

Diagnostyka własności dielektrycznych izolacji celulozowo-aramidowej stosowanej w olejowych transformatorach mocy z wykorzystaniem metod polaryzacyjnych

Streszczenie

Obecnie układy izolacyjne transformatorów energetycznych (w tym transformatorów dużych mocy) zbudowane są na bazie ulepszanych termicznie papierów celulozowych klasy KRAFT, które sycone są olejami mineralnymi, a więc cieczami niebiodegradowalnymi, powstającymi w procesie rafinacji ropy naftowej. Wraz z rozwojem technologicznym na rynku energetycznym poszukiwane są nowe materiały o lepszych właściwościach fizyko-chemicznych, których eksploatacja nie będzie powodować zagrożenia dla środowiska naturalnego, jak to ma miejsce obecnie, szczególnie podczas eksploatacji izolacji celulozowo-olejowej dużych transformatorów energetycznych. Niemniej jednak należy mieć świadomość, że wdrożenie do powszechnej eksploatacji nowych materiałów elektroizolacyjnych wymaga szeregu badań i analiz, a przede wszystkim znajomości niezawodnych narzędzi diagnostycznych umożliwiających ocenę stanu zastosowanego układu izolacyjnego. Efektywność tego procesu jest fundamentalnym elementem bezpiecznej eksploatacji urządzeń energetycznych. W niniejszej rozprawie doktorskiej podjęto się zadania przetestowania nowego typu izolacji o strukturze hybrydowej celulozowo-aramidowej, łączącej w sobie najlepsze cechy powszechnie stosowanych izolacji celulozowej typu KRAFT oraz syntetycznej izolacji z włókien aramidowych NOMEX®. Do impregnacji celulozowo-aramidowej izolacji NOMEX®910 zastosowano biodegradowalne estry elektroizolacyjne, tj. ester syntetyczny MIDEL® 7131 oraz ester naturalnym Nytro® BIO 300X. Celem przeprowadzonych badań laboratoryjnych było sprawdzenie jednej z powszechnie znanych i stosowanych metod diagnostycznych tj. metody PDC do diagnostyki stanu wspomnianego układu izolacyjnego. W pracy zaprezentowano wyniki badań laboratoryjnych obrazujących wpływ temperatury pomiaru, stopnia zatarzenia termicznego oraz stopnia zawilgocenia izolacji na przebiegi prądów polaryzacji I_p i depolaryzacji I_d , uzyskane na próbkach izolacji NOMEX®910. Z uwagi na fakt, że estry syntetyczne coraz częściej wykorzystywane są podczas modernizacji starych jednostek transformatorowych, w pracy przeprowadzono również analizę wpływu stopnia zmieszania estru syntetycznego z olejem mineralnym na przebiegi prądów PDC. W dalszej części pracy, uzyskane w trakcie pomiarów diagnostycznych przebiegi czasowe prądów polaryzacji I_p i depolaryzacji I_d , posłużyły do przeprowadzenia analiz procesów polaryzacyjnych zachodzących w badanych układach izolacyjnych. Wynikiem przeprowadzonych analiz są funkcje regresji energii aktywacji E_A (wyznaczonej w oparciu o równanie Jonschera i temperaturowy wykres Arrheniusa) oraz dominujących stałych czasowych τ_1 oraz τ_2 (wyznaczonych w oparciu o równanie Debye'a), łączonych z procesami polaryzacyjnymi odpowiednio włókien aramid i celulozy tj. komponentów składowych celulozowo-aramidowej izolacji NOMEX®910. Ostatnim aspektem realizacji badań i analiz ujętych w niniejszej pracy, było sprawdzenie powtarzalności i odtwarzalności wyników badań. Aspekty te, będące sprawdzeniem wiarygodności opisanych w pracy wyników badań potwierdzone zostały w oparciu o analizę statystyczną w postaci parametrycznych i nieparametrycznych testów istotności.

Rezultatem przeprowadzonych badań i analiz opisanych w niniejszej pracy, jest potwierdzenie hipotez badawczych, postawionych przed realizacją badań laboratoryjnych w oparciu o założenia teoretyczne. Potwierdzono zatem, że metoda PDC z sukcesem może być stosowana do diagnostyki stanu układu izolacyjnego zbudowanego na bazie celulozowo-aramidowego papieru NOMEX®910 impregnowanego estrami syntetycznym (MIDEL® 7131) oraz naturalnym (Nytro® BIO 300X).

