

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ДІАГНОСТУВАННЯ ІЗОЛЯЦІЇ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Висвітлені теоретичні основи сучасних методів діагностування ізоляції статорних обмоток, визначена ефективність діагностування і викладені пропозиції покращення засобів для діагностування, які значно підвищують надійність ізоляції електричних машин високої напруги.

Ключові слова: діагностування ізоляції; методи і засоби; конструкція ізоляції; надійність ізоляції.

Abstract

The theoretical foundations of modern methods of diagnosing the insulation of stator windings are highlighted, the effectiveness of diagnosis is determined, and proposals for improving diagnostic tools are presented, which significantly increase the reliability of the insulation of high-voltage electrical machines.

Keywords: diagnosis of isolation; methods and means; insulation construction; reliability of insulation.

Вступ

У процесі роботи ізоляція машин перебуває в тяжких умовах експлуатації: впливу перенапруг, високої робочої температури, вібрації, циклів нагрівання й охолодження, механічних зусиль, впливів продуктів розкладання повітря (озону, окислів азоту та ін.) [1]. Крім того, істотне значення мають технологічні труднощі при виготовленні й укладанні ізоляції, що приводять до механічних ушкоджень, а також недосконалість методів контролю й випробувань [2].

Метою роботи є дослідження методів діагностування ізоляції електричних машин.

Результати дослідження

Пошкодження ізоляції обмотки статора генератора призводить до важких аварій і тривалих простоїв генераторів в ремонті. При цьому своєчасне діагностування стану ізоляції дозволяє нормалізувати ізоляцію в плановому порядку. Обмотки статорів потужних генераторів мають ізолювану нейтраль, тому істотне пониження опору ізоляції в будь-якому місці однієї з фаз викликає проходження невеликого ємнісного струму. При однофазному замиканні на «землю» в місці пошкодження може підтримуватися дуга, яка руйнує активну сталь статора. Крім того, своєчасно невиявлені однофазні замикання можуть переходити в дуже небезпечні виткові, а інколи і в міжфазні короткі замикання з подальшим розвитком важкої аварії. У зв'язку з цим важливо не лише фіксувати факт замикання на «землю», але і отримувати інформацію про стан ізоляції для діагностування і для оперативного запровадження необхідних заходів при пониженні опору ізоляції. Основними параметрами, що характеризують стан ізоляції обмотки, є опір ізоляції, виражений в мегаомах, і коефіцієнт абсорбції, який визначається швидкістю заряду часткових ємностей в ізоляції. Сучасні засоби для контролю за станом ізоляції обмотки статора використовують переносні портативні мегаомметри. Для проведення вимірювання опору ізоляції і коефіцієнта абсорбції необхідно вивести генератор з роботи, а в деяких випадках і розібрати його. Існуючі пристрої релейного захисту від замикання на «землю» при працюючому генераторі не призначені для виконання діагностики ізоляції.

В процесі експлуатації ізоляція електричних машин змінює свої характеристики під впливом цілого ряду чинників: вібрації, високої температури, робочої напруги, перенапруг, ударних динамічних навантажень, зволоження. Вплив кожного з цих чинників є досить істотним. У зв'язку з цим вибір товщини ізоляції і робочої напруженості ґрунтується головним чином на експлуатаційному

досвіді. При цьому встановлений зв'язок між товщиною ізоляції d і номінальною напругою машини (рис.1), який можна апроксимувати за формулою:

$$d = 1,45 + 0,24U_n, \quad (1)$$

де d в мм, U_n в кВ.

Останніми роками були вироблені експериментальні і теоретичні дослідження, які дозволили зменшити товщину ізоляції і збільшити допустимі напруженості електричного поля (рис. 1). Розглянемо можливість виникнення ч. р. в газових включеннях ізоляції машин. Оскільки:

$$d = d_b + d_d, \quad (2)$$

де d_b — товщина повітряного включення і d_d — товщина твердої ізоляції, то відповідно до (1-3) амплітудне значення напруженості в повітряному включенні.

$$E_e = \frac{U_{\max}}{d_e + \frac{\epsilon_e d_d}{\epsilon_d}} = 0,816 \frac{U_n}{d_e + \frac{\epsilon_e d_d}{\epsilon_d}}. \quad (3)$$

З (1) і (2) можна знайти вираз, який зв'язує U_n і E_b . При $\epsilon_d / \epsilon_b = 5$ маємо:

$$U_n = \frac{E_b(4d_e + 1,45)}{4,1 - 0,24E_e}, \quad (4)$$

де d_b — в мм, E_b — в кВ/мм, U_n — в кВ.

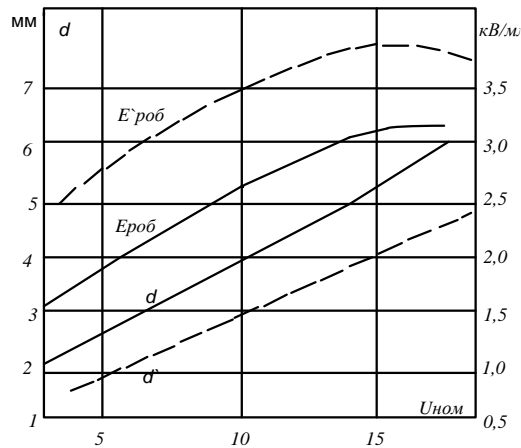


Рис.1. Залежність товщини ізоляції d і робочих напруженостей $E_{роб}$ від номінальної напруги машини для нормальної (d , $E_{роб}$) і тонкої (d' , $E'_{роб}$) ізоляції.

Прилад ІЧР 201 дозволяє вимірювати миттєві значення випробувальної напруги і відповідні ним значення характеристик ч. р.: заряд імпульсів ч. р., що здається; їх полярність і фазу; частоту проходження, середній струм, енергію і середньоквадратичний параметр імпульсів ч. р.

Прилад забезпечує можливість вимірювання характеристик ЧР відповідно до вимог МЕК 60270 (два режими вимірювань) з реєстрацією і представленням результатів вимірювань в цифровій і графічній формах.

Висновки

Виявлені найнебезпечніші місця в ізоляції статорних обмоток електричних машин – місця виходу обмотки із пазової частини в лобову. Установлено, що в слабких місцях ізоляції імовірно розшарування і тріщини, в яких виникають самостійні електричні розряди – корона, ковзні розряди по поверхні, часткові розряди.

Проаналізовані особливості розвитку часткових розрядів і особливості вимірювання характеристик часткових розрядів, що дозволяє своєчасну діагностику ізоляції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лежнюк П.Д., Зелінський В.Ц. Фізичні основи електричних апаратів: Навчальний посібник. –Вінниця: ВНТУ, 2007. –184 с.
2. Лежнюк П. Д. Проектування електричної частини електричних станцій: навчальний

посібник / П.Д.Лежнюк, В.М.Лагугін, В.В.Тептя. – Вінниця: ВНТУ, 2009 – 194 с.

Андронік Олександр Іванович — студент групи ЕС-22мз, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sobchuk3vntueduua@vntu.edu.ua

Собчук Наталія Валеріївна — канд. техн. наук, доцент кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sobchuk3vntueduua@vntu.edu.ua

Andronik Oleksandr I. — student of the ES-22mz group, Faculty of Electrical Power Engineering and Electromechanics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sobchuk3vntueduua@vntu.edu.ua

Sobchuk Nataliya V. — candidate. technical of Sciences, associate professor of the department of electrical plants and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sobchuk3vntueduua@vntu.edu.ua