



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34311 (13) U
(51) МПК (2006)
G01R 31/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ КОНТРОЛЮ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВНУТРІШНЬОЇ ІЗОЛЯЦІЇ КОНДЕНСАТОРНОГО ТИПУ ВВОДІВ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ ПІД РОБОЧОЮ НАПРУГОЮ

1

2

(21) u200802072

(22) 18.02.2008

(24) 11.08.2008

(46) 11.08.2008, Бюл.№ 15, 2008 р.

(72) ЗАГАЙНОВА ОЛЕКСАНДРА АНАТОЛІЙВНА,
UA, МІНЧЕНКО АНДРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, UA
(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ", UA

(57) Спосіб контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів під робочою напругою, згідно з яким вимірюють струм в колі заземлення виводу від вимірювальної обкладки ізоляції кожного із трьох контрольованих об'єктів однієї напруги

трифазної системи, множать при кожному контролі значення струму на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі і перевіряють відсутність струму дебалансу суми попередньо симетрованих перших гармонік струмів, отриманих в результаті операції множення, який **відрізняється** тим, що при відсутності дефекту розраховують відношення амплітуди першої гармоніки струму одного із об'єктів до амплітуди першої гармоніки струму кожного із двох інших об'єктів, запам'ятовують отримані результати як постійні коефіцієнти, на які множать при кожному контролі значення перших гармонік струмів зазначених вище двох об'єктів.

Корисна модель відноситься до електроенергетики і може бути використана для безперервного контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу високовольтних вводів силових трансформаторів (далі - об'єктів) під робочою напругою електроустановки.

В енергосистемах отримали поширення пристрої безперервного контролю об'єктів під робочою напругою, засновані на способі перевірки нормованого струму I_{Σ}^* - відношення суми попередньо вирівняних струмів на виході пристроїв приєднання трьох фаз об'єктів I_{Σ} до струму на виході пристрою однієї з фаз, наприклад, з мінімальним струмом витоку, прийнятому за базовий. При цьому може вимірятися тільки I_{Σ} . Це - нерівноважно-компенсаційний метод. Крім того, іншим методом, мостовим, може контролюватися зміна різниці тангенсів кута діелектричних втрат ізоляції двох однойменних фаз електричних установок різних приєднань [1, с. 78-89; 2].

Забезпечення високої чутливості пристроїв, що реалізують спосіб контролю, заснований на нерівноважно-компенсаційному методі, можливо лише при зменшенні сумарного струму небалансу, тобто суми струмів несиметрії і впливу, а також фільтрації гармонійних складових. Струм, що з'яв-

ився на виході суматора після симетрування схеми, може бути викликаний як розвитком дефекту в одному з контрольованих об'єктів, так і зміною струму впливу чи іншими завадами [2]. Фільтрація гармонійних складових виключає важливий діагностичний параметр - появу третьої гармоніки в струмі витоку, що є ознакою дефекту, що розвивається, ізоляції конденсаторного типу [3]. У процесі контролю мостовим методом вимірюється тангенс диференціального кута; цей метод є більш результативним [2].

Відомий також спосіб контролю об'єктів під робочою напругою, що передбачає визначення відношення модуля приросту струму витоку кожного з контрольованих об'єктів до модуля струму витоку через його ізоляцію при відсутності дефекту (I^*) і перевірки нормованого струму $I^*_{\text{норм}}$ [1, с. 75-78; 4]. Однак, реалізація цього способу контролю, коли вимірюється струм на виході пристрою приєднання, тобто в колі заземлення виводу від вимірювальної обкладки ізоляції об'єкта, характеризується тим, що цей струм являє собою суму струму витоку через ізоляцію (діагностичний параметр) і струму впливу, що протікає від обмоток (для вводів), шин, сусіднього устаткування внаслідок впливу електричного поля електроустановки [1,2,4]. Природно, що в цьому випадку під-

UA (19) 34311 (13) U

вищення достовірності контролю залежить від зменшення погрішностей, викликаних струмами впливу. Відомі [1] методи зменшення цих погрішностей, що використовуються стосовно до відповідного способу контролю. Слід зазначити, що амплітуда і фаза струму впливу в колі заземлення виводу від вимірювальної обкладки ізоляції об'єкта визначається низкою важко врахованих факторів, таких як: конструкція устаткування, його розташування на території електроустановки, робоча напруга, зміна схеми комутації електроустановки й інших.

Задачу врахування струму впливу вирішено в способі контролю діелектричних характеристик об'єктів під робочою напругою, що полягає [5] в наступному: при визначенні відношення модуля приросту струму витоку кожного з контрольованих об'єктів до модуля струму витоку через його ізоляцію при відсутності дефекту шляхом виміру струму в колі заземлення виводу від вимірювальної обкладки ізоляції об'єкта і перевірки нормованої зміни струму виконують розрахунок струму впливу і віднімають його миттєві значення від результатів виміру миттєвих значень струму в зазначеному вище ланцюзі заземлення при відсутності дефекту і при кожному контролі, причому проводять узгодження в часі миттєвих значень вимірюваного струму і струму впливу відносно вторинної фазної напруги з початковою фазою прийнятою рівною нулю вимірювального трансформатора напруги, приєданого до тієї ж фази системи шин, що і контрольований об'єкт, множать при кожному контролі отримане в результаті віднімання значення струму на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі і перевіряють відсутність струму дебалансу суми попередньо симетрованих перших гармонік струмів, отриманих у результаті зазначених вище обчислювальних операцій, для трифазної системи, утвореної трьома об'єктами контролю однієї напруги, а також запам'ятовують отримане в результаті віднімання значення струму при відсутності дефекту і використовують його при кожному контролі. Цей спосіб контролю орієнтований на реалізацію як елемент АСК ТП підстанції, тобто на основі цифрової техніки і промислових ЕОМ.

Виконані дослідження [6] підтвердили необхідність врахування змін струму впливу при пооб'єктному контролі ізоляції трансформаторів струму 750кВ і контролі нерівноважно-компенсаційним методом трансформаторів струму 330 і 750кВ; для пооб'єктного контролю ізоляції високовольтних ввідів 330кВ трифазного силового автотрансформатора теж потрібно врахування зміни струму впливу. Разом з тим, в енергосистемах експлуатуються значна кількість об'єктів, для яких може бути корисним контроль ізоляції конденсаторного типу під робочою напругою - це високовольтні вводи 110кВ силових трансформаторів і для яких можна зазначити практичну відсутність струму впливу [6]. Окрім того, підстанції, де експлуатуються вказані вище об'єкти контролю, не охоплені АСК ТП і, таким чином, на цих електроустановках не може бути реалізований наведений в [5] спосіб контролю. Слід також зазначити, що ця реалізація контролю не визначає у який спосіб виконується попе-

редне симетрування перших гармонік струмів, отриманих у результаті обчислювальних операцій, для трифазної системи, утвореної трьома об'єктами контролю однієї напруги. Згідно з висновками роботи [7] в означених умовах експлуатації об'єктів контролю найбільш прийнятним є нерівноважно-компенсаційний метод, а апаратна реалізація [2] на основі цифрової техніки.

Таким чином, та частина способу [5] контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводить силових трансформаторів під робочою напругою, яка відображає реалізацію нерівноважно-компенсаційного методу з урахуванням зміни робочої фазної напруги при відсутності дефекту і при контролі, а також не враховує струм впливу, розглядається як прототип. З урахуванням цього, формулювання прототипу наступне: спосіб контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводить силових трансформаторів під робочою напругою, що полягає у вимірі струму в колі заземлення виводу від вимірювальної обкладки ізоляції кожного із трьох контрольованих об'єктів однієї напруги трифазної системи, помноженні при кожному контролі значення струму на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі і перевірці відсутності струму дебалансу суми попередньо симетрованих перших гармонік струмів, отриманих в результаті обчислювальної операції множення.

В основу корисної моделі поставлено задачу для способу контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу ввідів силових трансформаторів під робочою напругою, по якому вимірюють струм в колі заземлення виводу від вимірювальної обкладки ізоляції кожного із трьох контрольованих об'єктів однієї напруги трифазної системи, множать при кожному контролі значення струмів на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі і перевіряють відсутність струму дебалансу суми попередньо симетрованих перших гармонік струмів, отриманих в результаті обчислювальної операції множення, забезпечити визначеність умов попереднього симетрування при наладці пристроїв контролю.

Задача вирішується у такий спосіб: при відсутності дефекту розраховують відношення амплітуди першої гармоніки струму одного з об'єктів до амплітуди першої гармоніки струму кожного із двох інших об'єктів, запам'ятовують отримані результати як постійні коефіцієнти, на які множать при кожному контролі значення перших гармонік струмів зазначених вище двох об'єктів.

На Фіг. зображена функціональна схема реалізації відповідного пристрою контролю на основі цифрової техніки та промислових ЕОМ. На Фіг. позначені 1 - ізоляція конденсаторного типу об'єктів контролю однієї напруги трифазної системи; 2 - фільтр нижніх частот, що виділяє із сигналу основну частоту 50Гц, на вході якого значення струму через ізоляцію об'єкта (витоку) $i(t)$ помножене на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі (згідно прототипу); 3 - симетруючий орган; 4 - суматор; 5 - нуль - індикатор.

Істотна відмінність полягає в тім, що в порівнянні з прототипом при перевірці відсутності струмів дебалансу суми попередньо симетрованих перших гармонік струмів, отриманих в результаті обчислювальної операції множення при кожному контролі значення струму на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі, для попереднього симетрування при відсутності дефекту розраховують відношення амплітуди першої гармоніки струму одного з об'єктів до амплітуди першої гармоніки струму кожного із двох інших об'єктів, запам'ятовують отримані результати як постійні коефіцієнти, на які множать при кожному контролі значення перших гармонік струмів зазначених вище двох об'єктів.

Програмна реалізація способу контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів під робочою напругою відображена блоками 3,4 та 5 (див. Фіг.1) функціональної схеми.

Для об'єктів контролю при відсутності дефекту, тобто при наладці пристрою контролю без попереднього симетрування перших гармонік струмів витоку маємо:

$$\left| I_{A,0} + I_{B,0} \cdot a^2 + I_{C,0} \cdot a \right| = I_{\Sigma,0},$$

де a - оператор повороту.

Струм $I_{\Sigma,0}$ обумовлений як відмінністю діелектричних характеристик (на 10-15%) об'єктів контролю, так і несиметрію їх робочих фазних напруг.

Після симетрування при наладці запропонованим способом маємо (приймав за базову фазу А):

$$\left| I_{A,0} + I_{B,0} \cdot \frac{I_{m,A,0}}{I_{m,B,0}} \cdot a^2 + I_{C,0} \cdot \frac{I_{m,A,0}}{I_{m,C,0}} \cdot a \right| = 0,$$

яке після перетворення та спрощення має вигляд:

$$\left| U_{1A,0} \omega_0 C_A + U_{1B,0} \omega_0 C_B \cdot \frac{\sqrt{2} U_{1A,0}}{\sqrt{2} U_{1B,0}} \cdot \frac{\omega_0 C_A}{\omega_0 C_B} \cdot a^2 + U_{1C,0} \omega_0 C_C \cdot \frac{\sqrt{2} U_{1A,0}}{\sqrt{2} U_{1C,0}} \cdot \frac{\omega_0 C_A}{\omega_0 C_C} \cdot a \right| = 0,$$

$$\left| U_{1A,0} C_A + U_{1B,0} C_B \cdot \frac{U_{1A,0}}{U_{1B,0}} \cdot \frac{C_A}{C_B} \cdot a^2 + U_{1C,0} C_C \cdot \frac{U_{1A,0}}{U_{1C,0}} \cdot \frac{C_A}{C_C} \cdot a \right| = 0,$$

де C_A , C_B та C_C - ємність об'єктів контролю, $\omega_0 = 2\pi f_0$, $f_0 = 50$ Гц.

Аналіз останнього виразу показує, що наладка пристрою контролю запропонованим способом може вестись при несиметрії робочих фазних об'єктів контролю, а також дозволяє врахувати відмінність їх діелектричних характеристик.

Запам'ятав відношення $\frac{I_{m,A,0}}{I_{m,B,0}}$ та $\frac{I_{m,A,0}}{I_{m,C,0}}$, як

постійні коефіцієнти, їх використовують при кожному контролі. Це дає можливість врахувати відмінність діелектричних характеристик об'єктів контролю та несиметрію їх робочих фазних напруг. Відмінність робочих фазних напруг при кожному контролі і при наладці пристрою контролю врахована в прототипі множенням при кожному контролі значення струму витоку на відношення робочих фазних напруг при відсутності дефекту і при контролі, тобто $i_l(t) \frac{U_{\max,0}}{U_{\max,k}}$.

Таким чином, запропонований спосіб забезпечує визначеність умов попереднього симетрування при наладці пристроїв контролю.

Джерела інформації:

1. Сви П.М. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения. М.: Энергоатомиздат, 1992.

2. Шинкаренко Г.В. Контроль опорных трансформаторов тока и вводов силовых трансформаторов под рабочим напряжением в энергосистемах Украины // Электр, станц. - 2001.- №5. -С.55-62.

3. Гречко О.Н., Казачек В.Е., Петкевич Г.И., Поляков В.С., Попков В.И. Ресурсные испытания и диагностика изоляции трансформаторов тока 330кВ // Электр, станц. - 1995.- №12. С.36-43.

4. Бондаренко В.Е., Минченко А.А. Анализ методов непрерывного контроля диэлектрических характеристик изоляции при рабочем напряжении на объекте // Вести. Харьк. госуд. политехн. универ. - Харьков: ХГПУ, 1998.-Вып. 11. С.55-57.

5. Бондаренко В.О., Минченко А.А. Спосіб контролю діелектричних характеристик внутрішньої ізоляції конденсаторного типу вводів силових трансформаторів і вимірювальних трансформаторів струму під робочою напругою // Патент України № 47975А. Бюл. №7 2002.

6. Минченко А.А. Удосконалення діагностики високовольтної ізоляції конденсаторного типу на основі врахування просторово розподільних ємнісних струмів: Автореф. дис. «Удосконалення діагностики високовольтної ізоляції конденсаторного типу на основі врахування просторово розподільних ємнісних струмів» канд. техн. наук. Харків.2006.

7. Соколов В.В. Меры по повышению эффективности диагностики состояния трансформаторного оборудования // Материалы IX Симпозиума "ЭЛЕКТРОТЕХНИКА 2030. Перспективные технологии электроэнергетики". - Москва.2007г.

