

УДК 621.3.0848.1

Сахно О.А.¹, Скрупська Л.С.², Маколкін В.В.³, Матійчук Д.Т.⁴

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-813м НУ «Запорізька політехніка»

⁴ студ. гр. Е-413м НУ «Запорізька політехніка»

ДІАГНОСТИКА УШКОДЖЕННЯ КОНТАКТІВ ПРИСТРОЮ РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ ПІД НАВАНТАЖЕННЯМ (РПН)

Пристрої регулювання напруги трансформаторів під навантаженням (РПН) є однієї з найбільш вагомих причин аварій трансформаторного обладнання. Головною причиною пошкодження пристроїв РПН є пошкодження контактів пристрою. Пошкодження характерне для контактних з'єднань, що розмикаються, але рідко перемикаються та тривало проводять струм. До таких можуть бути віднесені допоміжні контакти, нерухомі контакти, втичні контакти, а також головні контакти контактора (шунтуючі).

У початковій стадії дефекту відбувається утворення на поверхнях полімерної ізоляційної плівки (масляний шлам), що зменшує кількість контактних поверхонь і відповідно збільшує опір контакту та перегрів над маслом.

З підвищенням температури утворюються вуглецевмісні продукти піролізу масла, далі відбувається ерозія поверхонь і коксоутворення. Збільшення товщини плівки збільшує пробивну напругу між контактами, викликаючи залежність величини опору від струму.

За даними прогресуючий ріст плівки і температури спостерігається після збільшення перехідного опору контактів, в три-п'ять разів, що відповідає збільшенню перегріву приблизно в два і більше рази.

На першій стадії дефект представляє собою оборотний процес – проста самозачистка контактів за допомогою багаторазового перемикання дозволяє відновити вихідний стан контактів.

Ерозія контактів та утворення коксу характеризує незворотний (без штучної механічної зачистки) стан, при якому перехідний опір збільшується в 10 і більше разів. На цій стадії перемикання контактів може спричинити збільшення обсягу пошкодження.

Інтенсивність наростання плівки за однакових інших умов залежить від конструкції та матеріалу контактів та якості трансформаторного масла. Досвід ремонтів НІЦ «ЗТЗ-Сервіс» показав, що інтенсивніше відбувається старіння контактів в мало стабільному маслі і особливо в маслі, що містить активну сірку.

Збільшення перехідного опору контактів, може бути визначено у вигляді вимірювання опору обмоток постійному струму. Беручи до уваги, наприклад, початкову величину опору контактної пари 150-200 мкОм. Вимір має виявити зміну опору на величину 600-1000 мкОм.

Тому вимірювання опору обмоток за стандартними схемами може бути ефективним, якщо власний опір обмотки не перевищує 0,1 Ом. В іншому випадку потрібен вимір опору регульовального контуру.

Встановлено, що залежність опору від величини струму при вимірі може бути симптомом дефектного стану. Наприклад, у процесі погіршення контакту пробивна напруга плівки збільшується від 0,2-0,6 В (нормальний стан) до 1-4 В (дефектний стан).

Досвід спостережень за дефектними апаратами показав, що діагностування також можливе спостереженням за зміною параметрів перехідного процесу при застосуванні постійної напруги за рахунок збільшення постійного часу із-за збільшення опору контактів.

Симптомом дефектного стану є підвищення температури контактів вище за 100-105°С. У деяких випадках дефектний стан може бути ідентифікований підвищення температури на поверхні бака РПН приставного типу.

Найбільш ефективним засобом є аналіз розчинених газів у трансформаторному маслі. При цьому слід брати до уваги, що гази активно утворюються при температурі вище 400-500°С, а швидкість утворення газів залежить не тільки від температури, але і від нагрітої поверхні, яка, наприклад, для контактів ламельного типу порівняно мала.

Помітне виділення нагрітих газів і особливо етилену може бути симптомом значного погіршення стану контактів.

Фірма Tlh2b (США) ефективно використовує для діагностики стану контактів РНП мікроскопічний аналіз механічних домішок. Аналіз кількості, складу та морфології частинок дозволяє визначити стадію розвитку ушкодження. На базі аналізу газів і частинок фірма розробила експертну програму ТАСА, широко застосовується в США, Канаді, Англії, Австралії та інших країнах.