POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ACADEMIC JOURNALS
No 74 Electrical Engineering 2013

Łukasz NAGI*
Piotr SCHNEIDER*

WYKORZYSTANIE ŚRODOWISKA MATLAB W ANALIZIE PROMIENIOWANIA JONIZUJĄCEGO WYNIKAJĄCEGO Z WYŁADOWAŃ NIEZUPEŁNYCH

W artykule przedstawiono wyniki pomiarów promieniowania jonizującego wynikającego z wyładowań niezupełnych (WNZ). Analiza i opracowanie otrzymanych danych zostały wykonane w środowisku MATLAB. Przywołane zostały metody diagnostyczne do wykrywania WNZ, jednocześnie opisane zostały efekty radiacyjne wynikające z wyładowań niezupełnych. Zauważono, że wraz ze wzrostem napięcia, na wadliwej izolacji gdzie występują WNZ zwiększa się dawka promieniowania wykrywana przez Rentgenoradiometr Geigera-Mullera. W celu teoretycznego potwierdzenia wyników wykonano również dodatkowe modelowanie krzywych w środowisku MATLAB.

1. WYŁADOWANIA NIEZUPEŁNE, PROMIENIOWANIE

W izolacjach urządzeń elektrycznych mogą powstawać lokalne przebicia zwane wyładowaniami niezupełnymi (WNZ). Ich powstawaniu i rozwojowi towarzyszy szereg zjawisk fizycznych takich jak: impuls prądowy i emisja fali elektromagnetycznej, chemiczne przemiany w izolacji, udarowe odkształcenie sprężyste i towarzyszącą mu emisję fali elektromagnetycznej, promieniowanie świetlne, lokalny wzrost temperatury w obszarze wyładowania oraz zmiana ciśnienia gazu w jego kanale. Efekty te mogą występować z różnym nasileniem. Niewątpliwie wpływ na to ma zastosowany układ izolacyjny, rodzaj dielektryku oraz typ WNZ. Na podstawie obserwacji wyżej wymienionych zjawisk opracowane zostały metody ich detekcji, pomiaru i lokalizacji. Każda z metod wykorzystuje odpowiedni dla niej sprzęt, metodykę prowadzenia badań, przetwarzania uzyskanych danych oraz analizy zebranych wyników. W ostatnich czasach na znaczeniu zyskały badania nieniszczące. Pozwalają one ocenić stan diagnozowanej izolacji w trakcie pracy urządzeń elektroenergetycznych. [1] [2] Badania promieniowania jonizującego mogą stać się nową nieinwazyjną metodą do oceny stanu izolacji.

Promieniowanie jonizujące jako zjawisko fizyczne jest zarówno powszechnym jak i istotnym elementem oddziaływań na otaczający nas świat. Oddziaływujące z

* Politechnika Opolska.

materią rodzaje promieniowania jonizującego mają wpływ na jej budowę, powstające defekty w strukturze danego materiału oraz zmiany składu pierwiastkowego wynikającego ze zmian promieniotwórczych. Wyróżniamy cztery rodzaje promieniowania jonizującego: promieniowanie alfa (jądra helu), promieniowanie beta (elektrony lub pozytony), promieniowanie neutronowe oraz promieniowanie elektromagnetyczne (promieniowanie X, hamowania oraz gamma). Różne rodzaje promieniowania mają różny zasięg oddziaływania co jest związane z ich energią (częstotliwością). Również jednym ze czynników związanych z rodzajem promieniowania i jego energią jest przenikalność. Najmniejszą posiada promieniowanie alfa (kilka kartek papieru jest w stanie ochronić materię przed jądrami helu), największą przenikalnością natomiast charakteryzuje się promieniowanie elektromagnetyczne. [3] [4].

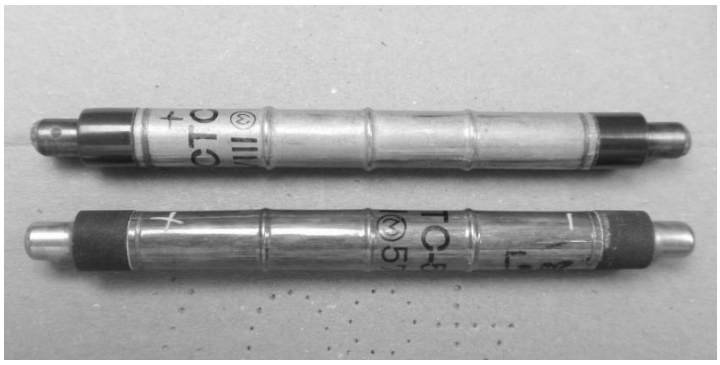
2. PROMIENIOWANIE JONIZUJĄCE WYNIKAJĄCE Z WNZ

Podczas Wyładowań Niezupełnych - WNZ (z ang. Partial Discharges - PD) wytwarzanych w izolacji kabla (polyolyphine) zaobserwowano pojawienie się promieniowania rentgenowskiego. Ów składnik radiacyjny jest w stanie przenikać przez cienkie warstwy lekkich metali takich jak beryl czy aluminium i dzięki temu możliwe byłoby wykrywanie WNZ w ten sposób. Istnieje szansa zrobienia zdjęcia rentgenowskiego porów powietrza w izolacji kabli elektrycznych co dałoby możliwość nieinwazyjnego ocenienia strat i uszkodzeń izolacji. Wykazano wcześniej, że składnik rentgenowski wyładowań niezupełnych jest tak zwanym promieniowaniem hamowania, a intensywność rentgenowskich wyładowań niezupełnych jest zależna od ilości atomów gazu występującego w porach gdzie WNZ ma miejsce. Ponadto liczba atomowa Z pierwiastków wchodzących w skład mieszaniny gazów generuje zależność zgodną z teorią Kramersa-Kulenkampffa [5] Zgodnie ze wzorem:

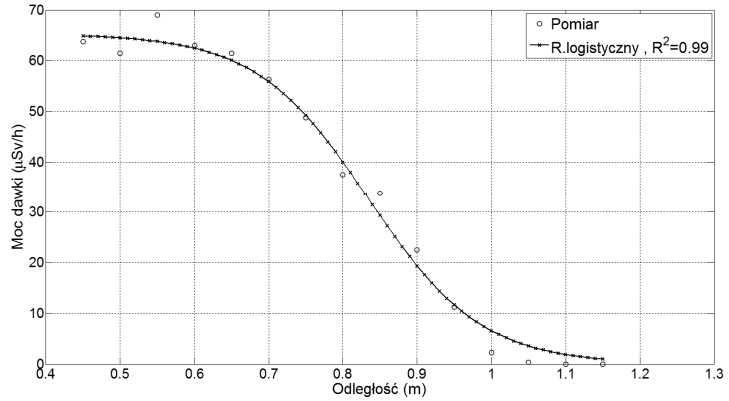
$$P = \frac{C(Z(v - v_0) + bZ^4)}{R^2} \tag{1}$$

Innym rodzajem promieniowania zaobserwowanym w procesie wytwarzania WNZ jest promieniowanie beta. Indykacja wykonana została za pomocą rentgenoradiometru DP-66M wykorzystującego detektory STS-5 (Rys.1).

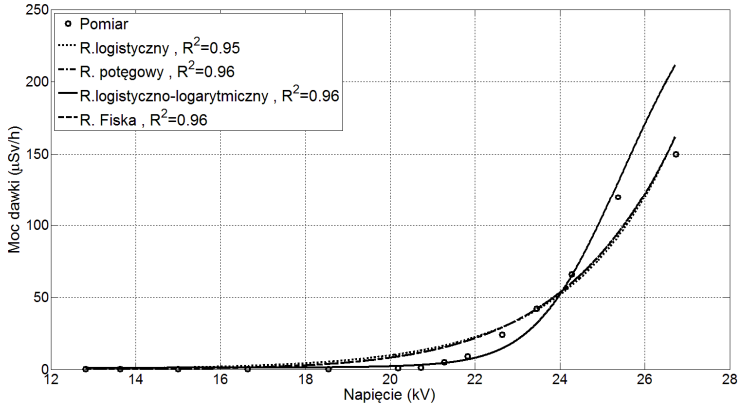
Badano zależność dawki promieniowania wynikającej z WNZ od napięcia wywołującego wyładowania oraz w zależności od odległości sondy od źródła PD. Wstępne wyniki wykazały dużą proporcjonalność mocy dawki promieniowania zarówno w stosunku do odległości od źródła WNZ jak i od napięcia je wywołującego. Zależności ukazują odpowiednio rysunki 2 i 3 (Rys. 2, Rys. 3). Ośrodkiem w którym rozpraszane było promieniowanie beta było powietrze.



Rys. 1. Detektor STS-5 z licznika Geigera wykorzystywany w rentgenoradiometrze DP-66M



Rys. 2. Zależność mocy dawki promieniowania w funkcji odległości od źródła WNZ P = f(r)



Rys. 3. Zależność mocy dawki promieniowania w funkcji napięcia wywołującego WNZ P = f(U)

3. WNIOSKI

Wykrywanie WNZ za pomocą odczytów radiacyjnych może stać się nową metodą w diagnostyce urządzeń i sieci elektroenergetycznych. Dzięki dokładnemu, a zarazem niedrogiemu sprzętowi bazującemu na popularnych licznikach Geigera-Mullera, można określać moc promieniowania towarzyszącego wyładowaniom niezupełnym, a tym samym wielkość uszkodzenia izolacji elektrycznej. Dokładne opracowanie metody pozwoli na szybkie i stosunkowo tanie sprawdzenie stanu izolacji wielu trudno dostępnych urządzeń i przewodów elektroenergetycznych. Nowa metoda miałaby też niebagatelny wpływ na pracę ludzi zajmujących się diagnostyką bezpośrednio w kontekście bezpieczeństwa i zdrowia. W dobie planowanych w Polsce inwestycji energetycznych w postaci elektrowni jądrowych ta metoda mogłaby stać się jedną z głównych.

LITERATURA

[1] Skubis J., Wybrane zagadnienia z techniki i diagnostyki wysokonapięciowej, Of. Wyd. Pol. Op., Opole 1998.
[2] Frącz P., Założenia systemu eksperckiego pomiaru wyładowań niezupełnych przy zastosowaniu metody spektrofotometrii optycznej, PAK, 1/2009.
[3] Muchin K.N., Doświadczalna Fizyka Jądrowa. Fizyka jądra atomowego. WNT, Warszawa 1978.
[4] Dziunikowski B., O fizyce i energii jądrowej, AGH, Kraków 2001.
[5] Novikov G.K., Smirnov A.I., Fedchiskin V.V., Detection of X-Ray Radiation of Partial Discharges in Polymeric Cable Insulation. Russian Electrical Engineering, 2009.

THE USE OF MATLAB IN THE ANALYSIS OF IONIZING RADIATION RESULTING FROM THE PARTIAL DISCHARGE

The paper presents the results of measurements of ionizing radiation resulting from partial discharge (PD). Analysis and processing the recaived data where done in MATLAB. We write about diagnostic metods to detect PD, about radiaton (X-Rays) and effects of radiation that are the result of partial discharge. It was noted that with the increase in voltage in damaged isulation where PD occur the radiation dose detected by Geiger-Muller Rentgenoradiometr increases too. In order to confirm the theoretical results we were also performed additional modeling curves in MATLAB.