

Z Katedry Fizyki Doświadczalnej Wydziału Mat.-Fiz.-Chem. UMCS
Kierownik: doc. dr Włodzimierz Żuk

Tomasz GOWOREK i Jan KUTNIK

Termoemisja jonowa ze związków metali alkalicznych

Термическая эмиссия положительных ионов из соединения щелочных металлов

Thermal Emission of Positive Ions from the Alkaline Metals Compounds

Metale i ich związki w wysokich temperaturach emitują jony dodatnie (1). Emisja ta wyraża się wzorem:

$$I = AT^2 e^{-\varphi/kT} \quad (1)$$

gdzie A — stała, T — temperatura bezwzględna, φ — praca wyjścia jonu, k — stała Boltzmanna.

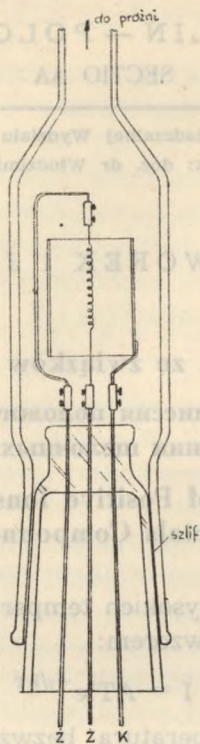
Otrzymane prądy jonowe są dosyć znaczne, szczególnie w przypadku metali alkalicznych (2). Pozwala to na budowę wydajnych źródeł jonów do spektrometrów masowych. Anody takich źródeł mają najczęściej postać aktywowanej spiralki lub wstążki wolframowej, żarzonej przy pomocy prądu elektrycznego (3).

Autorzy przeprowadzili pomiary prądów emisji jonowej przy użyciu spirali wolframowej (włókna) aktywowanej związkami metali alkalicznych, jak LiCl , NaBr , KCl , KJ , RbCl .

Spirala umieszczona była wewnątrz cylindrycznej elektrody przyspieszającej (rys. 1). Ciśnienie podczas pomiarów wynosiło około 10^{-5} mm Hg.

Maksymalne otrzymane natężenia prądu jonowego były rzędu 10^{-4} A. Zależność natężeń prądów jonowych od temperatury włókna przedstawiają wykresy na rys. 2 i 3. Zależności te pozwalają obliczyć prace wyjścia jonów metali z poszczególnych związków. Logarytmując wzór (1) otrzymujemy

$$\ln I - 2 \ln T = \frac{\varphi}{k} \left(\frac{1}{T} \right) + \ln A$$

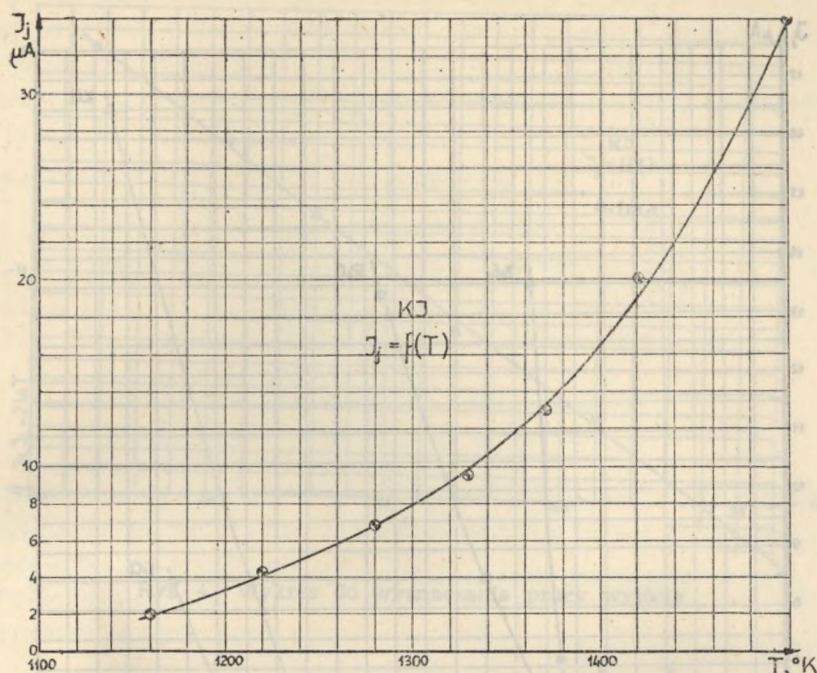


Rys. 1. Aparatura do pomiaru prądów emisji jonowej z powierzchni spirali aktywowanej związkami metali alkalicznych

Jest to równanie linii prostej. Sporządzając wykres zależności $(\ln I - 2 \ln T)$ od $\frac{1}{T}$ znajdujemy nachylenie tej prostej $\frac{\varphi}{k}$, skąd łatwo obliczyć wartość φ (rys. 4). Otrzymano następujące wartości:

Emiter	Jon	Praca wyjścia eV
LiCl	Li	1,63
KCl	K	1,29
RbCl	Rb	0,99
KJ	K	1,03
NaBr	Na	2,12

Do zasilania anody emitującej jony (rys. 1) zbudowano stabilizator emisji, który może być także użyty do zasilania termoemisyjnego źródła jonów spektrometru masowego.

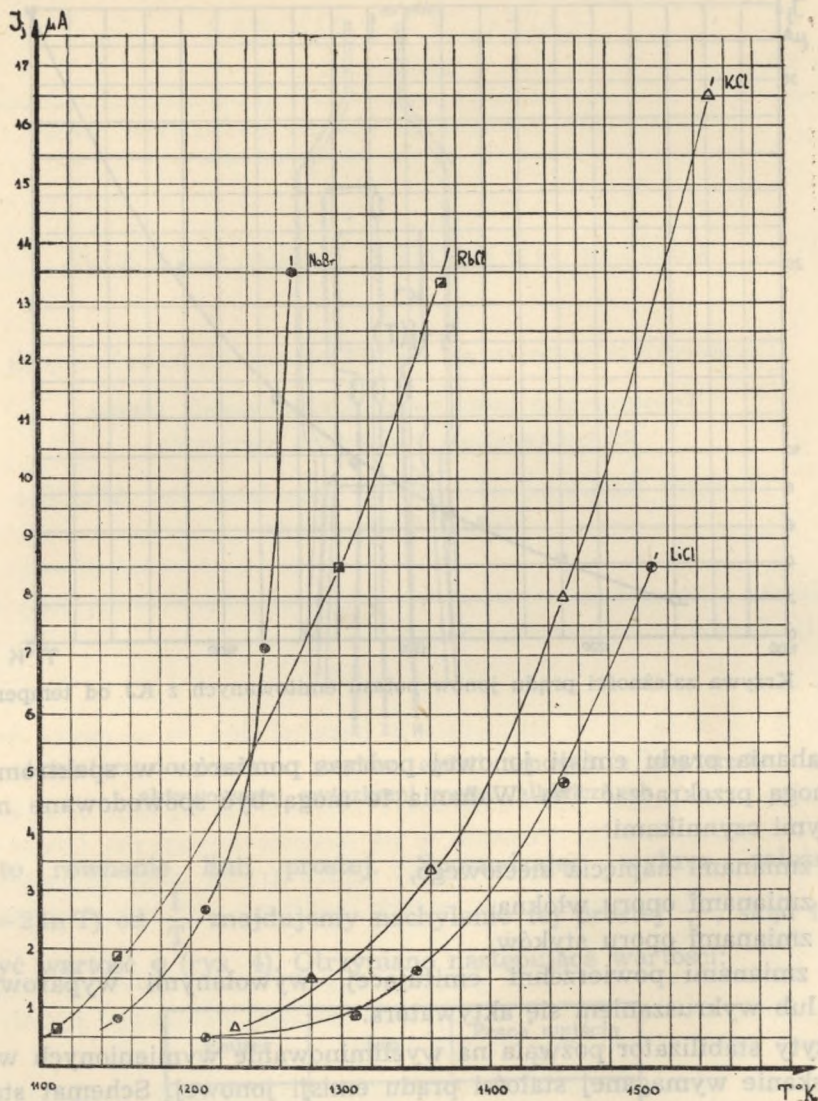


Rys. 2. Krzywa zależności prądu jonów potasu emitowanych z KJ od temperatury

Wahania prądu emisji jonowej podczas pomiarów w spektrometrze nie mogą przekraczać 1%. Wahania te mogą być spowodowane następującymi czynnikami:

- 1) zmianami napięcia sieciowego,
- 2) zmianami oporu włókna,
- 3) zmianami oporu styków,
- 4) zmianami powierzchni emitującej, wywołanymi wyparowywaniem lub wykruszaniem się aktywatora.

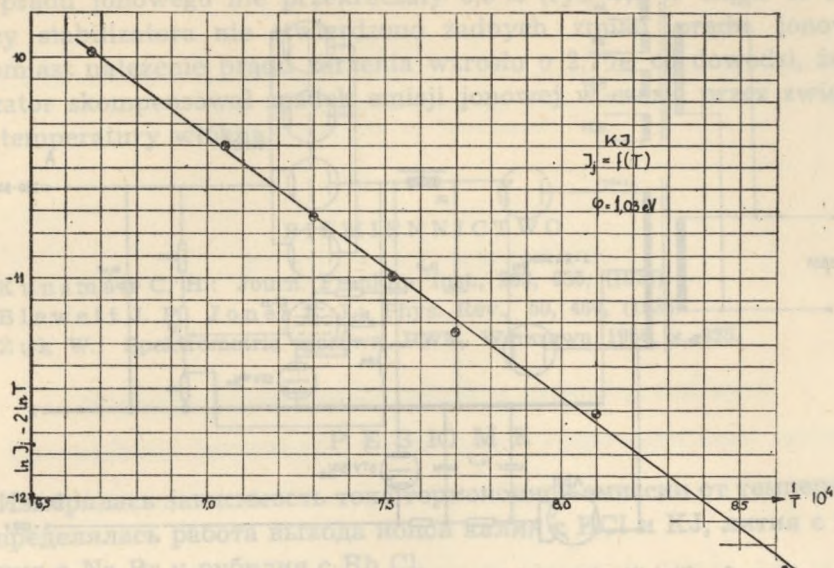
Użyty stabilizator pozwala na wyeliminowanie wymienionych wahań i uzyskanie wymaganej stałości prądu emisji jonowej. Schemat stabilizatora przedstawia rys. 5. W układzie tym do zasilania włókna użyto napięcia zmiennego, prostokątnego, o częstotliwości ok. 1000 Hz. Multiwibrator astatyczny L3 steruje przeciwsobnym wzmacniaczem mocy L1 L2. Z wtórnego uzwojenia transformatora wzmacniacza żarzy się włókno emitujące jony. Siatki ekranowe lamp wzmacniacza mocy zasilane są przez wtórnik katodowy L4. Wtórnik stanowi wyjście wzmacniacza prądu stałego, sterowanego prądem jonowym zbieranym na elektrodzie przyspieszającej (katodzie). Katoda dołączona jest przez opór $11\text{ M}\Omega$ do ustalonego potencjału. Zmiany prądu emisji jonowej dają na



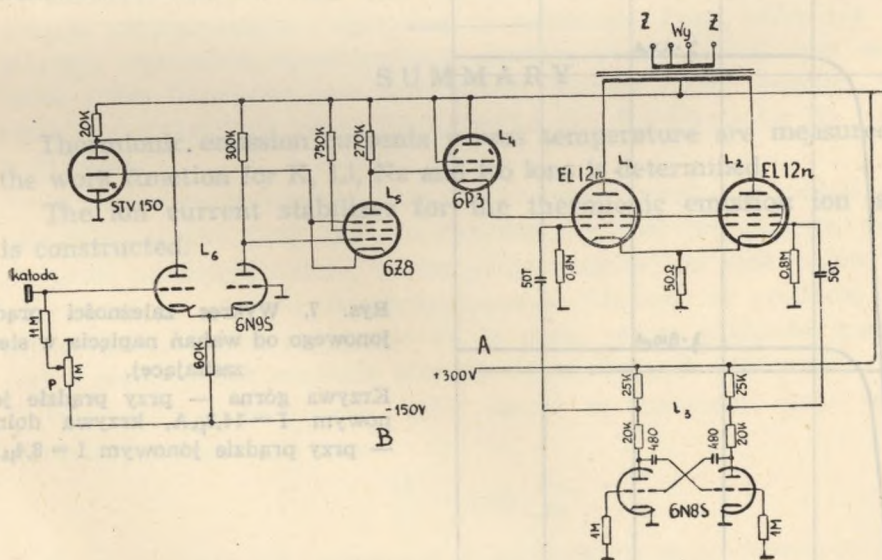
Rys. 3. Krzywe zależności prądów jonowych od temperatury dla KCl, LiCl, RbCl, NaBr

tym oporze wahania napięcia. Powoduje to odpowiednie zmiany występowania wzmacniacza mocy, a w konsekwencji zmiany natężenia prądu żarzenia włókna, kompensujące zmiany prądu jonowego.

Stabilizator emisji zasilany jest przy pomocy konwencjonalnego stabilizatora elektronowego (rys. 6). Przeprowadzone pomiary wykazały, że przy wahaniami napięcia w sieci od 200 V do 230 V zmiany natężenia

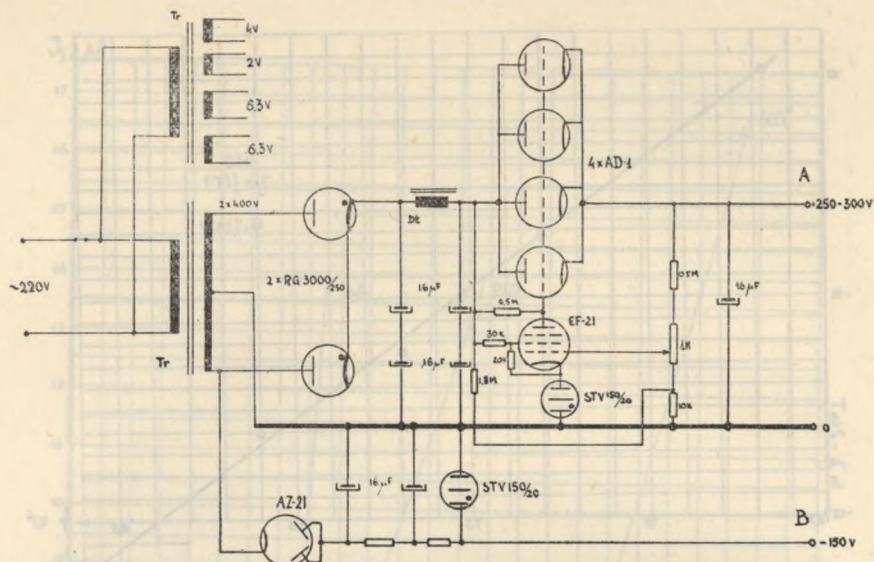


Rys. 4. Wykres do wyznaczania pracy wyjścia

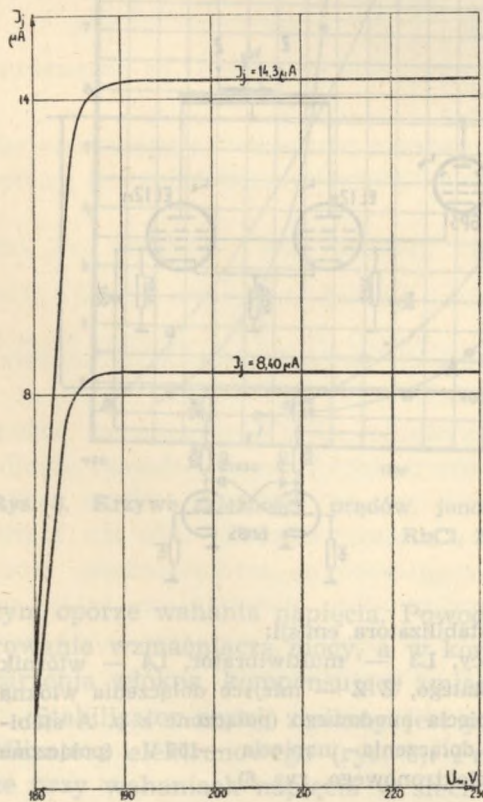


Rys. 5. Schemat stabilizatora emisji:

L1 L2 — przeciwny wzmacniacz mocy, L3 — multiwibrator, L4 — wtórnik katodowy, L5 L6 — wzmacniacz prądu stałego, Z Z — miejsce dołączenia włókna emitującego, A — miejsce dołączenia napięcia anodowego (połączone z p. A stabilizatora elektronowego), B — miejsce dołączenia napięcia -150 V (połączone z p. B stabilizatora elektronowego, rys. 6)



Rys. 6. Stabilizator elektrony do zasilania stabilizatora emisji



Rys. 7. Wykres zależności prądu jonowego od wahań napięcia w sieci zasilającej.

Krzywa górna — przy prądzie jonowym $I = 14,3\mu\text{A}$, krzywa dolna — przy prądzie jonowym $I = 8,4\mu\text{A}$

nia prądu jonowego nie przekraczały 0,5% (rys. 7). W ciągu 40 minut pracy stabilizatora nie stwierdzono żadnych zmian prądu jonowego, natomiast natężenie prądu żarzenia wzrosło o 2,7%, co dowodzi, że stabilizator skompensował spadek emisji jonowej w czasie przez zwiększenie temperatury włókna.

PIŚMIENNICTWO

1. Kunsman C. H.: Journ. Franklin Inst., 203, 635, (1927).
2. Blewett J. P., Jones E. J.: Phys. Rev., 50, 464, (1936).
3. Żuk W.: Spektrometria masowa. PWN, Warszawa 1956, s. 325.

Р Е З Ю М Е

Измерялась зависимость тока термоионной эмиссии от температуры и определялась работа выхода ионов калия с KCl и KJ, лития с Li Cl, натрия с Na Br и рубидия с Rb Cl.

Разработан стабилизатор ионного тока, предназначенный для термоэмиссионного источника ионов.

S U M M A R Y

Thermionic emission currents versus temperature are measured and the work function for K, Li, Na and Rb ions is determined.

The ion current stabilizer for the thermionic emission ion source is constructed.

