

Wpływ temperatury na przewodnictwo elektryczne papieru celulozowego impregnowanego bioolejem transformatorowym

Streszczenie. W artykule zaprezentowano wyniki badań papieru transformatorowego impregnowanego nowoczesną cieczą elektroizolacyjną Nytro Bio 300X dla zawilgocenia 1% i 3% oraz w temperaturze z zakresu 20÷70 °C za pomocą metody PDC (polarization Depolarization Current). Analizę przeprowadzono za pomocą równania Jonshera LFD. Obliczono energię aktywacji z czasu charakterystycznego k_a po którym następuje zmiana charakteru procesu relaksacyjnego.

Słowa kluczowe: bioolej, preszpan, PDC, energia aktywacji.

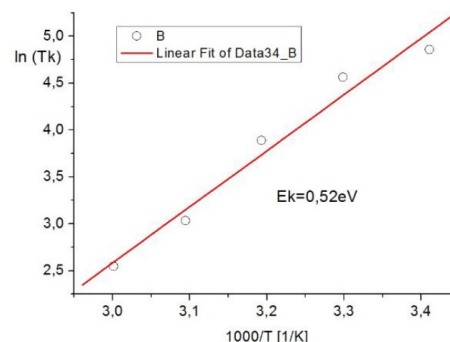
Wstęp, obiekt i metodyka

Metody badawcze oparte o pomiar zjawisk relaksacyjnych (FDS - Frequency Domain Spectroscopy; PDC - Polarization Depolarization Current; RVM - Return Voltage Measurement) pozwalają w dostatecznym stopniu oszacować zawilgocenie klasycznej izolacji transformatorów energetycznych [1]. W przypadku tych metod kluczowym elementem jest poprawna interpretacja osiągniętych wyników. Metody polaryzacyjne oceny zawilgocenia izolacji stałej dają wynik uśredniony badanego obiektu na podstawie charakterystyk wzorcowych danego zawilgocenia lub analizy ilościowej odpowiedzi dielektrycznej w danej temperaturze. Nabiera to istotnego znaczenia, gdy jednocześnie relaksuje kilka struktur dielektrycznych o różnych własnościach fizykochemicznych (olej, preszpan, aramid, granica faz papier-olej, warstwa zanieczyszczeń na celulozie) lub gdy szacowane jest zawilgocenie nowoczesnych izolacji stało-ciekłych np. papier aramidowy lub celulozowy – ester syntetyczny [2].

Wyniki i wnioski

W pracy zaprezentowano wyniki badań odpowiedzi dielektrycznej w dziedzinie czasu (metoda PDC – Polarization Depolarization Current) preszpanu o zawilgoceniu 1% oraz 3% impregnowanego naturalnym olejem transformatorowym dla temperatur z zakresu od 20 °C do 70 °C. Ogólne wnioski zmian prądu polaryzacji i przewodnictwa dla zawilgocenia 1% i 3% dotyczą wzrostu jego wartości wraz ze wzrostem temperatury w całym badanym spektrum (rejestracja czasu do 10⁴ s). Jest to typowe zachowanie dielektryków, gdzie wzrost temperatury powoduje wzrost energii wewnętrznej struktury materiału poprzez zwiększenie amplitudy drgań łańcuchów polimerowych celulozy. Podobny efekt jest widoczny w przebiegach prądu depolaryzacji dla 1% zawilgocenia. Natomiast przy wyższym zawilgoceniu (3%) prąd depolaryzacji wykazuje inny charakter zmian w początkowej fazie rejestracji. Najprawdopodobniej związane jest to z przysłonięciem procesów relaksacyjnych przez dużą wartość przewodnictwa próbek. Jednak pod koniec rejestracji po około 7000 sekundach wyraźnie widać wzrost wartości prądu przy wzroście temperatury. Wartości prądu przewodnictwa po około kilkudziesięciu sekundach stabilizują się na niezmiennym poziomie, co świadczy o liniowej polaryzowalności układu dielektrycznego.

Dla zawilgocenia 1% wykonano analizę za pomocą równania Jonshera LFD i określono czas charakterystyczny T_k przy, którym następuje zmiana rodzaju relaksacji układu. Na rysunku 1 wykreślono zmiany czasu charakterystycznego T_k w układzie Arrheniusa. Dodatkowo dzięki liniowości w układzie Arrheniusa można stosunkowo łatwo oszacować energię aktywacji procesu polaryzacyjnego potrzebną do zmiany charakteru relaksacji układu wynoszącą w analizowanym przypadku $E_k=0,52\text{eV}$.



Rys.1 Wykres Arrheniusa papier -bioolej o zawilgoceniu 1%

Literatura

1. Żukowski P., Rogalski P., Kołtunowicz T.N., Kierczyński K., Zenker M., Pogrebnjak A. D., Kucera M., DC and AC Test of Moisture Electrical Pressboard Impregnated with Mineral Oil or Synthetic Ester – Determination of Water Status in Power Transformer Insulation, *Energies*, 15 (2022), Iss. 8, nr 2859.
2. Walczak K., Mościcka-Grzesiak H., Przybyłek P., Morańda H., Szewczyk R., Frequency Dielectric Response of Aramid Enhanced Cellulose Paper in Aspect of Its Water Content Determination, *Przegląd Elektrotechniczny*, 97 (2021), Nr 8,23-26.

Autorzy: dr inż. Marek Zenker, West Pomeranian University of Technology, Szczecin, Sikorskiego 37, 70-313 Szczecin, e-mail: marek.zenker@zut.edu.pl