

Institut Fizyki UMCS
Zespół Fizyki Stosowanej
Kierownik Zespołu: doc. dr hab. Bogdan Adamczyk

Bogdan ADAMCZYK, Bogusława ARAMOWICZ
Krzysztof BEDERSKI, Leszek WÓJCIK

„Ołówkowe” termoemisyjne źródło jonów

„Карандашный” термоэмиссионный источник ионов

„Pencil” — Type Thermoemission Ion Source

WSTĘP

Od czasu odkrycia zjawiska termoemisji jonowej przez Gehrcke i Reichenheima [4] oraz Thomsona i Richardsona [5] opublikowane zostało wiele prac na temat termoemisyjnych źródeł jonów. Znane dotychczas konstrukcje podzielić można na dwa typy [6] ze względu na sposób podawania substancji na jonizator:

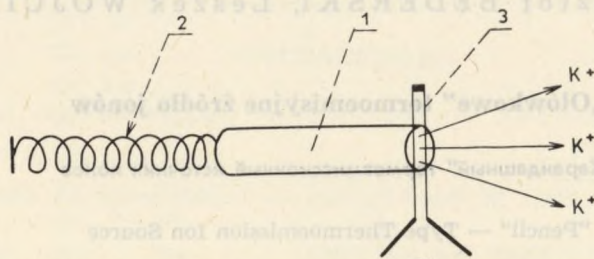
- 1) przez naniesienie na powierzchnię jonizującą specjalnych past zawierających badany pierwiastek [3];
- 2) przez podawanie par lub wiązek molekularnych bądź atomowych na żarzony jonizator [6, 7].

Anody pierwszego rodzaju charakteryzują się dużą gęstością prądu jonowego rzędu 10^{-4} A/cm² ÷ 10^{-5} A/cm², lecz ze względu na krótki czas pracy są niewygodne w użyciu. Poza tym trudno jest utrzymać stabilność prądu — ubytek i tak niewielkiej ilości próbki wpływa na zmianę emisji. Anody, oparte na podawaniu próbki w postaci lotnej, charakteryzują się dużą stabilnością, lecz wymagają częstego uzupełniania próbek w parowniku. Z polskich konstrukcji należy wymienić źródło z rozdzielonym procesem parowania i jonizacji opracowanym przez Zinkiewicza [7].

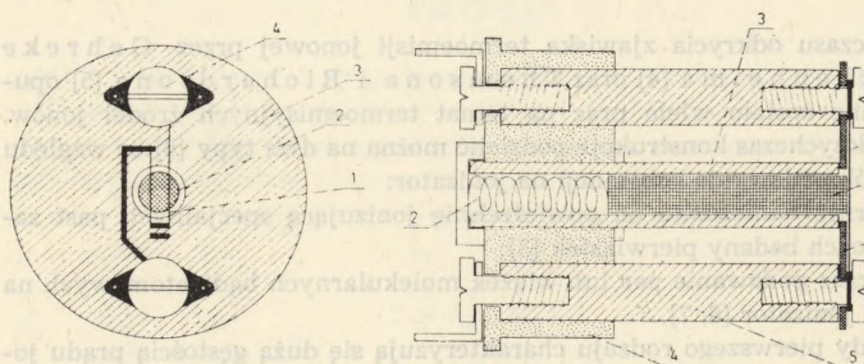
W niniejszej pracy zostało opisane termoemisyjne źródło jonów, gdzie do żarzonej anody dociskana jest próbka o kształcie pręcika. Stąd nazwa: „ołówkowe” źródło jonów. O pierwszych próbach uzyskania tym sposobem jonów K⁺ podano w krótkim doniesieniu w r. 1964 [1]. „Ołówek” wykonany z bromku potasu przy emisji prądu o gęstości rzędu 10^{-5} A/cm², zużywał się z prędkością 0,02 mm/godz.

KONSTRUKCJA ŹRÓDŁA

Zasadę działania termoemisyjnego źródła jonów przedstawia ryc. 1. Pręcik polikrystaliczny 1 wykonany z chlorku metalu alkalicznego dociskany jest przy pomocy miękkiej sprężynki 2 do żarzonego włókna wolframowego 3. W zetknięciu z gorącym wolframem sól dysocjuje na atomowy chlor i metal alkaliczny, który emitowany jest w postaci jonów z powierzchni pręcika.



Ryc. 1. Zasada działania „ołówkowego” termoemisyjnego źródła jonów



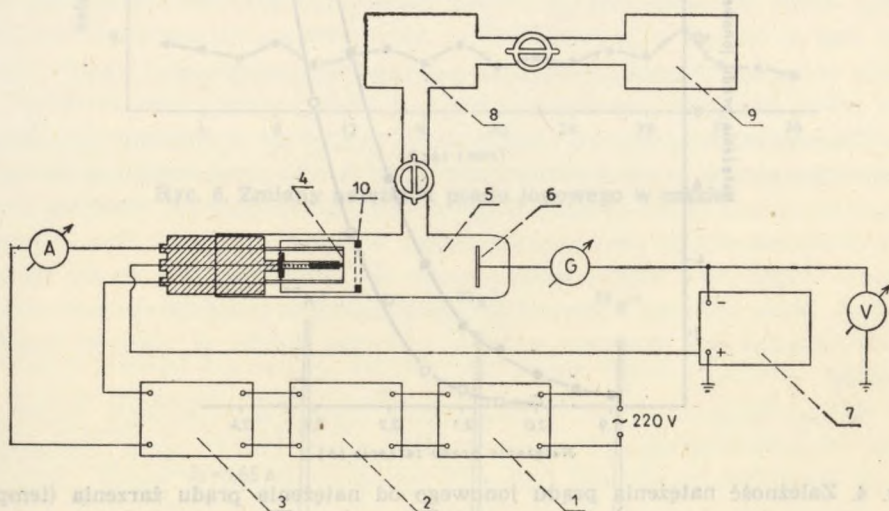
Ryc. 2. Konstrukcja źródła

Konstrukcję źródła jonów przedstawia ryc. 2. Pręcik o średnicy 2 mm i długości ok. 1 cm oraz cienka sprężynka 2 umieszczone są w przewodnicy 3 zamocowanej w porcelanowej podstawie 4. Dwie kolumny stalowe 5 utrzymują wykonany z miki krążek 6, na którym rozpięta jest wolframowa anoda 7 o średnicy drutu 0,1 mm. Napięcie żarzenia doprowadzone jest kolumnami.

UKŁAD POMIAROWY

Pomiary emitowanych prądów jonowych ze źródła przeprowadzono przy pomocy układu przedstawionego na ryc. 3. Napięcie sieciowe 220 V

stabilizowane jest przy pomocy elektronowego stabilizatora 1 i podawane na wejście autotransformatora 2. Pozwala on regulować napięcie wyjściowe w granicach od 0 do 220 V. Uzwojenie wtórne transformatora 3 połączone jest z anodą 4 badanego źródła, które umieszczone jest w próżniowej rurze 5. Naprzeciwko anody znajduje się kolektor 6 połączony za pośrednictwem galwanometru G z regulowanym źródłem napięcia stałego 7. Rura opróżniana jest przy pomocy pompy dyfuzyjnej 8 i rotacyjnej 9 do ciśnienia rzędu 10^{-6} tora. Pierścień 10 znajduje się na potencjale anody i zapewnia odpowiedni rozkład pola elektrycznego między anodą i kolektorem.



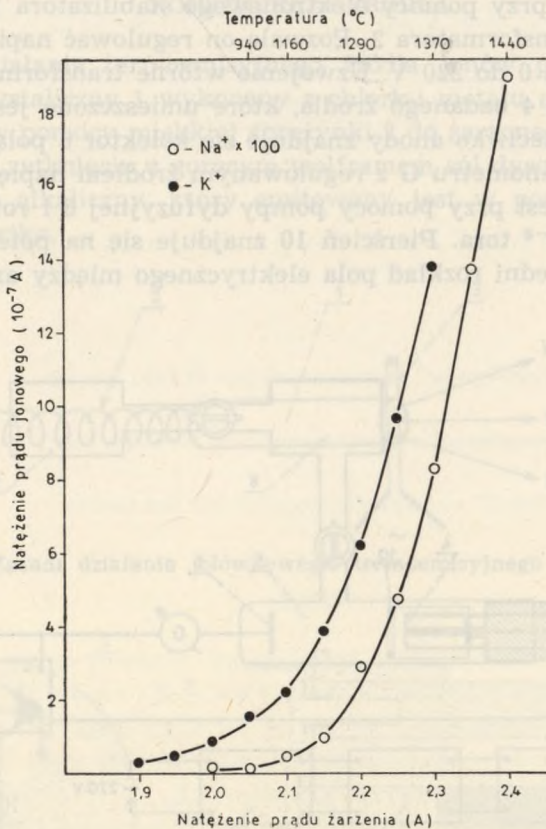
Ryc. 3. Układ pomiarowy

WYNIKI POMIARÓW

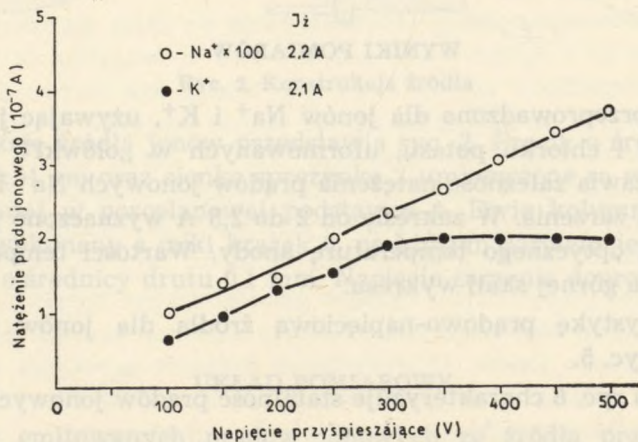
Pomiary przeprowadzono dla jonów Na^+ i K^+ , używając jako próbek chlorku sodu i chlorku potasu, uformowanych w „ołówki”. Wykres na ryc. 4 przedstawia zależność natężenia prądów jonowych Na^+ i K^+ od natężenia prądu żarzenia. W zakresie od 2 do 2,5 A wyznaczono przy pomocy pirometru optycznego temperaturę anody. Wartości temperatury zaznaczone są na górnej skali wykresu.

Charakterystykę prądowo-napięciową źródła dla jonów Na^+ i K^+ przedstawia ryc. 5.

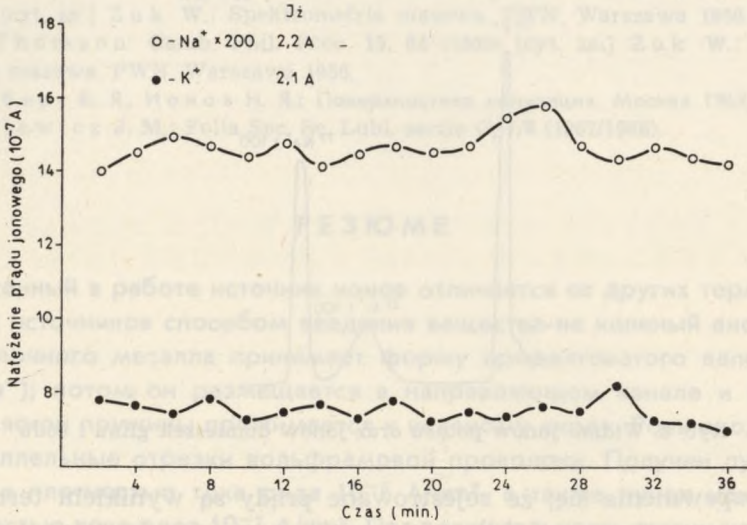
Wykres na ryc. 6 charakteryzuje stabilność prądów jonowych Na^+ i K^+ w czasie.



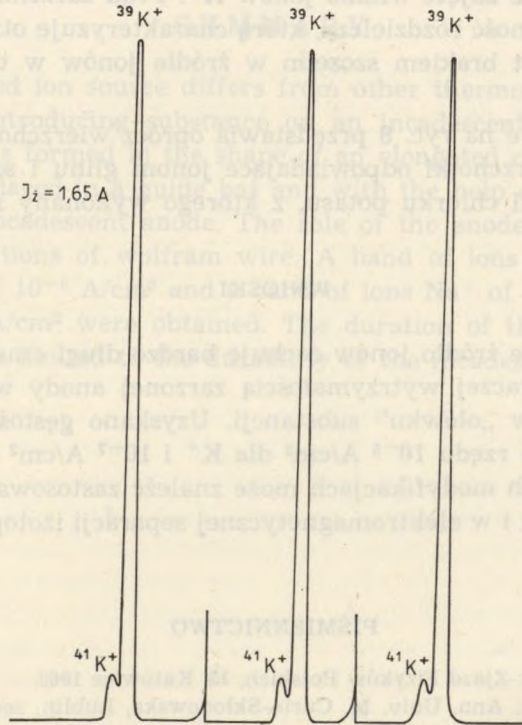
Ryc. 4. Zależność natężenia prądu jonowego od natężenia prądu żarzenia (temperatury)



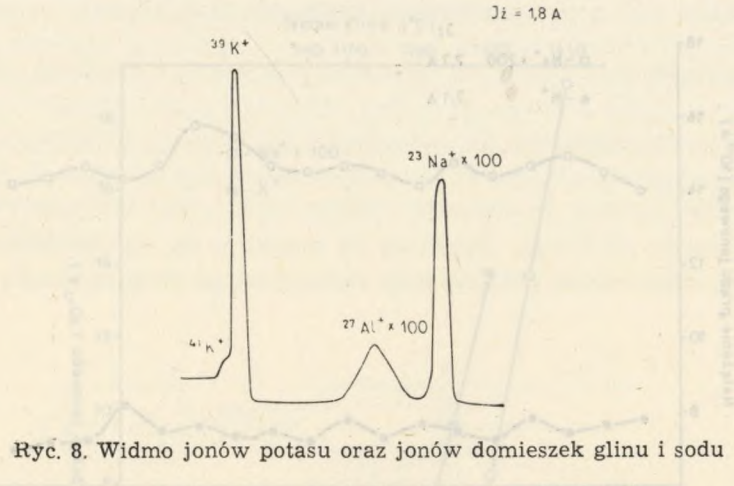
Ryc. 5. Charakterystyka prądowo-napięciowa źródła



Ryc. 6. Zmiany natężenia prądu jonowego w czasie



Ryc. 7. Widmo masowe jonów potasu



Ryc. 8. Widmo jonów potasu oraz jonów domieszek glinu i sodu

Dla upewnienia się, że rejestrowane prądy są wynikiem termoemisji jonowej wymontowano źródło z rury próżniowej przedstawionej na ryc. 3 i zamontowano je do cykloidalnego spektrometru mas [2]. Analizę masową przeprowadzono przy użyciu próbki wykonanej z KCl. Ryc. 7 przedstawia trzykrotnie zdjęte widmo jonów K^+ . Prąd żarzenia anody wynosił 1,65 A. Mała zdolność rozdzielcza, którą charakteryzuje otrzymane widmo, spowodowana jest brakiem szczeliny w źródle jonów w użytym spektrometrze.

Widmo masowe na ryc. 8 przedstawia oprócz wierzchołków jonów potasu również wierzchołki odpowiadające jonom glinu i sodu. Pierwiastki te są domieszkami chlorku potasu, z którego wykonany został „ołówek”.

WNIOSKI

Termoemisyjne źródło jonów cechuje bardzo długi czas życia. Czas ten limitowany jest raczej wytrzymałością żarzonej anody wolframowej niż ilością zawartej w „ołówku” substancji. Uzyskano gęstości emitowanych prądów jonowych rzędu 10^{-5} A/cm^2 dla K^+ i 10^{-7} A/cm^2 dla Na^+ . Źródło to w odpowiednich modyfikacjach może znaleźć zastosowanie tak w spektrometrii mas, jak i w elektromagnetycznej separacji izotopów.

PIŚMIENNICTWO

1. Adamczyk B.: Zjazd Fizyków Polskich, **13**, Katowice 1963.
2. Adamczyk B.: Ann. Univ. M. Curie-Skłodowska, Lublin, sectio AA, **24/25**, 141 (1969/70).
3. Barton H., Kunsman C.: Phys. Rev. **27**, 239 (1926).

4. Gehrcke i Reichenheih: Verh. Deut. Phys. Ges. 8, 559 (1906) 9, 76, 374 (1907) [cyt. za:] Żuk W.: Spektrometria masowa. PWN, Warszawa 1956.
5. J. J. Thomson: Camb. Phil. Proc. 15, 64 (1908) [cyt. za:] Żuk W.: Spektrometria masowa. PWN, Warszawa 1956.
6. Зандберг Е. Я., Ионов Н. Я.: Поверхностная ионизация. Москва 1969, 301.
7. Zinkiewicz J. M.: Folia Soc. Sc. Lubl. sectio C, 7/8 (1967/1968).

РЕЗЮМЕ

Описанный в работе источник ионов отличается от других термоэмиссионных источников способом введения вещества на каленый анод. Хлорид щелочного металла принимает форму продолговатого валика („карандаша”); потом он размещается в направляющем канале и при помощи мягкой пружины прижимается к каленому аноду. Роль анода играют параллельные отрезки вольфрамовой проволоки. Получен пучок ионов K^+ с плотностью тока ряда 10^{-5} А/см², а также пучок ионов Na^+ с плотностью тока ряда 10^{-7} А/см². Продолжительность жизни источника очень долгая и лимитируется прочностью каленого анода.

SUMMARY

The presented ion source differs from other thermo-emission sources by means of introducing substance on an incandescent anode. Alkaline metal chloride is formed in the shape of an elongated cylinder ("pencil") which is next placed in a guide bar and with the help of a soft spring is pressed to an incandescent anode. The role of the anode is performed by the parallel sections of wolfram wire. A band of ions K^+ of a current density order of 10^{-5} А/см² and a band of ions Na^+ of a current density order of 10^{-7} А/см² were obtained. The duration of the source's life is very long and is limited to the durability of the incandescent anode.

