

Juliusz Brzóstowski

ZMIANY INTENSYWNOŚCI WYŁADOWAŃ NIEZUPEŁNYCH
W ELEKTROENERGETYCZNYCH KABLACH POLIETYLENOWYCH

1. Wstęp

Ważnym zagadnieniem z punktu widzenia obiektywnej oceny stanu izolacji urządzeń elektroenergetycznych jest zjawisko samowygaszania wyładowań niezupełnych. Przyczynami tego zjawiska są procesy fizykochemiczne zachodzące wewnątrz wtrąciny gazowej. Pod pojęciem wnętrza wtrąciny należy rozumieć przestrzeń gazową wraz z warstwą dielektryka otaczającego wtrącinę. Do pewnego wyjaśnienia mechanizmu tych procesów przyczyniły się badania prowadzone przez wielu autorów na układach modelowych z pojedynczą sztuczną wtrąciną.

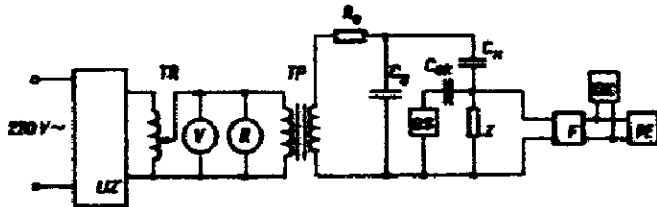
Wydaje się, że zjawisko występuje szczególnie silnie w przypadku izolacji tworzyw sztucznych, w tym również elektroenergetycznych kabli polietylenowych. Próba wyjaśnienia zmian wielkości określających intensywność wyładowań niezupełnych w kablu polietylenowym z samodelowaną sztuczną wtrąciną zawarta jest w pracy [3] .

W pracy niniejszej zawarte są wyniki badań zmian intensywności wyładowań w izolacji polietylenowej kabli elektroenergetycznych na napięcie 15 kV.

Mgr inż. Juliusz Brzóstowski
Politechnika Poznańska
Instytut Elektroenergetyki

2. Metoda badań i układ pomiarowy

Pomiar wyładowań niesupełnych przeprowadzany był w układzie przedstawionym na rys.1.



Rys.1. Schemat układu do pomiaru wyładowań niesupełnych:

UZ-układ zabezpieczający, R-rejestратор
 płaski, C_g - kondensator sprzęgający 120 pF,
 GS - generator impulsów skalujących,
 F - filtr górnoprzepustowy, PE - przelicznik
 elektroniczny, OK - oscyloskop katodowy.

Przelicznik elektroniczny PT-72 z regulacją progu dyskryminacji amplitudowej został użyty do zliczenia impulsów napięciowych powstających na impedancji pomiarowej Z. Rejestратор w układzie mierzonym służył do pomiaru czasu i kontroli napięcia. Skalowanie układu przeprowadzono przy pomocy tranzystorowego generatora impulsów prostokątnych o czasie narastania 15 ns i kondensatora o pojemności 2,5 pF. Dla uniknięcia zliczenia składowej 50 Hz, pojawiającej się na impedancji pomiarowej Z, w obwód pomiarowy został włączony filtr F. Czulość układu pomiarowego dla przelicznika impulsów wynosiła 12 pC.

Badaniem poddane zostały odcinki kabli elektroenergetycznych o izolacji polietylenowej na napięcie znamionowe 15 kV i o przekroju żyły przewodzącej 70 mm². Odcinki kabla o długości 2 m zostały umieszczone w głowicach olejowych ze sterowanym rozkładem pola. Głowice w zakresie stosowanych napięć nie wykazywały wyładowań niesupełnych.

Otrzymane w czasie pomiarów wyniki przedstawiono w postaci następujących zależności:

- wielkości przenieszonego ładunku pozornego wyładowań niezupełnych w funkcji amplitudy pojedynczego impulsu:

$$\frac{n_1 Q_1}{Q_c} = f / Q_1 /$$

- n_1 - ilość impulsów w i-tym przedziale utworzonym przez dwie kolejne nastawy dyskryminatora amplitudy,
- Q_1 - średnia wartość amplitudy ładunku tego przedziału,
- Q_c - całkowity ładunek przenoszony równy

$$Q_c = \sum n_1 Q_1$$

- ładunku maksymalnego w funkcji czasu

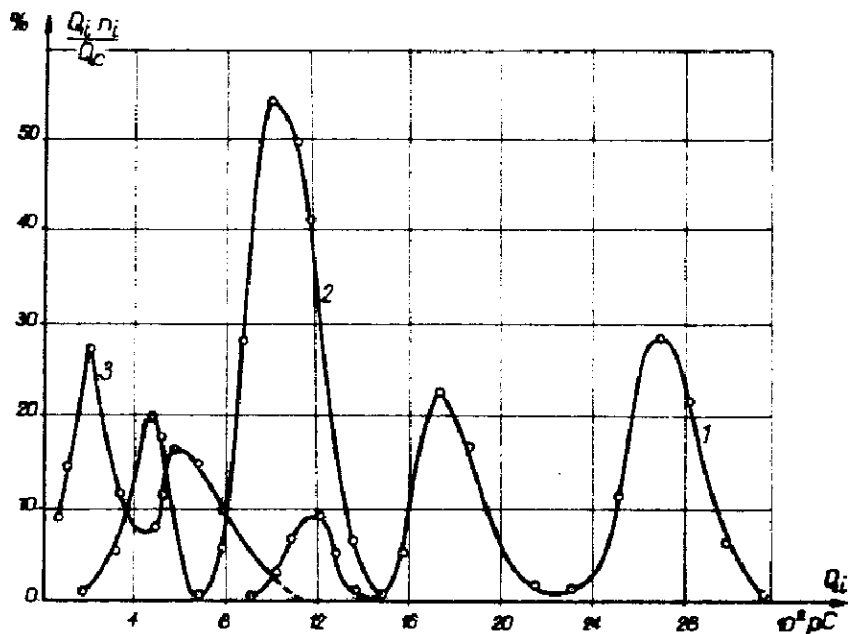
$$Q_{\max} = f/t/$$

- średniego prądu wyładowań niezupełnych w funkcji czasu

$$I = f/t/$$

3. Omówienie wyników badań

Otrzymane rozkłady w funkcji amplitudy miały przebiegi bardzo złożone. W większości przypadków występowały dwie, trzy, a nawet cztery wartości maksymalne. Wskazuje to na istnienie superpozycji z kilku rozkładów wywołanych wyładowaniami w różnych miejscach izolacji [3]. Bardzo typowy proces zmian charakterystyk amplitudowych przedstawia rys.2. Rozkład początkowy posiadał trzy maksima lokalne, natomiast charakterystyki otrzymane po 24 oraz 72 godzinach wykazują tylko dwie wartości maksymalne.



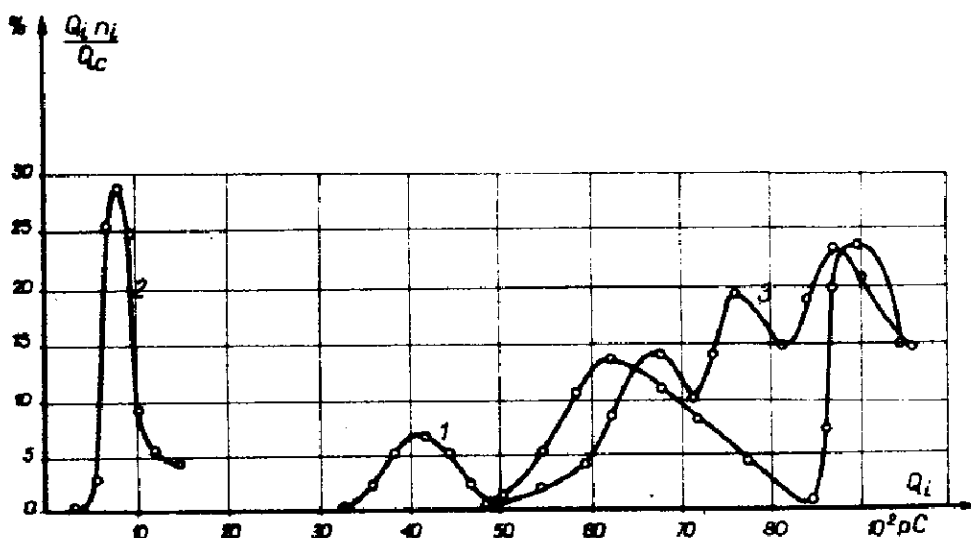
Rys.2. Charakterystyki ładunku przenieszonego
w funkcji amplitudy pojedynczego impulsu
 $U_p = 37 \text{ kV}$.

- 1 - początek próby,
- 2 - 24 godz. próby,
- 3 - 72 godz. próby.

Obserwowaną prawidłowością, w trakcie przebywania próbki pod napięciem były przesunięcia maksimum lub całych krzywych rozkładów impulsów w kierunku malejących wartości ładunku lub stopniowy wzrost udziału ładunków o mniejszej wartości w całkowitym ładunku przenoszonym w przypadku istnienia od samego początku maksimum dla małych ładunków. W przypadku przedstawionym na rys.2 wyładowania niezupełne zanikały całkowicie po 120 godzinach od początku próby. Również na 13 godzin przed przebicciem pomiar nie wykazał istnienia wyładowań niezupełnych.

W szeregu pracach opartych na wynikach badań modelowych z pojedynczą wtrąciną sztuczną, autorzy wskazują na duże znaczenie przerw beznapięciowych, po których intensywność wyładowań może osiągnąć poziom obserwowany na początku próby.

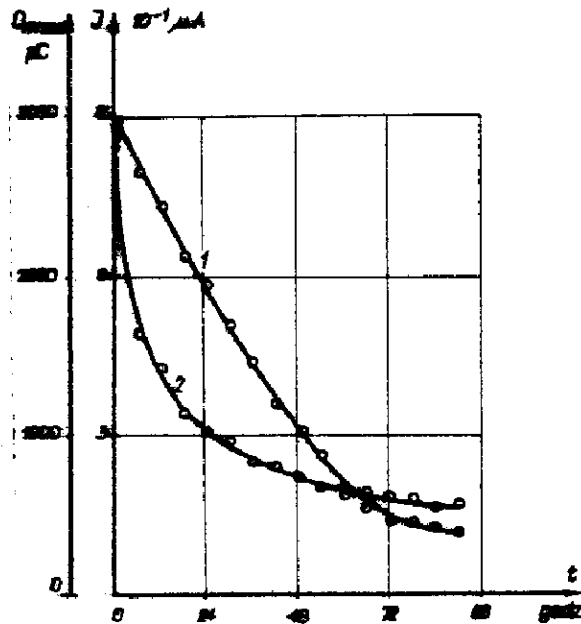
Na rys.3 przedstawione są wyniki pomiarów reprezentatywne dla całości przedstawionych badań nad wpływem przerwy beznapięciowej na zjawisko samowygaszania wyładowań niezupełnych.



Rys.3. Charakterystyki ładunku przenieszonego w funkcji amplitudy pojedynczego impulsu.
 $U_p = 37 \text{ kV}$.
 1 - początek próby,
 2 - 63 godz. próby,
 3 - 83 godz. próby, po 20-to godzinnej przerwie beznapięciowej.

Stwierdzono dużą odwracalność procesów zachodzących we wtrącinach. Charakterystyki odejmowane po przerwie były przesunięte w kierunku większych wartości ładunku niż przed przerwą, często pokrywając się w całości z krzywymi początkowych rozkładów.

Przyjmując za miarę intensywności średni prąd wyładowań widać z rys. 4, że szybkość procesu sromowgaszenia jest największa w pierwszych godzinach próby. Jednocześnie, ponad 3,5-krotne obniżenie wartości ładunku maksymalnego jest konsekwencją przesuwania się charakterystyk amplitudowych w kierunku malejących wartości ładunku pojedynczego impulsu. Czas do ustalenia się wielkości opisujących wyładowania niezupełne lub do zupełnego ich zaniku był różny dla różnych próbek i wynosił od kilkudziesięciu minut do stakilkudziesięciu godzin.



Rys. 4. Zmiany wielkości ładunku maksymalnego /1/ oraz średniego prądu wyładowań /2/.

4. Zakończenie

Mimo pewnych prawidłowości zjawiska samowygaszania istnieje duża przypadkowość obserwowanych zmian. Niezależnie od zaistniałych przerw beznapięciowych obserwowano okresowe, przypadkowe zmiany intensywności wyładowań. W kilku przypadkach rejestrowano gwałtowne, krótkotrwałe wzrosty wartości ładunku całkowitego na kilkanaście godzin przed przebicciem.

Literatura

- 1 Grzybowski S. Brzostowski J. - Zjawisko samowygaszania wyładowań niezupełnych w kablach o izolacji polietylenowej. VII Konferencja Naukowo-Techniczna P.P. SEP n.t. "Współczesne problemy energetyki elektrycznej." Poznań 6-7 luty 1975
- 2 Dobroszewski R. - Badanie stabilności wyładowań niezupełnych na modelu dielektryka stałego. Sympozjum nt. "Wyładowania niezupełne jako czynnik destrukcji izolacji". Krościenko 1972, AGH-PKME
- 3 Florkowska B. - Issledowanije razwitija czasticznych razriadow w polietilenowej izolacji siłowych kabelej. III Konferencja "ELIZOT-74" Warna 1974
- 4 Goliński J. - Przebiccia jonizacyjne stałych polimerów. Postępy techniki wysokich napięć 1965 z.4
- 5 Kojkow S.N. Cikin A.N. - Elektricziesskoje starienie twierdych dielektrikow i nadzieznost dielektricziesskich dietalej. Izdatielstwo Energijs . Leningrad 1968
- 6 Kreuger F.H. - Endurance tests with polyethylene insulated cables, CIGRE , paper 21-02 session 1968