

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем**



ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБІВ КЕРУВАННЯ

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт

СУМИ – 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем**

ОСНОВИ ТЕХНІЧНОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕНЕРГООБЛАДНАННЯ ТА ЗАСОБІВ КЕРУВАННЯ

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт

**для здобувачів 4 та 2 с.т. курсу
освітньої програми
«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
денної та заочної форм здобуття освіти
ступеню вищої освіти «Бакалавр»**

СУМИ – 2025

УДК 621.311
О 72

Укладачі:

Савойський О. Ю., к.т.н., доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем;

Сіренко В. Ф., к.т.н., доцент, доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем;

Вольвач Т. С., асистент кафедри енергетики та електротехнічних систем;

Лисенко В. В., завідувач навчально-методичним кабінетом кафедри енергетики та електротехнічних систем.

О 72 Основи технічної експлуатації енергообладнання та засобів керування : методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт / укл.: О. Ю. Савойський, В. Ф. Сіренко, Т. С. Вольвач, В. В. Лисенко. - Суми, 2025. – 60 с.

Методичні вказівки спрямовані на надання методичної допомоги здобувачам під час виконання лабораторно-практичних робіт. Містять загальні методичні рекомендації, практичні завдання та питання для самоконтролю знань. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт призначені для здобувачів ступеню вищої освіти «Бакалавр» освітньо-професійної програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Рецензенти:

Сіренко Ю. В., PhD, доцент, доцент кафедри енергетики та електротехнічних систем СНАУ;

Лобода В. Б., к.ф.-м.н., професор, професор кафедри охорони праці та фізики СНАУ.

Відповідальний за випуск:

Ченіжний А.В., к.т.н., доцент, завідувач кафедрою енергетики та електротехнічних систем СНАУ.

Рекомендовано до видання Радою із забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти інженерно-технологічного факультету СНАУ. Протокол №4 від «28» січня 2025 року

© Сумський національний
аграрний університет, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН.....	7
ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ	8
Лабораторна робота №1. Випробування контуру захисного заземлення.....	10
Лабораторна робота №2. Визначення й усунення несправностей автоматизованих електроприводів	12
Лабораторна робота №3. Підвищення ефективності експлуатації електрообладнання агропромислового комплексу з врахуванням показників якості електричної енергії	15
Лабораторна робота №5. Визначення річного обсягу робіт енергетичної служби з експлуатації енергообладнання сільськогоспо-дарського підприємства.....	22
Лабораторна робота №6. Дослідження методики приймально-здавальних випробувань електродвигуна постійного струму	25
Лабораторна робота №7. Дослідження технології сушіння обмоток силових трансформаторів та електродвигунів	28
Лабораторна робота №8. Випробування й налаштування пускорегулюючої апаратури.....	31
Лабораторна робота №9. Випробування електродвигуна змінного струму після ремонту.....	36
Лабораторна робота №10. Випробування світлотехнічного устаткування... 	39
Лабораторна робота №11. Профілактичні випробування захисних апаратів внутрішніх силових та освітлювальних проводок.....	42
Лабораторна робота №12. Випробування силових трансформаторів після ремонту	46
Лабораторна робота №13. Вивчення методів визначення місць пошкодження в кабельних лініях	52
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	59

ВСТУП

Освітній компонент «Основи технічної експлуатації енергообладнання та засобів керування» займає ключове місце у професійній підготовці майбутніх фахівців зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Її вивчення забезпечує формування у здобувачів системних знань і навичок, необхідних для ефективної експлуатації та технічного обслуговування електроенергетичного обладнання.

Лабораторні роботи є одним з основних видів навчальних занять для здобувачів при вивченні курсу «Основи технічної експлуатації енергообладнання та засобів керування». Лабораторні роботи проводяться в спеціалізованій лабораторії кафедри енергетики та електротехнічних систем в ауд. 104м.

Основними навчальними цілями і задачами лабораторних робіт є:

- безпосереднє практичне вивчення основ експлуатації і ремонту електрообладнання і засобів, а також знайомство з обладнанням, вимірювальними приладами і апаратурою, що використовується в лабораторії;
- поглиблення і закріплення придбаних при вивченні курсу знань шляхом аналітичної і експериментальної перевірки основних положень теорії і практики з освітнього компоненту «Основи технічної експлуатації енергообладнання та засобів керування»;
- практичне знайомство із сучасними методами та засобами випробування електрообладнання і засобів автоматизації;
- освоєння на практиці існуючих методів розрахункового та дослідного визначення параметрів пристроїв, що визначають їх властивості в сталому режимі роботи;
- придбання практичних навичок самостійної дослідницької роботи і освоєння методів обробки і аналізу експериментальних даних.

Найважливішою умовою ефективності лабораторних робіт за курсом є обов'язкова самопідготовка студентів до кожної роботи і ясне розуміння її цілі, змісту і методики виконання.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№ з/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Випробування контуру захисного заземлення.	2	2
2	Визначення й усунення несправностей автоматизованих електроприводів	4	-
3	Підвищення ефективності експлуатації електрообладнання агропромислового комплексу з врахуванням показників якості електричної енергії	2	-
4	Дослідження методики дефектації трифазного асинхронного електродвигуна	2	2
5	Визначення річного обсягу робіт енергетичної служби з експлуатації енергообладнання сільськогосподарського підприємства	4	2
6	Дослідження методики приймально-здавальних випробувань електродвигуна постійного струму	4	-
7	Дослідження технології сушіння обмоток силових трансформаторів та електродвигунів	2	2
8	Випробування й налаштування пускорегулюючої апаратури	4	2
9	Випробування електродвигуна змінного струму після ремонту	4	2
10	Випробування світлотехнічного устаткування	4	-
11	Профілактичні випробування захисних апаратів внутрішніх силових та освітлювальних проводок	4	-
12	Випробування силових трансформаторів після ремонту	4	2
13	Вивчення методів визначення місць пошкодження в кабельних лініях	4	2
	Разом годин:	44	16

ОСНОВНІ ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Учбово-лабораторні стенди в лабораторії 104м відносяться до діючих електроустановок, окремі елементи яких перебувають під напругою 220 та 380 В змінного струму. Тому під час занять у лабораторії 104м здобувачі повинні суворо дотримувати вимог Правил з техніки безпеки.

1. Здобувачі, які вперше приступають до виконання лабораторних робіт проходять ввідний інструктаж з техніки безпеки і розписуються в журналі реєстрації інструктажів. Інструктаж проводять викладачі, що проводять заняття. Здобувачі, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки до лабораторних робіт не допускаються.

2. Перед початком роботи всі здобувачі повинні ретельно ознайомитися із схемою електропостачання лабораторій 104м і окремих робочих місць, розташуванням пускозахисної апаратури на лабораторному стенді і силовому щитку, а також записати технічні характеристики електрообладнання, що досліджуються і використаних в досліді приладів і апаратів.

3. Забороняється починати збирання електричних схем без дозволу викладача, що проводить заняття. Перед початком збирання схеми необхідно переконатися в тому, що автоматичні вмикачі в силовій розподільчій шафі і лабораторному стенді виключені. При збиранні схеми варто використовувати прилади і апарати відповідного роду струму і меж виміру. Не допускається використання несправних приладів, перемикаючих пристроїв і клемних з'єднань.

4. При збиранні електричної схеми необхідно забезпечити надійні контактні під'єднання проводів до затискачів машин, приладів і апаратів. Дозволяється використовувати тільки з'єднувальні провідники зі спеціальними наконечниками і перерізу, що відповідає робочим значенням сили струму. Не допускається перетинання проводами проходів і торкання ними обертових частин машин і апаратів.

5. Категорично забороняється включати електричну схему в мережу без перевірки і дозволу викладача. Будь-які зміни в схему дозволяється вносити тільки при відключенні її від мережі. Після внесення змін до робочої схеми включення її під напругу допускається тільки після перевірки викладачем.

6. Під час проведення випробувань електричних машин варто бути уважними і обережним, не відволікатися сторонніми справами і розмовами. Не дозволяється підходити до інших електроустановок, силових шаф і робити на них будь-які включення. Забороняється також залишати без спостереження лабораторну установку, що перебуває під напругою, або допускати до роботи на ній сторонніх осіб. У випадку припинення дослідів або перерви в роботі, схема повинна бути відключена від мережі.

7. Під час роботи, при виявленні несправного стану устаткування, апаратів, вимірювальних приладів і з'єднувальних проводів необхідно негайно відключити схему від мережі і повідомити про те, що трапилося викладача або

лаборанта. Після закінчення роботи необхідно привести в порядок робоче місце.

8. Якщо під час занять стався нещасний випадок, необхідно негайно відключити установку від мережі і надати потерпілому першу допомогу. При необхідності слід викликати швидку медичну допомогу за номером 103. У випадку виникнення в лабораторії пожежі необхідно відключити лабораторну установку за допомогою автоматичного вимикача ввідної силової збірки даної лабораторії і вжити заходів по гасінню пожежі підручними засобами. При цьому категорично забороняється гасити пожежу в електроустановках пінними вогнегасниками. При необхідності слід зателефонувати за номером 101 і повідомити про пожежу.

9. Необхідно пам'ятати, що здобувачі які порушили Правила техніки безпеки, піддаються адміністративному стягненню. Здобувачі зобов'язані дбайливо ставитися до устаткування лабораторії. У випадку псування устаткування, приладів і апаратів через недотримання Правил, винні несуть матеріальну відповідальність в установленому порядку.

Лабораторна робота №1.

Випробування контуру захисного заземлення

Навчальний час: 2 години.

Мета роботи: навчитися проводити випробування контуру захисного заземлення для забезпечення безпечної експлуатації електрообладнання.

Завдання:

1. Ознайомитися з нормативними документами щодо захисного заземлення;
2. Виконати вимірювання опору заземлюючого пристрою;
3. Проаналізувати відповідність отриманих даних стандартам.

Обладнання: мультиметр, омметр

Основні теоретичні відомості

При монтажі всі металеві неструмопровідні частини електроустановок, які випадково можуть виявитися під напругою, підлягають заземленню. Таке заземлення називається захисним.

Принцип захисту за допомогою заземлення полягає в тому, щоб зменшити напругу на корпусі електроустаткування при замиканні на нього струму у випадку пошкодження електричної ізоляції. Струми замикання на корпус електроустаткування направляються в землю через заземлювач і заземлюючі провідники. Сукупність заземлювача й заземлюючих провідників називається заземлюючим пристроєм.

Кожний заземлюючий пристрій має паспорт, у якому зазначена його схема, основні розрахункові дані, відомості про виміри опору. Згідно із Правилами технічної експлуатації електроустановок опір заземлюючого пристрою повинен вимірюватися після монтажу при введенні в експлуатацію й періодично (наприклад, для цехових електроустановок не рідше одного разу в рік). Згідно з існуючими нормами опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

Існує ряд способів виміру опору захисного заземлення. Найбільш простим, зручним і досить точним є метод амперметра - вольтметра. Сутність його полягає в наступному. Вимірюється струм I_x , що проходить через заземлюючий пристрій, і напруга відносно віддаленої точки земної поверхні - зонду (рис. 1). Допоміжний заземлювач В та зонд З встановлюють на такій відстані один від одного та від захисного заземлення R_x , щоб їх поля розтікання не накладалися. Вимірюваний струм I_x проходить через захисне заземлення яке випробується R_x (заземлювач). Спад напруги на цьому захисному заземленні вимірюється вольтметром V.

Опір захисного заземлення обчислюється по формулі:

$$R_x = U_a / I_x$$

Слід зауважити, що захисне заземлення ефективне в тому випадку, якщо струм замикання на землю не збільшується зі зменшенням опору заземлення. Це можливо в мережах з ізолюованою нейтраллю, де при глухому заземленні на землю або на заземлений корпус струм практично не залежить від величини

опору заземлення. Захисне заземлення застосовується також в мережах напругою вище 1000 В із заземленої нейтраллю.

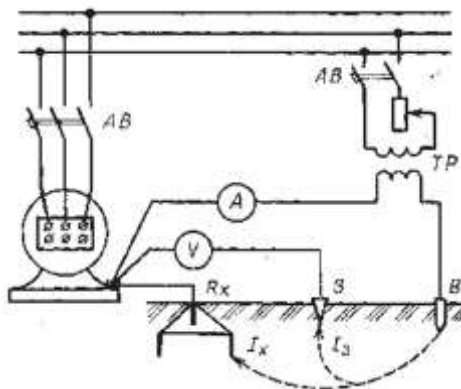


Рис. 1.1 – Схема випробування контуру захисного заземлення

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

За завданням викладача здобувачі розраховують заземлювачі. При цьому враховується тип ґрунту й матеріал, з якого виготовлені заземлювачі. Розрахунковий опір заземлювача повинен відповідати вимогам ПУЕ.

Випробування заземлюючого пристрою проводиться за допомогою омметра безпосередньо на прикладі заземлення стенда в лабораторних умовах. Потрібно зробити огляд технічного стану заземлюючого пристрою стенда, а саме:

- виконати зовнішній огляд стенду;
- перевірити наявність з'єднання між корпусом стенда й контуром заземлення лабораторії;
- виміряти опір заземлюючого пристрою (від корпусу стенда до шини заземлення на силовому щиті лабораторії);
- зробити висновок про відповідність заземлюючого пристрою нормам ПУЕ.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи повинен включати титульний аркуш із зазначенням теми, мети та даних здобувача; короткий виклад теоретичних основ захисного заземлення; опис використаного обладнання та методики вимірювання опору заземлювального пристрою; таблицю з результатами вимірювань, їх аналіз і порівняння зі стандартами; висновки щодо відповідності результатів нормативним вимогам.

Контрольні питання

1. Які існують способи виміру опору заземлювача. Накреслити електричну схему одного з таких способів.
2. Для чого проводять вимір опору петлі фаза-нуль.
3. На якому принципі базується захисні функції заземлення.

Лабораторна робота №2.

Визначення й усунення несправностей автоматизованих електроприводів

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: опрацювати методики діагностики несправностей в автоматизованих електроприводах та способів їх усунення.

Завдання:

1. Ознайомитися зі структурою автоматизованого електроприводу;
2. Виконати діагностику можливих несправностей;
3. Розробити план усунення виявлених несправностей.

Обладнання: мультиметр, омметр, викрутка, паяльник.

Основні теоретичні відомості

При експлуатації електроприводів можуть виникнути різні несправності від простих очевидних неполадок до складних, що вимагають значних часових витрат на пошук пошкоджень, які слід усунути.

При ремонті мереж електроживлення, заміні розподільних щитів, заміні кабелів та ін. можливе підключення привода на невірне чергування фаз, отже, двигун буде обертатися в іншу сторону, що в деяких механізмах може привести до виходу устаткування з ладу. Для усунення цієї несправності в найбільш зручному й безпечному для цього місці необхідно поміняти будь-які дві фази місцями.

Якщо при включенні двигун починає обертатися, але гуде, не набирає обертів і гріється, то причинами цього можуть бути: обрив у колі статора (частіше обрив фази виникає через спрацювання запобіжників, рідше через несправність вимикача, а також обрив в обмотці статора. При обриві фази у двох інших фазових обмотках різко збільшується струм в 1,7 рази, що й викликає нагрівання двигуна); обрив або слабкий контакт у колі ротора (порушення контакту стрижнів з торцевими кільцями в обмотці ротора – для двигуна із короткозамкненим ротором); а також це може бути заїдання в робочому механізмі або механічне ушкодження у двигуні; неправильне з'єднання кінців обмоток після ремонту – одна фаза перевернена.

Якщо при пуску двигуна спрацюває максимальний захист або захист від перевантаження (тепловий), то причиною може виявитися невірно обраний апарат захисту або замикання в ланцюзі живлення двигуна, так само як несправність самого двигуна, як механічна так і електричний пробій ізоляції в результаті перегріву від перевантажень. Повторне включення автоматичного вимикача після його спрацювання при пуску двигуна роблять тільки після ретельної перевірки справності двигуна.

При виникненні несправностей в автоматичному циклі роботи привода пошук несправності можна провести при відключеному двигуні, залишивши включеними кола керування. Слід промоделювати роботу механізму шляхом натискання кінцевих вимикачів, командних кнопок і ін. і поетапно контролювати стан апаратів ланцюгів керування. Як тільки виявиться відхилення від циклу (див. принципову схему й циклограму роботи), то в

неробочому колі при відключеному живленні слід перевірити всі ділянки від початку до кінця, або при поданій напрузі на несправній ділянці вольтметром визначити місце обриву кола. Пошук таких несправностей слід робити лише після ретельного вивчення циклограми роботи привода в складі устаткування й повної ясності черговості роботи апаратів. Для чіткої орієнтації в роботі електричної схеми потрібно скласти таблицю станів усіх апаратів, та кіл керування на кожному етапі циклограми. При перевірці кіл під напругою слід дотримуватися заходів безпеки щоб уникнути враження електричним струмом.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

У роботі досліджується реверсивний електропривод змінного струму на базі асинхронного електродвигуна. Для цього збирається схема, представлена на рис. 2.1.

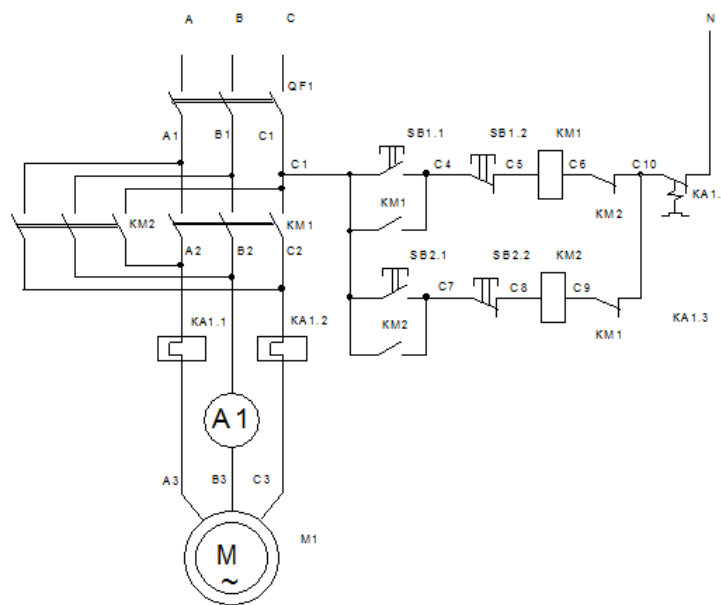


Рис. 2.1 – Схема електрична принципова керування автоматизованим електроприводом

За завданням викладача здобувачі можуть удосконалити схему: ввести в схему реле часу (КТ 1-КТ3) і проміжні реле (К1-К2), перемикач SA1, що здійснюють керування яким-небудь автоматичним циклом роботи електродвигуна й елементи сигналізації (сигнальна лампа HE1 і дзвінок HA1).

Монтаж схеми виконати згідно рис. 2.2. При відключеному живленні стенда перевірити схему за допомогою мультиметра. Продзвонити спочатку силові кола: спершу кола по потенційним точкам і на предмет КЗ між фазами, фазою й нейтраллю. Потім перевірити ланцюги керування (як при ненадтиснутих кнопках, так і при натисканні кнопки). Після перевірки викладачем підключити стенд до мережі й включити автомат QF1. Випробувати роботу схеми: спочатку «пуск» кнопковим постом SB1(увімкнеться пускач KM1), потім «стоп». Далі включити пускач KM2 кнопковим постом SB2 і знову «стоп». Далі перевірити роботу блокування реверсу на ходу: при включеному пускачі KM1 натиснути чорну кнопку кнопкового поста SB2 (змін не повинне бути). Викладачем вводяться помилки

в схему керування (обрив у колі блок-контакту магнітного пускача, обриви в колі живлення схеми керування і т.д.) і пропонується здобувачам відшукати й усунути їх. Досліджується робота схеми й електропривода в цілому при зазначених несправностях. Вивчаються методи усунення даних несправностей.

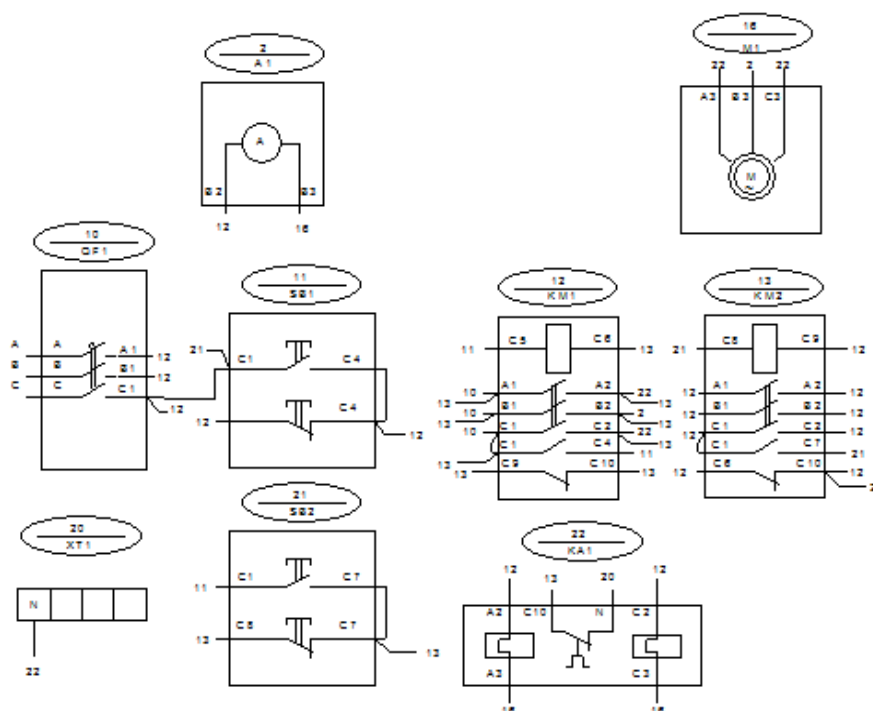


Рис. 2.2 – Схема електричних підключень системи керування автоматизованим електроприводом

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи повинен містити титульний аркуш із темою, метою та даними здобувача; короткий виклад теоретичних основ автоматизованих електроприводів і причин їх несправностей; опис використаного обладнання та інструментів; детальний хід виконання роботи з пошуку несправностей і їх усунення. За результатами дослідження потрібно скласти таблицю основних несправностей і методів їх перевірки й усунення; зробити висновки.

Контрольні питання

1. Які основні причини виникнення несправностей в електроприводах?
2. Як здійснюється діагностика несправностей в електроприводах?
3. Які методи використовуються для усунення несправностей?
4. Як впливає якість електричної енергії на роботу автоматизованих електроприводів?

Лабораторна робота №3.

Підвищення ефективності експлуатації електрообладнання агропромислового комплексу з врахуванням показників якості електричної енергії

Навчальний час: 2 години.

Мета роботи: дослідити шляхи підвищення ефективності роботи електрообладнання на основі аналізу якості електричної енергії.

Завдання:

1. Дослідити вплив конденсаторів на коефіцієнт потужності електричному кола;
2. Оцінити підвищення якості електричної енергії на ефективність експлуатації обладнання.

Обладнання: мультиметр, набір конденсаторів, викрутка, паяльник.

Основні теоретичні відомості

Проходження реактивної потужності, що пульсує між джерелами живлення й електроприймачами, супроводжується збільшенням струму. Це викликає додаткові витрати на збільшення перетинів провідників мереж і потужностей трансформаторів, створює додаткові втрати електроенергії. Крім того, збільшуються втрати напруги за рахунок реактивної складової, пропорційної реактивному навантаженню й індуктивному опору, що знижує якість електроенергії по напрузі.

Внаслідок цього важливе значення має компенсація реактивних навантажень і підвищення коефіцієнта потужності в системах електропостачання промислових підприємств. Під компенсацією розуміється установка місцевих джерел реактивної потужності, завдяки яким підвищується пропускна здатність мереж і трансформаторів, а також зменшуються втрати електроенергії.

Для збереження нормальної напруги при максимальному навантаженні необхідне дотримання балансу реактивних потужностей, який досягається за рахунок заходів, що знижують споживання реактивної потужності підприємствами від енергосистеми.

Ці заходи поділяються на: заходу, що не вимагають спеціальних пристроїв, які компенсують, реактивну потужність, та заходи, що вимагають установку спеціальних пристроїв, для виробітку реактивної потужності.

Найбільше поширення в промислових підприємствах одержали конденсатори. Потужність конденсатора пропорційна квадрату напруги, що слід враховувати при розрахунках рівнів напруги мережі:

$$Q = f \cdot C \cdot U_2 \cdot 10^{-3} \text{ VAR},$$

де Q – реактивна потужність,

f – частота мережі,

C – ємність конденсатора,

U – напруга мережі.

Конденсатори включаються в мережу паралельно електроприймачам, внаслідок чого така компенсація зветься поперечною (паралельною) на відміну від поздовжньої, при якій конденсатори включаються в мережу послідовно.

Можлива також індивідуальна компенсація, коли конденсатори наглухо підключаються до обмоток окремих електродвигунів або трансформаторів і комутуються разом з ними. Вона може застосовуватися для електроприводів, що працюють у тривалому режимі. Потужність конденсаторів у цьому випадку вибирається по реактивній потужності холостого ходу.

Поряд з перевагами (статичні пристрої, малі втрати) конденсатори мають наступні недоліки:

- залежність потужності від квадрата напруги, що знижує стійкість, а при особливо несприятливих умовах може привести до лавини напруги;
- складність регулювання потужності;
- великі розміри батарей;
- перегрів при підвищенні напруги й наявність в мережі вищих гармонік, що ведуть до виходу конденсатора з ладу.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

Зібрати електричну схему згідно рис. 3.1. для дослідження підвищення коефіцієнта потужності з використанням батареї конденсаторів (схема індивідуальної компенсації потужності). У якості активно-індуктивного навантаження використовується асинхронний електродвигун М1. Підключення батареї конденсаторів проводиться вимикачем SA1. Ватметр W1, W2 ідентифікує активну трифазну потужність, споживану електродвигуном.

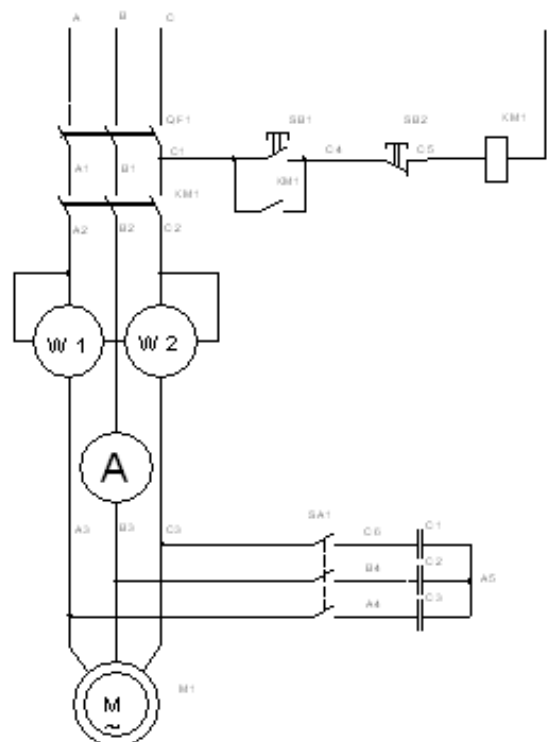


Рис. 3.1 – Схема електрична принципова випробування

За монтажною схемою рис. 3.2 зібрати дослідну схему. Перевірити за допомогою тестера правильність складання. Після перевірки викладачем подати напругу на стенд і включити автомат QF1. При виключеному вимикачі SA1 (важілець у середньому положенні) зробити запуск двигуна М1 червоною кнопкою кнопкового поста SB1. Зафіксувати показання амперметра А1 і трифазного ватметра W1,W2.

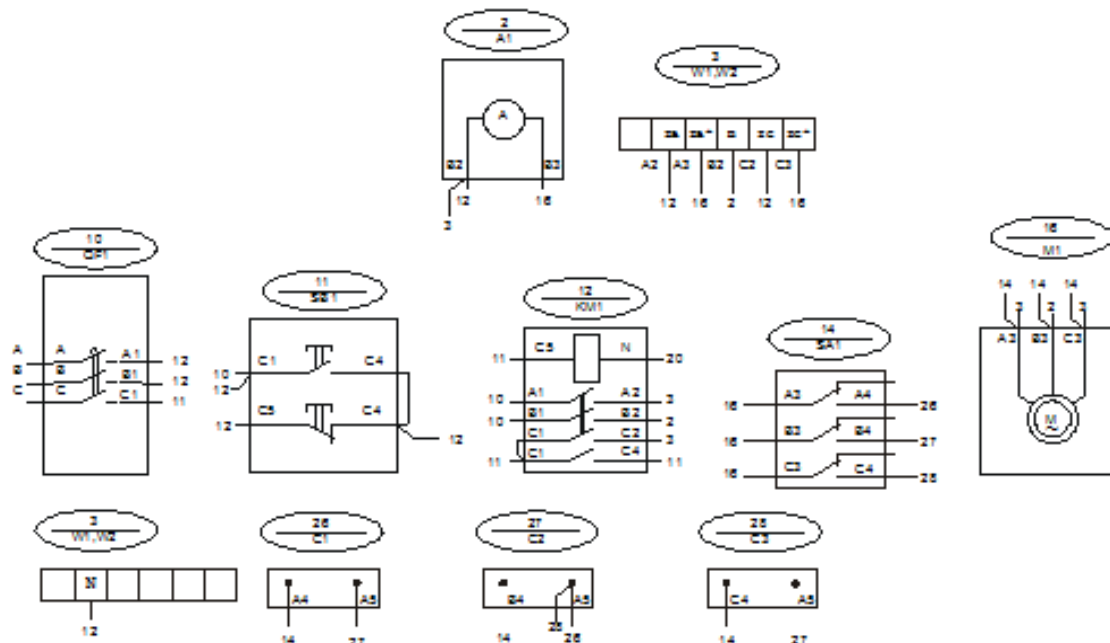


Рис. 3.2 – Схема електрична підключень обладнання

Тестером виміряти фазну напругу. Дані занести в таблицю (див. таблицю 3.1.). Не відключаючи двигуна підключити батарею конденсаторів С1-С3 вимикачем SA1(важілець у нижньому положенні) і відзначити зменшення величини струму на амперметрі А1. Зняти дані з амперметра й ватметра й занести в таблицю. Відключити електродвигун червоною кнопкою кнопкового поста SB1. Відключити автомат QF1 і знеструмити стенд. Провести обчислення в таблиці й зрівняти значення коефіцієнта потужності в досліді без батареї конденсаторів і з нею.

Розрахунки коефіцієнта потужності ведуться по наступним формулам:

а) Повна потужність

$$S = 3U_{\phi} \cdot I_{\phi,BA};$$

б) Коефіцієнт потужності

$$\cos\phi(KП) = P/S.$$

Таблиця 3.1 Результати вимірювань та розрахунків

Дослід	U _ф , В	I _ф , А	P, Вт	S, ВА	КП
Без С1-С3					
Із С1-С3					

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи повинен містити титульний аркуш із темою, метою та даними здобувача; короткий виклад основних теоретичних відомостей; результати вимірювань та розрахунків (табл. 3.1.); висновки щодо підвищення

ефективності експлуатації обладнання за рахунок покращення показників якості електричної енергії.

Контрольні питання

1. Для чого застосовують компенсацію реактивної потужності.
2. Які показники якості електричної енергії важливі для експлуатації обладнання?
3. Як зниження якості електричної енергії впливає на роботу обладнання?
4. Які способи підвищення ефективності експлуатації електрообладнання застосовуються?

Лабораторна робота №4.
Дослідження методики дефектації трифазного асинхронного
електродвигуна

Навчальний час: 2 години.

Мета роботи: вивчити методику виявлення дефектів у трифазних асинхронних електродвигунах.

Завдання:

1. Провести зовнішній огляд електродвигуна, підшипникових щитів, підшипникових вузлів і вентилятора і записати паспортні дані;
2. Визначити дефекти обмотки статора, а також тип обмотки та основні обмотувальні дані.
3. Визначити дефекти осердя ротора і короткозамкненої обмотки.
4. Оформити відомість дефектів АД з короткозамкненим ротором.

Обладнання: мультиметр, штанген-циркуль, мегаомметр.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

Зовнішній огляд електродвигуна. При зовнішньому огляді АД звернути увагу на комплектність електродвигуна, наявність тріщин, ум'ятин, сколів на станині, кожусі вентилятора, валу, коробці виводів і інших елементів машини. Внести у відомість дефектів АД паспортні дані присланого в ремонт АД, а також дані про стан корпусу, вала, коробки виводів і підшипникових щитків.

Розбирання АД і перевірка стану статора і ротора. Розбирання починається зі зняття підшипникових щитів. Щити повинні зніматися обережно, без перекосів. Для полегшення зняття щитів можна користуватися молотком через дерев'яну або мідну прокладку. Після зняття одного з щитів під ротор варто підложити лист електрокартона, щоб уникнути ушкодження пакетів стали. Після зняття щитів знімається ротор. Перевіряють стан ротора, статора, окремих вузлів і деталей. Кріпильні деталі замінюють, якщо вони скривлені, мають зіпсоване різьблення, зім'яті голівки болтів і т.д. Підшипникові щити розраховані на щільну посадку в станину; посадка підшипника кочення на щит щільна або широкоходова; зазор між кришкою підшипника і валом повинний бути 0,3-0,7 мм. Посадка підшипника на вал напружена підшипникова. Вимірюють повітряний проміжок між статором і ротором. При цьому ротор вкладають у статор, за допомогою щупа вимірюють проміжок між поверхнею ротора і розточкою статора у верхній частині машини. Повітряний проміжок дорівнює половині обмірюваної відстані. Вимір повторюють при повороті ротора на 180°. Отриманий результат порівнюють із припустимим значенням по таблиці 4.1.

При огляді вала звертається увага на стан посадкових поверхонь, шпоночної канавки, відсутність скривлень. Вал вважається придатним, якщо в ньому немає тріщин, шийки його мають строго циліндричну поверхню.

Таблиця 4.1 - Нормальні значення повітряних проміжків асинхронних електродвигунів

Потужність, кВт	Повітряні проміжки (мм) асинхронних двигунів при частоті обертання вала	
	1500	3000
0,5-0,75	0,25	0,3
1,0-2,0	0,3	0,35

Конусність і овальність шийок підшипників ковзання не повинна перевищувати 0,06 мм. На посадкових поверхнях вала під підшипником кочення припускаються невеличкі вм'ятини загальною площею не більш 4%, а на посадковій поверхні під шків або муфту - не більш 10%. Прогин припускається до 0,1 мм на метр його довжини, але не більш 0,2 мм по всій довжині вала. Тріщини вала заварюють, якщо глибина поперечних тріщин не перевищує 10-15% діаметра вала, а подовжніх - 10% довжини вала. Відомості про замічені при огляді дефекти заносяться у Відомість (див. Додаток А).

Визначення дефектів обмотки статора. Замикання обмотки статора на корпус і між фазами можна визначити за допомогою контрольної лампи або мегомметра. Виткове замикання в обмотці можна визначити такими методами:

1) Методом допоміжного магніту. Сталева пластинка буде притягуватися до зубців під пазом, у якому лежить сторона несправної котушки обмотки. Пластинка буде також притягатися під пазом, що лежить на відстані кроку від паза з несправною котушкою. У випадку наявності короткозамкнених витків у секції, пластина вібрує, видаючи при цьому характерний звук.

2) Метод сталевої кульки. Статор електродвигуна підключається на знижену напругу трифазного змінного струму. У розточці статора розміщується сталева кулька. У місцях наявності короткозамкнених витків кулька буде залипати.

3) За допомогою приладу ЕЛ-1.

Прилад ЕЛ-1 дозволяє: виявити головним чином металеві виткові замикання в обмотках електричних машин до і після укладки; знайти пази з короткозамкненими витками в обмотках статорів, роторів і якорів електричних машин; перевірити правильність з'єднання обмоток електричних машин за схемою; виявити обриви у фазах або котушках обмоток електричних машин і апаратів; випробувати на міцність низьковольтну виткову ізоляцію типу емалі без обплітки.

Тип обмотки, параметри і показники, що характеризують обмотку, визначаються шляхом зовнішнього огляду, необхідних вимірів і розрахунків. Визначення приналежності котушкових груп обмотки до виводів на клемному щитку двигуна проводиться за допомогою контрольної лампи і голчастих щупів. При цьому ізоляція лобових частин котушок обмотки проколюється за допомогою щупів у будь-якому місці. Дані обмотки статора заносяться у Відомість дефектів АД (див. Додаток А).

Визначення дефектів статора. При визначенні дефектів осердя статора, варто звертати увагу на наявність ум'ятин, прогару в окремих місцях осердя статора, зубців, що розпустилися. Перевіряється наявність зміщення осердя статора в місці посадки в станину. Необхідно також виконати вимір осердя

статора і пазовозубцової зони. Відомості про дефекти і розміри осердя статора заносяться у Відомість (див. Додаток А).

Визначення дефектів осердя ротора і короткозамкненої обмотки.

При огляді ротора варто звернути увагу на стан поверхні осердя ротора, наприклад, чи немає на поверхні слідів доторкання ротора о статор, чи не погнуті або зламані вентиляційні лопатки ротора, чи не відбулося ослаблення посадки і зсув ротора на валу, чи є видимі розірвання (тріщини), у стрижнях і короткозамикаючих кільцях обмотки ротора. Необхідно також виконати обмірювання осердя ротора.

Оформлення відомості дефектів АД з короткозамкненим ротором. За результатами дефектації оформляється Відомість дефектів трифазного АД з короткозамкненим ротором.

Вказівки щодо оформлення звіту

У якості звіту по даній роботі здобувачі подають оформлену Відомість дефектів установленної форми з обов'язковою вказівкою стану механічної частини двигуна, виявлених дефектів обмотки ротора, а також загального висновку про ремонт.

Контрольні питання

1. Що розуміється під дефектацією АД?
2. На що необхідно звертати увагу при дефектації: обмотки статора; осердя статора; осердя і обмотки короткозамкненого ротора.
3. У якій послідовності проводиться розбирання АД з короткозамкненим ротором?
4. Як вимірюється довжина повітряного проміжку АД?
5. Які існують методи для виявлення виткового замикання в обмотці статора АД?

Лабораторна робота №5.

Визначення річного обсягу робіт енергетичної служби з експлуатації енергообладнання сільськогоспо-дарського підприємства

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: засвоєння здобувачами методики розрахунку оптимальної енерготехнічної служби об'єкту АПВ.

Завдання:

1. Виконати розрахунок річного об'єму робіт енерготехнічної служби;
2. Виконати розрахунок річного об'єму робіт по видам енергетичного обладнання.
3. Виконати розрахунок річних витрат праці.
4. Виконати розрахунок річних витрат праці на обслуговування по видам обслуговування.

Основні теоретичні відомості

Обсяг роботи енерготехнічної служби (ЕТС) знаходимо шляхом перерахунку фізичної кількості одиниць енерготехнічного обладнання в умовні за допомогою нормативних коефіцієнтів.

Умовні одиниці електротехнічного обладнання враховують трудовитрати на виконання планових технічних обслуговувань і поточних ремонтів, оперативне обслуговування, витрати часу на підготовку робочих місць і необхідні переїзди до них.

Обсяг робіт знаходимо з виразу:

$$Q_{УОЕ} = k_i \cdot n_i \cdot k_{роб}$$

де k_i — нормативний коефіцієнт переведу і-то типу обладнання в УОЕ;

n_i — кількість типу обладнання;

$k_{роб}$ — коефіцієнт, який враховує кількість годин роботи на добу, $k_{роб} = 1$ - при роботі обладнання 6... 10 год/надобу; $k_{роб} = 0,85$ - при роботі обладнання менше 6 год/на добу; $k_{роб} = 1,2$ - при роботі обладнання більше 10 год/на добу.

Річний обсяг робіт по відділеннях знаходимо з виразу

$$Q_{УОЕу} = Q_{УОЕ\Sigma} \cdot n_y$$

$Q_{УОЕ\Sigma}$ - сумарний річний обсяг робіт по обслуговуванню енергообладнання підприємства, УОЕ;

n_y - річний обсяг робіт по у-му об'єкту підприємства, %.

Сумарні річні витрати праці знаходимо з виразу

$$З_{р\Sigma} = Q_{УОЕ\Sigma} \cdot b$$

де b — витрати праці по обслуговуванню обладнання об'ємом в одну УОЕ, люд·год, $b = 18,6$ люд·год.

Річні витрати праці по видах обслуговування знаходимо з виразу:

$$З_{рк} = \frac{З_{р\Sigma} \cdot n_k}{100},$$

де $З_{рк}$ - сумарні витрати праці на обслуговування, люд·год.;

n_k - об'єм працевтрат, які приходяться на окремі види обслуговування, % (технічне обслуговування - $n_{mo} = 38\%$; поточний ремонт $n_{ur} = 46\%$; чергове обслуговування - $n_q = 16\%$).

Тоді, кількість поточних ремонтів за рік i -го типу обладнання визначаємо з виразу:

$$q_{ппi} = \frac{12}{t_{пп}},$$

де $t_{пп}$ - періодичність поточного ремонту i -го типу обладнання, міс.;

12 - кількість місяців в році.

Кількість технічних обслуговувань за рік i -го типу обладнання визначаємо з виразу:

$$q_{ТОi} = \frac{12}{t_{ТОi}} - q_{ппi},$$

де $t_{ТОi}$ - періодичність технічного обслуговування i -го типу обладнання, міс.

Річна кількість поточних ремонтів та обслуговувань для i -го типу обладнання знаходиться з виразу:

$$q_{пп} = q_{ппi} \cdot n_i, \quad q_{рТО} = q_{рТОi} \cdot n_i.$$

Річна трудомісткість робіт визначається з виразу

$$T_{рТОi} = T_{ТОi} \cdot q_{ТОi}, \quad T_{рппi} = T_{ппi} \cdot q_{ппi}.$$

де $T_{ТОi}$ — разова трудомісткість технічних обслуговувань для i -го обладнання;

$T_{ппi}$ — разова трудомісткість поточних ремонтів для i -го обладнання;

$q_{ТОi}$ — річна кількість технічних обслуговувань для i -го обладнання;

$q_{ппi}$ — річна кількість поточних ремонтів для i -го обладнання.

Сумарні річні витрати по всьому обладнанню знаходимо як

$$T_{рТО\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_{рТОi}; \quad T_{рпп\Sigma} = \sum_{i=1}^n T_{рппi}$$

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

Після видачі завдання необхідно визначити розрахунковим шляхом

- річний об'єму робіт енерготехнічної служби;
- річний об'єм робіт по видам енергетичного обладнання;
- річні витрати праці;
- річні витрати праці на обслуговування по видам обслуговування.

Отримі результати розрахунків оформити у таблицю 5.1.

Надалі за результатами розрахунку необхідно визначити форму організації ЕТС господарства.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт по лабораторній роботі повинен містити визначені розрахунковим шляхом річний об'єму робіт енерготехнічної служби; річний об'єм робіт по видам енергетичного обладнання; річні витрати праці; річні витрати праці на обслуговування по видам обслуговування; аналіз отриманих результатів.

Таблиця 5.1. Результати визначення річного обсягу робіт енергетичної служби

Поз. позн.	Найменування енерго-обладнання	Кількість	Середа	Число год. ра.	Коеф. сезон.	Об'єм робіт у.е.е.		Періодичність		Річна кількість		Разова трудоемність люд.год.		Річні затрати праці люд.год.	
						На од.	Заг.	ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР	ТО	ПР
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Електротехнічне обладнання															
1.	Лінії ел.передач повітр. 1 км	5	3	16	1	3,93									
5.	Електростанції дизельні 1 агрег	2	2	8	0,17	10,0									
							Σ _{ет} =							Σ _{тоет} =	Σ _{прет} =
Теплотехнічне обладнання															
98.	Котел ПТВМ-50	1	1	24	0,92	409,8									
105.															
							Σ _{тг} =							Σ _{тогг} =	Σ _{пргг} =
Компресорно-охолоджувальне обладнання															
119.	Холодильна машина ОТ-10	4	2	16	1	6,7									
							Σ _{хх} =							Σ _{тохх} =	Σ _{прхх} =
Контрольно-вимірювальні прилади та засоби автоматизації															
122.	Амперметри, вольтметри	30	1	24	1	0,1									
126.															
							Σ _{хвп} =							Σ _{тохвп} =	Σ _{прхвп} =
Засоби диспетчерського керування та зв'язку															
136.	Радіостанція КВ діапазону «Карат» 1 станція														
139.															
							Σ _{сд} =							Σ _{тосд} =	Σ _{прсд} =
							Σ _{об} =							Σ _{тобо} =	Σ _{прбо} =

Контрольні питання

- 1 Що розуміють під умовною одиницею електрообладнання?
- 2 Як визначити річний обсяг робіт?
- 3 Як визначити річні витрати праці?
- 4 Як визначити чисельність виробничого персоналу електротехнічної служби?
5. Які форми організації ЕТС Вам відомі?

Лабораторна робота №6.
Дослідження методики приймально-здавальних випробувань
електродвигуна постійного струму

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: вивчити методику випробування електродвигуна після ремонту.

Завдання:

1. Провести випробування на холостому ході.
2. Виконати перевірку ізоляції обмоток.
3. Проаналізувати результати випробувань.

Обладнання: мультиметр, омметр, викрутка, паяльник.

Основні теоретичні відомості

Електродвигуни постійного струму широко застосовують у промисловості, транспортних, кранових і інших установках для привода механізмів, де потрібне широке плавне регулювання частоти обертання. Одна і та сама електрична машина може працювати як у режимі двигуна, так і в режимі генератора. Цю властивість електричної машини називають оборотністю.

Обмотка якоря електродвигуна (виводи R1 і R2 на стенді) має малий опір, і якщо подати напруга на неї без підключення обмотки збудження (виводи M1 і M2 на стенді), те відбудеться коротке замикання. Прямий пуск двигуна викликає різкий кидок струму й отже різкий ривок вала, що несприятливо впливає на робочі механізми. Тому при пуску електродвигунів звичайно застосовують або плавний пуск (у регульованих приводах плавно збільшується напруга) або ступінчастий (у ланцюзі якоря з витримками часу шунтуються додаткові резистори).

У процесі експлуатації електродвигуна постійного струму його вузли зношуються й вимагають періодичного обслуговування й ремонту. Двигуни постійного струму мають колектор, на якому відбувається комутація секцій обмоток якоря під напругою, що викликає іскріння при переході щітки на сусідню ламель. Робота в таких умовах викликає швидке зношування щіток і поверхні ламелей колектора. Тому періодично необхідно робити огляд колектора й перевірку стану щіток. Зношені й ушкоджені щітки необхідно негайно міняти, а забруднення колектора вугільним нальотом від щіток може стати причиною росту струму споживання двигуном і отже посиленому зношуванню колектора. Важливе значення має й стан механічних вузлів двигуна: цілісність підшипників, наявність і своєчасна заміна в них змащення, а також чистота й відсутність окислів на затискачах виводів двигуна й під'єднаних до нього проводів.

Обов'язковою є перевірка опору ізоляції двигуна, для уникнення враження електричним струмом обслуговуючого персоналу. Ізоляція обмоток електричних машин і проводів відносно легко зазнає змін під впливом температури, вологості, забруднення і т.д. Відбувається старіння ізоляції, що

негативно впливає на її якість, електричну міцність. Із цієї причини контроль над її якістю повинен бути періодичним.

Згідно ПУЕ вимір опору ізоляції силових і освітлювальних електроустановок, що працюють при номінальній напрузі 127-660В, роблять мегометром з напругою 1000В. Припустимі норми опору ізоляції для електричних машин, проводів і кабелів указують у технічних умовах або НТД. Для електричних машин напругою до 1000В опір ізоляції обмоток повинен становити не більш 0,5 МОм. Опір ізоляції обмоток вимірюють між окремими обмотками, а також між кожною обмоткою й корпусом електричної машини.

Тому після ремонту двигун піддають ретельному огляду й перевірці за всіма цими пунктами.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

У даній роботі досліджується електродвигун постійного струму з паралельним порушенням. Для цього при вимкненому стенді за допомогою вимірювальних приладів проводиться вимір опору обмоток якоря й порушення та опір ізоляції цих обмоток. Виміри проводяться за допомогою тестера (або мегометра при його наявності в лабораторії).

Для перевірки робочих параметрів двигуна збирається схема рис. 6.1.

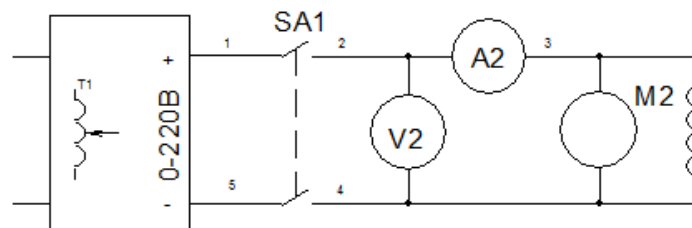


Рис. 6.1 – Схема електрична принципова включення електродвигуна для випробувань

Схема монтується за монтажною схемою рис. 6.2.

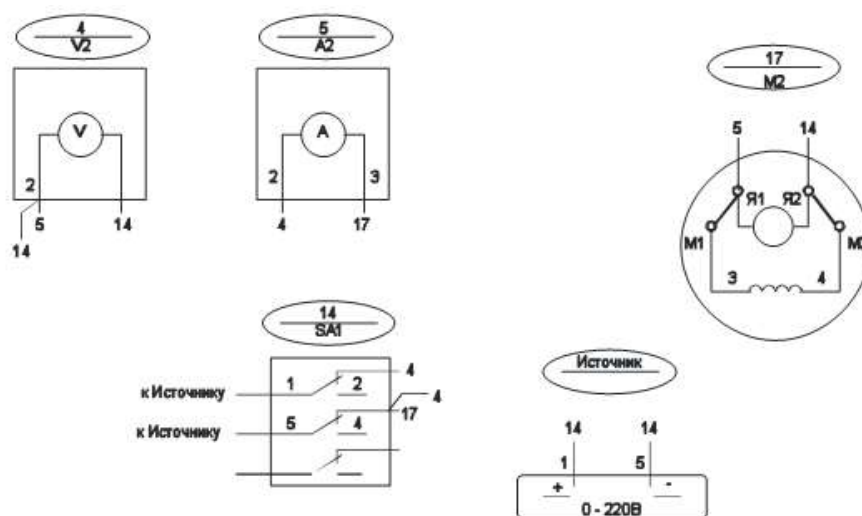


Рис. 6.2 – Схема електрична з'єднань та підключень

Перевірити правильність монтажу за допомогою тестера. Підготувати стенд до роботи від мережі: вивести регулятор Латра в положення, що відповідає мінімальній вихідній напрузі, переконатися, що інші апарати, що не використовуються в роботі не потраплять - під напругу при включенні стенда. Після перевірки схеми викладачем під'єднати стенд до мережі й подати на схему напругу. Потім плавно збільшити вихідну напругу регульованого джерела постійної напруги за допомогою Латра до номінальної величини (див. табличку) на двигуні (110В).

При номінальному значенні напруги контролюється споживаний струм і швидкість обертання вала електродвигуна. Ці значення порівнюються з паспортними даними електродвигуна.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи має включати: мету роботи, теоретичні основи, опис методики випробувань електродвигуна постійного струму, результати випробувань, їх аналіз та порівняння з технічними характеристиками, висновки та рекомендації щодо поліпшення технології випробувань.

Контрольні питання

1. Яка мета приймально-здавальних випробувань електродвигунів постійного струму?
2. Які основні параметри перевіряються під час випробувань електродвигуна постійного струму?
3. Які методи використовуються для визначення працездатності електродвигуна після ремонту?
4. Як проводиться перевірка ізоляції електродвигуна під час випробувань?
5. Які основні причини можливих несправностей електродвигуна після проведення випробувань?

Лабораторна робота №7. Дослідження технології сушіння обмоток силових трансформаторів та електродвигунів

Навчальний час: 2 години.

Мета роботи: ознайомитися з технологіями сушіння обмоток силових трансформаторів та електродвигунів.

Завдання:

1. Розглянути методи сушіння (термічний, струмом від стороннього джерела тощо).
2. Провести аналіз результатів сушіння обмоток.
3. Визначити оптимальні режими сушіння.

Основні теоретичні відомості

Сушіння струмом від стороннього джерела.

Для сушки асинхронного двигуна трифазним струмом потрібно надійно загальмувати ротор, а до статора підвести від джерела 3-х фазного струму напругу не більше **15-20%** номінальної. При цьому сила струму в статорі досягає приблизно номінального значення. При надто швидкому підвищенні температури слід понизити підводиму напругу. Джерелом живлення постійного чи змінного струму можуть служити стенди МИИСП, УСХА і ІЗУН-1, а також зварювальний трансформатор. *Якщо виведені б кінців обмотки статора, то всі фази включають послідовно і через них пропускають змінний струм. Якщо роз'єднати обмотки фаз неможливо, то сушку проводять по схемах (рисунок 7.1).* При цьому необхідно періодично *переклювати фази* для рівномірного нагрівання обмоток. *Переключення* проводяться кожні **2-4 години** і в залежності від розмірів машини і швидкості підвищення температури на початку сушки.

Цим методом можна сушити електричні машини всіх типів. Він застосовується головним чином тоді, коли неможливо обертати машину і є джерело низької напруги достатньої сили струму. *Так як при цьому методі сушки машина нерухома, то це погіршує умови охолодження порівняно з машиною, яка обертається; тому необхідний для сушки струм значно менший номінального і, наприклад, для машин відкритого типу складає не більше 50-70%. Індукційне сушіння* відбувається при нагріванні машини індукційними струмами, які виникають при пропусканні змінного струму по спеціальній намагнічувальній обмотці, яка розміщена на статорі, її виконують ізольованим проводом. Для регулювання температури її секціонують (рисунок 7.2).

Число витків намагнічувальної обмотки

$$\varpi = \frac{U}{4,44 \cdot f \cdot B \cdot S_c}$$

де U - напруга джерела, В;

B - магнітна індукція в спинці статора, Тл;

f - частота струму, Гц;

S_c - площа поперечного перетину спинки статора, м².

$$S_c = k_c (l - n_k \cdot b_k) \cdot h_c$$

$k_c = 0,93 \dots 0,95$ - коефіцієнт заповнення пакету сталлю;

l - повна довжина осердя, м;

n_k - число вентиляційних каналів;

b_k - ширина каналу, м;

h_c - висота спинки статора Сила струму в намагнічувальній обмотці, А

$$I_\mu = \frac{\pi H \cdot D_0}{\varpi}$$

де H - напруженість сталі при максимальній магнітній індукції, А/м;

D_0 - середній діаметр спинки статора, м.

$$D_0 = D_{\text{вн}} - 2h_c$$

$D_{\text{вн}}$ - зовнішній діаметр активної сталі, м.

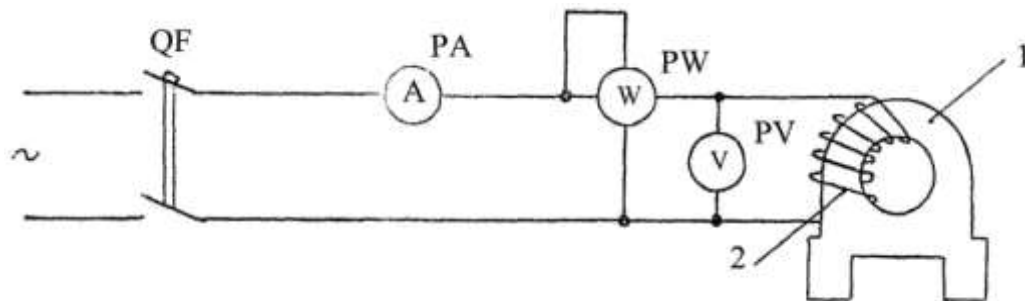


Рисунок 7.1 - Схема індукційної сушки: 1 - статор електродвигуна, намагнічуюча обмотка.

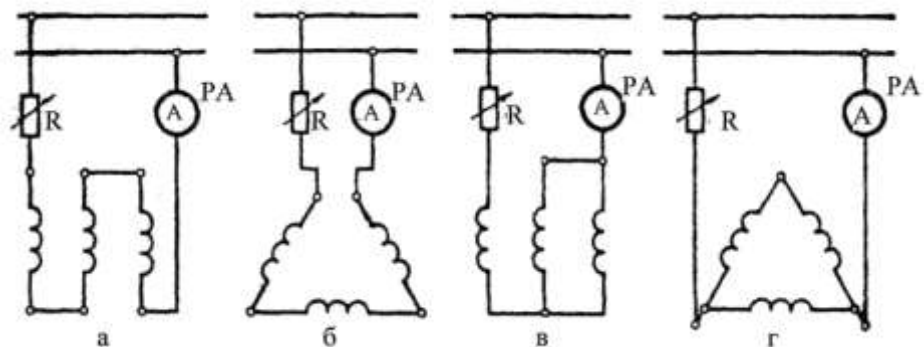


Рисунок 7.2 - Схема сушки асинхронних двигунів при: а, б - наявності шести кінців; в, г - наявності трьох виводів.

Напруженість H при максимальній магнітній індукції B для електротехнічної сталі різних марок наведено у таблиці 7.1

Таблиця 7.1 - Характеристика марок сталі

Марка	Максимальна магнітна індукція B , Тл				
	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
1211-1213	225	287	319	334	382
1511-1513	280	331	382	445	554

Потужність при сушці, Вт

$$P = \Delta P m_c$$

де ΔP - питомі втрати, Вт/кг;

m_c - маса сталі без зубцевого шару, кг.

Таблиця 7.2 - Питомі втрати в залежності від B , Тл

B , Тл	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
ΔP	0,55	0,79	1,1	1,4	2,2

$$m_c = 24.5 D_0 \cdot S_c$$

Щоб прискорити розігрів статора на початку сушіння, збільшують індукцію до **0,7 - 0,9** Тл, а при досягненні необхідної температури зменшують до **0,4-0,5** Тл, переключаючи обмотку на більше число витків.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи повинен включати: мету роботи, теоретичні відомості про технології сушіння обмоток силових трансформаторів та електродвигунів, опис методики дослідження, що включає вибір і налаштування параметрів сушіння (температура, вологість, час), обговорення ефективності методів сушіння, а також висновки та рекомендації щодо оптимізації процесу сушіння для забезпечення надійної роботи обладнання.

Контрольні питання та завдання

1. В чому полягає основна мета сушіння ізоляції?
2. Які методи сушіння ізоляції широко застосовуються у експлуатаційній практиці?
3. Яким чином здійснюється конвективне сушіння ізоляції?
4. Яким чином здійснюється сушіння ізоляції струмом від стороннього джерела?

Лабораторна робота №8.

Випробування й налаштування пускорегулюючої апаратури

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: вивчити методику випробування та налагодження пускорегулюючої апаратури.

Завдання:

1. Дослідити часо-струмові залежності теплового реле ТРН-10;
2. Дослідити магнітний пускач ПМЕ (ПМЛ);
3. Проаналізувати результати роботи апаратури.

Обладнання: мультиметр, омметр, викрутка, паяльник.

Основні теоретичні відомості

Теплове реле застосовують для захисту електродвигуна від невеликих тривалих перевантажень, при яких може виникнути небезпека руйнування ізоляції електроустаткування. Теплове реле захищає також двигун змінного струму при обриві одного із проводів мережі, тому що в цьому випадку струм у двох неушкоджених фазах стає більше номінального. Із цієї причини включають нагрівальні елементи теплового реле у дві фази електродвигуна змінного струму. Головним елементом теплового реле є біметалічна пластинка, що складається із двох зварених між собою пластинок металів з різними коефіцієнтами температурного лінійного розширення. При збільшенні струму пластинка нагрівається й відхиляється убік пластинки з меншим температурним коефіцієнтом. Нагрівання відбувається при проходженні струму через нагрівальний елемент, розташований поблизу біметалічної пластинки або безпосередньо через саму пластинку. При певній температурі нагрівання, що залежить від струму й часу деформація біметалічної пластинки досягає величини достатньої для переміщення рухливої контактної системи, що приводить до розриву в електричному колі керування й електродвигун відключається від мережі.

Теплове реле не захищає електродвигун від струмів короткого замикання у зв'язку з великою тепловою інертністю біметалічної пластинки. Теплові реле випускаються на різні струми уставки спрацьовування й можуть мати можливість плавного регулювання за допомогою регулювального гвинта, який міняє положення упорної планки, а отже, і необхідний для спрацьовування реле кут вигину біметалічної пластинки. Чим вище струм перевантаження, тем швидше спрацьовує реле.

Магнітний пускач - електричний апарат, призначений для пуску, зупинки й захисту електричних двигунів і комутації інших силових кіл. Звичайно магнітні пускачі використовують для дистанційного керування електродвигуном.

Магнітний пускач, який дозволяє включати електродвигун лише в одному напрямку обертання, називається неререверсивним. У конструктивному відношенні пускач - електричний апарат, контакти якого втримуються в

замкненому стані за допомогою електромагніту й розмикаються при зникненні або зниженні напруги на затискачах його обмотки.

Нереверсивні магнітні пускачі ПМЕ-112, ПМЕ-122, ПМЕ-132, ПМЕ-212, ПМЕ-222, ПМЕ-232 і інші мають теплове реле ТРН-10, яке забезпечує захист електродвигуна від струму перевантаження, а нереверсивні пускачі ПМЕ-Ш, ПМЕ-121, ПМЕ-131, ПМЕ-211, ПМЕ-221, ПМЕ-231 внутрішніх з'єднань і теплових реле не мають.

Тип магнітного пускача позначають комбінацією букв і цифр. Букви вказують на серію магнітного пускача. Цифрове маркування пускача означає: перша цифра - габарит, друга - виконання (відкрите - цифра 1, а захищене - 2), третя - наявність або відсутність можливості реверсу (зміна напрямку обертання) і наявність теплового реле (на нереверсивний - вказує цифра 1 або 2, на реверсивний - 3. У позначенні типу магнітних пускачів серії ПАЕ вказується тільки габарит (наприклад, ПАЕ-300, ПАЕ-400).

Вибирають магнітний пускач, виходячи з номінального струму, номінальної напруги й умов експлуатації, а також з необхідності реверсування й теплового захисту.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

Дослідження теплового реле

При дослідженні теплового реле визначається опір нагрівального елемента й візуально оцінюється стан контактів реле. Для визначення струмів спрацьовування реле і їх налаштування збирається схема рис. 8.1. За допомогою Латра встановлюється струм, що протікає через нагрівальний елемент. Визначається струм спрацьовування реле й можливість його регулювання.

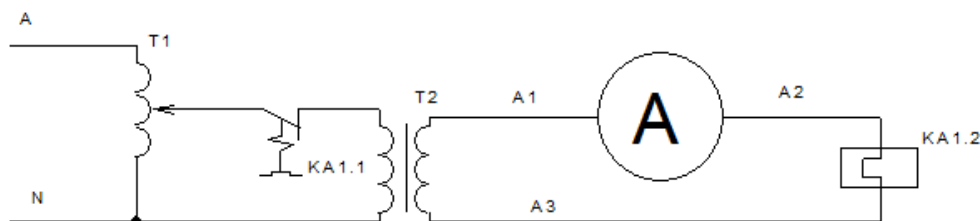


Рис. 8.1 – Електрична принципова схема вмикання теплового реле для випробувань

Змонтувати монтажну схему по рис. 8.2. За завданням викладача схема може бути доповнена апаратами сигналізації й автоматики (наприклад: підключення трансформатора зробити через контакти магнітного пускача КМ1, керування пускачем від кнопкового поста через блокувальний контакт пускача КМ2, котушка якого підключається до мережі керуючим контактом теплового реле, а додаткові контакти пускача КМ2 підключають апаратуру сигналізації: сигнальну лампу, дзвінок.

Перевірити правильність монтажу за допомогою тестера. Перед підключенням стенда до мережі вивести регулятор Латра в положення, що

відповідає мінімальній вихідній напрузі, перевірити стан керуючого контакту реле: повинен бути замкнутим, якщо ні, те повернути його у вихідне положення натисканням на штовхач (контакт вертається у вихідне положення тільки після того, як охолоне до потрібної температури біметалічна пластинка привода контакту).

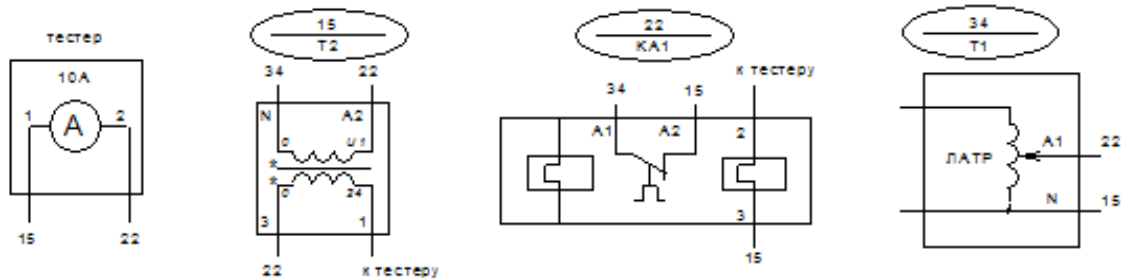


Рис. 10.2 – Схема електрична підключень

Після перевірки схеми викладачем під'єднати стенд до мережі й подати на схему напругу. Потім плавно збільшити вихідну напругу Латра, що викличе збільшення струму через котушку реле КА1 і довести його до значення $1,3I_n$. Визначити час спрацьовування теплового реле (пролунає легке клацання й ланцюг живлення трансформатора розірветься – стрілка амперметра показуватиме нуль). Знеструмити стенд і дати час охолонути котушці теплового реле (допускається для прискорення процесу й при наявності можливості застосовувати примусового охолодження). Повторити дослід при значеннях струму навантаження $1,5I_n$, $1,7I_n$. Для струму навантаження $1,5I_n$ провести дослід при трьох положеннях регулятора струму спрацьовування (мінімальне, середнє й максимальне). Дані занести в таблицю (див. таблицю 8.1). Побудувати графік $t = f(I_n)$.

Таблиця 8.1

$I_{уст}$	$1,3I_n$	$1,5I_n$	$1,7I_n$
t, сек			
Положення регулятора	Мінімальне	Середнє	Максимальне
t, сек			

Дослідження магнітного пускача

Визначити тип магнітного пускача й паспортні дані внести в таблицю. Ознайомитися із будовою основних частин нереверсивного магнітного пускача й двокнопочної станції.

Перевірити цілісність і стан усіх деталей і вузлів пускача: затяжку гвинтів, рухливу систему, яка повинна переміщатися без заїдань і затирань і надійно повертатися в кінцеве положення при робочому положенні пускача, переконатися в щільності прилягання шліфованої поверхні сердечника електромагніту.

Перевірити стан головних контактів і блок - контактів і, якщо потрібно, виконати очищення контактів від пилу, бруду, нагару. Визначити повітряний

зазор у середньому керні магнітної системи й при його величині менш 0,05 мм відновити до величини 0,2-0,25 мм для запобігання гудінню й залипанню.

Перевірити за допомогою омметра цілісність обмотки, якщо вона пошкоджена, замінити на нову. При розбиранні й складанні пускача якір і сердечник магнітної системи встановити в те положення, яке було до розбирання, це також необхідно й для усунення гудіння.

Виміряти опір котушки керування. Для визначення напруги включення пускача й струму котушки збирається схема рис. 8.3.

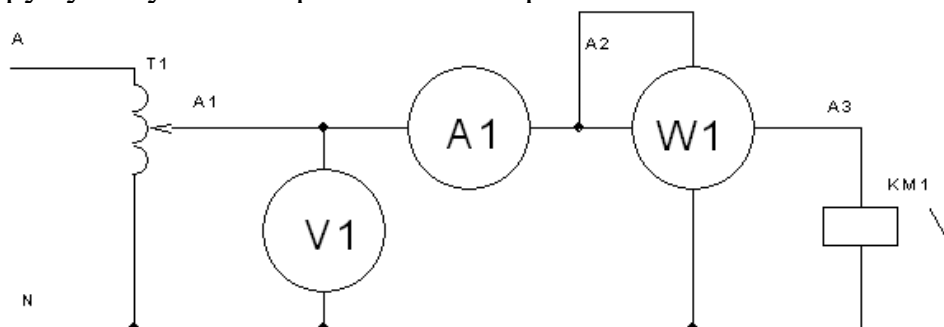


Рис. 8.3 - Електрична принципова схема вмикання магнітного пускача для випробувань

Зібрати схему монтажну по рис. 8.4. Після перевірки схеми викладачем під'єднати стенд до мережі й подати в схему напругу. Потім плавно збільшити вихідну напругу ЛАТРА до величини, що передуює спрацюванню магнітного пускача.

УВАГА! Уникати тривалої роботи пускача в режимах з недотягнутим якорем (супроводжується деренчанням якоря й контактної системи), що може викликати перегрів котушки пускача.

Зафіксувати показання приладів у цей момент. Потім плавно збільшуючи напругу на котушці до номінальної величини через кожні 10-20В зняти показання приладів. Дані занести в таблицю 8.2.

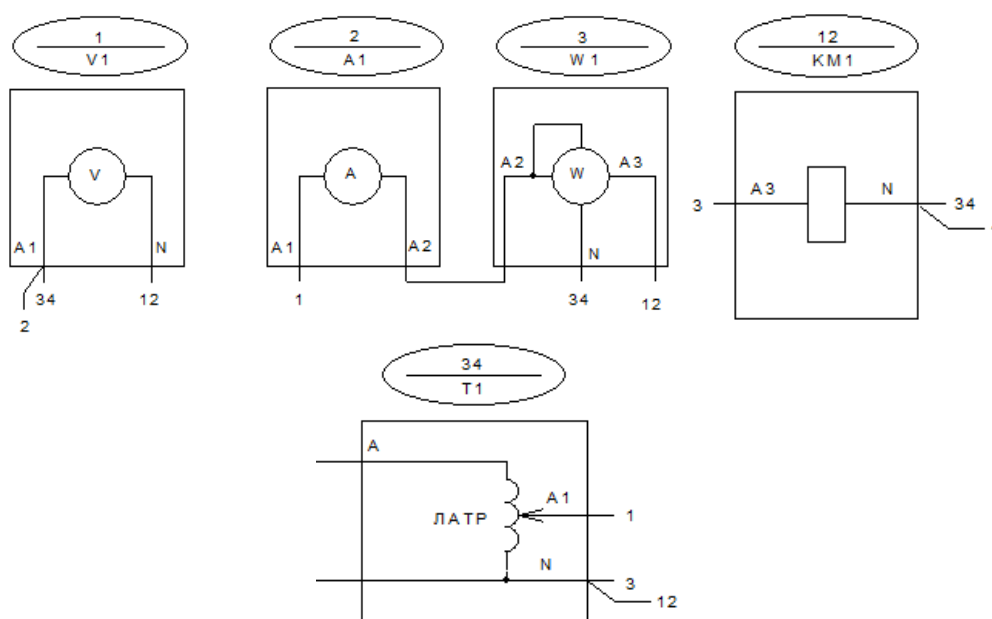


Рис. 8.4 – Схема електрична підключень

Таблиця 8.2

$R_{\text{кат}}, \text{ Ом}$	Стан реле	Перед спрацьовуванням	Після спрацьовування			
	$U_{\text{кат}}, \text{ В}$					$U_{\text{н}}$
	$I_{\text{кат}}, \text{ А}$					
	$P_{\text{кат}}, \text{ Вт}$					

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи має містити: мету роботи, теоретичні основи випробувань і налаштування пускорегулюючої апаратури, опис обладнання та методики проведення випробувань, детальний хід роботи із зазначенням виконаних налаштувань, отримані результати випробувань та їх аналіз, висновки щодо ефективності роботи пускорегулюючої апаратури та рекомендації для покращення її налаштувань.

Контрольні питання

1. Які параметри теплових реле підлягають перевірці після ремонту.
2. Які параметри магнітних пускачів підлягають перевірці після ремонту.
3. Назвіть види несправностей пуско-регулюючої апаратури.

Лабораторна робота №9.

Випробування електродвигуна змінного струму після ремонту

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: вивчити методику випробування електродвигуна змінного струму після ремонту.

Завдання:

1. Ознайомитися з будовою асинхронного електродвигуна із короткозамкненим-ротором;
2. Вивчити методику випробування електродвигуна після ремонту;
3. Проаналізувати результати роботи.

Обладнання: мультиметр, омметр, викрутка, паяльник.

Основні теоретичні відомості

У промисловості асинхронні електродвигуни із кз-ротором одержали найбільше поширення. Їхня перевага полягає у простоті виготовлення й експлуатації, а також у більшій, ніж у двигунів постійного струму надійності за рахунок відсутності колектора та низької вартості.

Двигун складається зі статора – нерухливої частини й ротора – обертової частини. Статор являє собою порожній циліндр, набраний зі сталевих пластин, що мають вид кільця та ізолюваних одна від іншої. Вони утворюють нерухому частину магнітопроводу. Пластини з'єднуються болтами. Виконання магнітопроводу з окремих пластин зменшує втрати потужності в сталі, викликані вихровими струмами. Сталевий сердечник магнітопроводу статора закріплюється в сталевому або алюмінієвому корпусі, що охоплює його з усіх боків. З торців сердечник магнітопроводу закривається кришками, у яких є місця для установки підшипників. У пази на внутрішній стороні магнітопроводу закладається обмотка статора, яка в трифазних двигунах складається із трьох по числу фаз обмоток, зміщених по окружності статора одна відносно одної на 120 градусів. Початки й кінці фаз виводять назовні в клемну коробку. За схемою з'єднання обмоток статора двигуни випускаються у виконанні «зірка» (Y) і «зірка/трикутник» (Y/Δ). Схема (Y/Δ) дозволяє використовувати двигун у мережах з різними напругами або застосовувати в схемах ступінчатого пуску з перемиканням схеми з'єднання обмоток. На паспортній пластинці, закріпленій на корпусі двигуна, вказують дві номінальні лінійні напруги, що різняться в 1,73 рази. Якщо номінальна лінійна напруга мережі дорівнює більшій напрузі на пластинці, то обмотку статора включають в «зірку», якщо меншій – в «трикутник».

Ротор асинхронного двигуна також набирають зі сталевих штампованих листів у формі диска. Насаджені на вал, вони утворюють ротор, що має форму циліндра. По окружності диска розміщені пази, у які закладають обмотку. Короткозамкнена обмотка утворюється неізолюваними алюмінієвими стрижнями, поміщеними в пази ротора. По торцях стрижні з'єднуються кільцями. Виходить обмотка, що не має ніяких виводів.

Простота конструкції й відсутність ковзаючого електричного контакту, як у двигунів постійного струму, значно спрощує обслуговування й ремонт асинхронних двигунів із кз-ротором. Уваги вимагають лише огляд стану клем підключення двигуна (через окисли контакт погіршується й може приводити до нагрівання клеми й навіть розплавлювання ізоляції живильних проводів, що у свою чергу може викликати замикання на корпус двигуна) і стану підшипників (при тривалій експлуатації необхідна заміна змащення), а також обов'язковий вимір опору ізоляції між фазами (для двигунів зі схемою «зірка/трикутник») і фазою й корпусом. Ізоляція обмоток електричних машин і проводів відносно легко зазнає змін під впливом температури, вологості, забруднення і т.д. Відбувається старіння ізоляції, що негативно впливає на її якість, електричну міцність. Із цієї причини контроль над її якістю повинен бути періодичним.

Згідно ПУЕ вимір опору ізоляції силових і освітлювальних електроустановок, що працюють при номінальній напрузі 127-660В, роблять мегометром з напругою 1000В. Припустимі норми опору ізоляції для електричних машин, проводів і кабелів указують у технічних умовах або НДТ. Для електричних машин напругою до 1000В опір ізоляції обмоток повинен становити не більш 0,5 Ом. Двигуни, що мають знижений опір ізоляції підлягають сушінню гарячим повітрям або шляхом електричного підігріву обмоток.

Перевірка відповідності параметрів двигуна після ремонту проводиться на досліді холостого ходу.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

У даній роботі досліджується асинхронний електродвигун змінного струму М1 (див. електричну схему рис. 9.1). При виключеному стенді за допомогою вимірювальних приладів проводиться вимір опорів обмоток статора електродвигуна (тестером) і опорів ізоляції, вимірюється мегометром або при його відсутності за допомогою тестера й рівняється з необхідними.

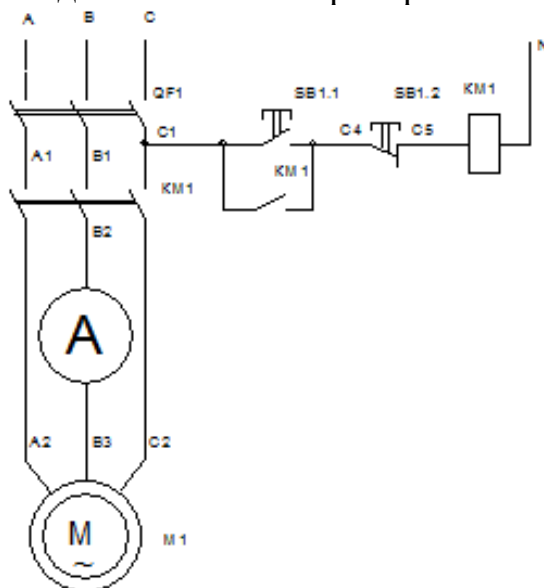


Рис. 9.1 – Схема вмикання двигуна для випробувань

Для перевірки параметрів роботи холостого ходу потрібно змонтувати схему керування двигуном по рис. 8.2.

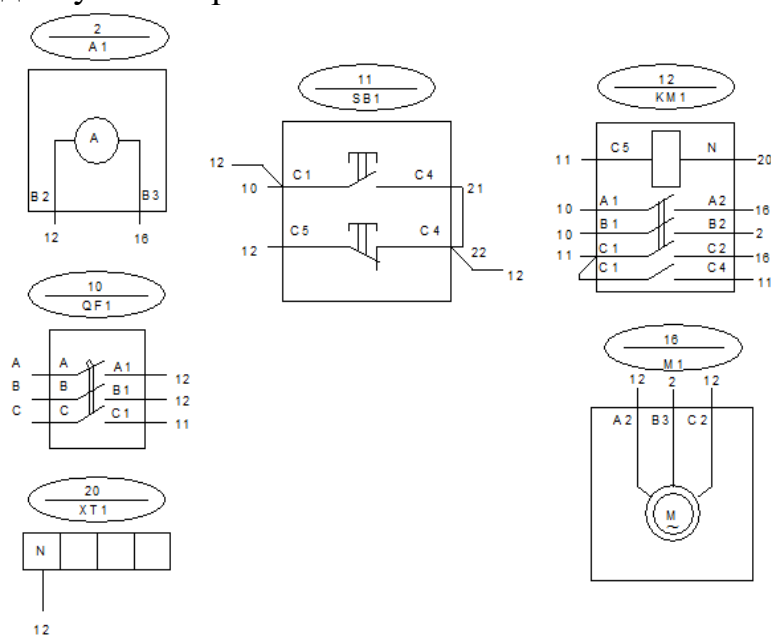


Рис. 9.2 – Схема електрична з'єднань та підключень обладнання

Перевірити правильність монтажу за допомогою тестера. Після перевірки схеми викладачем під'єднати стенд до мережі та подати на схему напругу (по черзі включити мережний вимикач стенда, потім автомат QF1). Перевірити роботу схеми. Натисканням чорної кнопки кнопкового поста SB1 запустити двигун. Заміряти струм двигуна і його швидкість. Вимкнення двигуна проводиться натисканням червоної кнопки поста SB1. Записати показання приладів.

Ці значення повинні відповідати паспортним значенням.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи має включати: мету роботи, теоретичні основи випробувань електродвигуна змінного струму після ремонту, опис обладнання та методики проведення випробувань, покроковий опис виконаних дій, отримані результати із зазначенням відповідності нормативним вимогам, аналіз роботи двигуна після ремонту, висновки про його працездатність та рекомендації щодо подальшої експлуатації.

Контрольні питання

1. Які параметри перевіряються під час випробувань електродвигуна змінного струму?
2. Які основні методи використовуються для тестування електродвигуна після ремонту?
3. Як оцінюється відповідність результатів випробувань нормативним вимогам?
4. Які можливі причини несправностей двигуна, виявлені під час випробувань?

Лабораторна робота №10. **Випробування світлотехнічного устаткування**

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: дослідити працездатність світлотехнічного устаткування в різних режимах роботи.

Завдання:

1. Провести вимірювання основних характеристик світлотехнічного обладнання.

2. Визначити його енергоефективність.

3. Надати рекомендації щодо покращення параметрів.

Обладнання: мультиметр, викрутка, паяльник.

Основні теоретичні відомості

Люмінесцентна лампа це газорозрядне джерело світла низького тиску, світловий потік якого визначається в основному світінням люмінофорів під впливом ультрафіолетового випромінювання електричного розряду. Світлова віддача до 85 лм/Вт, термін служби більше 10 тис.год. Застосовуються головним чином для загального й місцевого освітлення.

Принцип дії люмінесцентних ламп полягає у використанні електролюмінесценції (світіння парів металів і газів при проходженні через них електричного струму) і фотолюмінесценції (світіння речовини люмінофора при його опроміненні іншим, наприклад, невидимим УФ світлом). У люмінесцентній лампі електричний розряд відбувається при низькому тиску ртуті й деяких інертних газів; електролюмінесценція характеризується дуже слабким видимим і сильним УФ випромінюванням. Світловий потік лампи створюється головним чином за рахунок фотолюмінесценції – перетворення УФ випромінювання у видиме світло шаром люмінофора, що покривають зсередини стінки трубчастої скляної колби. Таким чином, лампа є своєрідним трансформатором невидимого світла у видиме.

Енергоекономічність - це основна перевага люмінесцентних ламп. Їхня світлова віддача, залежно від кольору, якості його передачі, потужності й типу ПРА перебуває в межах від 50 до 90 лм/Вт. Найменш економічні лампи невеликої потужності й високої якості передачі кольору.

Оскільки лампа не призначена для безпосереднього включення в мережу, значення напруги на лампі при її маркуванні не приводиться. У комплекті із ПРА лампи звичайно розраховані на живлення від мережі змінного струму промислової частоти. Для живлення від мережі постійного струму потрібні спеціальні ПРА.

Лампи відрізняються високим терміном служби, що досягають 15000 год. Деякі виробники приводять із урахуванням оптимізації витрат на освітлення рентабельний термін служби, який може бути у два рази менше. Зазначені в техдокументації значення терміну служби значно менше тривалості життя лампи до повної відмови. У режимі частих включень термін служби лампи скорочується.

Люмінесцентні лампи – найбільш масове джерело світла для створення загального освітлення в приміщеннях адміністративних будинків: офісах, школах, навчальних і проектних інститутах, лікарнях, магазинах, банках, підприємствах електронної промисловості й ін.. Досить часто застосовуються в житлових приміщеннях: для освітлення робочих поверхонь на кухні, загального або місцевого (близько дзеркала) освітлення коридора і ванної кімнати. Недоцільне застосування ламп у високих приміщеннях, при температурі повітря нижче 5°C і при утруднених умовах обслуговування.

Люмінесцентний світильник складається з арматури і джерела світла. Джерело світла перебуває всередині арматури, яка забезпечує необхідний розподіл світлового потоку й захист від механічних ушкоджень і впливів навколишнього середовища.

У люмінесцентному світильнику в якості джерела світла використовується люмінесцентна лампа. Світильник являє собою корпус, у якому змонтовані пуско-регулюючий пристрій, лампотримачі, стартеротримачі й сполучні проводи. Корпус звичайно має відбивач для збільшення віддачі світлового потоку від лампи й захисну прозору кришку, яка забезпечує рівномірне розсіювання світлового потоку.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

У роботі досліджуються стартерна схема включення лампи. Дослідження проводиться за схемою, представленою на рис. 10.1, яку необхідно змонтувати за монтажною схемою рис. 10.2.

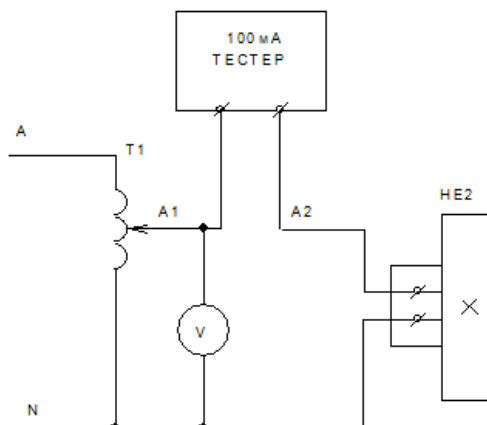


Рис. 10.1

Перевірити правильність монтажу за допомогою тестера. Підготувати стенд до роботи від мережі: вивести регулятор Латра в положення, що відповідає мінімальній вихідній напрузі, переконатися, що інші апарати, які невикористані в роботі не потраплять під напругу при включенні стенда.

Після перевірки схеми викладачем ввімкнути стенд в мережу й подати на схему напругу. Перевірити роботу схеми. Потім плавно збільшуючи напругу за допомогою ЛАТРа, визначити напругу стійкого включення лампи, а також струм включення лампи і його величину в робочому режимі. Експеримент повторюють кілька раз. Дані записують у таблицю 10.1.

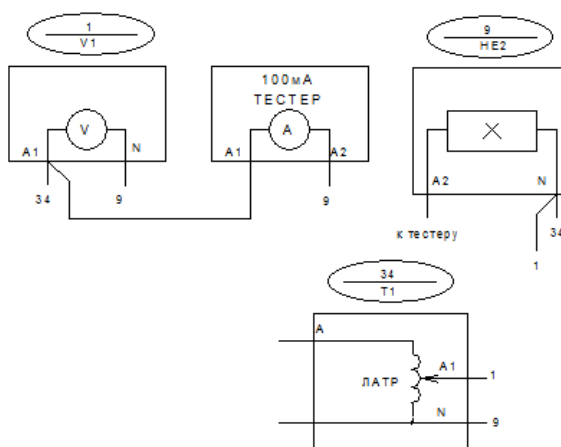


Рис. 10.2

Потім плавно знижуючи напругу визначають величину напруги гасіння лампи. Дослід повторюють кілька раз. Потім знову плавно знижуючи напругу від номінальної знімають значення робочого струму лампи в режимі світіння в декількох фіксованих точках.

Таблиця 10.1

№ досліду	1	2	3	4	5	Середнє значення
Дослід включення лампи						
$U_{\text{вкл}}, \text{В}$						
$I_{\text{вкл}}, \text{мА}, \text{А}$						
Дослід вимкнення лампи						
$U_{\text{вимкн}}, \text{В}$						
Залежність $I_{\text{роб}} = f(U_{\text{роб}})$						
$U_{\text{роб}}, \text{В}$						
$I_{\text{роб}}, \text{мА}, \text{А}$						

За даними експерименту розраховують середні значення дослідних величин $U_{\text{вкл}}$, $I_{\text{вкл}}$, $U_{\text{вимкн}}$, $U_{\text{ном}}$, $I_{\text{ном}}$, і порівнюють отримані дані для номінального режиму з паспортними.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи має включати: мету роботи, теоретичні основи випробувань світлотехнічного устаткування, опис обладнання та методики проведення випробувань, покроковий хід виконання роботи, отримані результати з аналізом характеристик світлотехнічного устаткування, висновки щодо його відповідності технічним вимогам та рекомендації щодо покращення або модернізації.

Контрольні питання

1. Яка мета випробувань світлотехнічного устаткування?
2. Які параметри перевіряються під час випробувань світлотехнічного обладнання?
3. Які методи використовуються для оцінки ефективності та якості роботи світлотехнічного устаткування?
4. Як проводиться аналіз відповідності світлотехнічного обладнання нормативним вимогам?
5. Які типові несправності можуть виникати у світлотехнічному устаткуванні, і як їх виявити?

Лабораторна робота №11.

Профілактичні випробування захисних апаратів внутрішніх силових та освітлювальних проводок

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: вивчити методику профілактичних випробувань захисних апаратів.

Завдання:

1. Вивчити теоретичні основи профілактичних випробувань захисних апаратів внутрішніх силових та освітлювальних проводок.
2. Ознайомитися з нормативними вимогами та стандартами щодо випробувань захисних апаратів.
3. Провести візуальний огляд захисних апаратів для виявлення видимих дефектів.
4. Виконати перевірку працездатності захисних апаратів за допомогою спеціального обладнання, зокрема тестування ізоляції та спрацьовування механізмів захисту.
5. Проаналізувати отримані результати, оцінити відповідність параметрів нормативним вимогам.

Обладнання: мультиметр, викрутка, паяльник.

Основні теоретичні відомості

У якості апаратів захисту в освітлювальних мережах широко застосовуються запобіжники і автоматичні вимикачі різних типів. Різновидом автоматичного вимикача можна вважати й автоматичну пробку. Але на відміну від автоматів вона має лише тепловий розчіплювач, у той час як автомати також ще мають і електромагнітний розчіплювач, який забезпечує захист від струмів короткого замикання. Автоматична пробка застосовується в побутових освітлювальних мережах із традиційними електричними щитками в комплекті з лічильником електроенергії. У сучасних побутових мережах з усе зростаючими навантаженнями, обумовленими впровадженням у побут величезної кількості побутової техніки автоматичні вимикачі знаходять все більше застосування, через їхню невисоку вартість і великий вибір по номінальних струмах, що забезпечує ефективний селективний захист від перевантажень і коротких замикань.

Автоматичний повітряний вимикач (автомат) - апарат, призначений для автоматичного розмикання електричних кіл. Як правило, автоматичні вимикачі виконують функції захисту при коротких замиканнях, перевантаженнях, зниженні або зникненні напруги, зміни напрямку передачі потужності або струму й т.п. Незалежно від призначення, автомати складаються з наступних основних вузлів:

- а) контактної системи;
- б) дугогасильної системи;
- в) привода;
- г) механізму вільного розчіплювання розчіплювачів;

д) комутатора із блок-контактами.

Контактна система автоматів повинна перебувати під струмом не відключаючись досить тривалий час і бути здатною вимикати струми короткого замикання. Широке поширення одержали двоступінчасті (головні й дугогасильні) і триступінчасті (головні, проміжні й дугогасильні) контактні системи.

Дугогасильна система повинна забезпечувати гасіння дуги струмів короткого замикання в обмеженому обсязі простору. Завдання дугогасильного пристрою полягає в тому, щоб обмежити розміри дуги й забезпечити її гасіння в малому об'ємі. Поширення одержали камери із широкими щілинами й камери з дугогасильними решітками.

Привод в автоматі служить для включення автомата по команді оператора. Відключення автоматів здійснюється за допомогою пружин.

Механізм вільного розчіплювання призначений:

а) виключити можливість утримувати контакти автомата в ввімкненому положенні (рукояткою, дистанційним приводом) при наявності ненормального режиму роботи мережі, яку захищає автомат;

б) забезпечити миттєве відключення, тобто не залежне від операторів, роду й маси привода, швидкості розімкнення контактів.

Механізм являє собою систему шарнірно-зв'язаних важелів, що з'єднують привод включення із системою рухливих контактів, які пов'язані із вимикаючою пружиною. Механізм вільного розчіплювання дозволяє автомату відключатися в будь-який момент часу, у тому числі й у процесі включення..

При відключенні автомата першими розмикаються головні контакти й увесь струм перейде в паралельний ланцюг дугогасильних контактів з накладками з дугостійкого матеріалу. На головних контактах дуга не повинна виникати, щоб вони не обгоріли. Дугогасильні контакти розмикаються, коли головні контакти розходяться на значну відстань. На них виникає електрична дуга, яка видувається нагору й гаситься в дугогасильній камері.

Розчіплювачі - елементи, що контролюють заданий параметр електричної мережі та впливають через механізм вільного розчіплювання на відключення автомата при відхиленні заданого параметра за встановлені межі.

Залежно від виконуваних функцій захисту розчіплювачі бувають:

а) струмові максимальні миттєвої або вповільненої дії;

б) мінімальної напруги, для відключення автомата при зниженні напруги нижче певного рівня;

в) зворотного струму - спрацьовує при зміні напрямку струму;

г) теплові - працюють залежно від величини струму й часу його протікання (застосовуються звичайно для захисту від перевантажень)

д) комбіновані - спрацьовують при комбінації ряду факторів.

Блок-контакти служать для виконання перемикання в колах керування та блокування сигналізації залежно від комутаційного положення автомата.

Блок-контакти виконуються нормально відкритими (замикаючі) і нормально закритими (розмикаючі).

Номинальний струм, для електромагнітного теплового або комбінованого розчіплювача автоматів $I_{н.з.}$ вибирається по тривалому розрахунковому струму лінії $I_{н.з.} = I_{дл.}$; струм спрацьовування (відсічення) електромагнітного розчіплювача $I_{ср}$ визначається зі співвідношення:

$$I_{ср} = 1,25I_{кр},$$

де $I_{кр}$ - максимальний короточасний струм лінії, який при відгалуженні до одиночного електродвигуна рівний його пусковому струму. Коефіцієнт 1,25 враховує неточність у визначенні максимального короточасного струму лінії й похибки характеристик розчіплювачів.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

У даній роботі проводиться дослідження характеристики теплового розчіплювача автомата QF1, струм уставки якого 1,6-2,5 А (див. маркування самого апарата). Робота електромагнітного розчіплювача через великі струми спрацьовування (16-25А) не розглядається.

З дозволу викладача можна ознайомитися з будовою автоматичного вимикача. Для цього при вимкненому кабелю живлення стенда потрібно за допомогою викрутки відвернути два гвинти на кришці автомата й акуратно зняти її, щоб не випали дугогасильні камери. Ознайомитися з роботою механізму й призначенням вузлів. Потім встановити кришку на місце.

Для виконання роботи збирається схема, представлена на рис. 11.1. У якості навантаження використовується котушка теплового розчіплювача самого автомата.

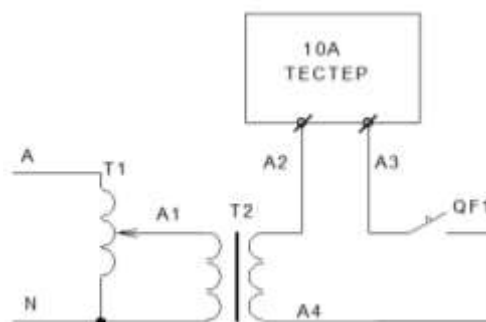


Рис. 4.1

Монтаж схеми здійснити за монтажною схемою рис. 4.2. Вмикається стенд і за допомогою Латра плавно від нульового значення підвищується напруга до спрацьовування автомата QF1. По амперметру A1 визначається струм спрацьовування автомата.

Перевірити за допомогою тестера правильність складання. Переконавшись, що регулятор Латра встановлений у положення, що відповідає мінімальній вихідній напрузі. Після перевірки викладачем подати напругу на стенд і включити автомат QF1. Плавно повертаючи регулятор Латра збільшити струм через автомат QF1 до значення $1,3I_{н.}$. Засікти час спрацьовування теплового розчіплювача. Знеструмити стенд і дати час для охолодження котушці теплового розчіплювача. Повторити дослід при значеннях струму навантаження $1,5I_{н.}$, $1,7I_{н.}$.

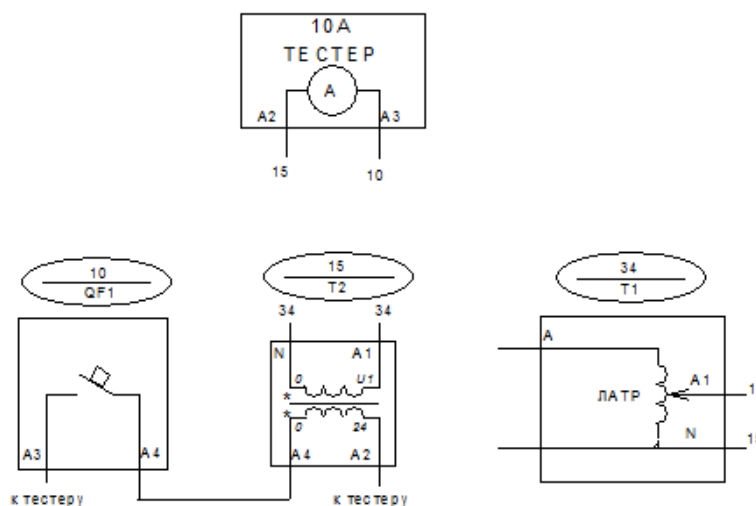


Рис. 11.2

Дані занести в таблицю (див. таблицю 4.1.). Побудувати графік $t = f(I_n)$.

Таблиця 11.1

I_n	$1,3I_n$	$1,5I_n$	$1,7I_n$
t, сек			

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи має включати: мету роботи, короткий опис теоретичних основ профілактичних випробувань захисних апаратів, перелік використовуваного обладнання, опис методики проведення випробувань, результати огляду та тестування із зазначенням виявлених дефектів або відхилень, аналіз отриманих даних на відповідність нормативним вимогам, висновки щодо стану захисних апаратів та рекомендації щодо їх подальшої експлуатації чи заміни.

Контрольні питання

1. Яка мета профілактичних випробувань захисних апаратів?
2. Які види захисних апаратів підлягають профілактичним випробуванням?
3. Які основні параметри перевіряються під час випробувань захисних апаратів?
4. Які нормативні документи регламентують проведення випробувань захисних апаратів?
5. Які типові несправності можуть бути виявлені під час випробувань, і як їх усунути?

Лабораторна робота №12.

Випробування силових трансформаторів після ремонту

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: ознайомлення з методикою випробувань силових трансформаторів після ремонту, оцінка їх технічного стану та відповідності нормативним вимогам, виявлення можливих дефектів.

Завдання:

1. Вивчити теоретичні основи та нормативні вимоги до випробувань силових трансформаторів після ремонту.
2. Ознайомитися з обладнанням та приладами, що використовуються для випробувань.
3. Провести візуальний огляд трансформатора для виявлення зовнішніх дефектів.
4. Виконати випробування ізоляції обмоток, вимірювання опору обмоток, перевірку коефіцієнта трансформації та інші параметри.
5. Проаналізувати отримані результати на відповідність технічним вимогам.

Обладнання: мультиметр, викрутка, мегаомметр.

Основні теоретичні відомості

Трансформатор – це пристрій, що має дві або більше індуктивно-зв'язані обмотки, які призначені для перетворення за допомогою електромагнітної індукції однієї системи змінного струму в іншу (з іншим значенням номінальної напруги). Область застосування трансформаторів дуже широка, чим і пояснюється їхня конструктивна різноманітність та великий діапазон потужностей.

Трансформатор складається з магнітопроводу, на якому розміщений каркас, з навитими на нього обмотками (дві й більш). Обмотка на яку подають напруга живлення називається первинною. Інші обмотки, з яких знімається трансформована напруга називаються вторинними.

Магнітопровід трансформаторів виготовляється зі сталевих листів, ізольованих один від одного лаковою ізоляцією або оксидними плівками. Це дозволяє понизити втрати потужності від вихрових струмів, що викликають нагрівання магнітопроводу.

По конфігурації магнітопроводу трансформатори поділяють на стрижневі й броньові. У стрижневих трансформаторах обмотки розміщені на стрижнях магнітопроводу й охоплюють його. У броньових трансформаторах магнітопровід охоплює обмотки, як би «бронює» їх. Горизонтальні частини магнітопроводу, не охоплені обмотками, називають нижнім і верхнім ярмом.

Трансформатори великої й середньої потужності звичайно виготовляють стрижневими, тому що вони простіші по конструкції, мають кращі умови охолодження обмоток, що особливо важливо для потужних трансформаторів, що мають більші габарити.

Броньові магнітопроводи використовуються в малопотужних трансформаторах.

Первинну обмотку розташовують якнайближче до магнітопроводу для підвищення його ккд, а вторинні обмотки через ізоляційний просочений папір (для виключення ймовірності електричного контакту первинної обмотки із вторинними) впритул до первинної для поліпшення магнітного зв'язку між ними.

По способу охолодження трансформатори діляться на сухі й масляні. Сухі трансформатори мають природне повітряне охолодження, яке може бути використане тільки для трансформаторів малої потужності. При збільшенні потужності збільшується інтенсивність тепловиділення й нагрівання обмоток. Щоб забезпечити припустиму для ізоляції температуру нагрівання, застосовують більш інтенсивні способи відводу тепла. Для цього магнітопровід з обмотками поміщають у спеціальний бак, заповнений трансформаторним маслом. Масло є одночасно й ізолятором і теплоносієм, тобто ізолюючим і охолоджуючим середовищем. Інтенсивність охолодження забезпечується за рахунок більшої в порівнянні з повітрям теплопровідності. Це приклад природнього масляного охолодження. У трансформаторах великої потужності масло примусово охолоджують. Такі системи називають примусовим масляним охолодженням. Для масляних трансформаторів характерне застосування розширників (вони забезпечують відвід надлишків масла у вільну порожнину, що обмежує його взаємодія з вологим атмосферним повітрям), що викликане залежністю об'єму масла від температури тобто від величини навантаження трансформатора.

У процесі експлуатації, трансформатори вимагають періодичного обслуговування. Для сухих трансформаторів через простоту їх конструкції обслуговування полягає у видаленні пилу із клемних колодок і перевірці стану контактів. Обов'язковим є перевірка опору ізоляції обмоток між собою та кожною обмоткою й корпусом, тому що ізоляція обмоток трансформаторів відносно легко зазнає змін під впливом температури, вологості, забруднення і т.д. Відбувається старіння ізоляції, що негативно впливає на її якість, електричну міцність. Із цієї причини контроль над її якістю повинен бути періодичним.

Згідно ПУЕ вимір опору ізоляції силових і освітлювальних електроустановок, що працюють при номінальній напрузі 127-660В, роблять мегометром з напругою 1000В. Припустимі норми опору ізоляції трансформаторів указують у технічних умовах або НТД. Для електричних машин напругою до 1000В опір ізоляції обмоток повинен становити не більш 0,5 Ом. Опір ізоляції обмоток вимірюють між окремими обмотками, а також між кожною обмоткою й корпусом електричної машини.

Трансформатори після ремонту повинні пройти ретельну перевірку на опір ізоляції та відповідність його паспортним даним. Замір опору ізоляції проводиться при відключених первинних і вторинних колах, а перевірка робочих параметрів проводиться на режимах холостого ходу й роботі під навантаженням. Відхилення від паспортних значень не повинні бути значними.

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

У роботі досліджується однофазний силовий трансформатор Т2. При виключеному стенді, за допомогою вимірювальних приладів проводиться вимір опорів обмоток трансформатора та опір ізоляції цих обмоток. Ці значення рівняються з паспортними даними. Потім збирається схема рис. 12.1 і включається трансформатор. На холостому ході й при номінальній навантаженні визначаються напруги й струми в первинній і вторинній обмотках та порівнюються з паспортними даними. При необхідності будується навантажувальна характеристика трансформатора.

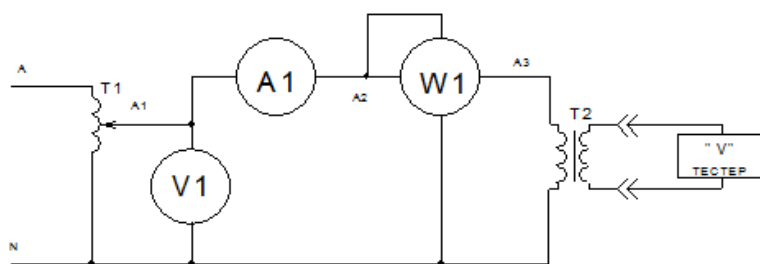


Рис. 12.1. Дослідження трансформатора в режимі холостого ходу

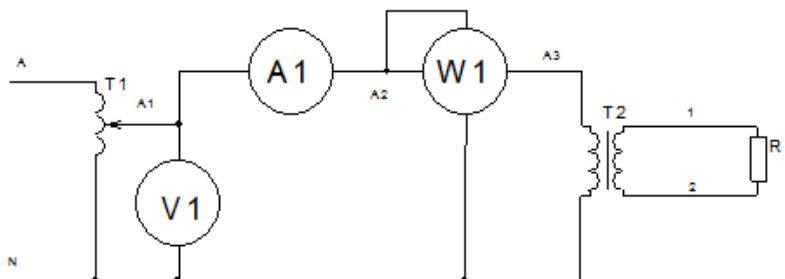


Рис. 12.2. Дослідження трансформатора під навантаженням (1-я обмотка)

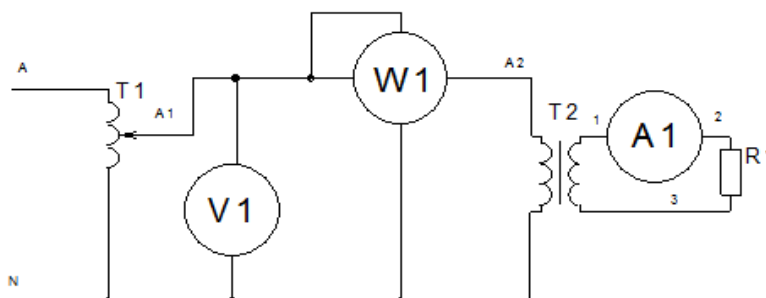


Рис. 12.3. Дослідження трансформатора під навантаженням (2-я обмотка)

Схему рис. 12.1 зібрати за монтажною схемою рис. 12.4. Перевірити правильність монтажу за допомогою тестера. Перед підключенням стенда до мережі вивести регулятор Латра в положення, що відповідає мінімальній вихідній напрузі. Включити стенд і плавно збільшуючи напругу на виході Латра встановити її величину, що відповідає номінальній. Зняти показання приладів.

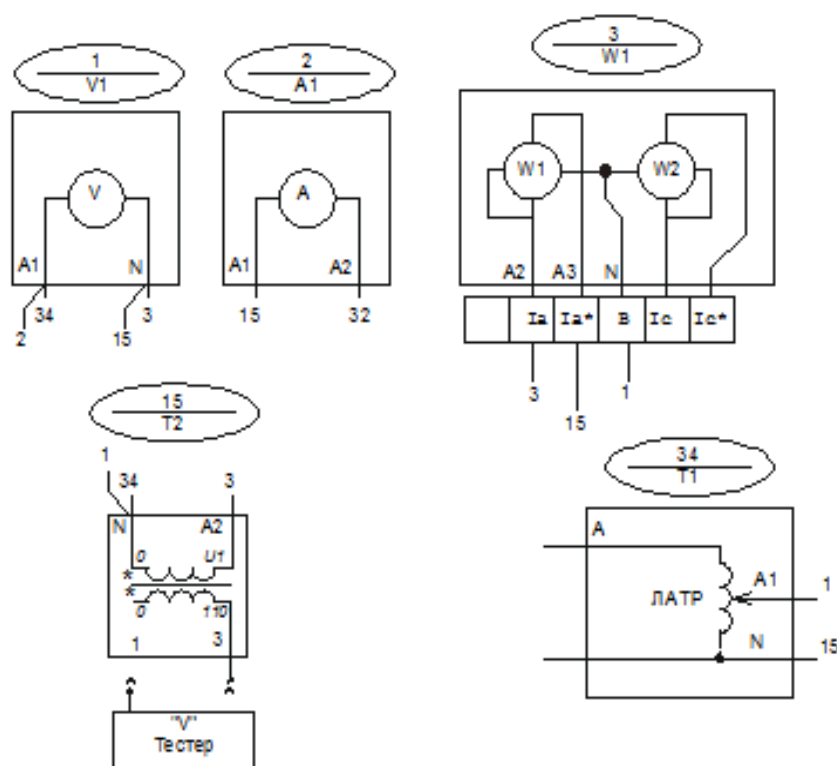


Рис.12.4. Дослідження трансформатора в режимі холостого ходу

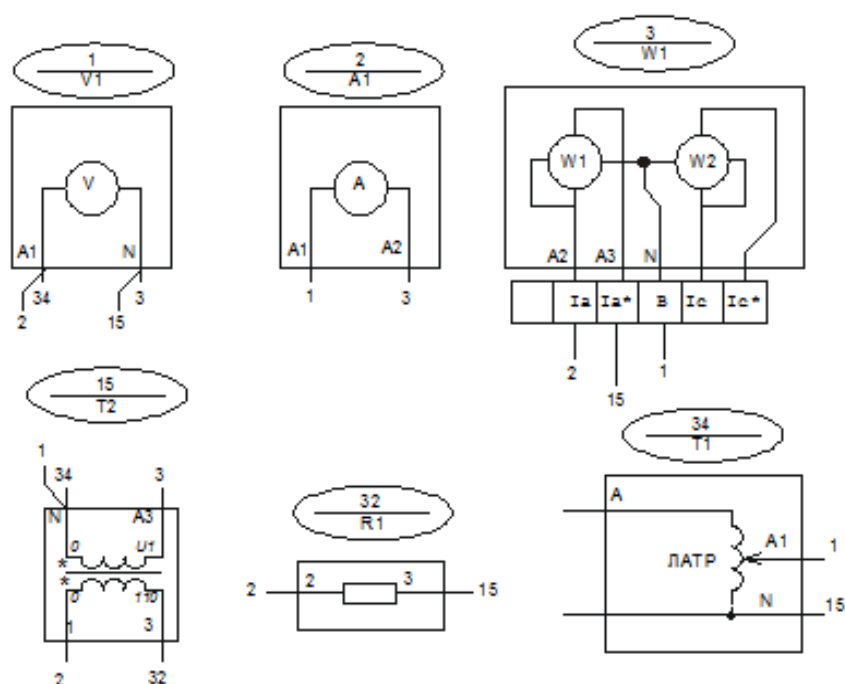


Рис. 12.5 Дослідження трансформатора під навантаженням (1-а обмотка)

Схему рис. 12.2 роботи трансформатора під навантаженням (1-а обмотка) зібрати за монтажною схемою рис. 12.5. Перевірити правильність монтажу за допомогою тестера. Перед підключенням стенда до мережі вивести регулятор Латра в положення, що відповідає мінімальній вихідній напрузі. Включити стенд і плавно збільшуючи напругу на виході Латра встановити її величину, що відповідає номінальній. Зняти показання приладів.

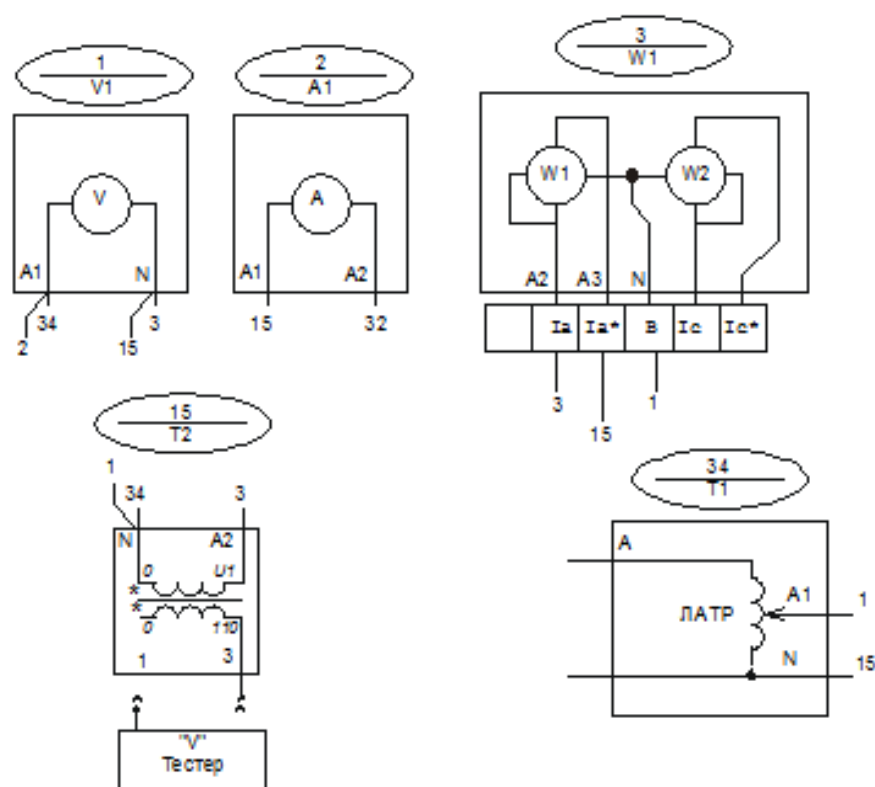


Рис.12.4 Дослідження трансформатора в режимі холостого ходу

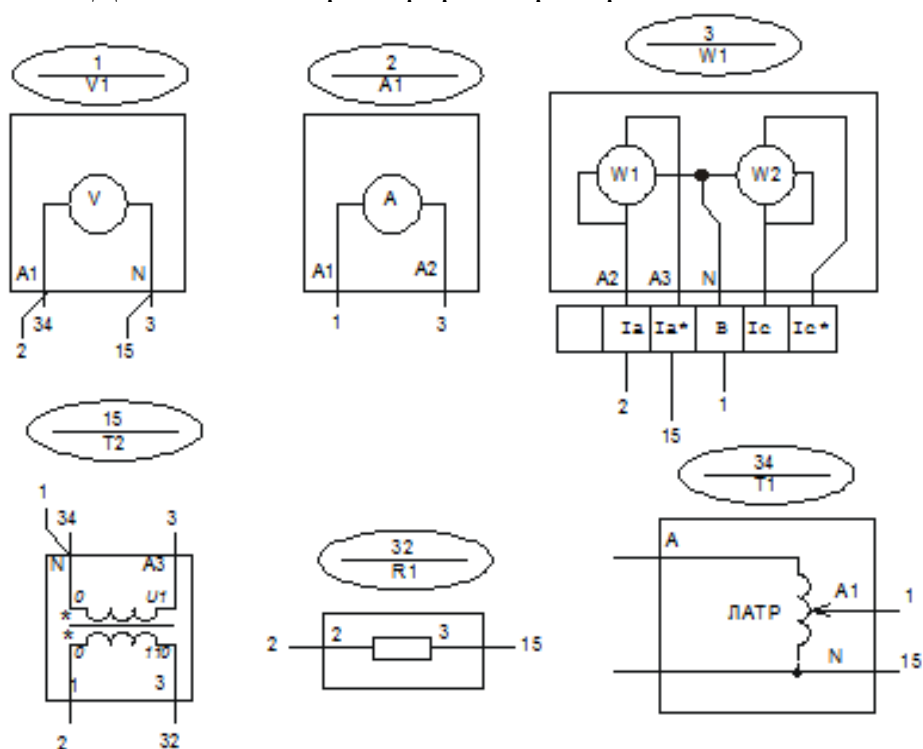


Рис. 12.5 Дослідження трансформатора під навантаженням (1-а обмотка)

Схему рис.12.3 роботи трансформатора під навантаженням (2-а обмотка) зібрати за монтажною схемою рис.12.6. Перевірити правильність монтажу за допомогою тестера. Перед підключенням стенда до мережі вивести регулятор Латра в положення, що відповідає мінімальній вихідній напрузі. Включити стенд і плавно збільшуючи напругу на виході Латра встановити її величину, що відповідає номінальній. Зняти показання приладів.

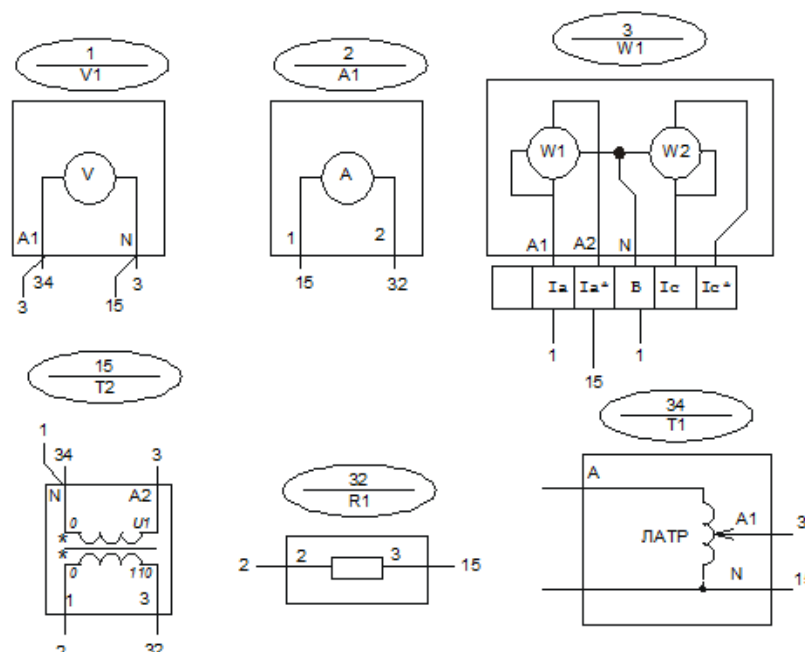


Рис. 12.6. Дослідження трансформатора під навантаженням (2-а обмотка)

Дані занести в таблицю 12.1.

Таблиця 12.1

Режим роботи	U_n , В	I , А	P , Вт
Холостий хід			
Навантаження 1-а обмотка			
Навантаження 2-а обмотка			

Зробити висновок про справність трансформатора після ремонту, на підставі відповідності його параметрів паспортним даним.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи має включати: мету роботи, теоретичні основи випробувань силових трансформаторів після ремонту, перелік обладнання та приладів, опис методики проведення випробувань, результати вимірювань основних параметрів (опір обмоток, коефіцієнт трансформації, ізоляція тощо), аналіз отриманих даних на відповідність нормативним вимогам, висновки про технічний стан трансформатора та рекомендації щодо його подальшої експлуатації.

Контрольні питання

1. Які параметри трансформатора підлягають перевірці після ремонту.
2. У яких режимах слід перевіряти трансформатор.
3. Яке обладнання та прилади використовуються для випробувань трансформаторів?
4. Як оцінюється відповідність отриманих результатів нормативним вимогам?
5. Які типові несправності можуть бути виявлені під час випробувань, і як їх усунути?

Лабораторна робота №13.

Вивчення методів визначення місць пошкодження в кабельних лініях

Навчальний час: 4 години.

Мета роботи: ознайомлення з методами визначення місць пошкодження в кабельних лініях, вивчення обладнання та технік, що застосовуються для діагностики, а також отримання навичок практичного використання цих методів для швидкого усунення несправностей.

Завдання:

1. Вивчити методи визначення пошкоджень у кабельних лініях;
2. Вивчити особливості індукційного методу пошуку місць ушкодження кабелю;
3. На моделі кабельної лінії визначити характер ушкодження.

Обладнання: мультиметр, викрутка, комплект штекерів, датчик для пошуку обривів у кабелях.

Основні теоретичні відомості

Вибору методу визначення зони пошкодження кабелів передусе з'ясування характеру ушкоджень, обумовлених шляхом вимірів мегомметром на 1000-2500 В. При цьому вимірюють опір ізоляції кожної струмоведучої жили кабелю щодо землі, опір ізоляції між кожною парою струмоведучих жил, перевіряють цілісність струмоведучих жил. Для виявлення обриву жил випробування слід проводити з обох кінців, закорочуючи всі три фази на кінці, протилежному підключенню мегомметра. При наявності короткого замикання визначають перехідний опір. Якщо він в місці ушкодження великий (більш 5 Ом), а кабель не витримав випробування, то для більш точного визначення місця несправності роблять пропалювання кабелю. Пропалювання кабелів роблять як на постійним струмом від спеціальних установок, так і змінним струмом від трифазних підвищувальних трансформаторів. Метою пропалювання кабелів є створення перехідного опору певного значення в місці пошкодження кабелю.

Вибір методу відшукування місць пошкодження кабелів залежить від виду пошкодження, пробивної напруги в місці пошкодження й перехідного опору. Пошук місця пошкодження роблять звичайно у два етапи. На першому етапі відшукують зону пошкодження, для чого застосовують імпульсний метод, метод коливального розряду, ємнісний метод і метод петлі. На другому етапі визначають точне місце ушкодження, для чого застосовують метод накладної рами, акустичний і індукційний методи.

МЕТОД КОЛИВАЛЬНОГО РОЗРЯДУ є одним з найбільш застосовуваних методів при «плаваючих пробоях», які часто спостерігаються в кабельних муфтах. Суть «плаваючого пробоя» полягає в тому, що при наявній потужності випрямної установки для пропалу кабелю зі збільшенням його довжини для заряду ємності кабелю до напруги пробоя буде потрібно більший час. У результаті цього частота розряду зменшується, і місце ушкодження встигає «запливати».

Для визначення місця ушкодження при більшій довжині кабелю необхідні випрямні установки більшої потужності, які й використовуються при виявленні місця ушкодження методом коливального розряду. Суть методу полягає у вимірі періоду (півперіоду) вільних коливань, що виникають у зарядженій кабельній лінії при пробі ізоляції в місці ушкодження. При вимірі на жилу кабелю подається висока напруга, але не вище припустимої, негативної послідовності (рис. 13.1). У місці ушкодження в момент пробі напруга падає до нуля, що відповідає моменту часу

$$t_1 = l_x / v,$$

де t_1 - час проходження хвилі до місця ушкодження;

l_x - відстань від кінця кабелю до місця ушкодження;

v - швидкість поширення хвилі (рівна для силових кабелів 160 ± 1 м/мкс);

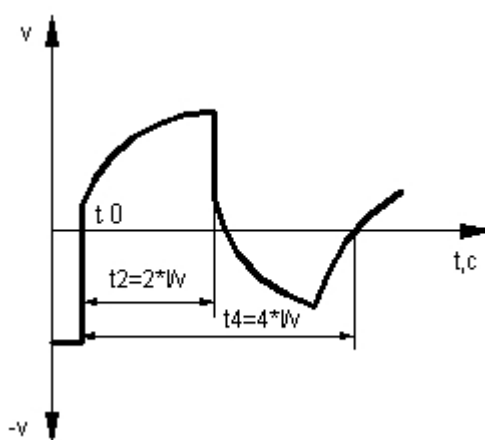


Рис. 13.1. Напруга на зажимах при пробі ізоляції

Потім потенціал жили різко зростає й виникає хвиля напруги позитивної полярності, яка приходить до кінця кабелю й, не міняючи знака, вертається до місця ушкодження. У момент часу $t_2 = 2l_x / v$ хвиля досягає місця пробі, потенціал жили різко падає до нуля й хвиля йде до кінця лінії зі зміною знака. У момент часу $t_3 = 3l_x / v$ хвиля негативної полярності приходить до кінця лінії, вертаючись до місця пробі з тим же знаком. У момент $t_4 = 4l_x / v$ хвиля приходить до місця ушкодження й у момент пробі напруга знову падає до нуля. На цьому завершується повний період, за час якого хвиля чотири рази проходить відстань від кінця кабелю (місця підключення кабелю до іспитової установки) до місця ушкодження. Тому

$$l_x = T v / 4,$$

де T - період коливань.

Для підвищення точності звичайно вимірюють час першого півперіоду, тому що у зв'язку із згасаючим характером коливань форма й значення напруги сильно спотворюються на екрані осцилографа. Шкала приладу проградуєвана в кілометрах, вимір часу (звичайно півперіоду t_2) проводиться по секундоміру. Схема підключення приладу ЕМКС-58М, що дозволяє визначати пошкодження на відстані від 40 м до 10 км для кабелів до 10 кВ, зображена на рис. 13.2.

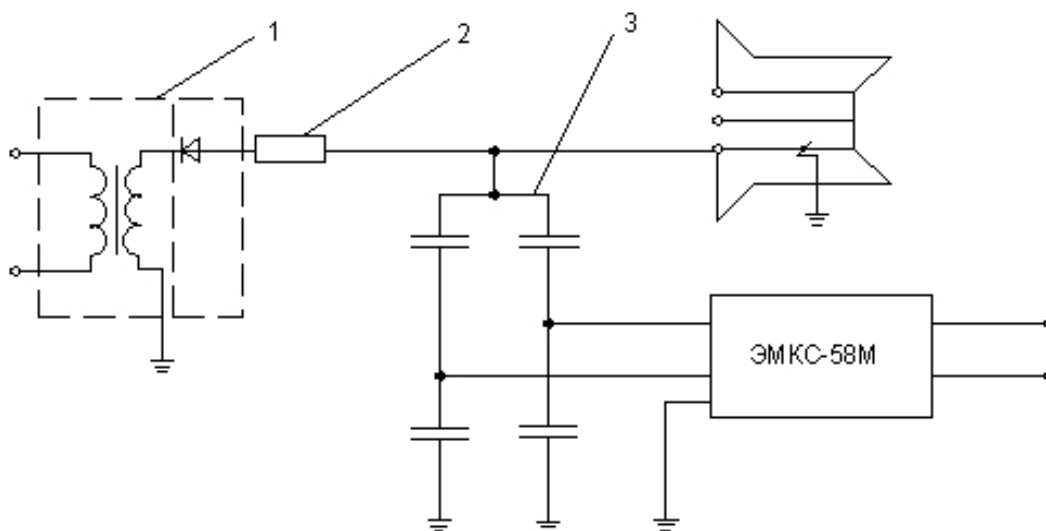


Рис. 13.2. Схема включення приладу ЄМКС-58М: 1 – випрямлювач високої напруги; 2 – зарядний опір; 3 – дільник високої напруги.

ІНДУКЦІЙНИЙ МЕТОД застосовують для відшукування місць пробоею ізоляції жил між собою або на землю, а також при обриві лінії з одночасним пробоем ізоляції жил між собою або на землю. При проходженні струму по кабелю (однофазного змінного струму) навколо кабелю утворюється магнітне поле, значення якого залежить від значення струму. Якщо в поле кабелю внести рамку (антену) із дроту, то змінне поле буде наводити в ній ЕРС і при замиканні контуру рамки в телефоні виникне струм і з'явиться звук. Чим вище частота струму, тим чіткіше звук. Щоб звучання від випробуваного кабелю відрізнялося від звучання інших кабелів, по випробуваному кабелю за допомогою генератора низької частоти пропускають струм частотою 800-1200 Гц. Пошук місць ушкодження по методу жила-земля є особливо складним через розтікання струму в місці ушкодження по оболонці кабелю в обидва боки на десятки метрів. Тому практично однофазні ушкодження шляхом пропалення переводять у дво - трифазні й визначають ушкодження по ланцюгу жила-жила або штучно створюють ланцюг жила-оболонка кабелю, заземлюючи останню по обидва боки й підключаючи генератор до жили й оболонки. ЕРС що наводиться в рамці залежить від розподілу струму в кабелі й взаємного просторового розташування рамки й кабелю. Знаючи характер розподілу поля для даного розподілу струму в кабелі й при відповідній орієнтації рамки, по зміні сили звуку в телефоні можна визначити місце ушкодження.

МЕТОД НАКЛАДНОЇ РАМКИ застосовують для визначення безпосередньо на кабелі при відкритій прокладці місця короткого замикання жила-жила або жила - оболонка. Сутність методу аналогічна індукційному. Після підключення генератора на кабель накладають рамку з телефоном і повертають навколо осі. Якщо вимір проводиться до місця пошкодження, то за один поворот рамки буде прослуховується два максимуми й два мінімуми сигналів від поля пари струмів: жила-жила або жила-оболонка. За місцем пошкодження поле створюється одиночним струмом і в телефоні при повороті рамки буде чутний монотонний звук.

ІМПУЛЬСНИЙ МЕТОД застосовують для визначення зони таких несправностей, як одно-, двох-, або трифазне коротке замикання, замикання жил на землю, обрив жил.

Таблиця 1

Область застосування методів визначення місць ушкодження кабельних робіт

Вид ушкодження	Напруга пробою, В	Перехідний опір у місці ушкодження, Ом	Метод визначення	
			Зони ушкодження	Точного місця ушкодження
Замикання жили на землю	Від нуля до іспитової	0-40	Імпульсний, петлевий	Індукційний метод накладної рамки
		40-200	Імпульсний, коливального розряду, петлевий	Акустичний
		200-5000	Коливального розряду, петлевий	Акустичний
Замикання жил між собою або на землю в одному місці		0-40	Імпульсний, петлевий (при наявності цілої жили)	Індукційний
		40-200	Імпульсний, коливального розряду	Індукційний, акустичний
		200-5000	Коливального розряду	Те ж
		0-200	Імпульсний	Акустичний (з попереднім руйнуванням містка)
Подвійне замикання на землю в різних місцях		200-5000	Петлевий, коливального розряду	Те ж
Обриви жил без замикання на землю		При напрузі до іспитової немає пробою	Вище 10 ⁶	Імпульсний, ємнісний, коливального розряду
Обриви жил із замиканням на землю	Менше іспитової	0-200	Імпульсний	Індукційний
Запливаючий пробій ізоляції		Вище 200	Коливального розряду	Акустичний
		Вище 10 ⁶	Те ж	Акустичний

Порядок і рекомендації щодо виконання роботи

1. Ознайомитися із принциповою електричною схемою лабораторної установки, зображеною на рис. 13.3.

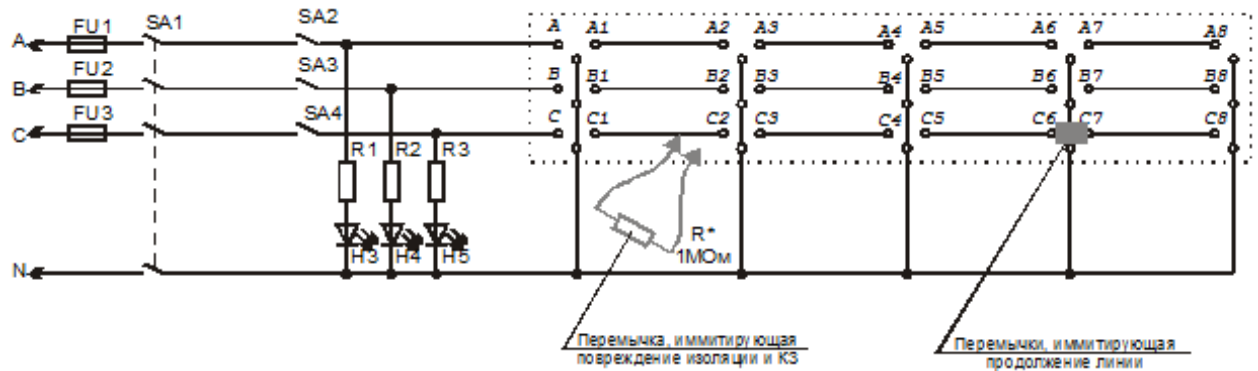


Рис.13.3. Схема електрична моделі кабельної лінії

2. За завданням викладача зібрати задану схему з пошкодженням кабелю (на моделі пошкодження ізоляції й КЗ у лінії імітується перемишкою, що містить резистор 1-2Ом; при КЗ лінії на землю - перемишкою з резистором 1-2МОм з'єднують фазу й нейтраль; при КЗ між лініями - перемишник з резистором 1-2МОм установлюють між фазами; обрив у лінії імітується відсутністю перемишки між ділянками кабелю).

Пошук обриву в лінії:

1. За завданням викладача зібрати схему з обривом у лінії. Попередньо проводиться перевірка лінії на обрив: для цього всі лінії на кінці кабелю поєднуються з нейтраллю й потім по черзі прозвонюються омметром (використовується тестер). Приклад див. рис. 13.4. Для ускладнення завдання для здобувачів допускається застосування перемишків зі схованим розривом з'єднувального проводу, тим самим візуально не можна виявити місце обриву й здобувачу необхідно виконати весь алгоритм вимірів для винесення висновку про місце пошкодження.

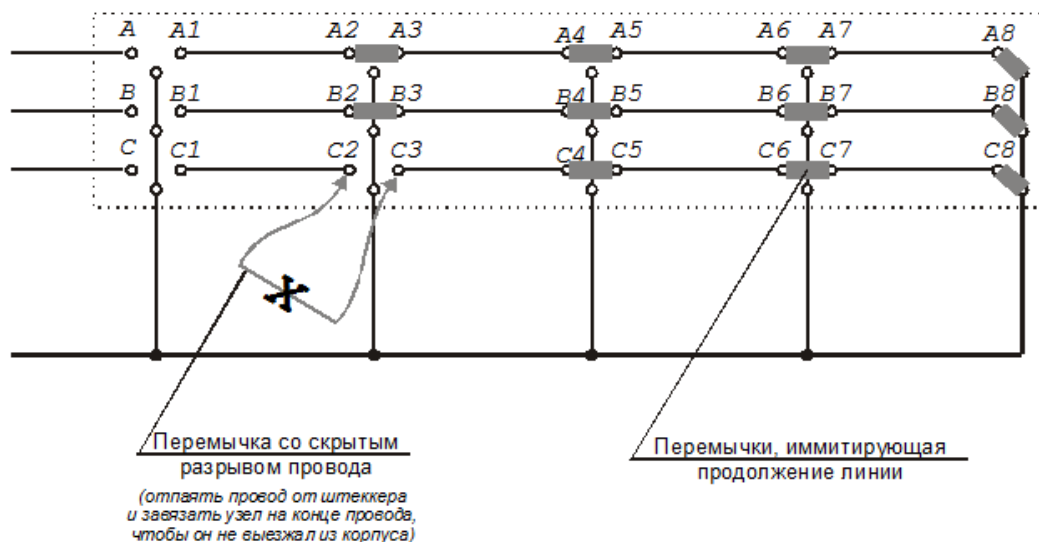


Рис.13.4. Схема перевірки обриву лінії (СТЕНД ВІДКЛЮЧЕНИЙ)

2. Після визначення лінії, що містить обрив, її вивід на кінці кабелю з'єднують із нейтраллю. Приклад див.рис.12.5.

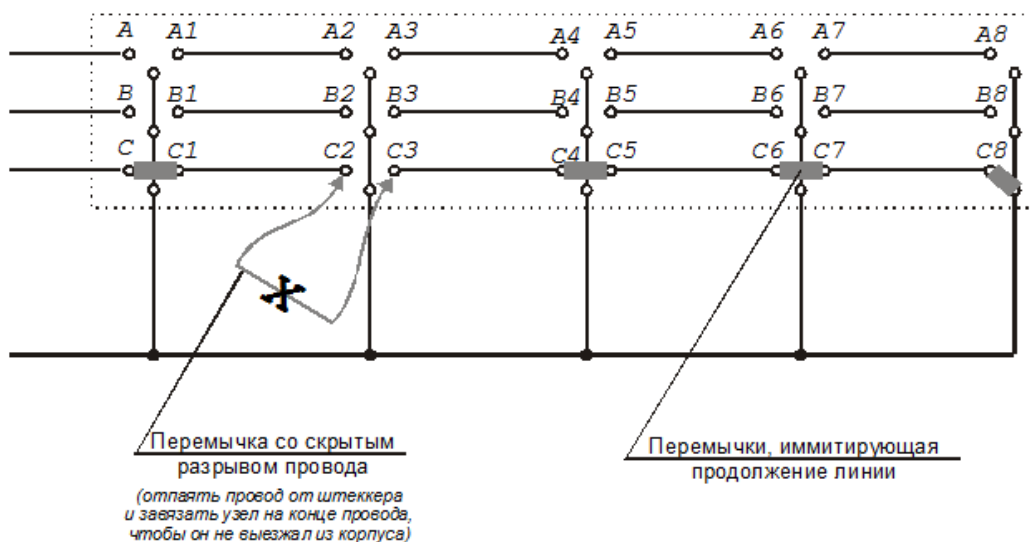


Рис. 13.5. Схема перевірки обриву лінії (СТЕНД ВКЛЮЧЕНИЙ)

3. Під'єднати стенд до мережі. Подати напруга на ввід пошкодженої лінії.

4. За допомогою датчика пошуку обривів кабелю зробити пошук місця обриву. Для цього підключити навушники до датчика через відповідне гніздо. Наблизити датчик до вводу лінії на якій присутня напруга на відстань до 5 мм – у навушниках буде чутний 50Гц «звук», який суттєво послабляється при наближенні до нейтрального проводу й відрізка лінії, з'єднаною з нейтраллю. Рухаючись уздовж лінії, але не торкаючись її, визначити місце, де відбувається різке зниження рівня звуку в навушниках. Це і є місце обриву.

Перевірка опору ізоляції й КЗ у лінії

1. Зробити перевірку опору ізоляції лінії. За завданням викладача зібрати схему моделі для перевірки кабельної лінії з ушкодженою ізоляцією. (на моделі ушкодження ізоляції й КЗ у лінії імітується перемичкою, що містить резистор 1-2МОм). Кінці ліній з'єднують із нейтраллю. Приклад див. рис. 13.6.

Виміряти опір ізоляції між лініями, лініями й землею (на моделі замість промислового мегометра застосовується цифровий тестер). Роботу проводять при відключеному живленні стенда.

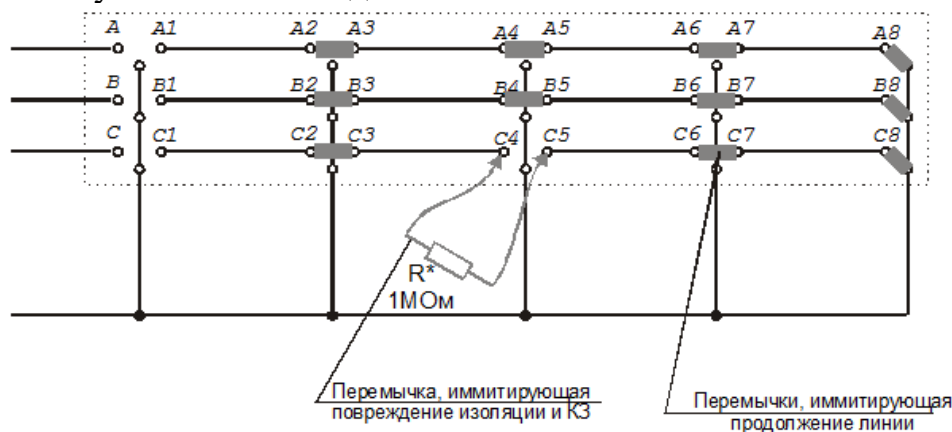


Рис. 13.6. Схема перевірки пошкодження ізоляції і КЗ лінії (СТЕНД ВІДКЛЮЧЕНИЙ)

2. Після виявлення ушкодженої лінії стенд підключають до мережі й на її вводу подають напругу. Приклад див. рис. 13.7.

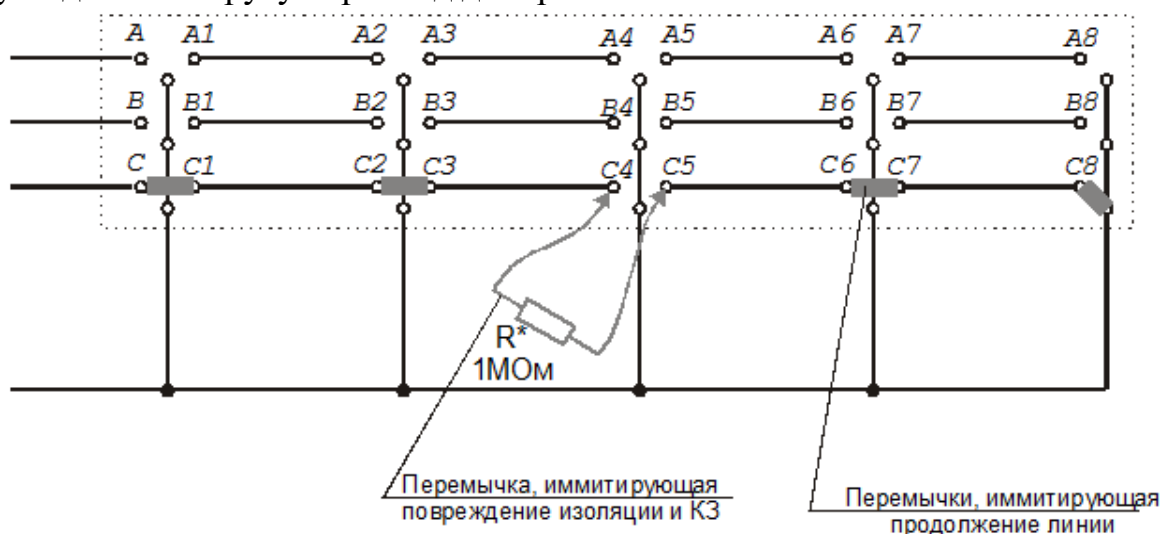


Рис. 13.7. Схема перевірки пошкодження ізоляції і КЗ лінії (СТЕНД ВІДКЛЮЧЕНИЙ)

3. За допомогою датчика пошуку обривів кабелю виконують пошук місця ушкодження. Для цього потрібно підключити навушники до датчика через відповідне гніздо. Наблизити датчик до вводу лінії на якому є напруга на відстань до 5мм – у навушниках буде чутний 50Гц звук, який суттєво послабляється при наближенні до нейтрального проводу й відрізка лінії, з'єднаному з нейтраллю. Рухаючись уздовж лінії, але не торкаючись її, потрібно визначити місце, де відбувається істотне зниження рівня звуку «тла». Це і є місце ушкодження.

Вказівки щодо оформлення звіту

Звіт до роботи має включати: мету роботи, короткий опис теоретичних основ методів визначення місць пошкодження в кабельних лініях, перелік використаного обладнання, опис методики проведення діагностики, покроковий опис виконаних дій, результати визначення місця пошкодження, аналіз отриманих даних, висновки щодо ефективності застосованих методів і рекомендації щодо усунення несправностей.

Контрольні питання

1. Яка мета визначення місць пошкодження в кабельних лініях?
2. Які основні методи використовуються для діагностики пошкоджень кабельних ліній?
3. Яке обладнання застосовується для виявлення місць пошкодження?
4. Як аналізуються результати випробувань для точного визначення місця пошкодження?
5. Які типові причини пошкоджень кабельних ліній і як їх можна попередити?
6. Які існують види несправностей кабельних ліній.
7. У чому суть «Плаваючого пробую».

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лут М. Т. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК / Лут М. Т., Мірошник О. В., Трунова І. М. - Харків : Факт, 2018. - 438 с.
2. Мірошник О. В. Організація технічної експлуатації енергетичного устаткування підприємств АПК / О. В. Мірошник, І. М. Трунова. - Харків : ПП ЧЕРВЯК, 2019. - 128 с.
3. Лут М. Т. Організація і планування технічного обслуговування та ремонту електрообладнання сільськогосподарських підприємств / Лут М. Т., Хоменко І. В., Хоменко Ю. І. -К. : НАУ, 2017. - 59 с.
4. Основи технічної експлуатації енергообладнання та засобів керування. Конспект лекцій для студентів 4 та 2 с.т. курсу спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «Бакалавр» / В.О.Кравченко, Т.С.Вольвач, Г.А.Тимошенко. - Суми, СНАУ, 2023. – 112 с.
5. Єрмолаєв, С. О., Яковлев, В. Ф. (2006). Експлуатація, і ремонт електрообладнання та засобів автоматизації. Київ: Урожай, 334 с.
6. Експлуатація електроустановок: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Г.Г. Півняк, А.В. Журахівський, Г.А. Кігель, Б.М. Кінаш, А.Я. Рибалко; Нац. гірн. ун-т, Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Д.: НГУ, 2005. - 446 с. - Бібліогр.: с. 438-440.
7. Буряк, В. М. Експлуатація електрообладнання систем електропостачання [Текст] : навчальний посібник / В. М. Буряк. – 2-ге вид., переробл. та випр. – Х. : Тимченко А.М., 2008. – 496 с.
8. Експлуатація кабельних ліній електропередачі: навч. посіб. / М.О. Головатюк, В.О. Леонтєв, В.А. Видмиш; Вінниц. нац. техн. ун-т. - Вінниця, 2009. - 108 с.
9. Трансформатори. Монтаж, обслуговування та ремонт: навч. посіб. / М.В. Принц, В.М. Цимбалістий. - Л.: Оріяна-Нова, 2007. - 184 с.
10. Савойський, О. Ю., Сіренко, В. Ф., Вольвач, Т. С., Сіренко, Ю. В. (2024). Підвищення надійності районних трансформаторних підстанції за рахунок орнітологічного захисту ліній електропередачі. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету: наукове фахове видання, 24, Т.2, 130-139. <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2024-24-2-11>.
11. Савойський, О. Ю., Фандікова, Л. С. Способи підвищення надійності роботи районних трансформаторних підстанції. Технології XXI сторіччя: Збірник тез за матеріалами 29-ої міжнародної науково-практичної конференції. (Ч2, с. 81-82), 20-22 листопада, 2023, Суми, Україна, СНАУ.
12. Савойський, О. Ю., Клімак, М. С. (2022). Аналіз аварійних відключень живлячих повітряних ліній 110 кВ районної трансформаторної підстанції. Технології XXI сторіччя: Збірник тез за матеріалами 28-ої міжнародної науково-практичної конференції (23-25 листопада 2022 р.). Ч.2. – Суми: СНАУ, 139-140.
13. Савойський, О. Ю., Клімак, М. С. (2022). Аналіз можливих причин пошкоджень високовольтних ліній електропередачі. Технології XXI сторіччя:

Збірник тез за матеріалами 28-ої міжнародної науково-практичної конференції (23-25 листопада 2022 р.). Ч.2. – Суми: СНАУ, 150-151.

14. Савойський, О. Ю., Руденко, Д. М. Щодо необхідності здійснення моніторингу якості електроенергії в мережах 0,4 кВ. Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції, Ч.2. (с. 67–68). 21-23 жовтня, 2024. Суми: СНАУ

15. Крекотень, О. А., Савойський, О. Ю., Лисенко, В. В. Використання автоматизованих систем моніторингу силових трансформаторів для підвищення надійності роботи знижувальних підстанцій. Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції, Ч.2. (с. 92–93). 21-23 жовтня, 2024. Суми: СНАУ

16. Савойський, О. Ю., Шевель, О. Є., Лисенко, В. В. Використання дронів при виконанні експлуатаційних робіт на ПЛ 6/10 та 0,4 кВ. Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції, Ч.2. (с. 94–96). 21-23 жовтня, 2024. Суми: СНАУ

17. Основи технічної експлуатації енергообладнання та засобів керування. Конспект лекцій для студентів 4 та 2 с.т. курсу спеціальності 141 "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «Бакалавр» / В.О.Кравченко, Т.С.Вольвач, Г.А.Тимошенко. - Суми, СНАУ, 2023. – 112 с.

18. Експлуатація і ремонт електротехнічного обладнання. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 3 «Дефектація трифазного асинхронного електродвигуна» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2017. – 15 с.

19. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання, станом на 21.08.2017).

20. Сіренко, В. Ф., Лисенко, В. В., Майборода, В. Г. Автоматизовані системи контролю та діагностики силових трансформаторів. Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції, Ч.2. (с. 69–70). 21-23 жовтня, 2024. Суми: СНАУ

21. Сіренко, В. Ф., Лисенко, В. В., Майборода, В. Г. Аналіз методів діагностування та моніторингу стану силових трансформаторів. Інноваційні технології в Індустрії 5.0: Збірник тез за матеріалами 30-ої міжнародної науково-практичної конференції, Ч.2. (с. 85–87). 21-23 жовтня, 2024. Суми: СНАУ

Додаток А

**Відомість дефектів асинхронного трифазного електродвигуна з
короткозамкнутим ротором**

Замовник _____

Дата надходження замовлення «_____» _____ 20__р.

1. ПАСПОРТ ДВИГУНА

- | | |
|------------------------------|--|
| 1. Тип _____ | 7. Частота обертання вала _____ об/хв. |
| 2. 3ф, 50 Гц _____ | 8. К.К.Д. _____ |
| 3. З'єднання обмоток _____ | 9. Cosφ _____ |
| 4. Напруга _____ В | 10. Режим роботи _____ |
| 5. Номінальний струм _____ А | 11. Клас ізоляції _____ |
| 6. Потужність _____ кВт | 12. Ступінь захисту _____ |

2. ТЕХНІЧНІ ДАНІ

1. Обмір стали статора

- 1) Зовнішній діаметр, D_3 _____ мм.
- 2) Внутрішній діаметр, D_{BH} _____ мм.
- 3) Повна довжина осердя _____ мм.
- 4) Число пазів статора, _____
- 5) Форма і розмір паза, N _____
- 6) Повітряний проміжок _____ мм.

2. Дані обмотки статора

- 1) Тип обмотки _____
- 2) Число котушкових груп _____
- 3) Кроки обмотки, Y_1 , та інші _____
- 4) Число пазів на полюс і фазу _____
- 5) Число провідників у пазу, N_{ef} _____
- 6) З'єднання котушкових груп _____
- 7) Марка і розмір проводу _____
- 8) Виліт лобових частин _____ мм.

3. РОТОР

1. Діаметр, Др _____ мм
2. Довжина сталі _____ мм
3. Тип обмотки _____
4. Число пазів ротора _____

4. МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

1. Стан корпусу _____

2. Стан вала _____

3. Стан кришок і підшипникових щитів _____

5. ВИЯВЛЕНІ ДЕФЕКТИ

6. ВИСНОВОК ПРО РЕМОНТ

Дефектацію проводив _____
(підпис)

«_____» _____ 20____ р.

Савойський Олександр Юрійович
Сіренко Віктор Федорович
Вольвач Тетяна Сергіївна
Лисенко Віта Василівна

Основи технічної експлуатації енергообладнання та засобів керування

Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт

Суми, РВВ, Сумський національний аграрний університет, вул.Г. Кондратьєва,160

Підписано до друку: січень 2025 р.	Формат А5:	Гарнітура Times New Roman
Тираж: ____ примірників	Замовлення _____	Ум. друк. арк. 2,5
