**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА**

**Вимірювання температур та перевищень**

**температур елементів устаткування**

**Мета роботи:** засвоїти методи вимірювання температур та перевищення температур окремих елементів і вузлів електроустаткування, яке застосовують в експлуатації

**КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Під час роботи електричних машин, трансформаторів, повітряних і кабельних ліній та іншого електроустаткування виникають втрати електричної енергії, які перетворюються в теплову енергію. Вона підвищує температуру обмоток сталевого осердя, струмоведучих частин контактів і розсіюється в довкілля. Нагрівання електроустаткування є головною причиною теплового старіння ізоляції, що призводить до скорочення номінального терміну експлуатації електроустаткування, який становить (15–20) років.

Нормативними документами встановлені допустимі температури нагрівання струмоведучих частин апаратів (вимикачів, роз’єднувачів, віддільників, контактів, кабелів, проводів повітряних ліній, трансформаторних мастил). За розрахункову температуру довкілля прийнята температура +35 0С, а для масел трансформаторів +40 0С.

В експлуатації контроль за нагріванням електроустаткування здійснюється **термометрами опору** та **термопарами**.

**Метод термометра:** застосовується для температур доступних поверхонь електроустаткування температур повітря електроприміщень. З цією метою використовують ртутні, спиртові та толуолові термометри. За необхідності передачі вимірювального сигналу на коротку відстань (до кількох метрів) використовуються термометри манометричного типу.

**Метод опору** оснований на зміні величини опору металевих провідників від їх температури.

При цьому **R1=R0(1+ *£*Q1)**,

аналогічно

**R2=R0(1+*£*Q2)**,

 де:

R0– опір провідника,0С;

R1 – опір провідника за температури довкілля Q1;

R2 – опір провідника за температури Q2;

*£* – температурний коефіцієнт опору, для мідних і алюмінієвих провідників ***£*=1/235**

Вирішуючи ці два рівняння відносно невідомої температури Q2, знаходимо:

**Q2= R2/R1(Q1+235) – 235**

Засобами дистанційного вимірювання температури обмоток, сталі та інших конструктивних вузлів електричних машин є термометри опору. Їх зразки представлені на стенді «Засоби термоконтролю устаткування», що знаходиться в лабораторії експлуатації електроустаткування електростанцій та електричних мереж**.** Реєструючою частиною термометрів опору є автоматичні електронні мости та логометри, шкала яких проградуйована в градусах Цельсія.

**Метод термопари** він заснований на термоелектричному ефекті, тобто залежності ЕРС в електричному колі від температури точок з'єднання двох різнорідних провідників. Термопари приєднують до вимірювальних приладів компенсаційного типу, потенціометрів постійного струму та автоматичних потенціометрів, шкала яких попередньо градуюється в градусах Цельсія.

За допомогою наведених засобів теплового контролю вимірюється температура обмоток та активної сталі статорів, підшипників, ущільнювачів, охолоджувачів (газу, дистильованої води) турбогенераторів і високовольтних електродвигунів, вводи в охолоджувачах та теплообмінниках .

Систематичний контроль за нагріванням контактів здійснюється:

* термоолівцями;
* термоолівцями – вказівниками багаторазової дії;
* термовказівниками разової дії (семафорними вказівниками);
* термосвічками;
* інфрачервоними радіометрами або тепловізорами.

**Коротка характеристика стендів лабораторної роботи**

Робота виконується на двох стендах. На першому стенді «Засоби термоконтролю устаткування» розміщені зразки термометрів опору і термопар які застосовуються для контролю температур окремих вузлів генераторів, синхронних компенсаторів, електродвигунів та іншого устаткування.

На другому стенді проводяться необхідні вимірювання. Опір мідного елемента стенда за температури 00С становить 53 Ом. Стенд має діючі вимірювальні температури, перемикач вимірювань, елементи звукової та світової сигналізації і органи управління.

**ВКАЗІВКИ З БЕЗПЕКИ ПРАЦІ**

1. Перед початком виконання роботи необхідно ознайомитись із інструкцією безпеки праці, яка є в лабораторії;
2. Без дозволу викладача не вмикати і не вимикати діючий стенд;
3. Під час виконання роботи не торкатися стенда струмоведучих частин;
4. Не скупчуватись біля діючого стенда і роботу зі стендом проводити окремими групами студентів, яких розподіляє викладач;
5. У випадку попадання людини під напругу негайно вимкнути стенд з електромережі.

**ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ РОБОТИ**

1. Ознайомитися з короткими теоретичними відомостями.
2. Вивчити зразки термометрів опору і термопар які є в лабораторії.
3. Виміряти початкову температуру Q1 стенда на момент виконання роботи.
4. Розрахувати опір R2 елемента стенда, що нагрівається при виміряній температурі Q1.
5. Увімкнути стенд в електромережу і увімкнути електронагрівання зразка устаткування стенда.
6. Виміряти температуру Q2 стенда під час спрацювання звукової та світлової сигналізації.
7. Розрахувати опір R2 за температури Q2 . Вирахувати відсотки зміни опору елемента стенда за період виконання роботи;
8. Дати відповіді на контрольні запитання та зробити висновки щодо проведеної роботи.

**ЗМІСТ ЗВІТУ**

1. Назва та мета роботи;
2. Короткі теоретичні відомості;
3. Описати у звіті зразки термометрів опору і термопар, які є в лабораторії, та межі їх застосування;
4. Навести у звіті значення температур Q1і Q2, розраховані значення R1 і R2 та відсотки зміни опору;
5. Дати відповіді на контрольні запитання та зробити висновки.

**КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ ДО ЗАХИСТУ ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ:**

1. Як впливає температура на термін роботи ізоляції?
2. На які класи поділяють ізоляційні матеріали їз нагрівання?
3. Як виміряти температуру обмотки статора працюючого турбогенератора?
4. Як виміряти температуру обмотки ротора працюючого трансформатора?
5. Як виміряти температуру масла працюючого трансформатора?
6. Як контролюється температура нагрівання контактних з'єднань?
7. Як контролюється температура струмоведучих частин?
8. На чому базується догляд за контактами?

**МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОБОТИ**

1. Методичні вказівки для виконання лабораторної роботи;
2. Стенд «Засоби термоконтролю устаткування»;
3. Діючий стенд «Термоконтроль електроустаткування», який живиться від електромережі напругою 220В.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА**

**Перевірка якості ізоляції обмоток електричного двигуна**

**Мета роботи:** набути практичні навички визначення опору ізоляції, визначити стан якості ізоляції електродвигуна та придатність його до роботи

**КОРОТКІ ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

Ізоляція є найважливою конструктивною частиною електроустаткування, яка безпосередньо визначає надійність його роботи. Основними показниками якості ізоляції є електрична та механічна міцність, тепло та вологість, а також теплопровідність. У процесі експлуатації ізоляція піддається електричному, механічному та тепловому впливам, які поступово знижують її первинні властивості.

В електричних машинах застосовується слоїста ізоляція різних класів. На неї найбільше впливає температура. При цьому в ізоляції з’являються пустоти, відбувається нерівномірне розподілення складу просочування ізоляції, знижується механічна міцність, у результаті чого з’являються тріщини в ізоляції. Це може призвести до теплового пробою ізоляції.

В електродвигунах також походить забруднення ізоляції парами і краплями масла з підшипників, що знижує її поверхневий опір і може призвести до пробою. Дуже знижує якість ізоляції поверхневе та внутрішнє зволоження, якщо ізоляція невологостійка.

До завдань експлуатації входить організація контролю за якістю ізоляції, яка дозволила б своєчасно виявляти небезпечні зміни, ще до виникнення її пошкодження.

Відповідно до галузевих керівниїх документів ГКД 34.20.302-2002 "Нормами випробування електрообладнання" встановленні наступні значення опору ізоляції:

* для електродвигунів напругою до 1000 В опір ізоляції між обмотками і кожної обмотки відносно корпусу при температурі від+10°С до +30°С має бути не менше 0,5 МОм;
* для електродвигунів напругою понад 1000 В опір ізоляції обмоток статора,
виміряний мегомметром через 60 с з моменту його ввімкнення за температури +75°С, має бути не менше значення знайденого за формулою

$R\_{60}\geq \frac{U}{1000+0,01∙Р}$**,**

 де:

U – номінальна напруга,В

Р – номінальна потужність, КВт

**Вимірювання опору ізоляції**

Вимірювання опору ізоляції проводиться мегомметром – приладом індукторного типу. Джерелом постійного струму є вмонтований в корпус мегомметра генератор з постійними магнітами, який обертається від електродвигуна.
 Вимірювачем опору служить логометр, тобто прилад, в якому протидія пружини замінена протидією обмотки, ввімкненої паралельно джерелу струму, що знижує вплив нерівномірності обертання.

Мегомметри індукторного типу виготовляються на напругу 500,1000 та 2 500 В. Крім того, виготовляються електронні мегомметри на напругу 1000 та 2500 В.

Під час вимірювання опору ізоляції мегомметром об'єкт має бути вимкненим, і з його провідників знімається залишковий заряд, шляхом короткочасного з'єднання їх з "землею". Затискач ***З*** мегомметра під час вимірювання опору головної ізоляції приєднується до заземленого корпусу, а затискач ***Л*** – до струмоведучих частин.

Під час вимірювання опору міжфазної ізоляції затискачі ***З*** і ***Л*** приєднуються до струмоведучих фаз, а затискач ***Е*** заземлюється. Потім рукоятка мегомметра приводиться в обертання з номінальною швидкістю 120 об/хв. Показання опору змінюється після того, як стрілка приладу займе стале положення.

Для високовольтних електродвигунів, крім вимірювання опору ізоляції по абсолютному значенню, проводиться вимірювання опору через 15 с і 60 с з моменту приєднання затискача ***Л*** мегомметра до струмоведучої частини об'єкта. Після вимірювання обчислюється коефіцієнт абсорбції за формулою

$К\_{абс}=\frac{R\_{60}}{R\_{15}}$**,**

Для сухої ізоляції коефіцієнт абсорбції становить від 1,5 до 2,5;

а для вологої ізоляції – від 1 до 1,1.

**ВКАЗІВКИ З БЕЗПЕКИ ПРАЦІ**

1. Вимірювання опору ізоляції мегомметром здійснюється з дозволу викладача тільки на вимкнених струмопровідних частинах, з яких знято залишковий заряд шляхом попереднього їх заземлення.
2. Забороняється під час проведення робіт з мегомметром доторкатися до струмопровідних частин, до яких він приєднаний. Після закінчення робіт необхідно зняти зі струмопровідних частин залишковий заряд шляхом їх короткочасного заземлення.
3. Під час вимірювання опору ізоляції необхідно стояти на діелектричному килимі. Під час роботи з мегомметром на напругу 2500 В необхідно користуватись діелектричними рукавичками.
4. З’єднувальні проводи від мегомметра необхідно приєднувати до обмоток електродвигуна за допомогою ізольованих тримачів
5. **Категорично забороняється** вимірювати мегомметром опір тіла студента.

**Порядок виконання роботи**

1. Ознайомитись з технічними даними електродвигуна та записати їх в таблицю.
2. Провести зовнішній огляд електродвигуна, звернувши увагу на відсутність пошкоджень вивідних кінців обмоток статора, механічних пошкоджень корпусу, цілісність торцевих кришок, стан підшипників, а також характер обертання ротора. Результати огляду записати в звіт.
3. Перевірити відсутність обриву обмоток шляхом прозвонювання їх мегомметром.
4. Виміряти опір ізоляції кожної фази обмотки відносно корпусу та між фазної ізоляції. Результат записати в таблицю. Результати вимірювання порівняти з вимогами "Норм".
5. Знайти коефіцієнт абсорбції для кожної фази відносно корпусу.
6. Керуючись результатами огляду електродвигуна та проведеними вимірюваннями і розрахунками, зробити висновок про якість ізоляції обмоток і придатність його до роботи.

**Зміст звіту**

1. Назва та мета роботи.
2. Короткі теоретичні відомості.
3. Вказівки з техніки безпеки.
4. Таблиця технічних даних електродвигуна.
5. Стан електродвигуна під час його зовнішньому огляді.
6. Накреслити схему вимірювання опору ізоляції за допомогою мегомметра.
7. Привести значення виміряного опору ізоляції.
8. Розрахувати коефіцієнт абсорбції.
9. Дати відповіді на контрольні запитання та зробити висновки.

**Контрольні питання до захисту лабораторної роботи**

1. Назвати основні показники якості ізоляції.
2. Які фактори впливають на якість ізоляції електродвигунів?
3. Яким значенням опору має відповідати ізоляція електродвигунів на напругу до 1 000 В та понад 1 000 В?
4. Поясніть причину виникнення в ізоляції струму абсорбції.
5. Як змінюється струм абсорбції в часі?
6. Що характеризує коефіцієнт абсорбції?
7. Поясніть порядок вимірювання опору ізоляції за допомогою мегомметра.
8. Які потрібно дотримуватись заходи безпеки праці під час роботи з мегомметром?
9. Межі застосування методу перевірки якості ізоляції за її опором.

**Методичне та технічне забезпечення лабораторної роботи**

1. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи.
2. Мегомметр М 4100/4, заводський номер № 614244.
3. Мегомметр М 4100/5, заводський номер № 393145.
4. Електродвигуни (в кількості 5 шт., проводити вимірювання на двигуні, який запропонує викладач).