Важен аспект от поддръжката на един трансформатор е да се гарантира, че има ниско съдържание на влага. Новите сухи трансформатори имат съдържание на влага приблизително 0.3% до 0.7% в твърдата изолация.

Традиционно, електроразпределителните дружества използват химически метод, чрез който съдържанието на влага в маслото се измерва използвайки Карл Фишер тритриране, и балансиращи криви за корелация на влагата в маслото към влагата в хартиената изолация. Този метод е лесен за изпълнение; въпреки това има недостатъци като например това, че трансформаторът трябва да бъде в равновесие, за да се получат точни резултати. Важно е да могат да се разбере, че балансиращите криви, използвани за корелация на влагата в маслото към влагата в хартиената изолация може да се използва само за нови трансформатори, не използвани.

Делмарва Пауър, подразделение на Пепко Холдинг плс., която снабдява повече от 501 000 потребители в Деуауеър и полуостров Делмарва в Съединените щати, наскоро инвестира в DIRANA. DIRANA е произведен от OMICRON електроникс, измерва съдържанието на влага в хартиената изолация на трансформатора, чрез измерване на реакцията на твърдите диелектрици от честотата (DFR). DFR е уникална характеристика на изолационната система. Увеличаването на съдържанието на влага в изолацията, променя диелектричния модел и, следователно променя диелектричния отговор. Чрез измерване на реакцията на диелектрика с апарат с голям честотен диапазон, съдържанието на влага може да бъде оценено и да се диагностицира правилно състоянието на изолацията.

Съдържание на влага

Влагата причинява три опасни ефекта в трансформаторите:

* Разграждане на хартията и ускоряване на стареенето на информацията
* Намалява диелектричната якост на маслото и хартията
* Понижено бълбукане (което намалява диелектрична якост и осигурява развитие на частични разряди)

Първият ефект може да съкрати експлоатационния срок на трнасформатора значително. Останалите два ефекта могат да предизвикат преждевременни аварии на иначе здрав трансформатор.

Водата в трансформаторите идва от четири източника: остатъчна вода; вода от стареене на целулозата; вода от процепи и пукнатини или влезнала по време на ремонт; и вода от връзката с околната среда. Затова дори и при случай на недишащ трансформатор, влагата може да достигне критични нива.

Резултати от тестовете

DFR тестовете се изпълняват като традиционен типов тест от намотка високо напрежение към намотка ниско напрежение за двунамотъчни трансформатори. Използва се CHL изолация за анализ, като изолацията на вътрешната намотка съдържа повече целулозен материал, и влагата предимно се намира в хартията не в маслото.

DFR тестовете и свръзванията са подобни на използваните при традиционните изпитвания с честота 50/60 Hz за фактора на мощността. Разликата е, че при DFR се използва изпитно напрежение с максимална амплитуда 200 V и честота от 0.1 mHz до 1 kHz. Едновременно с това могат да се извършват други тестове, като измерване капацитет на намотка ниско напрежение и на намотка високо напрежение, което обаче би повлияло на измерването и би внесло смущения.

Dilmarva използва DIRANA като част от програмата за проверка на състоянието на трансформаторите. Компанията наскоро използва тази технология за оценка на състоянието на МакГроу-Едисон трансформатор. Произведен през 1969, този трансформатор е с номинална мощност 12 MVA. Delmarva е направила 10 kV, 60 Hz измерване на фактора на мощността на трансформатора, и фактора на мощността за капацитета на изолацията между намотки високо и ниско напрежение се е повишил до 0.84%.

При следващо измерване, компанията извършила DFR измерване на капацитета на изолацията ниско високо напрежение, за да установи дали повишеният фактор на мощността има връзка с влагата. DFR тестът показал, че в трансформатора има наличие на влага 3.7% в твърдата изолация. Тестът потвърдил, че повишеният фактор на мощността е в следствие на високото съдържание на влага в хартиената изолация на трансформатора.

Документирано е, че трансформатор с повече от 3% съдържание на влага има значително понижаване на пробивното напрежение и междунавивковата изолация е значително отслабнала. Това значително увеличава риска от аварии. Базирайки се на DFR тестът, Delmarva решава да изсуши трансформатора, използвайки вакуумен процес за премахване на влагата от хартиената изолация.

Високото съдържание на влага също така значително намалява експлоатациянния срок на трансформатора. Целулозата заема основна част от изолационната система на трансформатора. Водата, заедно с високата температура, ускорява процеса на стареене на хартията чрез химичен процес наречен електролиза, по време на който връзките между глюкозните пръстени се разрушават, и следователно се намалява механичната здравина на хартията и намалява очакваният експлоатационен срок на трансформатора. Трансформатора с 1% влага и работна температура 70°С има очакван експлоатационен срок от 100 години. Същият трансформатор с работна температура 70°С, но съдържание на влага 4% има живот 10 години. Което показва, че влагата значително намалява очакванията за работен живот на трансформатора.

**Продължавайки напред**

DFR е технология от последно поколение за установяване наличието на влага в хартиената изолация на трансформаторите. За разлика от стандартните тестове за измерване на влагата в маслото или насищането с влага, DFR не изисква трансформаторът да бъде в равновесно състояние. Delmarva използва DFR за да установява дали изолацията на трансформаторите е в достатъчно сухо състояние.

Това превантивно действие предпазва от последващи непланирани отпадания на трансформатор от мрежата. Също така се избягват скъпи разходи за замяна на аварирали трансформатори вследствие на виското съдържание на влага. От Delmarva се надяват да използват този тест и в бъдеще, като тест за одобрение на нови трансформатори.