

Janina Pospieszna

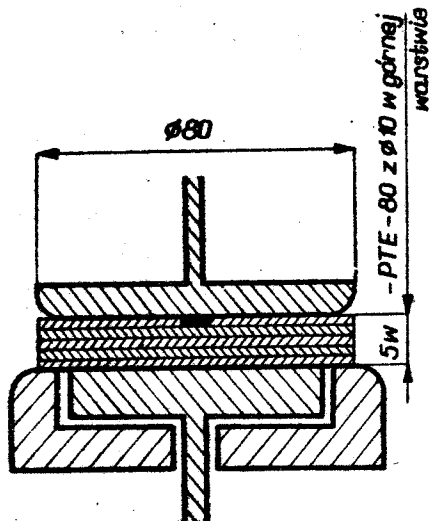
WPLYW PRZEPIĘĆ DYNAMICZNYCH NA ROZWÓJ WYŁADOWAŃ NIEZUPEŁNYCH W IZOLACJI WARSTWOWEJ NASYCONEJ CIEKŁYM AZOTEM

W izolacji warstwowej nasyconej ciekłym azotem stwierdzono znaczną różnicę między napięciem zapłonu i gaszenia wyładowań niezupełnych [1], co daje w pewnych przypadkach efekt podtrzymywania zainicjowanych już wyładowań niezupełnych napięciami znacznie niższymi od napięcia jonizacji [1,2]. Istnieje więc prawdopodobieństwo tego, że w przypadku gdy napięcie robocze izolacji będzie mniejsze od napięcia zapłonu, a większe od napięcia gaszenia, pojawienie się przepięcia może spowodować zapłon niewygasających wyładowań niezupełnych, niedopuszczalnych dla tej izolacji. Może to być przepięcie zarówno dynamiczne, łączeniowe czy atmosferyczne.

Omawiane tutaj wyniki dotyczą badań inicjowania samopodtrzymujących się wyładowań niezupełnych w izolacji warstwowej: dielektryk stały - ciekły azot przez przepięcia dynamiczne, które wydają się być szczególnie niebezpieczne ze względu na stosunkowo długi czas trwania.

Obiektami badań były próbki izolacji składające się z pięciu warstw folii poliestrowej o grubości 100 μm , z otworem o średnicy 10 mm w warstwie umieszczonej przy elektrodzie wysokonapięciowej, imitującym wtrącinę gazową. Próbki były umieszczone w kriostacie z ciekłym azotem.

Do pomiaru ładunku pozornego wyładowań niezupełnych wykorzystano



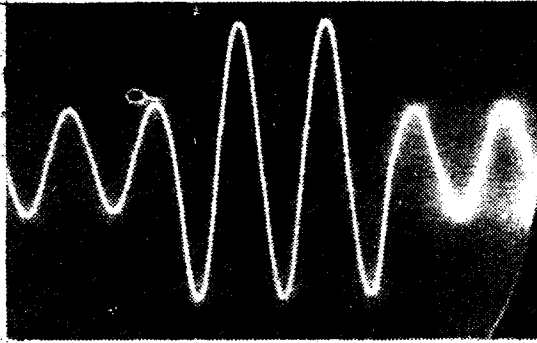
Rys.1. Próbka izolacji z modelową wtrąciną gazową

Krótkotrwałe podwyższanie napięcia próby, imitujące przepięcie, realizowano za pomocą specjalnie skonstruowanego programowanego układu tyrystorowego, sterującego przełączaniem napięcia pierwotnego transformatora wysokiego napięcia [3].

Dla zgrubnego oszacowania napięć próby U_R i podwyższonych U_p , dla każdej kolejnej próbki wykonywano pomiary napięć jonizacji U_j i gaszenia U_g wyładowań niezupełnych. Po wyznaczeniu tych wielkości do próbki przykładano napięcie przemiennie z zakresu $U_g < U_R < U_j$. Po upływie 1 - 2 minut działania takiego napięcia, napięcie na próbce przełączono na wartość podwyższoną $U_p > U_j$ o zaprogramowanym czasie trwania t /liczbą półokresów napięcia n /, po którego upływie napięcie na próbce ponownie osiągało swoją wartość wyjściową U_R . Najmniejszym odstępem czasu, możliwym do nastawienia, było pół okresu napięcia sieci, tj. 10 ms. Na próbce otrzymywano przebieg napięcia jak pokazano na rysunku 2.

W czasie całego cyklu pomiarowego wykonywano rejestrację maksymal-

nego ładunku pozornego wyładowań niezupełnych w próbce. Pomiar ładunku pozornego przerywano po paru minutach działania napięcia roboczego, po których zainicjowane na próbce wyładowania niezupełne stabilizowały się lub zanikały. W innych przypadkach obserwowano brak wyładowań w próbce. Do przypadków podtrzymywania wyładowań niezupełnych zaliczano te, w których obserwowano ich stabilizację.

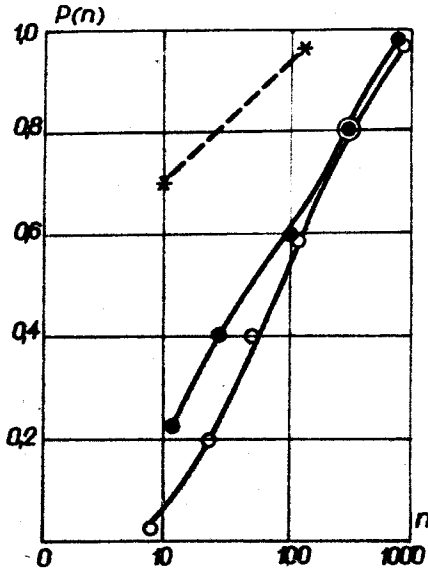


Rys.2. Fotografia przebiegu napięcia na próbce

Otrzymane wyniki badań pozwalają wnioskować o zależności prawdopodobieństwa inicjowania wyładowań niezupełnych zarówno od wielkości przepięcia U_p , jak i od liczby półokresów napięcia przemiennego, symulującego przepięcie /rys.3/. Prawdopodobieństwo inicjowania wyładowań niezupełnych rośnie ze wzrostem wartości przepięcia U_p oraz ze wzrostem czasu trwania przepięcia t , przy zadanej wartości napięcia próby U_r .

Wartość napięcia próby, warunkującego podtrzymanie zainicjowanych przez przepięcia wyładowań niezupełnych, zależy od rodzaju przepięcia, tj. jego wartości i czasu trwania. Zależność tę ilustruje rysunek 4, na którym przedstawiono wykres stosunku napięcia podwyższonego do napięcia próby $\frac{U_p}{U_r}$ w funkcji czasu trwania przepięcia, przy danych napięciach podwyższonych.

Z rysunku wynika, że ze zmniejszeniem czasu trwania przepięcia wzrasta znacznie napięcie próby potrzebne do podtrzymania wyładowań niezupełnych zainicjowanych danym przepięciem. Dla dłuższych czasów działania przepięcia (> 2 s) wybór napięcia próby, podtrzymującego wyładowanie praktycznie zależy tylko od wartości przepięcia.



Rys. 3. Rozkład liczby pomiarów, w których rejestrowano wyładowania niezupełne w próbkach izolacji przy różnych wartościach napięcia podwyższonego U_p i liczbie półokresów przepięcia n .

○ - $U_p = 9$ kV;

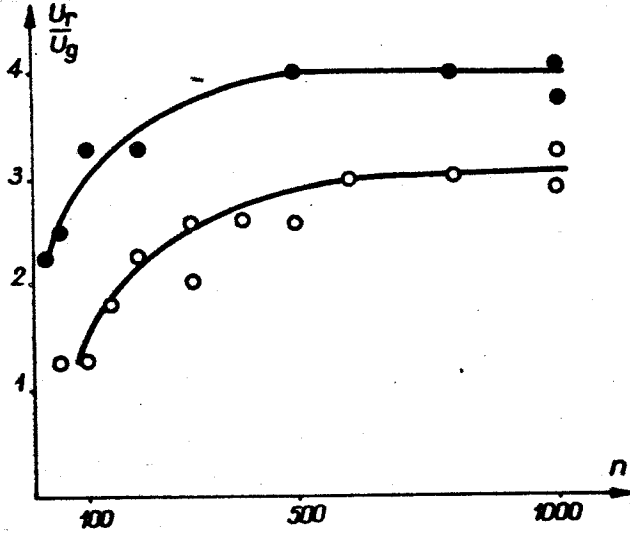
● - $U_p = 11$ kV;

* - $U_p = 13$ kV.

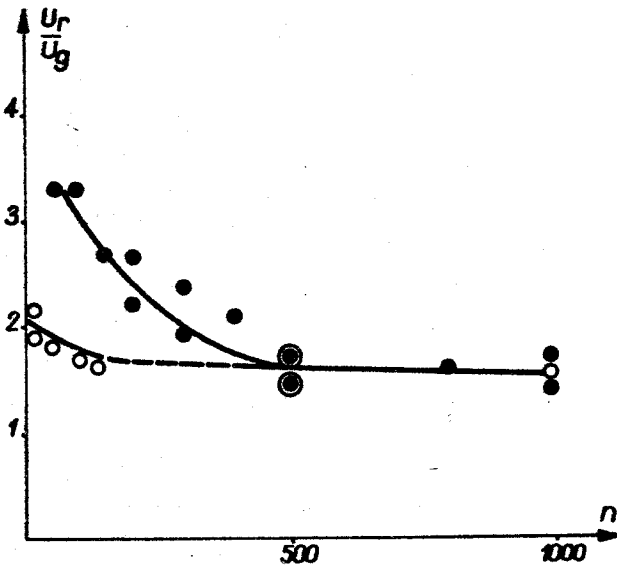
Ciekawe jest, w jakim stopniu napięcie próby, warunkujące powstawanie samopodtrzymujących się wyładowań niezupełnych, przewyższa napięcie ich gaszenia. Pokazano to na rysunku 5, który obrazuje zależność stosunku napięcia próby do napięcia gaszenia wyładowań niezupełnych $\frac{U_p}{U_g}$ od czasu działania przepięcia, dla różnych wartości przepięcia.

Dla dłuższych czasów działania przepięcia, napięcia próby bliskie są wartościom napięcia gaszenia wyładowań niezupełnych. Dla krótszych czasów powstanie samopodtrzymujących się wyładowań niezupełnych wymaga parokrotnie wyższych napięć próby w stosunku do napięć gaszenia wyładowań niezupełnych. Ze wzrostem wartości przepięcia różnice między wymaganym napięciem próby a napięciem gaszenia wyładowań gwałtownie maleją.

Wyniki powyższych badań wykazały możliwość inicjowania wyładowań niezupełnych w izolacji warstwowej: dielektryk stały - ciekły azot krótkotrwałymi napięciami podwyższonymi, symulującymi przepięcia dynamiczne i podtrzymywania ich niższymi napięciami roboczymi.



Rys.4. Wykres zależności stosunku napięcia podwyższonego do napięcia próby $\frac{U_r}{U_g}$ w funkcji czasu trwania przebiegu n , przy których powstają samopodtrzymujące się wyładowania niezupełne. \circ - $U_p = 20$ kV; \bullet - $U_p = 18$ kV.



Rys.5. Wykres zależności stosunku napięcia próby do napięcia gaśnięcia wyładowań niezupełnych $\frac{U_r}{U_g}$ w funkcji czasu działania przebiegu n . \circ - $U_p = 18$ kV; \bullet - $U_p = 20$ kV.

Prawdopodobieństwo wystąpienia samopodtrzymujących się wyładowań niezupełnych rośnie ze wzrostem współczynnika przepięcia i czasu działania przepięcia.

Dalsze badania wpływu przepięć na inicjowanie niewygasających wyładowań niezupełnych w izolacji: dielektryk stały-ciekły azot są skierowane na badania wpływu przepięć łączeniowych, w tym również w warunkach przechłodzonego azotu.

LITERATURA

1. Juchniewicz J., Piotrowicz J., Pospieszna J.: Badania wpływu oddziaływań układowych na właściwości izolacji warstwowej dielektryk stały - ciekły azot. Raport I-7/R-187/77. PWr.
2. Juchniewicz J., Pospieszna J.: Wpływ przepięć łączeniowych na rozwój wyładowań niezupełnych w izolacji warstwowej nasyconej ciekłym azotem. Konferencja naukowa, Moskwa 1978.
3. Piotrowicz J.: Zastosowanie tyrystorowych układów przełączających dla potrzeb symulowania przepięć dynamicznych i łączeniowych. Raport I-7/PRE-13/79. PWr.