТ виконується наступним чином: до ОПІ подається напруга 220 В з промисловою частотою 50 Гц. Магнітний сердечник індуктора протікає через магнітний потік, який з'єднаний з нитками VO і закритий за допомогою елементів KZOR. Розташований між полюсами індукційної частини ротора з KZOR він діє як вторинний елемент (якір), в стрижнях якого вихрові струми наводяться змінним магнітним потоком індуктора.

Принцип дії заявляється пристрою заснований на зміні магнітного опору магнітний потік індуктора у разі несправності штока. Якщо в

в контрольованій зоні ротора всі стрижні KZOR працюють, індуквані в них струми штовхають магнітний потік на поверхні ротора в повітряний зазор, що збільшує магнітний опір на шляху потоку. У цьому випадку величина потоку, індукована в EP VO, є мінімальною. Під час діагностичного процесу ротор обертається поступово. За наявності дефектного стержня, в якому не протікає струм, магнітний потік в області дефектного стержня проникає глибоко в гніздо ротора, що призводить до результуючого магнітного опору в індукційному потоці, а потік і ЕРС при збільшенні VO.

Відповідно до величини відхилення напруги на виході VO робиться висновок про стан конструктивних елементів досліджуваного ротора

6.4. Параметрична оптимізація ПКД

Індукційні дослідження ПКД з використанням математичних моделей двовимірних та тривимірних полів виявили два основні недоліки. Спочатку вони характеризуються низькою чутливістю, особливо при виявленні нерозвинених і прихованих дефектів, до яких належать, наприклад, неповні тріщини стрижнів, внутрішні порожнини, газові включення. Це особливо видно при діагностиці середнього та високого кров'яного тиску. По-друге, відомі ПКД мають невелику вагу та розміри, не відповідають вимогам максимальної простоти та універсальності, вони були розроблені на основі приблизних технічних розрахунків без належної оптимізації шляхом уточнення математичних моделей. Як результат, вони характеризуються значними потоками магнітного

розсіювання, що знижують ефективність пристрою.

На попередньому етапі була розроблена математична модель тривимірного поля, яка дозволяє детально проаналізувати розподіл електромагнітного поля в системі "ротор АД - ПКД". Метою цієї частини є вивчення та оптимізація параметрів індукційного ПКД за допомогою цієї математичної моделі.

6.2 з'явив позначив основні розміри ПКД: L_{cl} - довжина штока магнітопроводу, навколо якого намотана обмотка збудження; h_j - довжина хомути магнітопроводу, за допомогою якого потік магнітного збудження подається на досліджувану ділянку АР ротора; L_{rl} - ширина хомути магнітопроводу вздовж осі ротора ВР; l_{rl} - довжина полюса; b_p - ширина стовпця; b_{os} - відстань між полюсами ПКД (ширина зони управління).

Розроблені критерії оцінки ефективності та оптимізації індукції ПКД мають такі властивості:

1. коефіцієнт чутливості k_s : безпосередньо визначає ефективність діагностики пошкоджених стрижнів ПКД і має чисельне значення $k_s \geq 1$;
2. корисний коефіцієнт витрати k_{ϕ} : змінюється в діапазоні $0 \leq k_{\phi} \leq 1$. В ідеалі цей коефіцієнт дорівнює 1 (відсутність втрати потоку збудження), але через наявність значного потоку магнітного розсіювання в системі цей коефіцієнт насправді значно нижчий.

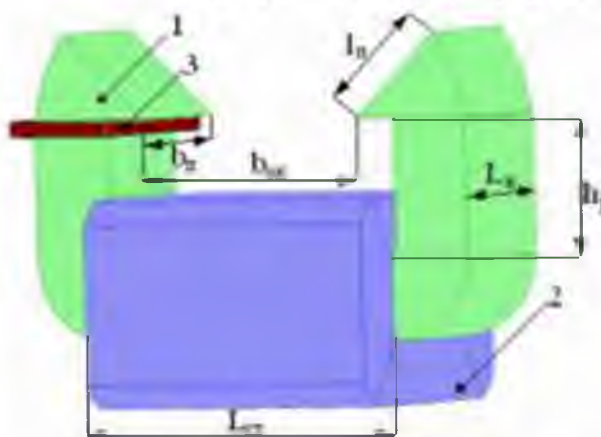


Рис. 6.2. Основні розміри індукційного ПКД

Завданням оптимізації ПКД є досягнення максимальних можливих значень коефіцієнтів k_s і k_{ϕ} , які вважаються цільовою функцією нижче. Розподіл

електромагнітного поля в системі "ротор АД - РКД" має, по суті, тривимірний характер і для його аналізу потрібна тривимірна модель поля.

Основним геометричним розміром ПКД, який визначає його вагу та розміри, є довжина бруса L_{CT} на яку намотана обмотка збудження. При проектуванні індукційного ПКД цей розмір повинен бути обраний виходячи з розрахункового діапазону АТ, який буде відремонтований або виготовлений.

Попередній аналіз показав, що для універсальних ПКД, призначених для діагностики серійних роторів ВР в діапазоні потужностей 2 ... 200 кВт, середня довжина сердечника знаходиться в діапазоні значень.

$$0,02 \leq L_{CT} \leq 0,2 \text{ м}$$

6.5. Розробка інструкцій та діагностичних карт для діагностики поєднаних пошкоджень ротора

Отримані DD набори простих та комбінованих пошкоджень ротора дозволяють розробити систему інструкцій та діагностичних карт для їх ідентифікації. В рамках магістерської роботи з діагностики короткозамкнених роторів ТЗ пропонується використовувати систему діагностичних елементів у вигляді числових значень коефіцієнтів k_e , t_z та графічні ілюстрації, що характеризують форму та амплітуду ДД.

Такий підхід дозволяє порівняти форми обчислювальної та експериментальної ДД з подальшим визначенням типу та місця дефекту. Для цього в дипломній роботі пропонується таблична форма письма, яка узагальнює значення числових коефіцієнтів та відповідні форми ДД.

Результати досліджень DD у різних варіантах пошкодження ротора зведені в таблицю 4.1, яка є діагностичною картою, яка може бути використана для виявлення окремих типових та комбінованих пошкоджень компонентів ротора. У таблиці наведені типові форми фрагментів DD в зоні дефектів, а також числові значення коефіцієнтів.

У таблиці показано: k_e - коефіцієнт чутливості до ПКД, $k_{e,\min}$ та $k_{e,\max}$ - мінімальне і максимальне значення імпульсної чутливості до DD, t_z - виражається в зубчастих частинах ширини імпульсу на DD. У таблиці 4.1 розглядаються спарені комбінації

трьох окремих пошкодженнях: повна поломка стрижнів, сегмента СРС та пошкодження ізоляції лопатки активного зуба ротора/ротора. На тій і формі діагностичних діаграм впливають дефекти,

розташовані поблизу, тобто на відстані 1 - 2 відділів зубів обстежуваного ротора. Під час моделювання різних комбінацій дефектів ротора ВР було встановлено, що дефекти, розташовані на більшій відстані, практично не впливають на сигнал VO та появу DD.

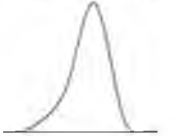
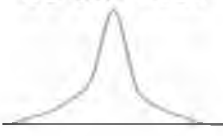


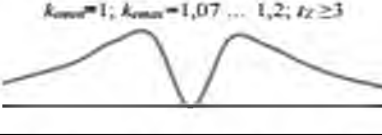

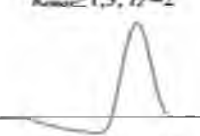
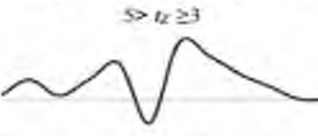

Таблиця 4.1 створена у вигляді шахової/дошки, яка містить три стовпці та три ряди з відповідними видами дефектів у кожному з них. Перетин двох типів дефектів показує тип характеристики DD з параметрами (k_e, t_z) , що відповідає такому поєднанню збитків.

Наприклад, комірка 1-1 (табл. 6.1.) Показує характерний тип DD з повним розривом одного цитка ротора. Якщо $k_e \geq 1,35$, а ширина сигналу на DD – один поділ зуба ($t_z = 1$), тобто наявність повної перерви члена. У разі групового обриву стержнів, розташованих неподалік на відстані однієї шестерні, тип DD має вигляд, як у табл.

У таблиці 6.2 показано: k_1, k_2, k_3, k_{max} - числові коефіцієнти збільшення сигналу VO, рівні, залежно від стандартного розміру ротора, $\approx 0,2 \dots 0,4$. Групове пошкодження цитків ротора призводить до монотонного збільшення коефіцієнта чутливості.

Таблиця 6.1

Діагностична карта поєднаного пошкодження ротора АТ

№	Дефект	1	2	3
		Стержня	Сегмента КЗК	Сталі зубця ротора
1	Стержня	$k_e \geq 1,35; t_z = 1$ 	$k_e \geq 1,35; S > t_z \geq 3$ 	$0,9 \leq k_{max} \leq 0,97; k_{max} \geq 1,3; t_z = 2$ 
2	Сегмента КЗК	$k_e \geq 1,35; S > t_z \geq 3$ 	$k_{max} = 1; k_{max} = 1,07 \dots 1,2; t_z \geq 3$ 	$0,9 \leq k_{max} \leq 0,97; 1,05 \leq k_{max} \leq 1,17; S > t_z \geq 3$ 
3	Сталі зубця ротора	$0,9 \leq k_{max} \leq 0,97; k_{max} \geq 1,3; t_z = 2$ 	$0,9 \leq k_{max} \leq 0,97; 1,05 \leq k_{max} \leq 1,17; S > t_z \geq 3$ 	$0,9 \leq k_e \leq 1; t_z = 2$ 

Таблиця 6.2

Введіть DD з груповим пошкодженням членів

Кількість ушкоджених сегментів, n_s	1 →	→ 2 →	→ 3 →	→ n_s →
Вид DD				
	$k_{e1} \geq 1,35;$ $t_z = 1$	$k_{e2} \geq 1,35 + k_s;$ $t_z = 2$	$k_{e3} \geq 1,35 + k_s;$ $t_z = 3$	$k_{en} \geq 1,35 + k_{sn}$ $t_z = n_s$

Графа 2-2 (Таблиця 6.1.) Показує тип DD із повним розривом сегмента CPC. Ширина сигналу DD $t_z \geq 3$ та сигнал VO (коефіцієнт

чутливість) відрізняється від мінімальної $k_{e,\min} = 1$ максимум $k_{e,\max} = 1,07 \dots 1,2$,

більше того, характеристика пошкодження сегмента CPC не тільки менше значення сигналу $k_{e,\max}$ порівняно з повним ядерним пробосом, але також з наявністю відмови сигналу Селхані ($k_{e,\min} = 1$) пробити крізь кільце

центр зони управління та два піки, в яких знаходиться значення сигналу $k_{e,\max} \approx 1,07 \dots$

1.2. У разі групової шкоди КПК необхідно враховувати їх взаємний вплив на тип DD.

Моделювання пошкоджень групи КПК дало змогу визначити тип DD при пошкодженні двох або більше КПК

Таблиця 6.3

Тип DD у випадку пошкодження групи ССМ

Кількість ушкоджених сегментів КК, n_s	1 →	→ 2
Вид DD		
	$k_{e,\min} = 1; k_{e,\max} = 1,07 \dots 1,2;$ $t_z \geq 3$	$k_{e,\min} = 1; k_{e,\max} = 1,07 \dots 1,2;$ $t_z \geq 5$

У разі групового пошкодження сегментів КПК ($n_{KK} \geq 2$) максимальна амплітуда кулачка залишається майже незмінною, є лише невеликий сегмент КПК, тип DD відрізняється від однієї травми КПК. Пошкодження цього типу визначаються за наявністю 2 мінімумів у сигналі VO. Крім того, всі, крім останньої "помилки" > 1 і $<$ одночасно $k_{e,max}$. Ширина сигналу на DD з появою кожного наступного переривання $SSM n_{KK}$ збільшується ≈ 2 .

Графа 3-3 (Таблиця 6.1.) Відображає тип DD, коли в зоні управління виникає помилка ізоляції лопаті одного зуба ротора. Несправність цього типу визначається зменшенням вхідного сигналу $VO \approx 0,9 \leq k_e \leq 1$ з шириною сигналу $t_z = 2$.

Дослідження групового пошкодження ізоляції сталевого листа активного зуба статорного ротора показує, що відбулося збільшення кількості пошкоджених зубів $n_z \geq 2$ не зменшує сигнал VO більш ніж на $\approx 0,9$. Ширина сигналу VO

знаходиться всередині $t_z = 2 + (n_z - 1)$. Клітини 1-2, 2-1 (табл. 6.1.) Показують тип DD,

коли в зоні управління відбувається повна поломка стрижня і сегмента СРС, розташованих на одній осі. Тип такої діаграми схожий на той, який відбувається, коли стрижень повністю зламаний, але ширина імпульсу дорівнює $5 \geq t_z \geq 3$ і максимальне відхилення корисного сигналу VO залишається незмінним $k_e \geq 1,35$. Це діагностичні

симптоми, які дозволяють виявити такий комбінований дефект. У разі виходу з ладу комбінованого ротора, коли сталь зуба ротора пошкоджена одночасно і стрижень повністю зламаний (осередки 1-3, 3-1 в таблиці 6.1.), Сигнал VO спочатку зменшиться і досягне мінімального значення $0,9 \leq k_{e,min} \leq 0,97$, тоді зона управління отримує зламаний

стрижень, що призводить до збільшення сигналу та коефіцієнта $k_{e,max} \geq 1,3$. Крім того, максимальне значення кемачу менш важливе, ніж при руйнуванні стрижня, що спричинено дефектом зуба. Ширина сигналу - DD $t_z = 2$, що служить додатковою інформацією при ідентифікації цього виду

пошкодження. У випадку сумісного виходу з ладу активного ротора та поломки КПК (статті 2-3, табл. 6.1) (Статті 6.1.) Тип DD подібний до DD при одному обриві сегмента контролю якості. Однак чудово, що при таких пошкодженнях ротора ВР відбувається

ширший фронт DD $\delta \geq 3$, а сигнал VO має “спотворену” початкову частину, яка спричинена дефектом сталевго зуба ротора. Початковий сигнал запуску знаходиться в межах $0,9 \leq k_{e.min} \leq 0,97$, досягнуто максимальної несправності сигналу

$1,05 \leq k_{e.max} \leq 1,17$, як у випадку повного переривання КПТ. Розроблена система діагностичних карт типових простих та комбінованих пошкоджень формує базу знань для діагностичних індукційних тестових систем ротора АД. Розроблені методичні рекомендації та діагностичні карти можуть бути використані в процесі діагностики роторів ВР із литим коротким замиканням або обмоткою штока ротора.

6.6. Автоматизована система контролю пошкоджень ротора ВР

Для підвищення ефективності процесу управління та діагностики короткозамкнених роторів ТЗ необхідно створити автоматизовану систему управління. Розглянемо основні проблеми, пов'язані з розвитком такої системи. Автоматизована система повинна забезпечити: розташування ротора на випробувальному стенді; зняття ротора DD АД в напівавтоматичному або автоматичному режимі; обробка отриманих діагностичних діаграм, виявлення та ідентифікація пошкодження ротора АД. Реалізація принципів проектування запропонованої системи передбачає використання комп'ютерного обладнання та програмного забезпечення, що розглянуто та описано в попередньому параграфі. Структурна блок-схема автоматизованої системи контролю пошкодження ротора ВР представлена на рис. 6.3.

Ротор АД потрапляє в лабораторію контролю та діагностики випробувань під час ремонту, планового технічного обслуговування або виробничого процесу. Далі ротор ВР розміщують на підставці, на якій встановлений індукційний ПКД. Схема стійки з індукційним ПКД наведена на рис. 6.4.

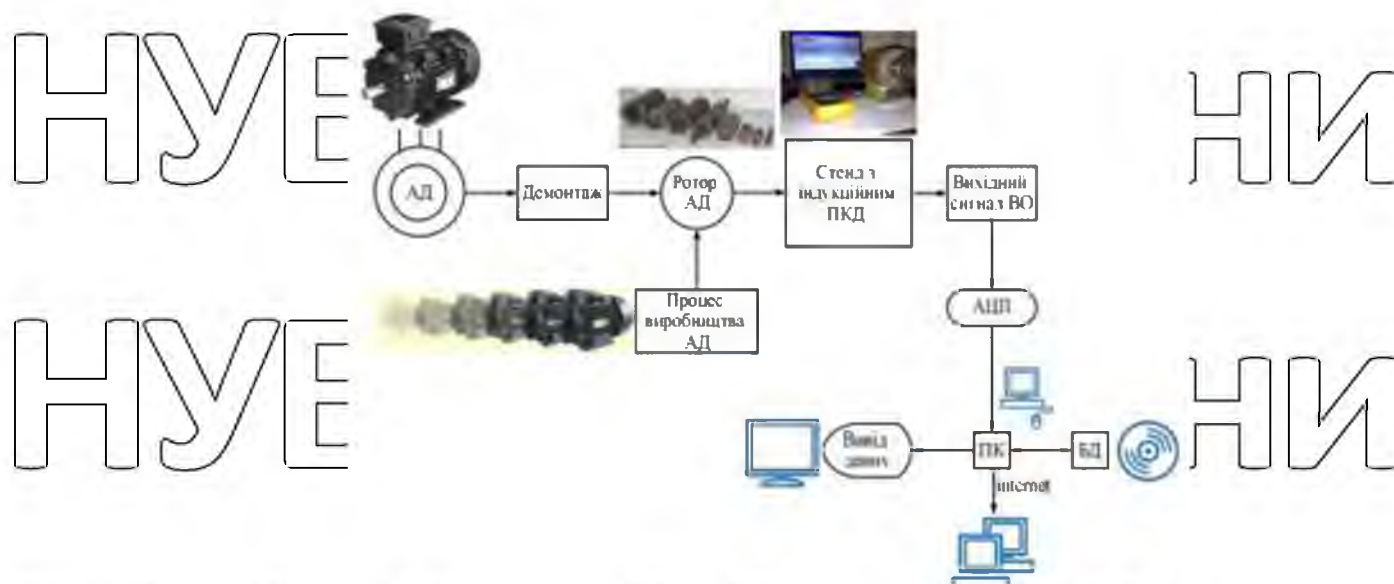


Рис. 6.3 Структурна схема автоматизованої системи управління ротором

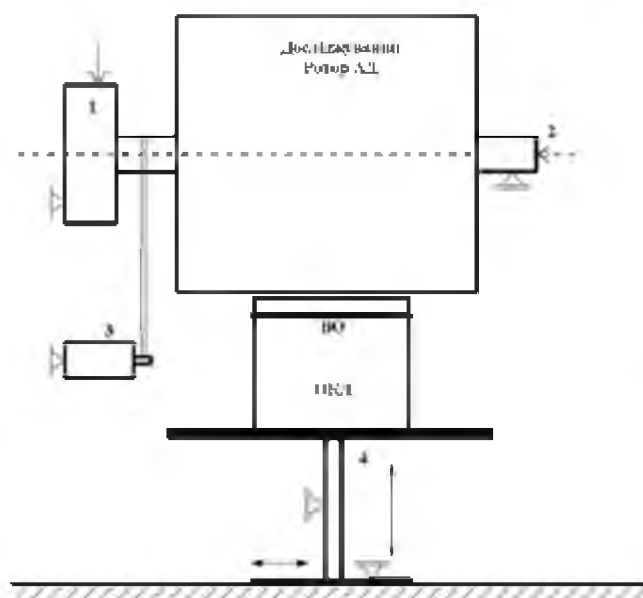


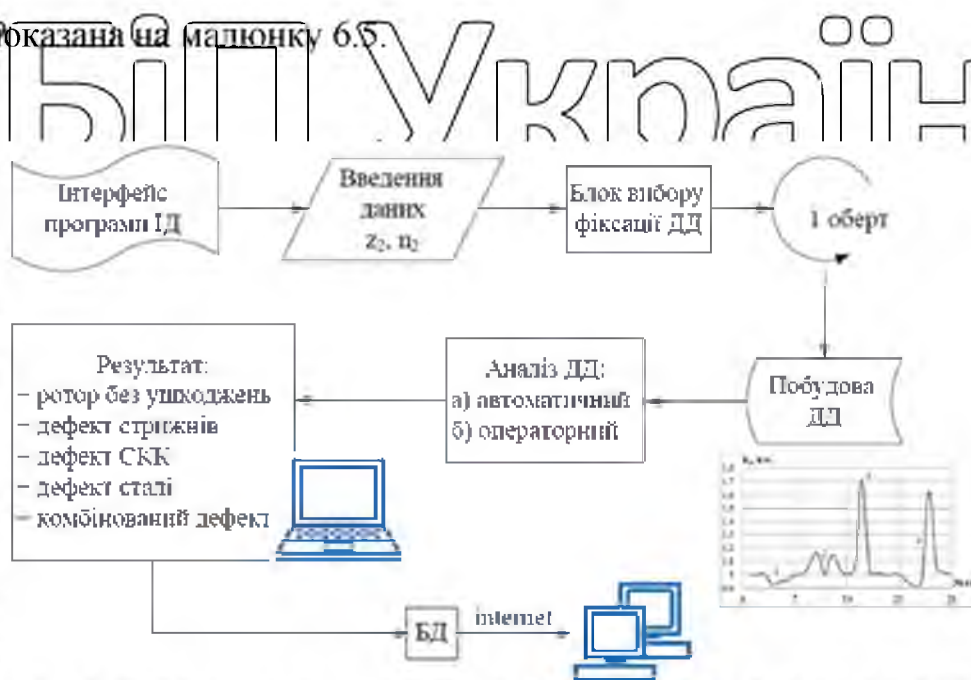
Рис. 6.4. Діагностична схема стійки: ○○

1 - пристрій для кріплення ротора до вільного кінця вала, виконане у вигляді цангового патрона; 2 - обертовий центр, що рухається в осьовому напрямку; 3 - приводний двигун, з'єднаний з випробувальним ротором через гумовий ремінь, забезпечує обертання випробувального ротора в діапазоні 2-20 об/хв; 4 - рухома опора, яка забезпечує фіксацію і зміну повітряного зазору між магнітопроводом ПКД і досліджуваним ротором і переміщення індуктора ПКД в осьовому напрямку.

Процес видалення експериментальної DD виконується наступним чином: приводний двигун 3 налаштований на певну швидкість.

Відповідно до показників на дисплеї віртуального осцилографа ПК, напруга на виході VO розраховується кожен $\frac{1}{2}$ розподілу передачі, вивчає АТ. Наприклад, якщо має ротор, який досліджується $z_2 = 24$ канавки, DD міститиме $1DD = 138 \cdot z_2 = 48$ балів. У кожній програмі, що дозволяє намалювати функцію (Microsoft Excel, MATLAB, MathCAD та ін.), створюється DD досліджуваного ротора. Потім проводиться її аналіз та інтелектуальний пошук збітків з використанням розробленої методології. Файл результатів діагностики ротора зберігається та вставляється в одну базу даних для подальшого використання.

Структурна схема, що відображає процес контролю та ідентифікації пошкодження ротора ВР, показана на малюнку 6.5.



Гігант. 6.5. Структурна схема автоматизованої системи управління

Принцип роботи системи такий: через інтерфейс програми, який має символічну назву "Індуктивна діагностика", введення даних досліджуваного ротора: кількість канавок z_2 і швидкість дзвону n_2 . Введення цих даних необхідне для автоматичної фіксації вихідного сигналу IN, коли ротор обертається на division поділу зуба. У цьому випадку, якщо параметр $n_2 = 1$ об / хв, $z_2 = 48$, система автоматично "запам'ятовує" значення напруги на виході VO через задані інтервали: $t = n_2 / z_2 \cdot z_2 = n_2 / t_{DD} = 0,625$ с. Для блоку вибору фіксації DD пропонуються варіанти 2: 1 - автоматичне фіксування

параметрів DD на основі даних, введених у попередньому блоці; 2 - ручна фіксація даних DD, що включає натискання віртуальної кнопки «Запис точки DD» або ручний запис значень на іншу програму або ноутбук. Після одного повного обертання досліджуваного ротора DD автоматично проектується.

Аналіз отриманого DD проводиться двома способами: 1 - автоматично; 2 - в ручному режимі, де оператор самостійно аналізує діагностичні симптоми. У разі автоматичного аналізу отриманого DD програма виконує декодування отриманої діаграми на розробленому та запрограмованому методичному обслуговуванні та відображає результат аналізу в діалоговому вікні: "ротор без пошкодження" або ротор має

пошкодження одного з наступних типів:

1. дефект стрижня (ів) нижче (...);
2. Помилка ССМ за №. ...;
- 3 дефект сталевго зуба під валом;
4. виявив комбінований дефект ротора.

Коли виникають неповні та приховані дефекти ротора, програма видає результат дефекту нижче №1. Точне визначення локального дефекту та ступеня його розвитку вимагає подальшого аналізу DD оператором діагностики.

У разі виходу з ладу комбінованого ротора (результат за номером 4) діагност повинен самостійно дослідити тип і форму DD із подальшим зазначенням та уточненням типу комбінованої відмови.

Отримані результати діагностики конкретного типу ротора ВР заносяться в базу даних для подальшого використання та обміну з компаніями-партнерами та організаціями.

7 БЕЗПЕКА ПРАЦІ

Перелік основних нормативних актів

1. Закон України "Про охорону праці". Постанова Верховної Ради України від 14.11.92 952595-ХІІ.
2. Закон України "Про пожежну безпеку" Постанова Верховної Ради України від 17.12.93 №3747-ХІІ.
3. Закон України "Про дорожній рух" Постанова Верховної Ради України від 28 січня 1993 року.
4. Закон України "Про забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя населення" Постанова Верховної Ради України від 24 лютого 1994 р.
5. ГОСТ 12.1.009-76 ССБТ "Електрична безпека. Терміни та визначення".
6. ДСП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів охорони праці. Терміни та визначення".
7. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.
8. ДБН/А 3.1-3-94. Введення в експлуатацію готового обладнання.
9. Єдина державна система показників для підрахунку умов праці та безпеки. Затверджено постановою Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31 березня 1994 р. 9 27.
10. НАЛПБ А.01.001-95. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом Міністерства внутрішніх справ України від 22 червня 95 № 400, зареєстровані Міністерством юстиції України 14.07.95 за № 219/95.
11. Типові положення щодо служб охорони праці: затверджені. Постанова Державної інспекції праці України від 03.08.93 № 73, зареєстрована в Міністерстві юстиції України 30.09.1993 за № 140.
12. ДНАОП 0,00-4,12-94. Типове положення про навчання, навчання, перевірку знань працівників з охорони праці, затверджене наказом Державної інспекції праці України від 04.04.94 №30, зареєстроване в Міністерстві юстиції України 12.05.94 за №95 / 309.
13. Положення про медичний огляд працівників певних категорій: затверджено. Постанова Міністерства охорони здоров'я України від 31 березня 1994 р. No 45,

зареєстрована в Міністерстві юстиції України 21 червня 1996 р. За № 136/345.

14. Положення про розслідування та реєстрацію нещасних випадків, професійних захворювань та травматизму на підприємствах, в установах та організаціях: затверджено. Постанова Кабінету Міністрів України від 10 серпня 1993 р. За № 623.

15. ДНАОП 0,00-4.26-96. Положення про порядок оснащення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 листопада 1996 р. 67667/1692. Він набув чинності 29 листопада 1996 року.

16. ДНАОП 0,03-3.30-96. Державні гігієнічні стандарти та правила захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 серпня 1996 р. № 488/1513. Він набув чинності 29 листопада 1996 року.

17. Правила облаштування електроустановок. - Офіційні публікації. Міністерство енергетики та вугілля України. - Х.: Видавництво Форт, 2017. - 760 с.

18. Правила технічної експлуатації електростанцій та мереж / Міністерство енергетики СРСР. - 14-е видання перероблене, та доп. із змінами No 1 та No 2. РД 34.20.501. - М.: Енергоатоміздат, 1989. - 288 с.

19. Правила технічної експлуатації споживчих електроустановок / Держенергонагляд України.: - К.: Слева, 1995. - 260 с.

20. Правила технічної експлуатації обладнання, що використовує тепло та теплові мережі / Державний енергетичний нагляд України.: - К.: Знижка. 1995 - 81с.

21. Правила безпечної експлуатації електроустановок. ДНАОП 1.1.10-01-97. Державна інспекція праці в Україні. - К.: Основа, 1997. - 265 с.

22. Правила безпечної експлуатації споживчих електроустановок. ДНАОП 0,00.1.21.-98. Державна інспекція праці в Україні.: - К.: Zaklad. 1998. - 380 с.

23. ГКД 34.03.103-96. Система управління охороною праці в Міністерстві енергетики України. Положення було затверджене Міністерством енергетики України 24 квітня 1996 року.

24. ГКД 34.12.102-95. Навчання, інструктаж та перевірка знань працівників

підприємств, установ та організацій Міністерства енергетики України з питань охорони праці та експлуатації об'єктів. Позиція.

25. Правила використання та випробування захисного обладнання, що застосовується в електроустановках / програмне забезпечення "Союзтехенерго". - 7-е видання, перероблене та доп. - М.: Енергоатоміздат. 1983. - 64 с.

26. Інструкція з надання першої допомоги потерпілим у зв'язку з аваріями під час обслуговування енергетичного обладнання / Упр. відповідно до тех. безпека та промисловість, гігієни Міністерства енергетики СРСР. - М.: Енергоатоміздат. 1987. - 64 с.

27. Інструкція щодо блискавкозахисних пристроїв будівель і споруд. РД 34.21.122-87 - М.: Енергоатоміздат, 1989. - 56 с.

28. Правила пожежної безпеки на підприємствах, підприємствах та в організаціях енергетичного сектору України.

29. Правила безпечної роботи з інструментами та обладнанням. ДНАОН 1.1.10-1.04.-01. Державний енергетичний нагляд України. - К.: Форт, 2001. - 176 с.

7.1 Аналіз безпеки праці на підприємстві

Безпека виробничого персоналу та худоби залежить від рівня кваліфікації та старанності дотримання електриками вимог електробезпеки під час монтажу та експлуатації електроустановок.

Безпека праці тісно пов'язана з пожежною безпекою та блискавкозахистом, оскільки пожежі на робочих місцях та удари блискавки загрожують не лише майну, але й життю людей.

Враховуючи стан захисту робіт у господарстві, проектом розроблено заходи щодо усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, підібрано необхідні індивідуальні засоби захисту, розраховано заземлювальне обладнання приладної трансформаторної станції, блискавкозахисту ПТО та РЕО, підібрано вогнегасники.

В даний час у господарстві приділяється велика увага охороні праці,

створенню оптимальних умов праці, відпочинку.

На кожному виробничому заводі вони призначені відповідальними за правила безпеки.

Перед зарахуванням, а також регулярно проводяться курси, інструктажі з питань охорони праці в спеціально обладнаному класі. Інструкції також надаються безпосередньо на робочому місці. Щороку електрики проходять перевірку правил безпеки, на основі якої їм призначають кваліфікаційну групу РТЕ та РТВ.

Особи, які працюють зі шкідливими речовинами, регулярно проходять медичний огляд.

Працівники забезпечуються комбінезонами та захисними засобами. Однак порушення техніки все ще трапляються, часто приводячи до травм, що знижують їх працездатність.

Тому в економіці необхідно більше уваги приділяти безпеці праці, навчання людей, посиленню контролю відповідальних осіб за дотриманням правил безпеки на виробництві.

Місцем технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання (ПТО та РЕО) є побутові та виробничі приміщення, які загалом забезпечують працівникам комфортні умови праці та відпочинку.

Характеристики виробничих потужностей пункту з точки зору вибуху та пожежі, вогнестійкості та ймовірності ураження електричним струмом наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1

Категорії та класи виробничих приміщень цехів

Назва кімнати	Категорія райони вибуху і вогонь відсутність безпеки	Кліматичний зона	Ступінь зйомки кістки	Клас кімнати для ймовірності здивування струм	Клас й терміни навколишні Навколишнє середовище
1	2	3	4	5	6
Коробка для спеціального автомобіля	B	III	II	з неба.	P-1
Область просочення та сушіння	I	III	II	- -	B-1a

Площа фарбування	I	III	II	00	B-1a
Місце ремонту та монтажу	B	III	II	00	P-IIIa
Сфера структурних закупівель	B	III	II	- -	P-IIIa
1	2	3	4	5	6
Кабінет магістра	B	III	II	без під. небезп.	Стандартний
Кабінет	B	III	II	00	стандарти
Тамбур	B	III	II	- -	стандарти
Душ	B	III	II	в неба.	сир
Вентиляційна камера	B	III	II	- -	мокрый
Комутатор	B	III	II	- -	стандарти

Залежно від технології виконуваних робіт, працівники ремонтної майстерні мають справу з агресивними речовинами, такими як кислоти, основи, сульфат свинцю (при ремонті та ремонті акумуляторів), а також розчинниками, лаками та емаллями (при ремонті електродвигунів та стартерів), захисні засоби).

Характеристики окремих виробничих потужностей щодо можливого впливу шкідливих та небезпечних факторів на людину наведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2

Можливий вплив шкідливих та небезпечних виробничих факторів на людину у виробничих приміщеннях ремонтної майстерні

ім'я приміщення	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори						
	Рухомий машини та механіка ходи	високий рівень газу марнославство	Високий рівень шуму	Високий вологість прові втирати	хімікати і токсичні речовини	фізичний надмірна оплата праці працівників	високий рівень напруги в електричній мережі
Секція просочення та сушіння	-	+	-	+	+	+	+
Площа фарбування	-	+	-	+	+	+	+
Місце ремонту та монтажу	+	+	+	-	+	+	+
Витратна композиція	-	-	-	-	-	-	-
Частина закупівель конструкцій	+	+	+	-	-	+	+

7.2 Розробка комплексу заходів щодо усунення небезпечних шкідливих факторів виробництва

Організаційно-технічні заходи, розроблені в рамках проекту для усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів, зосереджені на:

- захист від проникнення в обертові частини машин - доступні огорожі;
- запобігання вибуху у разі небезпечної концентрації пари на ділянках просочення, сушіння та фарбування - встановлення вибухових ламп та монтаж електричних ліній в сталевих трубах;

- видалення шкідливих газів з приміщень та забезпечення подачі свіжого повітря - доступна вентиляційна система, яка складається з витяжних і припливних вентиляторів;

- захист від контакту з струмоведучими частинами електрообладнання - захисне заземлення та занулення металевих деталей та використання захисних засобів;
- захист будівлі від прямих ударів блискавки - забезпечена установка блискавкорешітки на даху будівлі;

- забезпечення пожежної безпеки - встановлення пожежних кранів та вогнегасників;
- забезпечення місцевого освітлення.

Безпечна робота оперативного персоналу енергетичної служби господарства досягається не тільки організаційно-технічними заходами, але й наявністю високоефективних засобів індивідуального захисту.

Необхідна кількість засобів захисту, одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту визначається виходячи з чисельності обслуговуючого персоналу, кількості виробничих підприємств та характеру проведених робіт [20].

де $C_{cp} = k_1 \cdot A_{zag} + (k_2 + k_3 \cdot N_{ed}) / d$, (7,2)
де k_1, k_2, k_3 - постійні коефіцієнти, які залежать від форми обслуговування електрообладнання та типу захисного обладнання;

A_{zag} - велика робота з обслуговування електрообладнання в умовних агрегатах;

N_{ed} - кількість встановлених електродвигунів;

d - коефіцієнт надійності захисного пристрою відключення (за відсутності

даних $d = 0,9$);

Результати розрахунків наведені в таблиці 7.3.

Таблиця 7.3

Розрахунок необхідної кількості захисних засобів на один рік для ремонтної майстерні

Назва захисного обладнання	Марка, тип	ГОСТ, OST або ТУ	Кількість
Індикатор напруги	КОНТАК Т-55Е	ТУ У 194634.35.006-95	4
Універсальний індикатор напруги	УПВН	прототип	1
Ізолюючі кліщі	К-1000	ТУ 34-13-1632-75	3
Кліщі для вимірювання струму	С-4501	ТУ 25-04-857-76	3
Діелектричні килими	-	ГОСТ-4997-75	4
Портативне заземлення до 1000В	-	ТУ 34-3820-70	3
Діелектричні калоші	-	ГОСТ-28-10072-80	4
Набір інструментів з ізованими ручками	КСІ-2	ТУ -28-10072-80	4
Попереджувальні плакати та знаки безпеки для електроустановок	-	ГОСТ 12-4026-76	4

7.3 Розрахунок заземлювального пристрою трансформаторної станції приладу 10 / 0,4 кВ

Пристрій заземлення виконано у вигляді контуру сталевого стрижня прямокутного перерізу 40x4 мм з вертикальними електродами діаметром 0,012 м і довжиною 5 м, прокладеним на глибину $t = 0,8$ м від землі з двошаровою конструкцією: $\rho_1 = 270 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, $\rho_2 = 140 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, $h_1 = 3,5 \text{ м}$, $\rho_1/\rho_2 = 1,33$. Довжина напруги мережі 10 кВ повітряної лінії $L_v = 35 \text{ км}$, кабелю $L_k = 11 \text{ км}$..

Залізобетонний фундамент будівлі (площа якого дорівнює 50 м²) використовується як природний провідник заземлення.

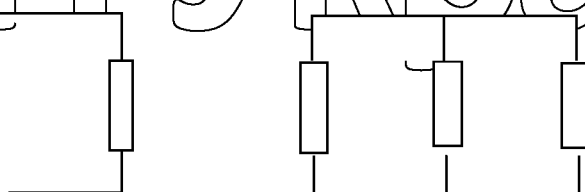
1) Ми виконуємо вимоги до мережі 0,38 кВ.

Намалюйте схему заміщення:

$R_E = 0,38$

R_n РПОВ.

$R_{плг} = 0,38$



НУБІП України

Щоб визначити допустиме значення заземлювального пристрою, розрахуйте еквівалентний опір двошарового ґрунту за формулою

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot k \cdot l}{\rho_1(t + k) + \rho_2(h_1 - t)} \quad (7.2)$$

$k = 1$ ат $\rho_1 > \rho_2$

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 5}{270(0,8 + 5 - 3,5) + 140(3,5 - 0,8)} = 189,19 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}$$

Визначте опір природної поверхні:

$$R_{\text{пр}} = 0,5 \frac{\rho_{\text{эф}}}{\sqrt{S}} \quad (7.3)$$

де $\rho_{\text{эф}}$ - еквівалентне значення опору заземлення, Ом \cdot м

$$\rho_{\text{эф}} = \rho_1 \left(1 - e^{-\frac{\alpha h_1}{\sqrt{S}}} \right) + \rho_2 \left(1 - e^{-\frac{\beta \sqrt{S}}{h_1}} \right), \quad (7.4)$$

де α, β - коефіцієнти, $\rho_1 > \rho_2$ - $\alpha = 3,6, \beta = 0,1$;

$$\rho_{\text{эф}} = 270 \left(1 - e^{-\frac{3,6 \cdot 3,5}{7,07}} \right) + 140 \left(1 - e^{-\frac{0,1 \cdot 7,07}{3,5}} \right) = 249,3 \text{ (Ом} \cdot \text{м)}$$

$$R_{\text{пр}} = 0,5 \frac{249,3}{\sqrt{50}} = 17,6 \text{ (Ом)}$$

Для визначення $R_{\text{п}}$ побудуємо схему мережі 0,38 кВ.

$$R_{\text{пн}} = 10 \frac{189,19}{100} = 18,9 \text{ (Ом)}$$

$$R_{\text{пв}} = 30 \cdot 1,89 = 56,7 \text{ (Ом)}$$

Згідно з розрахунками, кожен новий заземлювач повинен мати опір 56,7 Ом, а їх загальний опір на кожній лінії не повинен перевищувати 18,9 Ом.

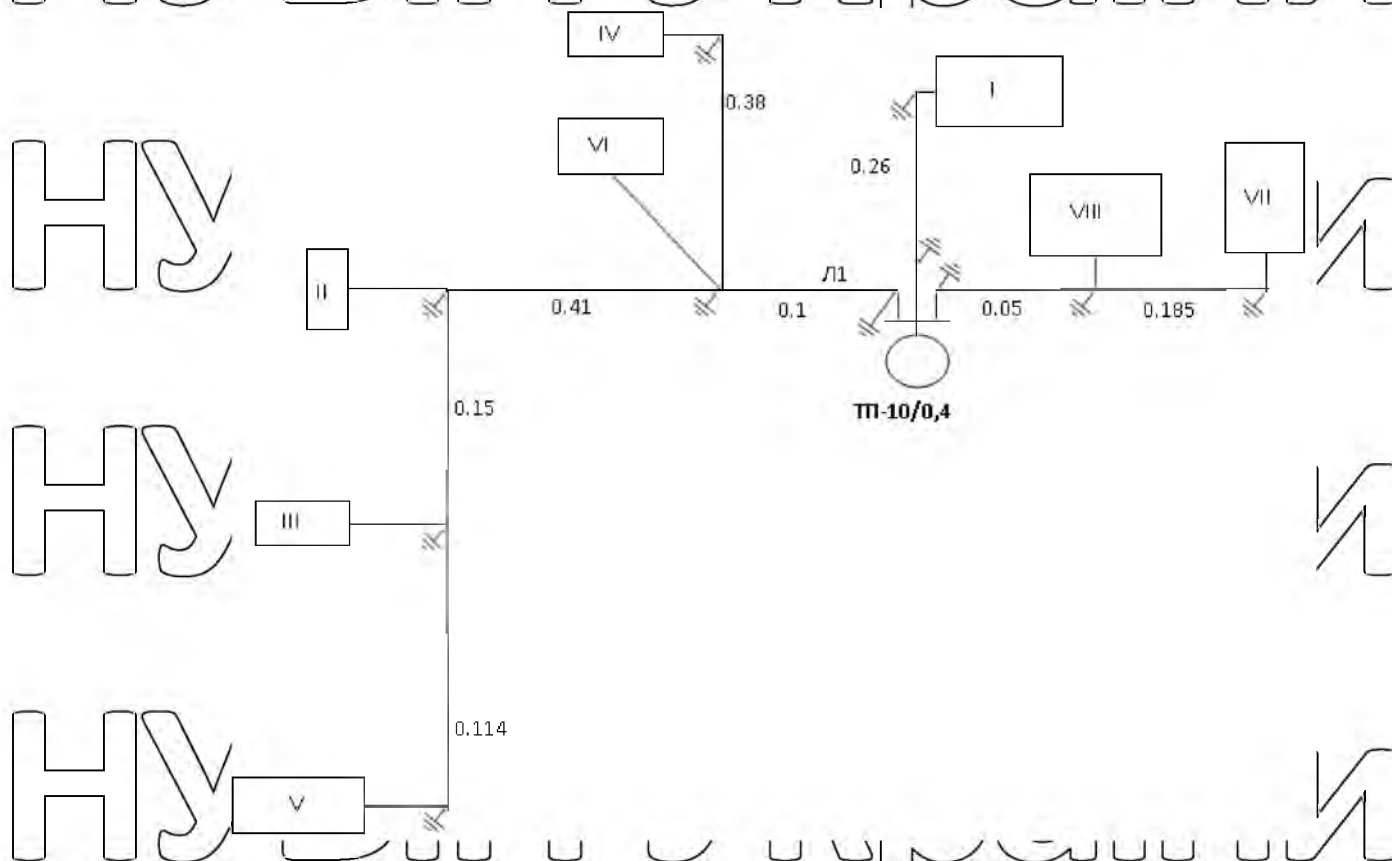
$$R_{\text{л1}} = \frac{R_{\text{пв}}}{n_{\text{л1}}} = \frac{56,7}{5} = 11,34 \text{ (Ом)} < 18,9 \text{ (Ом)}$$

$$R_{\text{л2}} = \frac{R_{\text{пв}}}{n_{\text{л2}}} = \frac{56,7}{3} = 18,9 \text{ (Ом)} < 18,9 \text{ (Ом)}$$

НУБІП України

НУБІП України

$$R_{\text{л3}} = \frac{R_{\text{п3}}}{n_{\text{л3}}} = \frac{56,7}{7} = 8,1 \text{ (Ом)} < 18,9 \text{ (Ом)}$$



Гігант. 7.3 - Схема розрахунку мережі з напругою 0,38 кВ

Ми знову обґрунтували:

- 1) на кінцях повітряних контактних ліній або гілок;
- 2) біля входів у виробничі приміщення;
- 3) в умовах захисту від перенапруги;

Загальний опір землі на всіх живильниках PL-0,38 кВ:

НУБІП України

$$R_{\text{пов}} = \frac{R_{\text{л1}} R_{\text{л2}} R_{\text{л3}}}{R_{\text{л1}} R_{\text{л2}} + R_{\text{л1}} R_{\text{л3}} + R_{\text{л2}} R_{\text{л3}}} = \frac{11,34 \cdot 12,6 \cdot 8,1}{11,34 \cdot 12,6 + 11,34 \cdot 8,1 + 12,6 \cdot 8,1} = 3,4 \text{ (Ом)}$$

Визначте $R_{\text{екв}}$:

$$R_{\text{екв}} = \frac{R_{\text{пр}} R_{\text{пов}}}{R_{\text{пр}} + R_{\text{пов}}} = \frac{17,6 \cdot 3,4}{17,6 + 3,4} = 2,85 \text{ (Ом)}$$

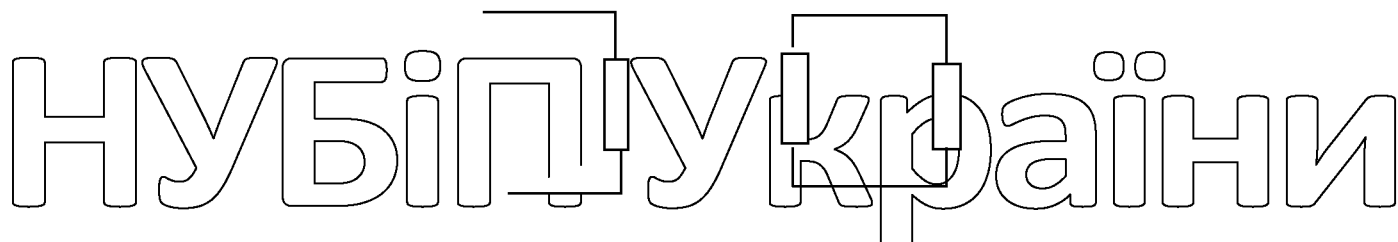
НУБІП України

Оскільки висота менше R_d , штучного ґрунту зробити не вдалося, але правила вимагають обов'язкової присутності R_p , тому R_p прийміть максимально допустиме

значення 56 Ом.

Розрахуйте землю для напруги мережі 10 кВ

R_d (10 кВ) $R_{просп}$ $R_{рсс}$ (10 кВ)



Визначте допустимий опір заземлення: $R_d = 125 / I_{кз}$.

Де $I_{кз}$ - земляний струм:

$$I_{кз} = \frac{U(L_n + 35 \cdot L_k)}{\rho_1} = \frac{10(35 + 35 \cdot 11)}{270} = 15,5 \text{ (I)}$$

$R_d = 125 / 15,5 = 8,06 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$.

Опір штучного ґрунту визначається за формулою:

$$R_{шт} = \frac{R_d \cdot R_{пр}}{R_{пр} - R_d} = \frac{8,06 \cdot 17,6}{17,6 - 8,06} = 14,87 \text{ (Ом)}$$

Порівнюючи $R_{шт}$ (0,4) та $R_{шт}$ (10) для розрахунку, ми приймаємо менше з

них:

$R_p(10) = 14,87 \text{ Ом}$.

Визначити струм опору одного стрижня:

$$R_B = \frac{\rho_{екв} \cdot k_c}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4h+1}{4h-1} \right),$$

k_s - коефіцієнт сезонності, $k_s = 1,5$

h - відстань від земної поверхні до центру стрижня

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

$$R_B = \frac{189,19 \cdot 1,5}{6,28 \cdot 5} \left(\ln \frac{10}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 1}{4 \cdot 3,3 - 1} \right) = 64,3 \text{ (Ом)}$$

НУБІП України

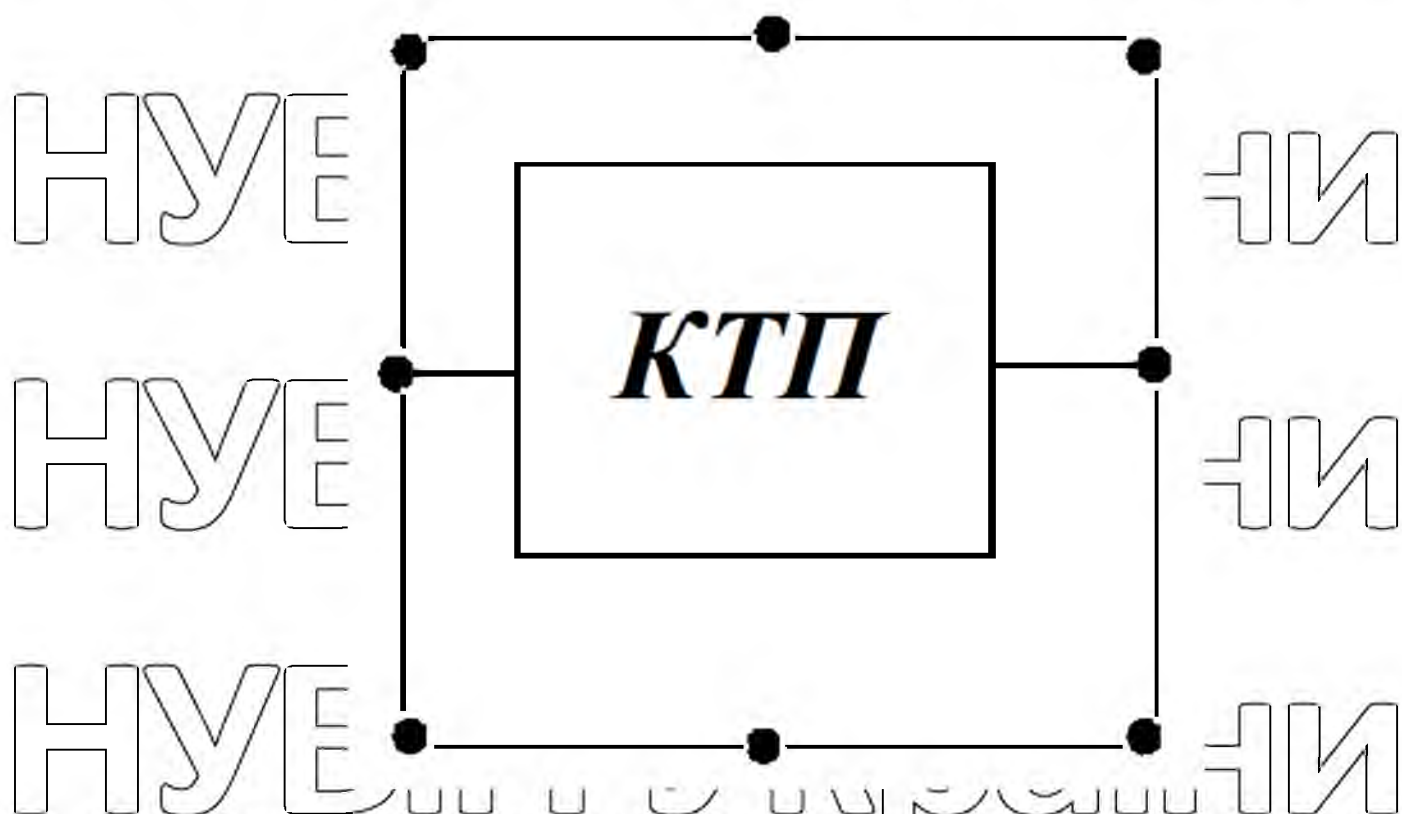
$$r_{\text{в}} = \frac{1}{R_{\text{в}}} = 0,0156 \text{ (См)}$$

Кількість вертикальних смуг визначається за формулою:

НУБІП України

$$n = \frac{R_{\text{в}}}{R_{\text{шт}}} = \frac{64,3}{14,87} = 4,3$$

Ми приймаємо 8
Схема заземлення



Визначте струм опору горизонтальної смуги:

НУБІП України

$$R_{\text{г}} = \frac{k_{\text{с}} \cdot \rho_{\text{екв.г}} \cdot \ln \frac{2 \cdot L_{\text{г}}^2}{b \cdot t}}{2 \cdot \pi \cdot L_{\text{г}}}$$

де: b - ширина горизонтальної смуги = 6,04 м
 $\rho_{\text{екв.}}$ - еквівалентний питомий опір для горизонтального заземлення,

розрахований за допомогою інтерполяції

НУБІП України

$L_{\text{г}}$ - довжина одного горизонтального ґрунту = 5 м.
Розрахунок $\rho_{\text{екв.}}$ виконуємо, використовуючи дані в таблиці «Відносні значення еквівалентного питомого опору $\rho_{\text{екв.}}$ для двошаровий ґрунт для розрахунку

опору простого горизонтального ґрунту.

$$\frac{\rho_{\text{екв.г}}}{\rho_2} = 1,73 \quad \rho_{\text{екв.г}} = 1,73 \cdot 140 = 242,2 (\text{Ом} \cdot \text{м})$$

$$R_{\Gamma} = \frac{1,5 \cdot 242,2}{6,28 \cdot 5} \ln \frac{2 \cdot 25}{0,04 \cdot 0,8} = 85,09 (\text{Ом})$$

$$q_{\Gamma} = \frac{1}{R_{\Gamma}} = 0,012 (\text{Подивитися})$$

$$\text{Штучний опір ґрунту: } R_{\text{шт}} = \frac{1}{\eta \cdot (n \cdot q_B + q_{\Gamma})}$$

де η - коефіцієнт використання складного заземлювача вибирається з однойменної таблиці.

$$\frac{h}{l_{\Gamma}} = \frac{3,5}{5} = 0,7 \quad \frac{a}{l_{\Gamma}} = \frac{2,5}{5} = 0,5$$

Визначте η також використовується метод інтерполяції

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{0,411(8 \cdot 0,0156 + 0,012)} = 17,8 (\text{Ом}) < 14,87 (\text{Ом}) - \text{умова не виконана.}$$

Збільште кількість вертикальних брусків на 4 штуки

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{0,411(12 \cdot 0,0156 + 0,012)} = 12,19 (\text{Ом}) < 14,87 (\text{Ом}) - \text{умова виконана.}$$

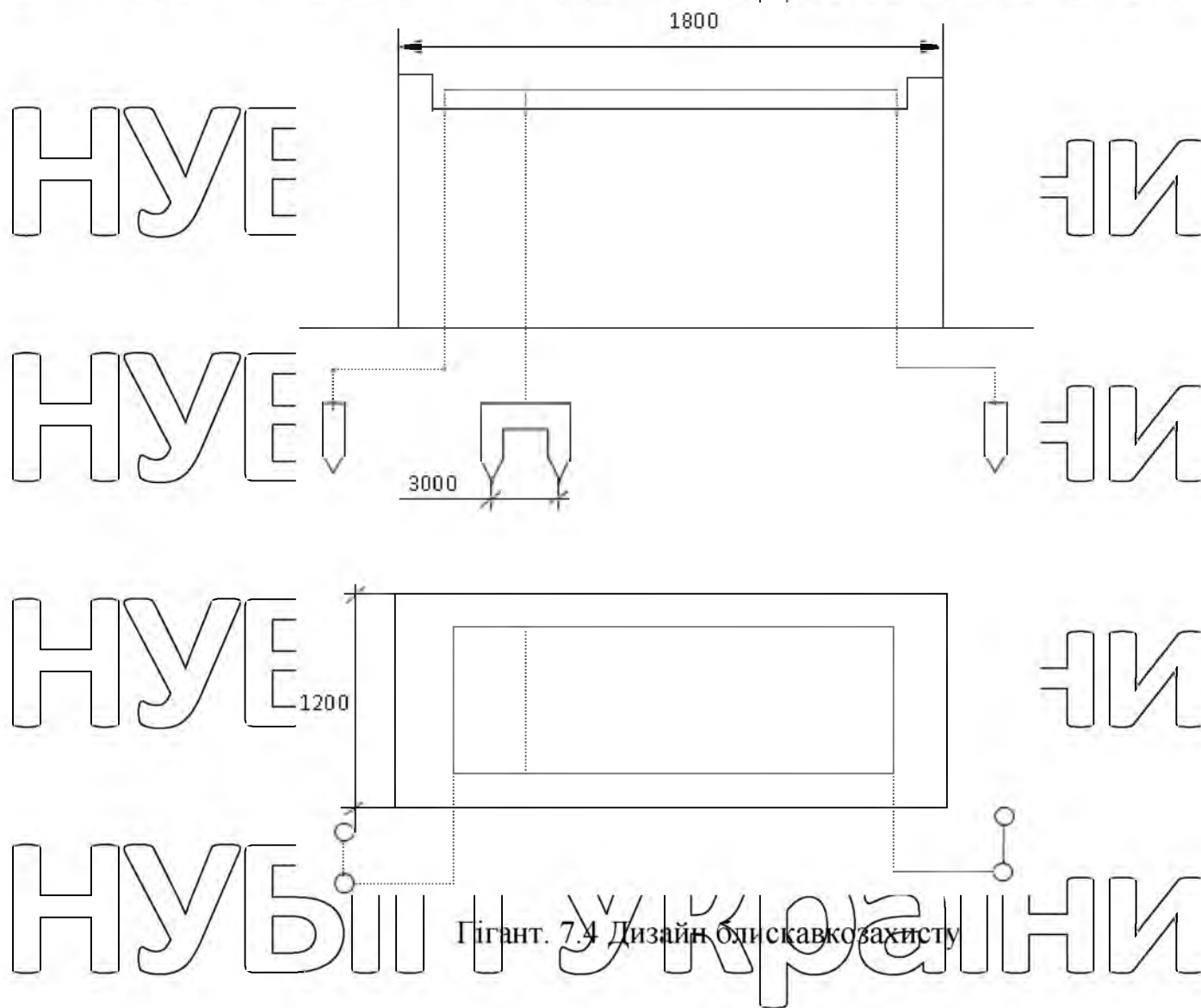
Отже, вам доведеться взяти 12 вертикальних смуг.

7.4 Блискавкозахист у ремонтній майстерні

Приміщення ремонтної майстерні за класифікацією [1] належать до класу Р-ІІа і згідно чинних нормативних матеріалів І підлягають блискавкозахисту згідно з категорією ІІІ. Як будівля, ремонтна майстерня належить до другого ступеня вогнестійкості.

Захист від прямих ударів блискавки забезпечує блискавковідвід, розташований на даху будівлі. Цей вид блискавкозахисту застосовується для будівель з плоскими дахами, довжина яких не перевищує 25 м. Конструкція блискавкозахисту (рис. 7.4) забезпечує сітчасту площу комірок максимальним

розміром 150 м². Блискавковідвід виготовлений із сталевго дроту діаметром 6 мм. Сітка з'єднана струмосвідводами із заземлювачами із круглої сталі діаметром 10 мм і з'єднана сталевим стрижнем розміром 4x40 мм.



7.5 Пожежна безпека

Виробниче обладнання ремонтно-вибухової майстерні належить до класу Р-Іа (крім двох секцій класу Р-Іа), ми аналізуємо його з точки зору пожежної безпеки.

Причиною спалаху може бути відкрите полум'я в районах зі зростаючими концентраціями парів фарби, парів бензину та розчинників. Заходи пожежної безпеки включають 4 пожежні крани та пожежну сигналізацію в зонах фарбування, просочення та сушіння. Необхідний витрата води для гасіння пожежі становить 5 л / с. Орієнтовні втрати води для гасіння пожежі виконуються від водопровідної

мережі.

Пожезна сигналізація оснащена пристроєм "Сигнал-31" (СТУ 25.15.555-73)
з детекторами типу DTL або LPS-038.

Таблиця 7.5

Кількість пожежної техніки

Назви обладнання та захисне обладнання	Тип	Місце походження	Кількість
Вогнегасник	ОНР-10 НУ-5	Області фарбування, просочення та сушіння	2
Пісочниця		Сфера структурних закупівель	1
Пожезний щит: Відро лопата сокира гаф вогнегасник	ОНР-10	Біля контрольного входу	1 2 1 1 1 1

8. ТЕХНІЧНО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Економічний ефект від використання технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів досягається за рахунок зменшення втрат енергії в живильній мережі та зменшення заряду на потік реактивного струму.

Споживачі електроенергії оплачують активну спожиту електроенергію та втрати в споживчій мережі до пункту обліку відповідно до діючих тарифів. При використанні технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів втрати активної електроенергії в мережі живлення зменшуються на 30-35%, відповідно зменшиться плата за спожиту активну електроенергію.

Як визначено в чинній методології розрахунку плати за потік реактивної електроенергії між організацією, що постачає електроенергію, та її споживачами, користувачі електроенергії повинні сплачувати плату за споживання та виробництво реактивної електроенергії. Розмір плати визначається трьома компонентами:

$$П = П1 + П2 - П3,$$

де $П1$ - основна плата за споживання та виробництво електроенергії;
 $П2$ - внесок у недостатнє оснащення електромережі споживача за рахунок компенсації реактивної потужності (RCP);

$П3$ - знижка на витрати на споживання та виробництво реактивної потужності у разі участі споживача в оптимальному щоденному регулюванні мережі постачання в розрахунковому періоді.

Основна плата за спожиту та вироблену реактивну електроенергію для споживачів визначається за формулою:

$$П1 = \sum_{n} (wQ_{cn} + K \cdot wQ_2) \cdot D \cdot T, \text{ грн},$$

де n - кількість пунктів розрахунку реактивної енергії;

wQ_{cn} - споживання реактивної енергії в пункті вимірювання за розрахунковий період, квартал-рік;

wQ_2 - виробництво реактивної енергії в мережі організації, що постачає енергію

в пункті вимірювання за розрахунковий період, відмова-рік;

$K = \beta$ - нормативний коефіцієнт для обліку збитків організації, що постачає енергію від виробництва реактивної електроенергії з мережі споживача;

D - економічний еквівалент реактивної потужності (EERP), що характеризує частку впливу потоку струму в точці вимірювання на техніко-економічні показники в проектному режимі, кВт / квар;

T - середня вартість активної електроенергії за розрахунковий період, грн / кВт-рік

Значення EERP, основний коефіцієнт стимулювання капітальних вкладень у фонди КСР та коефіцієнт збитків від виробництва реактивної потужності з мережі споживача встановлюються Угодою про постачання електроенергії (SEA).

Доплата за недостатнє обладнання електричної мережі споживача за допомогою компенсації реактивної потужності визначається за формулою:

$$П2 = П1 \cdot C_{\text{баз}} (K_{\varphi} - 1), \text{ Грн, (8.1)}$$

де $П1$ - загальна основна заробітна плата;

$C_{\text{баз}}$ - нормативне базове значення коефіцієнта стимулювання капітальних вкладень у фонди КНР в електромережах споживача;

K_{φ} - коефіцієнт, обраний із Методології розрахунку витрати на споживання та потоку реактивної потужності залежно від фактичного коефіцієнта реактивної потужності споживача $tg\varphi$ в середньому за розрахунковий період.

Таблиці цієї методології вводять зони нечутливості надбавки до споживання реактивної потужності, які обмежені значеннями коефіцієнтів потужності:

- для промислових та подібних споживачів, залізничної та міської електроенергії - $\cos\varphi_2 = 0,97$ ($tg\varphi_2 = 0,25$),

- для непромислових, у тому числі сільськогосподарських споживачів - $\cos\varphi_2 = 0,8$ ($tg\varphi_2 = 0,75$).

Доплата набуде чинності, якщо фактичний коефіцієнт потужності буде меншим за вказані значення $\cos\varphi_2$.

Фактичний коефіцієнт потужності споживача в середньому за розрахунковий період визначається за формулою:

де wP - активне споживання електроенергії за розрахунковий період, кВт·рік;
 wQ_{cn} - споживання реактивного струму за той самий період, квартал·рік

Зниження плати за споживання та виробництво реактивної електроенергії можливе за умов достатнього обладнання електромережі споживача з використанням КРП, наявності зонального обліку спожитої та виробленої електроенергії, виконання добового графіка споживання та виробництва споживачем електроенергії. Графіки споживання та виробництва та знижки встановлені в DPE.

Застосування технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів забезпечує зменшення струму споживання форсунок асинхронним двигуном та зменшення плати за його потоки.

Вихідні дані для визначення економічної ефективності використання технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів ремонтної майстерні наведені в таблиці. 1. Прийміть точку вимірювання енергії на низьковольтних шинах трансформаторної підстанції приладу 10 / 0,4 кВ.

Потужність, яку споживає один двигун:

$$\text{активний } P_{ii} = \frac{P_{ni}}{\eta_{ni}} \cdot k_{zi}, \text{ кВт; реактивний } Q_{ii} = \left[\frac{P_{ii}}{\eta_{ii}} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ii} - Q_{xci} \right] \cdot k_{ci}^2, \text{ квар,}$$

де P_{ni} - номінальна потужність і-го двигуна, кВт;

η_{ni} - номінальна ефективність і-го двигуна;

k_{zi} - коефіцієнт навантаження і-го двигуна;

$$Q_{xci} = \frac{P_{ni}}{\eta_{ni}} \cdot \left[\operatorname{tg} \varphi_{ni} - \frac{1}{1,25 \cdot k_{zi} - \operatorname{tg} \varphi_{ni}} \right] - \text{реактивна потужність холостого ходу і-го}$$

двигуна, несправність;

Таблиця 8.1

Вихідні дані для визначення ефективності технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів ремонтної майстерні

№ п/п	Тип	$P_{н,}$ кВт	інший, I	двиган	$\epsilon,$ %
1	2	3	4	5	6
1	AIP80B2U3	2,2	4,7	0,87	83
2	AIP71B6U3	0,55	1,74	0,71	67,5
3	AIR132S4U3	7,5	15,1	0,86	87,5

4	AIP132S4U3	7,5	15,1	0,86	87,5
5	AIP71A4Y3	1,1	1,7	0,7	70,5
6	AIP80B6Y3	1,5	3,05	0,74	74
7	AIP80B4Y3	1,5	3,6	0,84	77
8	3AK250M6Y3	0,37	1,1	0,87	90,5
9	AIP63B6Y3	0,37	1,2	0,69	68
10	AIP56B2Y3	0,25	0,74	0,77	68
11	AIP71B6Y3	0,55	1,74	0,71	67,5
12	AIP90L2Y3	2,2	5	0,8	83
13	AIP100S4Y3	3	6,7	0,85	82
14	AIP132S4U3	7,5	15,1	0,86	87,5
15	AIP132S4U3	7,5	15,1	0,86	87,5
16	AIP132M6Y3	7,5	16,5	0,81	85,5
17	AIP71B2Y3	1,1	2,5	0,85	77,5
18	AIP100L4Y3	4	8,6	0,84	84
19	AIP56B2Y3	0,18	0,66	0,64	64
20	AIP112M4Y3	5,5	11,5	0,85	85
21	AIP112M4Y3	5,5	11,5	0,85	85
22	AIP71B6Y2	0,55	1,74	0,71	67,5
23	AIP80B2Y2	1,1	3,05	0,74	74
24	AIP100L4Y3	2,2	5,65	0,78	81
25	AIP100L4Y3	2,2	5,65	0,81	83
26	AIP80A4Y3	1,1	2,75	0,75	81
27	AIP56A4Y3	0,12	0,44	0,66	63
28	AIP100L4Y3	2,2	5,65	0,81	83
29	AIP63A4Y3	0,25	0,85	0,63	68
1	2	3	4	5	6
30	AIP71A4Y3	0,55	1,69	0,7	70,5
31	AIP71A4Y3	0,55	1,69	0,7	70,5
32	AIP80A6Y3	0,75	2,26	0,72	70
33	AIP71A4Y3	0,55	1,69	0,7	70,5
34	AIP71B4Y3	0,75	2,14	0,73	73
35	AIP71B6Y3	0,55	1,74	0,7	68
36	AIP71A6Y3	0,37	1,31	0,65	65
37	AIP56B2Y3	0,37	1,26	0,86	64
38	AIP80A6Y3	0,55	2,26	0,72	80
39	AIP63A4Y3	0,25	0,83	0,67	68
40	AIP71B4Y3	0,75	2,17	0,73	72
41	AIP80A4Y3	1,1	2,75	0,81	75
42	AIP71A4Y3	0,75	2,17	0,73	72
43	AIP71A4Y3	0,55	1,69	0,7	70,5

Енергія, яку споживають усі двигуни ремонтної майстерні, дорівнює:

$$\text{активний } P_1 = \sum_{i=1}^{21} P_{1i}, \text{ кВт, реактивний } Q_1 = \sum_{i=1}^{21} Q_{1i}, \text{ квартал}$$

Загальні втрати активної потужності в провідниках живлення двигуна

обчислюють за формулою:

$$\Delta P_{np} = 3 \sum_{i=1}^{21} \left(\frac{P_{1i} \cdot k_{\eta i}}{\sqrt{3} U_n} \right)^2 \cdot R_{лpi}, \text{ кВт}$$

Сила на вході в ремонтну майстерню дорівнює:

$$\text{активний } P_в = P_1 + \Delta P_{np}, \text{ кВт; реактивний } Q_в = Q_1, \text{ квар;}$$

$$\text{повна } S_в = \sqrt{P_в^2 + Q_в^2}, \text{ кВА}$$

Струм на вході в ремонтну майстерню становить: $I_в = \frac{S_в}{\sqrt{3} U_n} \cdot 10^3, \text{ А.}$

Втрати на вхідних провадах (від опори до розподільного щита цеху) складають:

$$\Delta P_в = 3 \cdot I_в^2 \cdot R_в \cdot 10^{-3}, \text{ кВт,}$$

де $R_в$ - опір вхідних провідів, Ом.

Втрати в трубопроводі (від підстанції до цеху) складають:

$$\Delta P_л = 3 \cdot I_в^2 \cdot R_л \cdot 10^{-3}, \text{ кВт,}$$

де $R_л$ - опір лінії, Ом.

Отже, загальна потужність, споживана асинхронними двигунами цеху, становить:

$$P_{\text{сум}} = P_1 + P_в + P_л, \text{ кВт}$$

Середній час роботи асинхронних двигунів ремонтної майстерні на добу становитиме 5,1 години, а на рік - $5,1 \cdot 365 = 1861$ рік

Тому щорічне споживання електроенергії асинхронними двигунами ремонтної майстерні становитиме:

$$\text{активний } wP = P_{\text{сум}} \cdot 1861, \text{ кВт} \cdot \text{рік, струм } wQ = Q_1 \cdot 1861, \text{ квартал} \cdot \text{рік}$$

Коефіцієнт потужності майстерні визначається за формулою:

НУБІП України

Плата за активну електроенергію, споживану асинхронними двигунами цеху, становить:

$$P_a = wP \cdot T, \text{ Грн,}$$

де $T = 0,33$ — середня вартість активної електроенергії за розрахунковий період, грн. / (кВт·рік).

Ми приймаємо розрахунок плати за витрату струменевої електроенергії $Q_2 = 0$,

оскільки виробництво реактивної електроенергії в мережі організації, що постачає

енергію в пункті вимірювання, на розрахунковий період

немає. Відповідно до Методології для мережі розподілу низької напруги економічний еквівалент реактивної потужності буде рівним $D = 0,125$ кВт / квар.

Результати розрахунку ефективності внутрішньої ємнісної компенсації

реактивної потужності асинхронних двигунів зведені в таблицю 8.2.

Таблиця 8.2

Результати розрахунку ефективності технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів ремонтної майстерні

Показник	Без компенсації	з компенсацією
Активна потужність, споживана асинхронними двигунами, кВт	48,94	48,94
Реактивна потужність, споживана асинхронними двигунами, чверть	32,06	6320.
Втрати активної потужності в силових провідниках двигуна, кВт	0,946	найпоширеніший
Загальний струм приймається асинхронними двигунами, Коефіцієнт потужності майстерні	90,09	0,67
Втрати активної потужності на входних проводах, кВт	0,67	75,3
Втрати активної потужності в мережі живлення (до ТП), кВт	0,779	0,993
Загальне споживання активної електроенергії за розрахунковий період, тис. кВт·рік	2,72	0,545.
	99,36	Найбільш поширеним
	59,66	1,9

Загальне споживання реактивного струму, тис.рік	17620	96,14
Плата за спожити активну електроенергію, грн	2522	15,73
Основна плата за споживання та виробництво електроенергії, грн		17050
Внесок за недостатнє обладнання електричної мережі споживача через ГАЕС, грн	489	260
Плата за споживання та виробництво електроенергії, грн	3011	23
Загальна плата за спожити електроенергію, грн	20631	283
		17333

Розрахунок не враховував зменшення активних втрат електроенергії в трансформаторній станції та мережі від вимірювального пункту до джерела живлення.

Розрахунки (табл. 7.2) показують, що при використанні технологічної компенсації асинхронних електродвигунів ремонтної майстерні річне споживання активної електроенергії зменшується на 3220 кВт·год (3,2%) і становитиме 96 140 кВт·год, також суттєво зменшить споживання реактивної електроенергії з 59 660 квт·року на 15730 квар·рік (на 73,7%).

Транспортні втрати активної потужності в мережі живлення (від двигунів до низьковольтних шин трансформаторних станцій) зменшуються на 30% і становитимуть 1,9 кВт.

Базова плата за споживання та виробництво електроенергії асинхронними двигунами цеху буде знижена з 2 522 грн. до 260 грн, тобто близько 2262 грн.

Розрахунки показують, що завдяки використанню технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів ремонтної майстерні загальна річна плата за спожити електроенергію буде зменшена на 3298 грн. (15,9%).

Отримані результати підтверджують економічну доцільність використання технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів.

ВИСНОВКИ

НУБІП України

У даній магістерській роботі було проведено розрахунок і комплектацію новим електрообладнанням пункту технічного обслуговування, що спеціалізується на ремонті та технічному обслуговуванні силового електрообладнання.

НУБІП України

Також детально було розглянуто питання розробки заходів щодо діагностування дефектів короткозамкненого ротора асинхронних двигунів.

Застосування індуктивного методу діагностування дозволяє досягти таких позитивних результатів:

НУБІП України

- показана необхідність подальшого удосконалення пристроїв індукційного контролю та діагностики з метою підвищення їх чутливості при виявленні малорозвинутих та прихованих дефектів ротора АД;

НУБІП України

- актуальним є обґрунтування та розробка достовірної системи діагностичних ознак і удосконалення на її основі методології діагностики різних видів дефектів ротора АД

НУБІП України

В результаті застосування компенсації реактивної потужності вдалося зменшити плату за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та пунктом технічного обслуговування.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергетику». В редакції від 1 липня 2010 року N 2388-VI
2. Закон України «Про енергозбереження». (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, N 15, ст.126)
3. Закон України №555-IV від 20.02.2003р «Про альтернативні джерела енергії»
4. Правила устрою електроустановок / Минэнерго СССР. - 6-е изд, перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1985. - 640 с.
5. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2014).
Розділ 1. Загальні правила. Глава 1.7 заземлення і захисні заходи електробезпеки
Глава 1.9 зовнішня ізоляція електроустановок
Розділ 2. Передавання електроенергії.
Глава 2.4 повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кв
Глава 2.5 повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кв до 750 кв
Розділ 6. Електричне освітлення
6. ДНА ОП 0.00. – 1.32 – 01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. - К.: ПП „Фірма Гранмн”, 2001. – 117 с.
7. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України за № 258 від 25.07.2006. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України за № 1143/13017 від 25.10.2006.
8. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. К.: Основа, 1998. -380 с.
9. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий / Госагропром СССР. - М.: ВО Агропромиздат, 1987. - 191 с.
10. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Іноземцев Г.Б., Козирський В.В., Лут М.Г., Радько І.П. . - К.: Аграр Медіа Груп, 2012.- 274с.
11. Пястолов А.А., Ерошенко Г.П. Эксплуатация электрооборудования. - М;

Агропромиздат, 1990. -287 с.

12. Г.П. Ерощенко, А.А. Пястолов. Курсовое и дипломное проектирование по эксплуатации электрооборудования. - М.: Агропромиздат, 1988. - 160 с.

13. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. – Харків, Факт, 2008. – 438 с.

14. Технології обслуговування та ремонту енергообладнання й засобів автоматизації. / М.Т. Лут, І.П. Радько, С.М. Волошин - К.: Вид - во ТОВ "Аграр Медіа Груп", 2012. - 878 с.

15. Електропривод: Підручник / Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І. Савиенко, О. Ю. Синявський, Д. Г. Войтюк, В. П. Лисенко, За ред.. Ю. М. Лавріненка, Видавництво «Ліра-К». –К., 2009. – 504с

16. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві О.С. Марченко, О.В. Дацішин, Ю.М. Лавріненко, та ін.; За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай, 1995. – 416с.

17. Довідник сільського електрика В.С. Олійник, В.С. Гайдук, В.Ф. Гончар та ін.; За ред. В.С. Олійника. 3-є вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1989. – 264с.

18. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення:

Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. -214с

19. Несправності силового електрообладнання / О.С.Марченко, Ю.М.Лавріненко, Є.Д.Жулай, М.Т.Лут та ін. За ред. О.С.Марченка. - К.: Урожай, 1994. - 288с.

20. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат, 1990. 576 с.

21. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1кВ. Введ. в действие с 01.01.1995. Минск: Изд-во стандартов, 1994. 63

22. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.

23. Алякритский М.П., Мандрыкин С.А. Сушка электрических машин и

трансформаторов, Изд. 2-е, М.: Энергия, 1974. – 72 с.

24. Корчемный Н.А., Машевский В.П. Повышение надежности электрооборудования в сельском хозяйстве. – К.: Урожай, 1998. – 176 с.

25. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под. ред. Б.А.Князевского. – 2 – е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

26. Маньков В.Д., Заграничный С.Ф. Защитное заземление и зануление электроустановок: Справочник. – СПб.: Политехника, 2005. – 400 с.

27. В.І.Гажаман. Електробезпека на виробництві. К., 2002. – 272 с.

28. Луг М.Т., Ралько І.Н., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / М.Т.Луг, І.П.Ралько, В.Г.Тракай, А.І.Чміль. -К.: Ви д- во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012. – 430 с.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ