

# PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY

ORGAN STOWARZYSZENIA ELEKTRYKÓW POLSKICH  
pod naczelnym kierunkiem prof. M. POŻARYSKIEGO.

Rok XIII.

1 Stycznia 1931 r.

Zeszyt 1.

Redaktor inż. WACŁAW PAWŁOWSKI

Warszawa, Czackiego 5, tel. 690-23.

## NOWA METODA POMIARU PRZEWODNOŚCI GAZÓW PRZY WYŁADOWANIU PIERŚCIENIOWEM.

prof. M. Pożaryski i inż. St. Wachowski.

W roku 1884 W. Hittorf otrzymał poraż pierwszy bezelektrodowe wyładowanie pierścieniowe, lecz dopiero w siedem lat później J. J. Thomson rozpoczął badanie tego zjawiska, nazwanego następnie od jego imienia wyładowaniem pierścieniowym Thomsona. Od tej chwili liczni fizycy: Davis, Lecher, Hartmann, Wachsmuth, Winawer badali wyładowania pierścieniowe.

By wnikać w mechanizm tego zjawiska, badano prąd tych wyładowań w zależności od ciśnienia gazu, a zatem bezpośrednio z nim związaną fizyczną wielkość — przewodność gazu.

Metody pomiarowe, zastosowane przy tych badaniach, dadzą się podzielić na dwie kategorie:

I. metody, wprowadzające elektrody dodatkowe i

II metody bezelektrodowe.

Metody pierwszej kategorii, przez wprowadzenie jako sond elektrod, wnoszą szereg czynników postronnych, wywołujących komplikacje w przebiegu zjawiska.

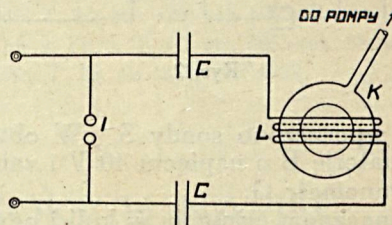
Pierwszą cechą sond jest oddziaływanie mechaniczne wprost na cząsteczki gazu. Wokół sond bowiem grupują się ładunki przestrzenne, które oddziaływać będą bezwątpienia na jony, wytwarzane przez pole, wzbudzające wyładowanie pierścieniowe, hamując lub też przeciwnie przyspieszając ruch jonów. Następnie elektrody te zmieniają samo pole zasadnicze, wprowadzając nowe pole, dowodem czego są dodatkowe wyładowania elektrodowe o charakterze smużastym. Poza tem z elektrod wydzielają się gazy okludowane, a i same elektrody mogą w pewnych okolicznościach wydzielać z siebie elektrony.

Z powyższych względów dla badania przewodności gazu w polu bezelektrodowym właściwszymi będą metody, w których nie wprowadza się sond, przyczem jest pożądaną, by naczynie, wewnątrz którego występuje wyładowanie pierścieniowe, było możliwie obszerne, by zmniejszyć wpływ ścianek.

J. J. Thomson i Lecher użyli w swych badaniach metod bezelektrodowych, Davis zaś, Wachsmuth i Winawer wprowadzili elektrody.

J. J. Thomson wytwarzał wyładowania pierścieniowe (Rys. I) w kuli K, wywołując zmienne pole magnetyczne zapomocą prądu w cewce L.

W obwodzie, składającym się z cewki L, kondensatora C i iskiernika I, przepływał prąd szybkozmenny przy wysokim napięciu. Thomson badał przysłonowe działanie wyładowań pierścienio-



Rys. 1.

wych względem wewnętrznych warstw gazu w kuli. Użył on przytem dwóch kul współśrodkowych. W kuli wewnętrznej było utrzymywane stałe ciśnienie, przy którym w całej pełni występuje zjawisko wyładowania pierścieniowego. Zewnętrzna kula połączona była z pompą. Na zewnątrz nawinięte były zwoje cewki indukcyjnej L. Przy względnie dużym ciśnieniu gazu w kuli zewnętrznej wewnętrzna, pod wpływem prądu szybkozmiennego, przepływającego przez cewkę, świeciła. Gdy zaś w miarę obniżania ciśnienia w kuli zewnętrznej zaczynał ukazywać się świecący pierścień, w wewnętrznej wyładowanie zanikało. Zanikanie to było zauważone nawet nieco wcześniej, a więc nawet przy tych ciśnieniach gazu, gdy jest on złym przewodnikiem, już występowało przysłonowe działanie kuli zewnętrznej.

Obserwacje Thomsona dały podstawę Lecherowi do opracowania metody pomiaru natężenia prądu wyładowania pierścieniowego. Umieścił on wewnątrz naczynia kształtu dewarowskiego cewkę, włączoną w obwód pomiarowy. Na zewnątrz znajdowała się druga cewka indukująca. W miarę powstawania wyładowania pierścieniowego oddziaływanie cewki zewnętrznej na wewnętrzną było tłumione wyładowaniem pierścieniowym w rozrzedzonym gazie pomiędzy ściankami naczynia. W tych warunkach obserwowano zmiany prądu przepływającego przez obwód cewki pomiarowej. Zmiany te były wynikiem różnicy działania dwóch indukujących czynników: cewki zewnętrznej i wyładowania w gazie.

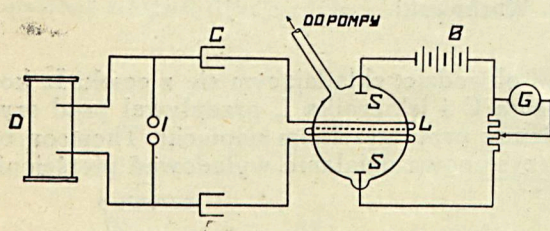
Ujemną cechą metody Lechera jest otrzymywanie wyładowań w wąskiej przestrzeni pomię-



dzy ściankami naczynia dewarowskiego, a stąd znaczny wpływ ścianek, a pozatem obserwacja zmian silnego wpływu cewki indukującej pod wpływem słabych prądów w gazie, co z punktu widzenia urządzenia pomiarowego nie jest racjonalne.

Davis, a następnie Wachsmuth i Winawer umieścili sondy w tem naczyniu, gdzie wywoływało wyładowanie pierścieniowe. Wraz z sondami wprowadzili oni wady i możliwe błędy, wynikające z wpływu tych sond na sam przebieg zjawiska.

Urządzenie Wachsmutha i Winawera, wytwarzające wyładowania pierścieniowe, było takie samo jak i u Thomsona (Rys. 2); a więc w obwodzie, złożonym z cewki  $L$  i butelek lejdejskich  $C$ , wytwarzano prąd szybkozmienny zapomocą induktora  $D$  i iskiernika  $I$ .



Rys. 2.

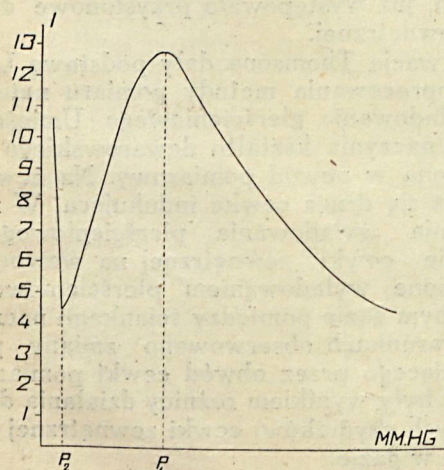
W kulę wpuszczono sondy  $S$ . W obwód sond włączono baterję  $B$  o napięciu 40 V i zabocznikowany galwanometr  $G$ .

Przy znacznem ciśnieniu w kuli i pewnem napięciu indukcyjnem gaz jonizacji nie ulega. Opór warstwy powietrza jest duży, galwanometr nie daje odchylenia. W miarę zmniejszania się prężności gazu i ukazywania się wyładowania pierścieniowego przez obwód sond przepływa prąd, powodujący odchylenie galwanometru.

Krzywa przebiegu prądu w zależności od ciśnienia (Rys. 3) wykazywała maksimum przy ciśnieniu  $p_1$ , minimum przy  $p_2$ . Dalsze obniżenie ciśnienia wywołało gwałtowny wzrost prądu, a więc i przewodności. Dla wodoru np. otrzymano  $p_1 = 1,5$  mm,  $p_2 = 0,15$  mm; dla powietrza  $p_1 = 0,9$  mm,  $p_2 = 0,09$  mm.

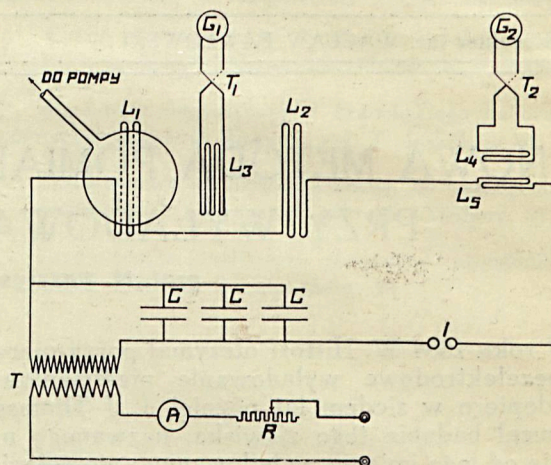
Prąd w obwodzie wzbudzającym nie był regulowany.

Nowa metoda, opracowana przez nas, usunęła wady metody elektrodowej i metody Lechera.



Rys. 3.

Szczegóły zastosowanego układu były następujące (Rys. 4). W obwodzie, złożonym z cewek i kondensatorów, zapomocą iskiernika  $I$ , zaopatrzono w wentylator, przedmuchujący powietrze, wytwarzany był prąd szybkozmienny, otrzymywany przy wysokiem napięciu.



Rys. 4.

Cewkę podzielono na dwie części:  $L_1$  i  $L_2$ , które miały jednakową liczbę zwojów tej samej średnicy, lecz były uzwojone przeciwnie. Umieszczono je na znacznej od siebie odległości. Do jednej z tych cewek wprowadzono kulę szklaną z gazem badanym, który stopniowo rozrzedzano. W tej kuli powstawały wyładowania pierścieniowe. W celu badania natężenia prądu w gazie pomiędzy cewkami prądu szybkozmiennego  $L_1$  i  $L_2$ , umieszczono cewkę mierniczą  $L_3$ , połączoną z termoelementem  $T_1$  i galwanometrem  $G_1$ . Cewkę tę ustawiono w ten sposób, aby galwanometr dawał jaknajmniej odchylenie przy braku prądu w gazie; wtedy gdy prężność gazu była atmosferyczna i żadnych świetlnych zjawisk w gazie nie było.

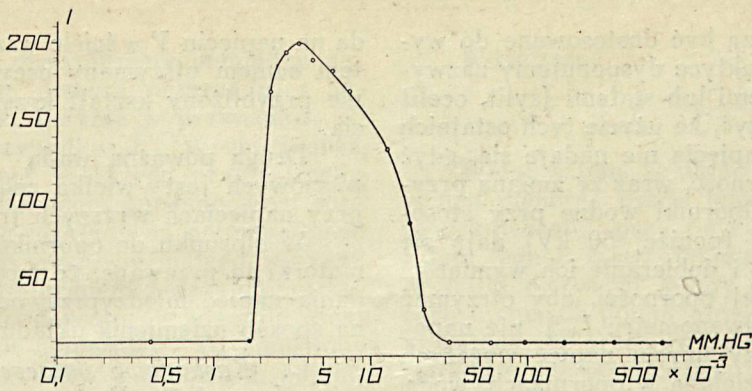
W miarę rozrzedzania gazu odchylenie galwanometru  $G_1$  zwiększało się, reagując na natężenie prądów pierścieniowych w kuli. W tych warunkach można uważać, że wykres odchylenia galwanometru w zależności od ciśnienia gazu wykazuje w pewnej skali zmienność natężenia prądów w gazie w zależności od ciśnienia.

Zapomocą odpowiedniego opornika  $R$  w obwodzie pierwotnym transformatora utrzymywano stałe natężenie prądu indukującego, szybkozmiennego, które było kontrolowane zapomocą innego termoelementu  $T_2$  i galwanometru  $G_2$ , włączonego indukcyjnie w obwód prądu szybkozmiennego.

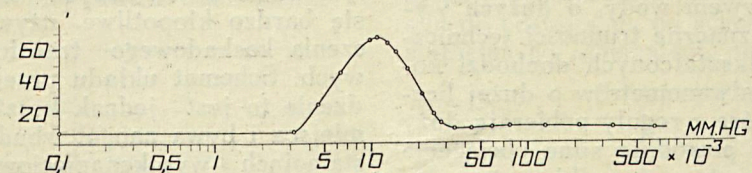
Moc zastosowanego transformatora  $T$  wynosiła 3 kVA; przekładnia 6 000/113 V. Użyto 3 kondensatory, włączone równolegle. Pojemność dwóch wynosiła po 3 400 cm, trzeciego zaś 8 700 cm. Średnica kuli, wewnątrz której otrzymywano wyładowanie—22 cm. Cewki  $L_1$  i  $L_2$  miały po 5 zwojów drutu izolowanego o przekroju 4 mm<sup>2</sup>. Termoelement  $T_1$  — na 50 mA, opór jego wynosił 1,6 oma; termoelement  $T_2$  — na 10 mA, opór jego 65 omów. Czułość galwanometru  $G_1$  —  $1,3 \times 10^{-4}$  amperów na 1 mm skali w odległości 1 metra od lusterka galwanometru,  $G_2$  zaś  $1,6 \times 10^{-5}$  amperów na 1 mm skali w odległości 1 metra od lusterka.



Krzywe zależności odchylenia galwanometru  $G_1$  od ciśnienia gazu w kuli wykazywały wybitne bardzo maksimum. Zależnie od rodzaju gazu ciśnienia, odpowiadające maksimum, były różne. Np. dla powietrza otrzymano maksimum przy ciśnieniu około 0,0075 mm, dla wodoru przy 0,0034 mm, dla tlenu przy 0,0105 mm. Nie zauważono wpływu wielkości prądu wzbudzającego na położenie maksy-



Rys. 5.



Rys. 6.

Literatura: W. Hittorf Wied. Ann. T. 21, str. 137, rok 1884. J. J. Thomson Phil. Mag. T. 32, str. 321, 450, rok 1891. E. Lecher Phys. Z. T. 5, str. 179, rok 1904. B. Da-

vis Phys. Rev. T. 20, str. 129, rok 1905. R. Wachsmuth n. B. Winawer Ann d. Phys. T. 42, str. 585, rok 1913. G. Mierdel Phys. Zeitschr. T. 25, str. 240, rok 1924.

Sierpień 1930.

mum. Dla wodoru wykryto tylko jedno maksimum, dla tlenu zaś poza maksimum przy 0,0105 mm zauważono lekkie wzniesienie przy ciśnieniu około 0,130 mm.

Na rys. 5 i 6 podane są przebiegi krzywych, otrzymanych dla wodoru (Rys. 5) i tlenu (Rys. 6), przyczem prąd przepływający przez cewkę  $L_1$  przy wodrze wynosił 65,5 działek skali, przy tlenie zaś 71 działek.

## OSCYLOGRAFIOWANIE WYSOKICH NAPIĘĆ.

Inż. Dunikowski Samuel.

St. asystent Laboratorium Wys. Napięć Politechniki Warsz.

Niniejsza praca jest dalszym ciągiem studiów nad metodami badania pól elektrostatycznych wysokiego napięcia i nad metodami pomiarów wysokiego napięcia, prowadzonych przez Laboratorium Wysokich Napięć Politechniki Warszawskiej. \*) Zasadnicza myśl zastosowania, przy oscylografovaniu prądów o wysokim napięciu, takiego układu, który pobierał jak najmniejszą moc z badanego pola czy układu, a przez to nie odkształcał krzywej napięcia, doprowadziła autora do rozwiązania oryginalnego, zwłaszcza w odniesieniu do oscylografovania międzyprzewodowych wartości wysokiego napięcia.

Prof. K. Drewnowski.

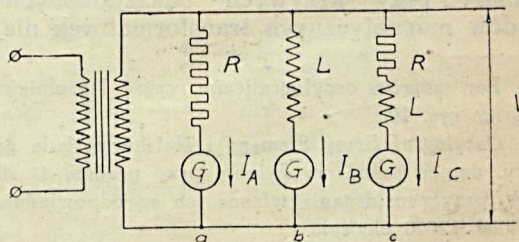
**Streszczenie.** W poniższym artykule podane są w ogólnych zarysach dotychczas używane metody oscylografovania wysokich napięć. W dalszej części została szczegółowo przedstawiona metoda użycia pojemnościowego dzielnika napięcia, przy zastosowaniu wzmacniaczy lampowych. W zakończeniu przeprowadzono porównanie metody dzielnika z innymi metodami, oraz zanalizowano zakres praktycznej stosowalności rozmaitych układów do celów oscylograficznych, przy użyciu wysokich napięć zasilających. Podane w niniejszej pracy badania eksperymentalne przeprowadzono w Zakładach Wysokich Napięć i Miernictwa Elektrotechnicznego Politechniki Warszawskiej.

### I. Przegląd metod dotychczasowych.

A. Układy z opornikami szeregowymi.<sup>1)</sup> Schemat zasadniczy, przedstawiony na rys. 1 a, b i c, uwidocznia zasadę metody przy użyciu oporników czysto omowych, indukcyjnych, lub mieszanych. Dla zastosowania jako przyrządu pomiarowego oscylografu nadaje się, oczywiście, tylko układ „a”, gdyż tu w każdym momencie zachodzi

ściśła proporcjonalność prądu  $I_A$  do mierzonego napięcia  $V$ . W przypadkach „b” i „c”, przy indukcyjności i oporności mieszanej, istnieją przesunięcia fazowe prądów  $I_B$  oraz  $I_C$  względem  $V$ , przez co nie zachodzi między nimi proporcjonalność w każdej chwili, przy odkształconych krzywych napięcia zasilającego.

Układ „a” odznacza się prostotą, przy równoczesnym zachowaniu dużej dokładności pomiarów.



Rys. 1.

\*) Por. S. Dunikowski: Badanie rozkładu potencjałów w układach elektrycznych. Przegl. Elektr. 1929, Nr. 19.

<sup>1)</sup> Patrz Literatura.