

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Електроенергетика і автоматизація»

**ЕКСПЛУАТАЦІЯ І РЕМОНТ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНОГО
ОБЛАДНАННЯ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 2

«Випробування трифазного силового трансформатора після ремонту»

для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»

зі спеціальності 141

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

денної форми навчання

Мелітополь, 2017

УДК 631.171:621.3:378.141

Експлуатація і ремонт електротехнічного обладнання. Методичні вказівки до лабораторної роботи № 2 «Випробування трифазного силового трансформатору після ремонту» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». - Таврійський державний агротехнологічний університет, 2017. – 21 с.

Розробники: к.т.н., ст. викл. Чебанов А.Б.

асистент Адамова С.В.

асистент Дубініна С.В.

Рецензент:

– к.т.н., доцент Квітка Сергій Олексійович, Таврійський державний агротехнологічний університет

Розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри електроенергетики і автоматизації.

Протокол № _ від « _____ » 201_ р.

Затверджено методичною комісією Енергетичного факультету.

Протокол № _ від « _____ » 201_ р.

ЗМІСТ

Вступ	4
Основні правила техніки безпеки при виконання лабораторних робіт	5
Мета роботи	7
1 Програма роботи	7
2 Вказівки по підготовці до лабораторної роботи	8
3 Основні теоретичні положення і вказівки по виконанню	8
4 Вказівки щодо оформлення звіту	16
5 Контрольні питання	16
6 Список літератури	17
7 Критерії оцінювання лабораторної роботи	17
Додаток А	18
Додаток Б	21

ВСТУП

Навчальна дисципліна „Експлуатація і ремонт електротехнічного обладнання” є профільною навчальною дисципліною зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» у вищих аграрних закладах освіти II – IV рівнів акредитації при підготовці здобувачів ступеня вищої освіти „Бакалавр”.

Лабораторні роботи є одним з основних видів навчальних занять студентів при вивченні курсу «Експлуатація і ремонт електротехнічного обладнання». Лабораторні роботи проводяться в спеціалізованій лабораторії кафедри «Електроенергетика і автоматизація» в ауд. 1.019.

Основними навчальними цілями і задачами лабораторних робіт є:

- безпосереднє практичне вивчення 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 дисципліни «Експлуатація і ремонт електротехнічного обладнання»;

- 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.

Цілі та завдання окремих лабораторних робіт курсу визначені в даних Методичних вказівках в кожній конкретній роботі. Найважливішою умовою ефективності лабораторних робіт за курсом є обов’язкова самопідготовка студентів до кожної роботи і ясне розуміння її цілі, змісту і методики виконання.

Основні правила техніки безпеки при виконанні лабораторних робіт

Учбово-лабораторні стенди в лабораторії 1.019 відносяться до діючих електроустановок, окремі елементи яких перебувають під напругою 220 В змінного струму. Тому під час занять у лабораторії 1.019 студенти повинні суворо дотримувати вимог Правил з техніки безпеки.

1. Студенти, 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. Студенти, які не пройшли інструктаж з техніки безпеки до лабораторних робіт не допускаються.

2. Перед початком роботи всі студенти повинні ретельно ознайомитися із схемою електропостачання лабораторій 1.019 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 на силовому щитку 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 перетину, 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 щитків і пунктів 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 досліду 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 1.019 пожежі необхідно відключити лабораторну установку за допомогою автоматичного вимикача ввідної силової зборки 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 студенти які порушили Правила техніки безпеки, піддаються адміністративному стягненню. Студенти 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 №2

ВИПРОБУВАННЯ ТРИФАЗНОГО СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА ПІСЛЯ РЕМОНТУ

Мета роботи

Засвоєння методики випробування силових трансформаторів після ремонту. Придбання практичних навичок випробування трансформаторів і оформлення протоколів випробування.

1 Програма роботи

1.1 Ознайомитися з обладнанням і приладами на робочому місці і записати їх паспортні дані і технічну характеристику.

1.2 Виміряти опір ізоляції обмоток ВН і НН трансформатора. Ознайомитися з методикою випробування електричної міцності ізоляції обмоток ВН і НН і трансформаторної оливи.

1.3 Визначити омичні опори обмоток трансформатора при різному положенні перемикача відгалужень обмоток.

1.4 Перевірити значення коефіцієнта трансформації трансформатора при різному положенні перемикача відгалужень.

1.5 Перевірити групу з'єднання обмоток трансформатора при необхідності.

1.6 Визначити розмір струму і втрат холостого ходу трансформатора.

1.7 Визначити розмір напруги і втрат короткого замикання трансформатора.

1.8 Оформити Протокол випробування трифазного силового трансформатора.

2 Вказівки по підготовці до лабораторної роботи

2.1 Вивчити матеріал, що стосується методів випробування трифазних силових трансформаторів [1-6].

2.2 Відповісти на контрольні питання до даної роботи.

3 Основні теоретичні положення

3.1 Ознайомлення з обладнанням і приладами на робочому місці.

Перед випробуванням трансформатора необхідно ознайомитися з обладнанням і вимірювальними приладами на робочому місці. Провести зовнішній огляд трансформатора, і переконатися у відсутності ушкоджень і необхідності складання трансформатора. Записати паспортні дані випробуваного трансформатора і технічні характеристики вимірювальних приладів.

3.2 Вимір опору ізоляції обмоток ВН і НН трансформатора.

Опір ізоляції обмоток вимірюється в загальному випадку мегомметром напругою 2500 В. Для силових трансформаторів із номінальною потужністю до 630 кВА припускається застосування мегомметра з напругою 500 і 1000 В з межею виміру 1000 МОм. Опір ізоляції вимірюється при температурі верхніх прошарків масла не менше +10С. Перед виміром потрібно випробувану обмотку підключити до контуру заземлення на час не менше 2 хвилин [4]. Відповідно до [4] контроль опору ізоляції по мегомметру варто робити двічі: через 15 с (R_{15}) і 60 с (R_{60}) із початку виміру. Ступінь зволоження ізоляції характеризується коефіцієнтом абсорбції обмоток трансформації, що визначається відношенням

$$K_{60} = \frac{R_{60}}{R_{15}}. \quad (3.1)$$

Коефіцієнт абсорбції повинний бути при температурі обмоток 20-30⁰ С не нижче 1,3.

3.3 Випробування електричної міцності ізоляції обмоток трансформатора.

Випробування здійснюють двома методами:

- підвищеною прикладеною напругою нормальної частоти для випробування головної ізоляції;
- напругою, індукованою у самому трансформаторі для випробування в основному повздовжньої ізоляції трансформатора.

При випробуванні по першому способу спочатку випробовують обмотку НН, а потім обмотку ВН. Напругу підвищують поступово, спочатку від нуля до 40%, із довільною швидкістю і потім плавно зі швидкістю 3% напруги в 1 секунду.

Регулюючий пристрій установлюють на низькій стороні випробуваного трансформатора (регулювальний автотрансформатор, потенціал-регулятор і т.д.). Потужність випробувального трансформатора не повинна бути менше 1 %, потужності випробовуваного трансформатора.

Підвищену напругу витримують протягом 1 хв., потім напругу плавно знижують протягом 5с. до значення 25-30%, після чого її відключають. Випробування підвищеною прикладеною напругою роблять при температурі верхніх прошарків олії близько 20°C і не раніш чим через 10-20 годин після заливання олії.

Вважається, що трансформатор витримав випробування, якщо під час випробування не відбулося пробою ізоляції, перекриття, виділення газів або диму, а також зниження випробувальної напруги.

Випробування повздовжньої ізоляції індукованою напругою проводиться в режимі холостого ходу шляхом подачі до виводів однієї з обмоток подвійної номінальної напруги при підвищеній частоті 100...400 Гц. Підвищена частота необхідна для того, щоб уникати надмірного збільшення струму, що намагнічує. Час випробування 1 хв. при частоті 100 Гц. Підняття і зниження випробувальної напруги проводяться плавно.

3.4 Випробування електричної міцності трансформаторного масла.

Для випробування масла використовуються спеціальні апарати або прилади, наприклад, типу АМИ-60.

Методика визначення електричної тривкості масла стандартизована. При цьому необхідно виконувати такі умови:

1) Використовуються латунні або мідні шліфовані напівсферичні електроди діаметром 25 мм.

2) Розрядний проміжок установлювати рівним 2,5 мм.

3) Випробуване масло необхідно брати в обсязі, достатньому для того, щоб рівень його був вище електродів на 15 мм.

4) Напруга піднімається зі швидкістю 1,0...1,5 кВ/с).

5) Використовуються цілком чисті і сухі судини та електроди. Після просочування забороняється торкатися їхньої внутрішньої поверхні.

6) Проба масла береться в абсолютно чистий і сухий скляний або алюмінієвий посуд, закривається корковою або скляною притертою пробкою. При взятті проби спочатку дають стекти деякій кількості масла, щоб видалити відстій.

7) Робиться 6 пробів, перший із яких не враховується при розрахунку середнього значення пробивної напруги.

8) Момент пробою встановлюється по виникненню стійкої електричної дуги між електродами, а не по одиничному виникненні іскор.

Відповідно до Інструкції з експлуатації трансформаторів, трансформаторне масло повинне задовольняти встановленим нормам на пробивну напругу (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 - Норми на пробивну напругу трансформаторного масла

Номінальні напруги трансформаторів, кВ	Напруга пробою не менше кВ	
	свіже масло	експлуатаційне масло
До 10 кВ	35	20
Від 11 до 35 кВ	35	25
Від 35 до 220 кВ	40	35

3.5 Вимір омичного опору обмоток трансформаторів.

Для виміру омичного опору обмоток при контрольних випробуваннях силових трансформаторів звичайно використовується метод амперметра і вольтметра на постійному струмі. Опір постійному струму вимірюють для всіх доступних відгалужень обмоток. Для запобігання нагрівання обмотки і внесення помилок у результати виміру, струм при вимірі не повинний перевищувати 20% номінального струму обмотки. При наявності виведеної нейтралі (нуля), виміри виконуються між фазовим виводом і нульовим. При вимірі між лінійними виводами значення фазних опорів визначаються по формулі:

$$R_{\phi} = \frac{R_{\text{л}}}{2} - \text{при з'єднанні обмоток за схемою зірка,}$$

$$R_{\phi} = \frac{3}{2} R_{\text{л}} - \text{при з'єднанні за схемою трикутник,}$$

де $R_{\text{л}}$, R_{ϕ} - лінійні і фазні опори обмоток.

Результати вимірів опорів обмоток заносяться у відповідну таблицю Протоколу випробувань (див. Додаток А). Значення омичних опорів обмоток ВН і НН трансформатора можуть бути також виміряні за допомогою вимірювального моста постійного струму або приладами, які називаються омметрами. Результати виміру вважаються задовільними, якщо фазні значення опору однієї і тієї ж обмотки відрізняються друг від друга не більш ніж на $\pm 5\%$ або відповідно до ПТЕ, не більш $\pm 2\%$ від розрахункового.

3.6 Визначення коефіцієнта трансформації.

Варто розрізняти коефіцієнт трансформації трансформатора K і лінійний або експлуатаційний коефіцієнт трансформації $K_{\text{л}}$. Коефіцієнт трансформації трансформатора визначається як відношення числа витків обмотки ВН до числа витків обмотки НН. Або, що теж саме, відношення фазних значень ЕРС обмоток ВН і НН.

Таким чином,

$$K = \frac{W_{ВН}}{W_{НН}} = \frac{E_{\phiВН}}{E_{\phiНН}}. \quad (3.2)$$

Отже, завжди $K \geq 1$.

Лінійний або експлуатаційний коефіцієнт трансформації визначають як відношення лінійного значення напруги обмоток ВН і НН незалежно від схеми з'єднання обмоток, тобто

$$K_{л} = \frac{U_{лВН}}{U_{лНН}}. \quad (3.3)$$

Рекомендується для визначення коефіцієнта трансформації підводити до обмотки ВН знижену напругу, але не менше 2 % від номінального значення. Результати вимірів і розрахунків заносяться у відповідну таблицю “Відомості випробувань”. Припускається відхилення обмірюваного коефіцієнта трансформації від розрахункового не більш $\pm 1\%$ для трансформаторів із коефіцієнтом трансформації 3 і менше і не більш $\pm 0,5\%$ для всіх інших трансформаторів.

3.7 Визначення групи з'єднання обмоток трансформатора.

Група з'єднання обмоток трансформатора визначається по куту зсуву по фазі між векторами лінійних напруг або ЕРС обмоток ВН і НН.

Група з'єднання трансформатора залежить від схеми з'єднання обмоток ВН і НН і маркірування виводів обмоток. За одиницю кута зсуву по фазі приймається кут у 30 град. Всього можливо 12 груп з'єднання обмоток трансформаторів, проте практично стандартизовані лише нульова - 0 і одинадцята - II.

Група з'єднання обмоток силових трансформаторів визначається по наступній методиці.

Виводи “А” і “а” обмоток ВН і НН за допомогою провідника з'єднують електрично. До обмотки ВН підводиться трифазна симетрична напруга, звичайно 100-200 В. Потім вольтметром роблять ряд вимірів значень напруг між відповідними виводами обмоток ВН і НН відповідно до таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Дані вимірів значень напруг між відповідними виводами обмоток ВН і НН

U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{ab}	U_{bc}	U_{ca}	U_{Bb}	U_{Bc}	U_{Cc}	U_{Cb}
В	В	В	В	В	В	В	В	В	В

Значення напруг у таблиці 3.2 порівнюють із так званою, умовною або розрахунковою напругою, розрахованою по формулі

$$U_{умов} = U_{лін} \sqrt{K^2 + 1}, \quad (3.4)$$

де $U_{лін}$ - лінійна напруга на виводах обмотки НН, наприклад, U_{ab}

Далі за допомогою спеціальної таблиці, фрагмент якої поданий в таблиці 3.3, порівнюють ряд виміряних значень напруги із $U_{умов}$

Таблиця 3.3 - Умови порівняння напруг і визначення групи з'єднання обмоток трансформатора.

Група з'єднання обмоток	Зсув по фазі	Схема з'єднання обмоток	Виміряні напруги			
			Вв	Вс	Сс	Св
0	0^0	Y/Y; Δ/Δ ; Δ/Z	м	м	м	м
11	330^0	Y/ Δ ; Δ/Y ; Y/Z	м	м	м	р

Виміряні напруги можуть бути більше (б), рівними (р) або менше (м) $U_{умов}$. По рядку таблиці 3.3, у якому виконуються умови порівняння напруг, і визначається група з'єднання обмоток трансформатора.

3.8 Вимір втрат і струму холостого ходу.

Струм і втрати холостого ходу визначають за даними дослідження холостого ходу трансформатора. При цьому до обмотки НН підводять номінальну напругу, практично синусоїдальну і симетричну. Лінійні напруги не повинні відрізнятися від середньоарифметичного значення більш ніж на $\pm 4,5\%$.

Схема проведення досліду наведена на рисунку 3.1. Результати вимірів заносяться в таблицю 3.4.

Таблиця 3.4 – Експериментальні та розрахункові дані досліду холостого ходу

U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}	U_0	I_{0A}	I_{0B}	I_{0C}	I_0	P_{0A}	P_{0B}	P_{0C}	P_0	$\cos \varphi_0$
В	В	В	В	А	А	А	А	Вт	Вт	Вт	Вт	-

В таблиці:

$$P_0 = P_{0A} + P_{0B} + P_{0C}, \quad (3.5)$$

$$I_0 = \frac{I_{0A} + I_{0B} + I_{0C}}{3}, \quad (3.6)$$

$$U_0 = \frac{U_{0A} + U_{0B} + U_{0C}}{3}. \quad (3.7)$$

Відповідно до ГОСТ 11677-85, потужність втрат холостого ходу при номінальній напрузі приймається за магнітні втрати трансформатора і відносяться до постійних втрат активної потужності в трансформаторі при роботі. Результати вимірів вважаються задовільними, якщо сила струму холостого ходу не перевищує більш ніж на 30% нормоване значення, а втрати не більш ніж на 15%.

3.9 Перевірка напруги і втрат короткого замикання.

Напругу і втрати короткого замикання визначають за даними короткого замикання силового трансформатора. У досліді к.з. обмотки НН замикаються накоротко. До обмотки ВН підводиться істотно знижена напруга, наприклад, від трифазного автотрансформатора або індукційного трансформатора. Дослід проводиться за схемою на рисунку 3.2. Напруга, що підводиться до первинної обмотки трансформатора, при якій в досліді к.з. по обмоткам трансформатора буде протікати номінальний струми, називається напругою к.з. трансформатора.

Результати вимірів у досліді к.з. при $I_k = I_n$, заносяться в таблицю 3.5.

Таблиця 3.5 - Експериментальні та розрахункові дані досліді короткого замикання

U_{AB}	U_{BC}	U_{AC}	U_k	I_{kA}	I_{kB}	I_{kC}	I_k	P_{kA}	P_{kB}	P_{kC}	P_k
В	В	В	В	А	А	А	А	Вт	Вт	Вт	Вт

Відповідно до ГОСТ 11677-85, у якості електричних втрат у трансформаторі приймається потужність короткого замикання в досліді к.з. при $I_k=I_n$. Електричні втрати в трансформаторі відносять до змінних втрат.

Відповідно до ГОСТ 3484-77, припускається відхилення від норм значення напруги і втрат короткого замикання не більш ніж на $\pm 10\%$.

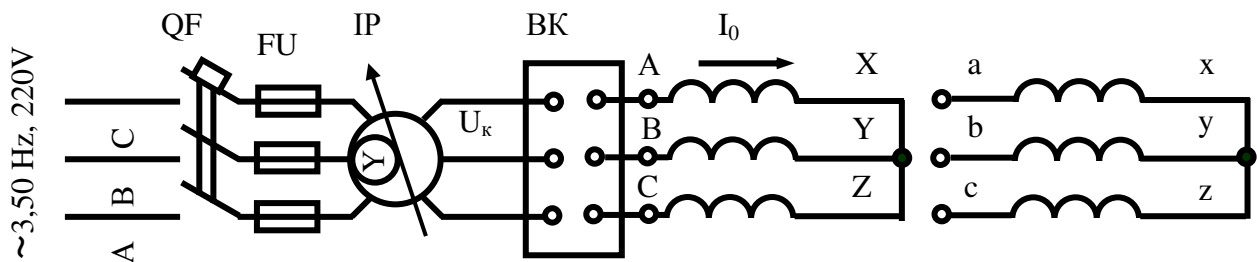


Рисунок 3.1. - Принципова електрична схема для визначення струму і втрат холостого ходу трансформатора

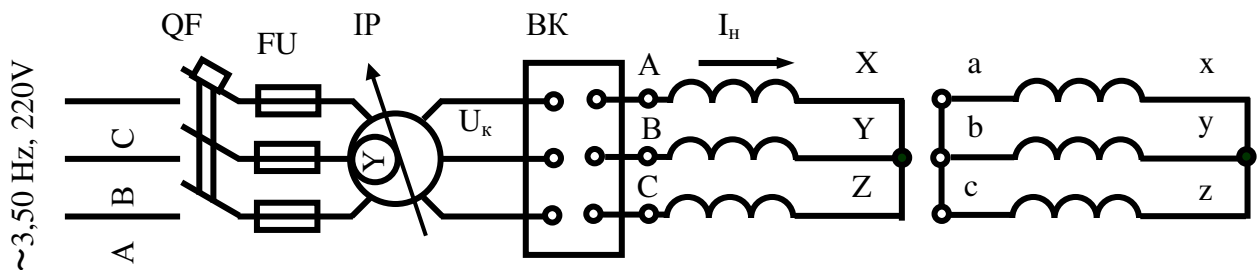


Рисунок 3.2. - Принципова електрична схема для визначення напруги і втрат короткого замикання трансформатора

4 Вказівки щодо оформлення звіту

4.1 Звіт по роботі оформляється на спеціальному бланку. У звіті приводяться електричні схеми проведених випробувань при випробуванні силового трансформатора і дані вимірів у виді таблиць.

4.2 За результатами випробувань силового трансформатора оформляється Протокол випробувань установленої форми, що додається до звіту по даній роботі (див. Додаток А).

4.3 За результатами випробувань силового трансформатора зробити висновки.

5 Контрольні питання

5.1 Назвіть об'єм контрольних випробувань силових трансформаторів після ремонту.

5.2 Як вимірюється омичний опір обмоток силового трансформатора?

5.3 Що називається коефіцієнтом трансформації трансформатора і як його визначити дослідним шляхом?

5.4 Що розуміється під групою з'єднання обмоток трансформатора?

5.5 Поясніть методику дослідного визначення групи з'єднання обмоток трансформатора за даними вимірів напруги на затискачах обмоток трансформатора.

5.6 В чому полягає методика випробування електричної міцності ізоляції обмоток трансформатора?

5.7 Які вимоги і в чому полягає методика випробування електричної міцності трансформаторного масла?

5.8 Як визначається значення струму і втрат холостого ходу трансформатора?

5.9 Як визначається значення напруги і втрат короткого замикання трансформатора?

5.10 Які групи з'єднання обмоток трифазних силових трансформаторів стандартизовані?

5.11 Що називається напругою к.з. силового трансформатора і приблизна його величина в %?

5.12Що розуміється під лінійним або експлуатаційним коефіцієнтом трансформації трансформатора?

6 Список літератури

6.1 Пястолов А.А. Монтаж, експлуатація и ремонт електрооборудования / А.А. Пястолов, А.А. Мешков, А.Л. Вахрамеев. - М.: Колос, 1981. - 355 с.

6.2 Пястолов А.А. Практикум по монтажу, эксплуатации и ремонту электрооборудования / А.А. Пястолов, А.А. Попков и др. - М.: Колос, 1976. - 223 с.

6.3 Девятков А.Ф. Ремонт электросилового электрооборудования / А.Ф. Девятков, С.А. Пискунов и др. - М.: Колос, 1971. - 294 с.

6.4 ГОСТ 11677-85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. - М.: Издательство стандартов, 1986.

6.5 ГОСТ 3484-77. Трансформаторы силовые. Методы испытания. - М.: Издательство стандартов, 1977.

6.6 Конспект лекцій по дисциплінах “Електричні машини” і “Експлуатація і ремонт електротехнічного обладнання”.

7 Критерії оцінювання лабораторної роботи

Роботи оцінюються шляхом тестування за допомогою тестових завдань або усних відповідей наприкінці заняття.

1,0 бали - відпрацювання кожної роботи, оформлення та захист звіту, де 50% правильних відповідей;

1,3 бали - відпрацювання кожної лабораторної роботи, оформлення та захист звіту, де 60 - 70% правильних відповідей;

1,6 бали - відпрацювання кожної лабораторної роботи, оформлення та захист звіту, де 75 - 85% правильних відповідей;

2,0 бали - відпрацювання кожної лабораторної роботи, оформлення та захист звіту, де 90 - 100% правильних відповідей.

Перескладати лабораторні роботи можна тільки один раз.

Додаток А
(Обов'язковий)

Протокол випробування трифазного силового трансформатора

Таврійський державний агротехнологічний університет
Кафедра електроенергетики і автоматизації

Протокол

випробування трифазного силового трансформатора
«_____» _____ 20__ р.

місце проведення огляду _____

Замовник, його адреса _____

Паспортні дані силового трансформатора :

завод-виробник _____ рік виготовлення _____
тип _____ заводський № _____
потужність _____ кВА інвентарний № _____
напруга к.з., % _____ група з'єднання _____
струм х. х., % _____ схема з'єднання _____
втрати: P_0 _____ Вт P_k _____ Вт

Номінальна напруга		Номінальний струм	
ВН _____	вольт	ВН _____	ампер
НН _____	вольт	НН _____	ампер

Результати випробування:

1. Вимір опору ізоляції обмоток і визначення ступеня зволоження

Найменування виміру	Обмотка ВН-корпус	Обмотка НН-корпус	Між обмотками
Опір ізоляції, МОм			
R_{15}			
R_{60}			
$K_{абс.}$			

Температура верхніх шарів масла _____⁰С. Іспит проводився мегомметром типу _____ заводський № _____ на напругу _____ вольт.

Висновок за ступенем зволоження _____

2. Випробування електричної міцності ізоляції

Найменування виміру	Обмотка ВН – НН+корпус	Обмотка НН – ВН+корпус	Корпус – обмотка НН+ВН	Час випробування, хвилин
Величина випробувальної напруги, кВ				

Висновок _____

3. Вимір опору обмоток постійному струму

Найменування обмотки	Фази	Опір при положенні перемикача					Опір приведен. до 75 ⁰ С	Метод випробування	Похибка, %
		I	II	III	IV	V			
обмотки ВН	АВ								
	ВС								
	АС								
обмотки НН	ав								
	вс								
	ас								

4. Перевірка коефіцієнта трансформації

Фази	Положення перемикача	Напруга, В		Коефіцієнт трансформації		Похибка, %
		Обмотки ВН	Обмотки НН	Вимірюваний	Розрахунковий	
АВ, ав	I					
ВС, вс						
АС, ас						

5. Перевірка групи з'єднань обмоток

U_{AB}	U_{BC}	U_{CA}	U_{ab}	U_{bc}	U_{ca}	U_{Bb}	U_{Bc}	U_{Cc}	U_{Cb}	K_L	$U_{умов}$	Група з'єднань
В	В	В	В	В	В	В	В	В	В	-	В	

6. Перевірка струму і втрат холостого ходу

Найменування виводів фаз	Напруга		Струм		Потужність		Похибка, %		$\cos \varphi_0$
	U_L	U_0	I_L	I_0	$P_{вт}$	P_0	P_0	I_0	
А-В									
В-С									
С-А									

7. Перевірка напруги та втрат короткого замикання

Найменування виводів фаз	Напруга		Струм		Потужність		Похибка, %	
	U_L	U_K	I_L	I_K	$P_{вт}$	P_K	U_K	P_K
А-В								
В-С								
С-А								

ВИСНОВОК _____

Протокол складений «_____» _____ 20__р.

Випробування проводив _____ підпис _____ ПІБ _____

Додаток Б
(Обов'язковий)

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО АРКУША ЗВІТУ
ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра «Електроенергетика і
автоматизація»

ВИПРОБУВАННЯ ТРИФАЗНОГО СИЛОВОГО
ТРАНСФОРМАТОРА ПІСЛЯ РЕМОНТУ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

з дисципліни «Експлуатація і ремонт електротехнічного обладнання»

ЗВІТ

Студент 31-ЕЕ групи

(підпис)

Сидоров В. І.

П.І.Б.

Службові примітки

Роботу захищено з оцінкою _____

Викладач _____

(підпис)

П.І.Б.

Мелітополь, 20__ р.

