

Лекція 3

Глава третя

КОНТРОЛЬ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ІЗОЛЯЦІЇ

3.1. Дефекти ізоляції

Залежно від агрегатного стану діелектриків, ізоляцію устаткування високої напруги класифікують наступним чином: газова, рідка, тверда і комбінована.

Газоподібні діелектрики в практиці експлуатації зустрічаються у вигляді звичайного повітря, а в останні десятиліття й елегазу (шестифтористої сірки). Повітря між кульовими електродами при необмежено рівномірному полі має електричну міцність приблизно 15...25 кВ/см. При пробі повітряних проміжків, що прилягають до чистої поверхні, наприклад, ізоляторів, розрядна напруга знижується до 3...5 кВ/см, а забрудненої - до 0,5...1 кВ/см. Газоподібний діелектрик піддається забрудненню й зволоженню, що змінює його електричні характеристики.

Рідкі ізоляційні матеріали надзвичайно поширені в електротехніці у вигляді так званого трансформаторного масла, що виробляється з нафти. При випробуванні в стандартному міжелектродному проміжку 2,5 мм електрична міцність трансформаторного масла задовільної якості, як правило, становить 50 – 80 кВ. Значне зниження пробивної напруги масла зазвичай пов'язане з його забрудненням або зволоженням навіть в тих випадках, коли це має місце в незначних кількостях – до сотих часток відсотка.

Тверді діелектрики можуть складатися з органічних і неорганічних речовин. До твердих діелектриків відносять: волокнисті матеріали (дерево, папір, картон), а також виготовлені на їх основі шаруваті пластики (бакеліт, гетинакс і т.п.); керамічні матеріали, в числі яких найважливішими є фарфор та скло; наповнювачі, головним чином мінеральні речовини, наприклад слюда. До твердих діелектриків також відносять термопластичні маси що складаються з розчинів компонентів, які твердіють у летких розчинниках. По величині електрична міцність твердих діелектриків значно вища газоподібних та рідких, залежить від виду, роду й стану застосовуваних матеріалів.

Основними видами дефектів твердої ізоляції є: зовнішнє забруднення, зволоження, порушення однорідності, втрата електричної й механічної міцності.

Ізолюючі матеріали крім основної функції - ізоляції електричного кола, завжди виконують допоміжні функції - несуть механічне навантаження, відводять тепло, захищають від впливу вологи, і т.п., що, зокрема, і визначає конструктивні особливості й форму елементів устаткування високої напруги.

У числі основних, найбільш важливих параметрів ізоляційних матеріалів можуть бути відзначені наступні:

1. діелектричні - електрична міцність, стійкість при іонізаційних процесах, стабільність діелектричних втрат, а також поверхневого й об'ємного опору;
2. механічні - міцність при всіх видах можливих навантажень (розрив, стиснення, вигин і т.д.);
3. теплові - теплопровідність, відповідність температурному режиму в робочих режимах, стійкість при нагріванні й охолодженні;
4. хімічні - хімічна стабільність;
5. інші - атмосферостійкість при впливі вологи, сонячних променів і т.д.

Крім вказаних параметрів, з метою контролю діелектричних характеристик ізоляції визначається ряд показників, які вимірюються під час дії прикладеної напруги підвищених значень від випробних установок (під час визначення електричної міцності, як правило, у виготовлювача обладнання) або під час дії робочої напруги, що присутня на обладнанні, яке знаходиться в експлуатації. Для останніх досить часто використовують назву - вимірювання під робочою напругою і значно рідше - вимірювання без виведення обладнання з роботи. До таких показників, що вимірюються під час дії прикладеної напруги, слід віднести, зокрема, інтенсивність часткових розрядів (ЧР), а до показників, що вимірюються під робочою напругою – інтенсивність ЧР та значення струмів провідності в ізоляції, зокрема, струмів небалансу.

У більшості конструкцій електричного устаткування ізоляція неоднорідна. Розрізняють наступні види неоднорідностей: багат шаровість, коли ізоляція складається з тих самих або різних матеріалів, розташованих паралельно або перпендикулярно електричному полю (рис.3.1,а й 3.1,б); наскрізні капіляри (рис.3.1,в); порожнини або вкраплення (рис.3.1,г).



Рис. 3.1. Види неоднорідностей у діелектрику.

Останні два види неоднорідностей звичайно виникають при старінні або через дефекти технологічного характеру при виготовленні. Неоднорідність матеріалу й розташування цих неоднорідностей істотно впливають на ізоляційні характеристики.

В ході експлуатації устаткування його ізоляція піддається зовнішньому впливу різних факторів (нагрівання, зволоження й ін.), у результаті чого змінюються властивості й

структура матеріалу та, зокрема, знижується електрична міцність - матеріал старіє. Основними причинами старіння виступають наступні види впливу:

- робоча напруга;
- короточасні підвищення напруги (перенапруги) при грозових розрядах і комутаційних перемиканнях;
- іонізація, що викликає окисні процеси або полегшує розвиток поверхневого розряду;
- механічні від дії власної ваги, ударів при проходженні надструмів, вібрації, вітрових навантажень і ін.;
- забруднення об'ємне (наприклад, в маслі продуктами окислювання, або вуглецем) і поверхневе;
- нагрівання, що викликає інтенсивне старіння при порушенні режиму та є найбільш руйнівним для органічних матеріалів;
- зволоження (об'ємне), що призводить до підвищення струмів наскрізної провідності та, як наслідок, зростанню температури.

В електроустаткуванні високої напруги знайшли найбільш широке застосування наступні основні види ізоляційних матеріалів: фарфор, трансформаторне (кабельне) масло, папір, шаруваті пластики, лаки й т.д. Визначення ходу старіння ізоляційних матеріалів електроустаткування й впливу його на діелектричні характеристики є предметом повсякденного вивчення в лабораторних і експлуатаційних умовах. Характер і хід старіння кожного із цих матеріалів різні.

Зміни властивостей ізоляції можуть бути зворотними та незворотними. Наприклад зміни в результаті зволоження можуть бути нівельовані в результаті сушіння, коли відновлюються первісні параметри (електропровідність, електрична міцність і т.д.).

До незворотних змін призводить, як правило, деструкція матеріалів - процес старіння, пов'язаний із впливом істотних або досить тривалих термічних, електричних і механічних навантажень, а також реакцій глибокого окислення. У цих випадках втрачені механічні, діелектричні, теплофізичні та інші необхідні властивості ізоляції не можуть бути відновленими без заміни діелектрика чи відповідної ізолюючої конструкції.

Зниження електричної міцності при природному старінні, в номінальному режимі й при якійсій ізоляції обладнання протікає повільно і триває кілька десятиліть. Погіршення ізоляційних властивостей матеріалу при зволоженні й старінні носить звичайно характер розподіленого дефекту по всьому об'єму та товщині. Нарешті, досить часто зустрічаються випадки механічних ушкоджень ізоляції, наприклад кабелів, в результаті чого виникають ослаблені місця (тріщини, порожнини й т.п.), тобто з'являються місцеві дефекти.