

Sposób nawilżania preszpanu elektrotechnicznego impregnowanego olejem izolacyjnym

Przedmiotem wynalazku jest sposób nawilżania preszpanu elektrotechnicznego impregnowanego olejem izolacyjnym stosowanego w transformatorach energetycznych.

Izolacja papierowo-olejowa jest głównym rodzajem izolacji wykorzystywanej w transformatorach energetycznych. Połączenie celulozy w formie papieru bądź preszpanu elektrotechnicznego z izolacyjnym olejem transformatorowym daje doskonałe właściwości elektryczne, termiczne oraz mechaniczne. W czasie eksploatacji transformatora następuje powolna degradacja izolacji celulozowej. Głównym czynnikiem zwiększającym szybkość degradacji izolacji jest wzrost jej zawilgocenia. Degradacja izolacji prowadzi do pogorszenia jej właściwości elektrycznych i mechanicznych. Ponadto wraz ze wzrostem zawilgocenia izolacji, wzrasta ryzyko wystąpienia efektu bąbelkowania, w którym to woda w postaci gazowej uwalnia się z izolacji celulozowej do oleju tworząc bąbelki. Obecność bąbelków znacząco osłabia wytrzymałość elektryczną układu izolacyjnego, a w skrajnych przypadkach może doprowadzić do rozszczelnienia kadzi transformatora ze względu na wzrost ciśnienia. Początkowo fabrycznie nowa izolacja papierowo-olejowa cechuje się zawilgoceniem na poziomie 0,6 – 0,8 % wagowych. W momencie gdy poziom zawilgocenia osiągnie bądź przekroczy 5 % wagowych

konieczne jest wyłączenie transformatora i powzięcie odpowiednich działań takich jak remont bądź wymiana urządzenia. Z racji, że transformatory wykorzystujące izolację papierowo-olejową są urządzeniami hermetycznymi, nie istnieje możliwość pobrania fizycznej próbki izolacji i poddania jej analizie chemicznej w celu wyznaczenia zawartości wilgoci. Obecnie w celu oszacowania stopnia zawilgocenia izolacji papierowo-olejowej stosowane są nieniszczące metody elektryczne. Aby możliwe było określenie zawilgocenia izolacji papierowo-olejowej transformatora na podstawie pomiarów elektrycznych, konieczne są wcześniejsze badania laboratoryjne na próbkach wzorcowych o znanych zawartościach wilgoci, będącymi podstawą do utworzenia modeli i nomogramów wzorcowych.

Dotychczas znane są i opisane w czasopismach naukowych: D. Zhang, H. Yun, J. Zhan, X. Sun, W. He, C. Niu, H. Mu, and G. J. Zhang, "Insulation condition diagnosis of oil-immersed paper insulation based on non-linear frequency-domain dielectric response," *IEEE Trans. Dielectr. Electr. Insul.*, vol. 25, no. 5, pp. 1980–1988, 2018, C. Ekanayake, S. M. Gubanski, A. Graczkowski, and K. Walczak, "Frequency Response of Oil Impregnated Pressboard and Paper Samples for Estimating Moisture in Transformer Insulation," *IEEE Trans. Power Deliv.*, vol. 21, no. 3, pp. 1309–1317, 2006, J. Liu, X. Fan, Y. Zhang, C. Zhang, and Z. Wang, "Aging evaluation and moisture prediction of oil-immersed cellulose insulation in field

transformer using frequency domain spectroscopy and aging kinetics model,” Cellulose, vol. 27, no. 12, pp. 7175–7189, 2020, sposoby wykonywania próbek wzorcowych impregnowanego olejem izolacyjnym preszpanu elektrotechnicznego. Wytwarzanie próbek wzorcowych preszpanu lub papieru izolacyjnego przebiega w sposób następujący - próbki poddaje się suszeniu próżniowemu, którego skutkiem jest spadek ich zawilgocenia do ok. 0,6 % wagowych. Następnie próbki eksponuje się na powietrze atmosferyczne, z którego wilgoć wnika w próbkę zwiększając jej masę. Po osiągnięciu założonej masy, będącej odzwierciedleniem zadanego zawilgocenia, próbkę wzorcową zalewa się olejem izolacyjnym w celu impregnacji. W celu osiągnięcia równowagi termodynamicznej pomiędzy wilgocią, olejem a preszpanem próbkę wzorcową pozostawia się w naczyniu z olejem na okres do 6 miesięcy. Przedstawiony powyżej sposób nawilżania próbek wzorcowych impregnowanego olejem izolacyjnym preszpanu znacząco odbiega od procesu nawilżania izolacji celulozowej transformatora energetycznego. Większość wilgoci zanieczyszczającej izolację transformatora energetycznego pochodzi z zewnątrz transformatora. Woda po wnikięciu do kadzi transformatora rozpuszcza się w oleju izolacyjnym, a następnie ze względu na wielokrotnie wyższą rozpuszczalność wody w celulozie niż w oleju, zostaje pochłonięta przez preszpan bądź papier. W rzeczywistym transformatorze wilgoć wnika do zaimpregnowanego olejem izolacyjnym preszpanu,

w przeciwieństwie do dotychczas stosowanej metody wykonywania próbek wzorcowych, gdzie woda wnika w niezaimpregnowany preszpan, który dopiero po zawilgoceniu zostaje zalany olejem.

Celem wynalazku jest wytworzenie próbki wzorcowej impregnowanego olejem izolacyjnym preszpanu o zadanym poziomie zawilgocenia w sposób maksymalnie zbliżony do procesu nawilżania w transformatorach energetycznych.

Istotą sposobu nawilżania preszpanu elektrotechnicznego impregnowanego olejem izolacyjnym, w którym nawilża się powietrzem atmosferycznym próbkę próżniowo suszonego preszpanu elektrotechnicznego, według wynalazku, jest to, że zawilgoconą próbkę preszpanu elektrotechnicznego umieszcza się w hermetycznym naczyniu z olejem izolacyjnym o objętości nie większej niż 10-krotność łącznej objętości próbek preszpanu elektrotechnicznego. Następnie wycina się wzorcową próbkę z wysuszonego próżniowo preszpanu elektrotechnicznego. Pozostawia się wzorcową próbkę preszpanu elektrotechnicznego w próżni do czasu uzyskania zawilgocenia w przedziale od 0,6 % do 0,8 % wagowych i impregnuje się wzorcową próbkę preszpanu elektrotechnicznego olejem izolacyjnym. Następnie umieszcza się zaimpregnowaną próżniowo wzorcową próbkę preszpanu elektrotechnicznego na okres od 6 do 18 miesięcy w hermetycznym naczyniu z olejem izolacyjnym i źródłem wilgoci, w którym zachodzi zawilgocenie wzorcowej próbki preszpanu elektrotechnicznego. Zawilgocenie

wzorcowej próbki preszpanu elektrotechnicznego określa się jako iloraz sumy mas wilgoci w zawilgoconej próbce preszpanu elektrotechnicznego i wilgoci pozostałej po wysuszeniu wzorcowej próbki preszpanu elektrotechnicznego oraz sumy mas w stanie suchym zawilgoconej próbki preszpanu elektrotechnicznego i wzorcowej próbki preszpanu elektrotechnicznego, wyrażony w procentach wagowych.

Korzystnym skutkiem wynalazku jest wytworzenie wzorcowej próbki preszpanu elektrotechnicznego impregnowanego olejem izolacyjnym, która w większym stopniu oddaje procesy fizyczno-chemiczne zawilgoconej izolacji transformatorów energetycznych. Zastosowanie sposobu nawilżania próbek wzorcowych przedstawionych w wynalazku umożliwia opracowanie precyzyjniejszych modeli i nomogramów wzorcowych, co przekłada się na możliwość precyzyjniejszego określania zawilgocenia izolacji papierowo-olejowej transformatorów energetycznych.

Przykład 1

Z arkusza preszpanu elektrotechnicznego wycięto próbkę w kształcie walca o średnicy 180 mm i wysokości 2 mm. Próbkę wysuszono próżniowo uzyskując masę 55,31 g i określono zawartość wilgoci, która wynosiła 0,6 % wag. Próbkę wystawiono na działanie powietrza atmosferycznego kontrolując wzrastającą wagę próbki. Po osiągnięciu zawilgocenia 3 % wagowych tj. wagi 56,61 g, zawilgoconą próbkę umieszczono w hermetycznie zamykanym naczyniu zalanym olejem izolacyjnym o objętości

450 ml. Następnie z arkusza preszpanu elektrotechnicznego wycięto wzorcową próbkę w kształcie walca o średnicy 180 mm i wysokości 2 mm. Wzorcową próbkę wysuszono próżniowo uzyskując zawilgocenie 0,6 % wagowych i masę 55,35 g a następnie zalano olejem izolacyjnym w warunkach próżniowych. Zaimpregnowaną wzorcową próbkę umieszczono w hermetycznym naczyniu, w którym znajduje się zawilgocona próbka preszpanu będąca źródłem wilgoci. Naczynie hermetycznie zamknięto. Po czasie 6 miesięcy osiągnięto zawilgocenie wzorcowej próbki preszpanu wynoszące 1,8 % wag.

Przykład 2

Z arkusza preszpanu elektrotechnicznego wycięto próbkę w kształcie prostopadłościanu o wymiarach podstawy 150 mm na 150 mm i wysokości 2 mm. Próbkę wysuszono próżniowo uzyskując masę 49,13 g i określono zawartość wilgoci, która wynosiła 0,8 % wag. Próbkę wystawiono na działanie powietrza atmosferycznego kontrolując wzrastającą wagę próbki. Po osiągnięciu zawilgocenia 4,5 % wagowych tj. wagi 51,02 g, zawilgoconą próbkę umieszczono w hermetycznie zamykanym naczyniu zalanym olejem izolacyjnym o objętości 400 ml. Następnie z arkusza preszpanu elektrotechnicznego wycięto wzorcową próbkę w kształcie prostopadłościanu o wymiarach podstawy 150 mm na 150 mm i wysokości 2 mm. Wzorcową próbkę wysuszono próżniowo uzyskując zawilgocenie 0,8 % wagowych i masę 49,1 g a następnie zalano olejem izolacyjnym

w warunkach próżniowych. Zaimpregnowaną wzorcową próbkę umieszczono w hermetycznym naczyniu, w którym znajduje się zawilgocona próbka preszpanu będąca źródłem wilgoci. Naczynie hermetycznie zamknięto. Po czasie 18 miesięcy osiągnięto zawilgocenie wzorcowej próbki preszpanu wynoszące 2,7 % wag.

POLITECHNIKA LUBELSKA
Biuro Rzecznika Patentowego
ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin
tel. +48 81 538 46 29, fax +48 81 538 41 70

RZECZNIK PATENTOWY


mgr inż. Tomasz Milczek
Nr ew. 2796