

Andrzej Prochownik

## ROZKŁAD POLA ELEKTRYCZNEGO W WYBRANYCH PRZYKŁADACH WTRĄCIN GAZOWYCH

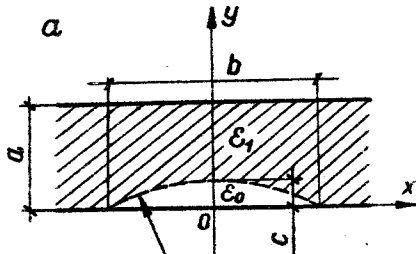
### 1. Wstęp

Znajomość rozkładu natężenia pola elektrycznego we wtrącinach gazowych w dielektryku stałym ma dla badań wyładowań niezupełnych istotne znaczenie zarówno w przypadku układów rzeczywistych, gdzie chodzi o ocenę możliwości występowania wyładowań, jak i modelowych, w których dążymy do normalizacji typu wtrąciny. Stanowi ona uzupełnienie informacji pozwalających interpretować wyniki badań, zwłaszcza odnośnie inicjowania wyładowań, ich mechanizmu i lokalizacji. W związku z tym problem ten był rozpatrywany niemal zawsze jako wstęp do dalszych rozważań. Spośród licznych prac można tu wymienić kilka zajmujących się tym tematem [1 - 4].

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wyniki obliczeń rozkładów pól elektrycznych w trzech przypadkach form wtrącin, których występowanie może być uzasadnione zwłaszcza w izolacji warstwowej lub jednorodnej żywicznej. Wyniki tych obliczeń mogą być pomocnicze przy interpretacji badań wyładowań.

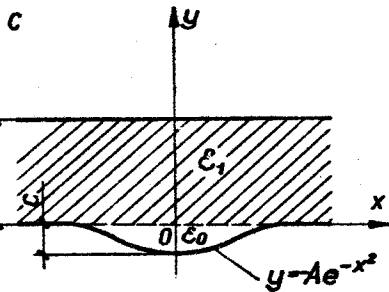
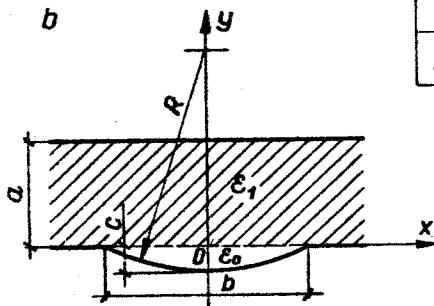
### 2. Przedmiot obliczeń

Analizowane układy przedstawione są na rysunku 1. Są to przykłady



parametry opisowe  
układów a i b

$l_p$	$a$ [mm]	$b$ [mm]	$c$ [mm]	$R$ [mm]	$\epsilon_{1w}$
1	2	4	0,5	4,25	4
2	2	4	0,25	8,125	4



parametry opisowe  
układu c

$l_p$	$a$ [mm]	$c$ [mm]	$A$	$\epsilon_{1w}$
1	2	0,5	0,5	4
2	2	0,25	0,25	4

Rys.1. Układy izolacyjne z wtrącinami i ich parametry

wtrącin, których występowanie w izolacji warstwowej jest bardzo prawdopodobne ze względów technologicznych.

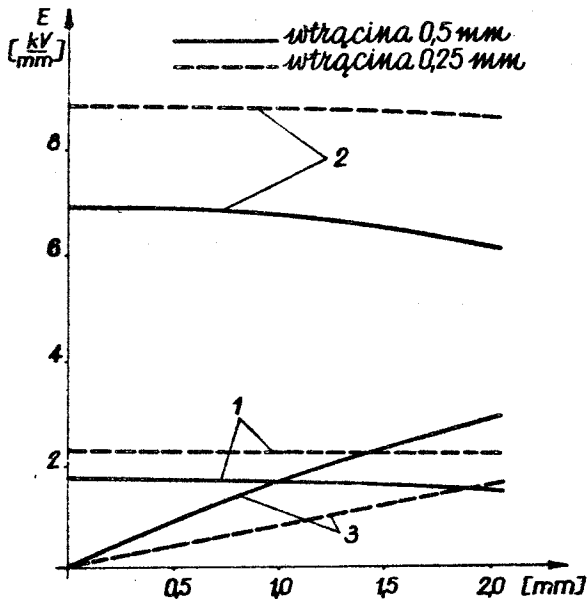
### 3. Obliczenia

We wszystkich przypadkach przyjęto, ze względu na konkretne wykorzystanie wyników, napięcie próby 6 kV przy grubości izolacji 2 mm. Przenikalność dielektryczna względna dielektryka stałego  $\epsilon_{1w} = 4$ .

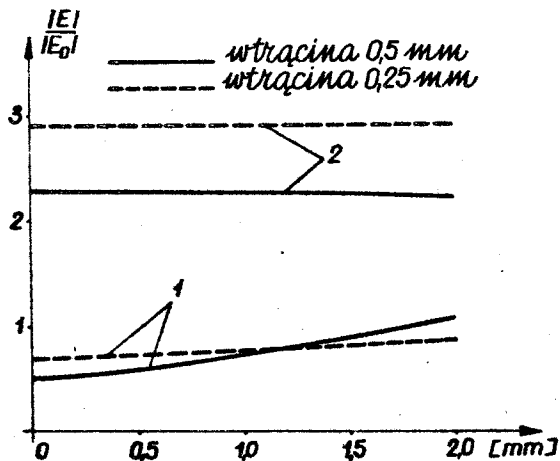
Obliczenia rozkładu pola elektrycznego we wtrącinie typu a /rys.1a/ wykonano metodą analityczną, we wtrącinach typu b i c /rys.1b i 1c/ - metodą numeryczną różnic skończonych /siatek/. Program został opracowany w języku PAL /Process Assembler Language/ i zrealizowany na minikomputerze GE-PAC/3010 Interdata. Wyodrębniono we wszystkich przypadkach składowe styczne i normalne oraz moduł natężenia pola elektrycznego. Wyniki dotyczą powierzchni granicznej dielektryk stały - gaz i przedstawione są w funkcji odległości od osi symetrii układu.

### 4. Wyniki obliczeń

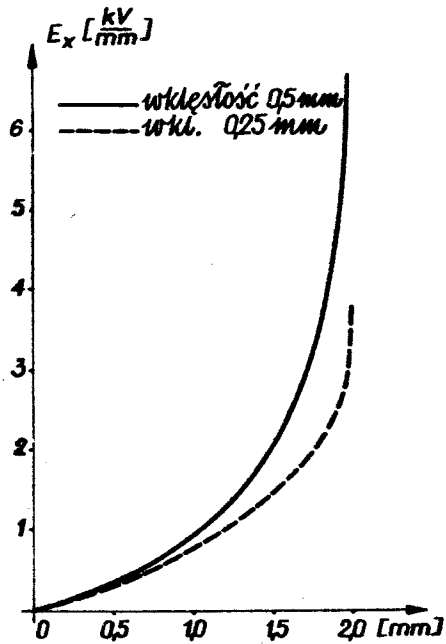
Wyniki obliczeń dla poszczególnych typów wtrącin przedstawiono na rysunkach 2 - 7.  $E_0$  - oznacza natężenie pola jednostajnego w dielektryku bez defektów przy danym napięciu / 6 kV/ i danej grubości dielektryka /2 mm /.



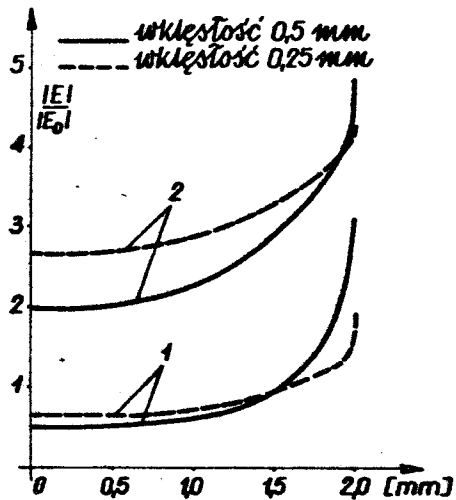
Rys.2. Przebieg składowych natężenia pola elektrycznego w układzie z wtrąciną o powierzchni czaszy kulistej /rys.1a/:  
 1 - składowe normalne natężenia pola w dielektryku stałym  
 2 - składowe normalne natężenia pola we wtrącinie gazowej  
 3 - składowe styczne natężenia pola na granicy dielektryk stały - gaz.



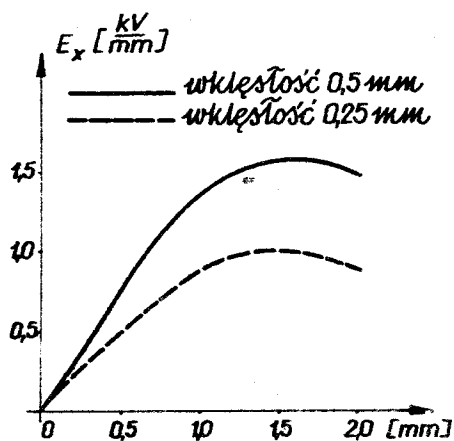
Rys.3. Moduły natężenia pola elektrycznego w dielektryku /1/ i w gazie /2/ w stosunku do natężenia pola jednostajnego w dielektryku jednorodnym w układzie z rys.1a.



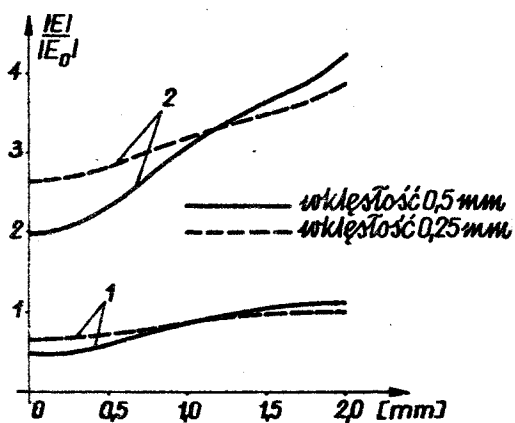
Rys.4. Przebieg składowych stycznych natężenia pola elektrycznego w układzie z wklęsłością elektrody o kształcie powierzchni wycinka czasy kulistej /rys.lb/



Rys.5. Moduł natężenia pola elektrycznego w dielektryku /1/ i w gazie /2/ w stosunku do natężenia pola jednostajnego w dielektryku jednorodnym w układzie z rys. lb.



Rys.6. Przebieg składowych stycznych natężenia pola elektrycznego w układzie z wklęsłością o kształcie z rys.1c.



Rys.7. Moduły natężenia pola elektrycznego w dielektryku /1/ i w gazie /2/ w stosunku do natężenia pola jednostajnego w dielektryku jednorodnym w układzie z rys. 1c.

## 5. Wnioski

1/ W przypadku elektrody wklęsłej następuje wzrost natężenia pola elektrycznego w powstałej wtrącinie gazowej przy oddalaniu się od osi symetrii układu. Największą wartość natężenia pola osiąga w punkcie przejścia z części wklęsłej elektrody w płaską. Wzrost ten jest:

- a/ bardzo duży /teoretycznie nieskończenie wielki/ przy wklęsłości elektrody o kształcie wycinka czaszy kulistej
- b/ duży /ale skończony/, gdy przejście<sup>z</sup> części wklęsłej do płaskiej elektrody następuje asymptotycznie.

W obu przypadkach wzrost ten jest spowodowany głównie składowymi stycznymi natężenia pola.

2/ W przypadku płaskich elektrod i wtrąciny gazowej o kształcie wycinka czaszy kulistej /znajdującej się przy elektrodzie/ nie występują istotne zmiany wartości modułu natężenia pola elektrycznego w gazie, gdyż składowa normalna /praktycznie stała/ jest kilkakrotnie większa od składowej stycznej, która rośnie, ale tylko nieznacznie wpływa na wartość modułu.

## LITERATURA

1. Morgenstern G.: Die Dielektrische Beanspruchung Heterogener Isolierstoffe. Wissenschaftliche Zeitschrift der Elektrotechnik, nr 1, 1965.
2. Csernatony-Hoffer A.: Zerstörungsfreie Prüfung von Hochspannungs Isolierungen. ETZ-A, H.6, 1972.
3. Rogers E., Skipper D.J.: Gaseous Discharge Phenomena in High Voltage d.s. Cable Dielectrics. Proc.IEE, nr 4, 1960.
4. Banachowski J., Łaś T.: Nieniszczące metody badań niektórych dielektryków stałych. Postępy techniki wysokich napięć z.4. PWN Warszawa 1965.

## Summary

## ELECTRICAL FIELD IN SOME FORMS OF GASEOUS VOIDS

There are presented the results of the calculation of electrical fields in some cases of gaseous voids, the existence of which is very possible from the technological causes. The calculations were carried out analytically and by the method of finite elements using the electronic computer.

The conclusions from these calculations can be useful in the investigations of the conditions of partial discharge inception.