

Instytut Fizyki UMCS
Zakład Fizyki Jądrowej
Kierownik: prof. dr hab. Tomasz Goworek

Longin GŁADYSZEWSKI, Leszek GŁUSIEC

Termoemisyjne właściwości utlenionego wolframu

Ion Thermoemission Properties of Oxidized Tungsten

Термезмиссионные свойства окисленного вольфрама

W termoemisyjnych źródłach jonów spektrometrów mas gęstość prądu jonowego wyraża się zależnością [1, 2] :

$$i^+ = e n A \exp [e (\psi - V) / kT] \text{ jeżeli } e (V - \psi) \gg kT.$$

V oznacza tutaj potencjał jonizacji badanych atomów lub molekuł, n - wielkość strumienia molekuł adsorbowanych na powierzchni emitera, $e\psi$ - pracę wyjścia metalu, k - stałą Boltzmanna, T - temperaturę powierzchni jonizującej, zaś A - stosunek wag statystycznych stanu jonowego i atomowego /molekularnego/.

Jonizując na powierzchni metalu molekuły o znanym potencjale jonizacji możemy na drodze badania termicznych zależności

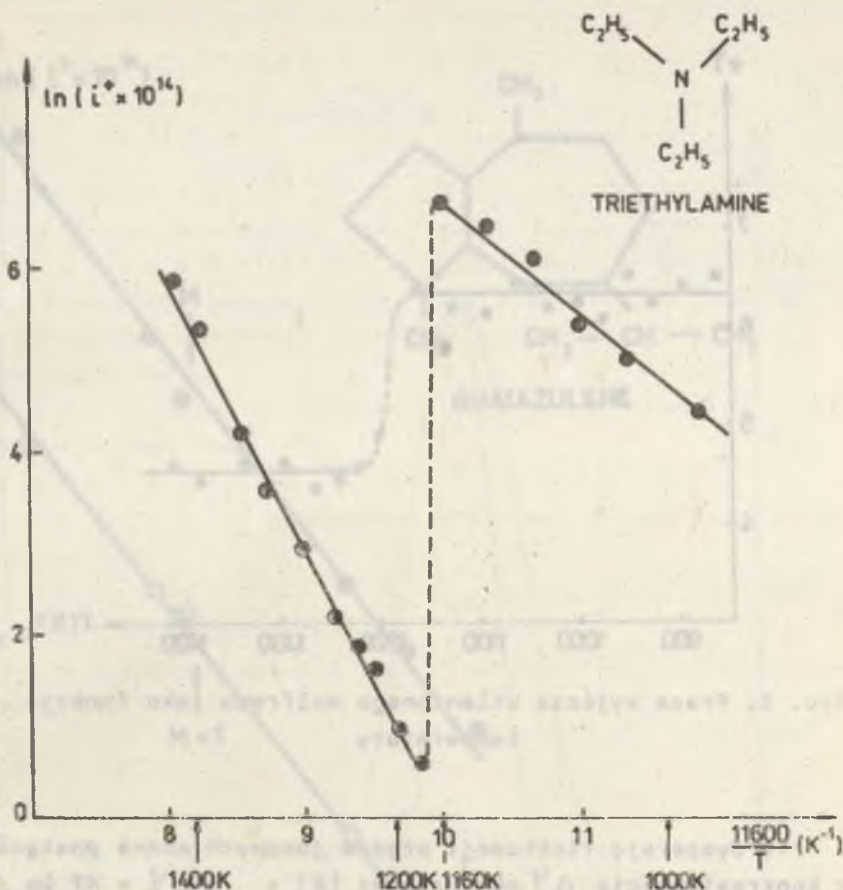
gęstości prądu i^+ / π wyznaczyć ze znaczną dokładnością podstawowy parametr emitera - pracę wyjścia elektronu.

W naszych badaniach wyznaczyliśmy pracę wyjścia czystego i utlenionego wolframu, stosując jako strumień sondujący powierzchnię - trójetyloaminę. Gazowa trójetyloamina $C_6H_{15}N$ była doprowadzana do powierzchni włókna wolframowego za pomocą kapilary kwarcowej. Wielkość strumienia gazu ustalono na niewielkim poziomie, by nie wpływał on na pracę wyjścia badanej powierzchni.

Potencjał jonizacji trójetyloaminy przyjęto jako równy 7,50 V [3]. Utlenianie polikrystalicznej taśmy wolframowej następowało w spektrometrze mas, w atmosferze gazów resztkowych, pod ciśnieniem 0,1 Tr i w temperaturze 1000 K w czasie 20 minut. Po tym czasie następowało odpompowanie spektrometru do ciśnienia 10^{-7} Tr i po stopniowym, powolnym wzroście temperatury emitera, począwszy od $T = 1000$ K rejestrowaliśmy główne linie widma mas trójetyloaminy: linię molekularną $M = 101$ i linię $M + 1$ odpowiadającą 102 j.m.at.

Warto zauważyć, że przekroczenie temperatury emitera $T = 1200$ K powoduje nieodwracalne odparowanie tlenków wolframu i dalszy przebieg zależności i^+ / π odbywa się z nową wartością pracy wyjścia. Na ryc. 1 praca wyjścia powierzchni jonizującej reprezentowana jest przez tangens kąta nachylenia funkcji: $\ln i^+ = f_{1/V}$. Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że dla $T < 1200$ K średnia wartość $e \psi = 6,30 \pm 0,06$ eV, natomiast dla $T > 1200$ K, $e \psi$ maleje do wartości $4,61 \pm 0,05$ eV.

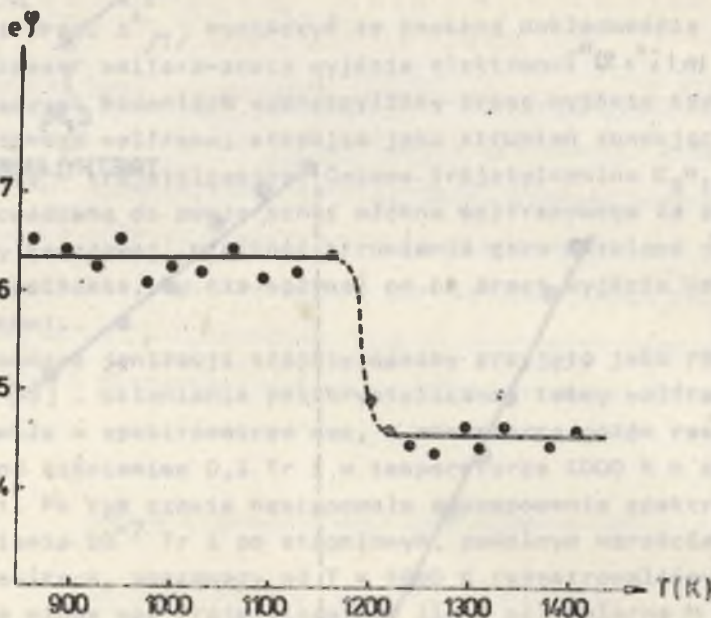
Poznanie dokładnej wartości pracy wyjścia utlenionego wolframu pozwoliło wyznaczyć potencjał jonizacji jednego ze związków-guajazulenu $C_{15}H_{18}$ z większą dokładnością, niż to uczynili autorzy w swej poprzedniej pracy [4]. Dla tego związku uzyskaliśmy łatwo mierzalne prądy jonowe tylko dla zakresu temperatur 750-900 K, kiedy anoda wolframowa pozostawała utleniona. Wraz ze wzrostem temperatury, począwszy od 1000 K, linia jonu molekularnego $M = 198$ obniża swoje natężenie na korzyść produktów dysocjacji termicznej guajazulenu [4]. Dla linii molekularnej widma mas uzyskano z zależności termicznych wartość $V = 7,53 \pm 0,03$ V, zaś dla jonu $M + 1 = 199$ wartość $7,49 \pm 0,04$ V.



Ryc. 1. Wykres zależności logarytmu natężenia prądu jonowego trójetyloaminy /M = 101/ od odwrotności temperatury

Stosując metodę szumów termoemisji jonowej [5] i tę samą procedurę utleniania wolframu, dokonano próby wyznaczenia kontrastowości powierzchni /kontrastowość jest tu rozumiana jako średnia różnica pracy wyjścia z różnych miejsc emitera/. W tym celu, za pomocą dodatkowej aparatury [5] badano funkcję rozkładu prawdopodobieństwa wielkości fluktuacji prądów termoemisji jonowej sodu dla czystego i utlenionego wolframu i wyznaczono dyspersję tych rozkładów [6].

Stwierdzono, że dyspersja rozkładów amplitud fluktuacji prądów jonów sodu emitowanych z wolframu utlenionego jest 3 do 5 razy większa niż dla wolframu nie utlenionego.

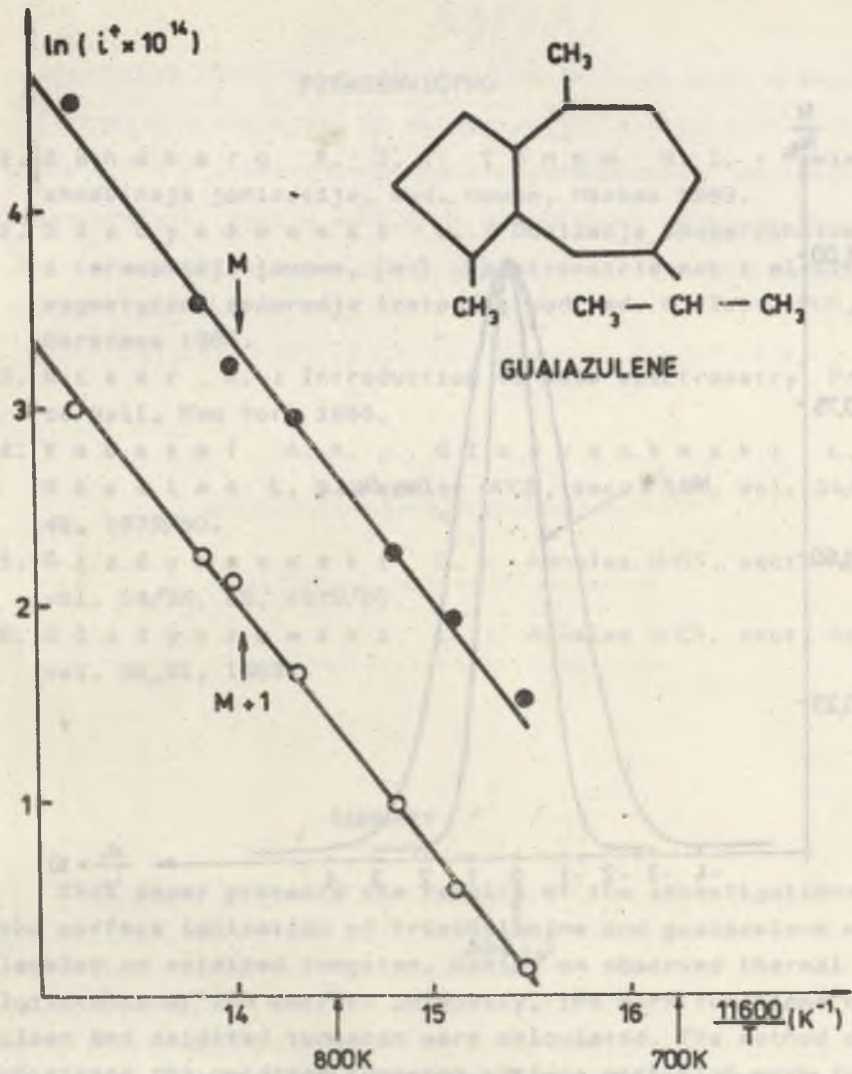


Ryc. 2. Praca wyjścia utlenionego wolframu jako funkcja temperatury

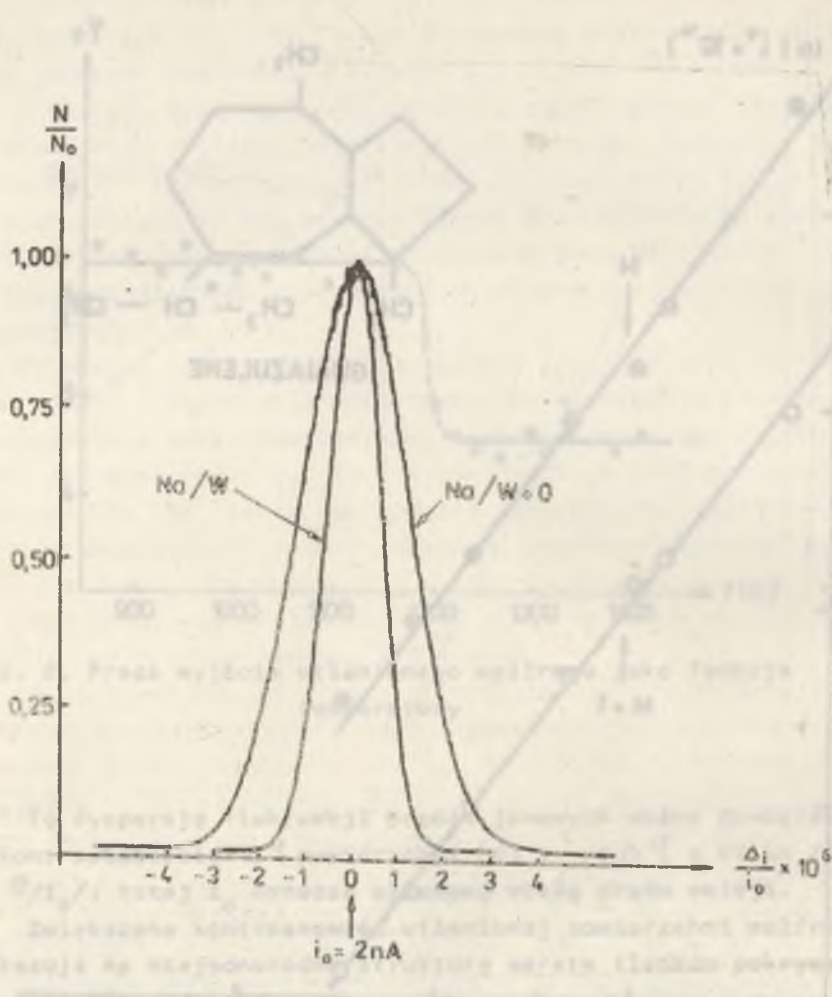
Tę dyspersję fluktuacji prądów jonowych można powiązać z kontrastowością $\Delta\psi$ powierzchni [6]: $e\Delta\psi = KT \ln / 1 + \sigma/i_0/$; tutaj i_0 oznacza składową stałą prądu emisji.

Zwiększona kontrastowość utlenionej powierzchni wolframu wskazuje na niejednorodną strukturę warstw tlenków pokrywających tę powierzchnię.

Uzyskane rezultaty wskazują na możliwość uzyskiwania przydatnych w spektrometrii mas prądów jonowych pierwiastków i związków o wysokich potencjałach jonizacji w przypadku stosowania utlenionych powierzchni wolframu jako anod źródeł jonów.



Ryc. 3. Zależność logarytmu natężenia prądu jonowego guajazulenu /linie 198 i 199/ od odwrotności temperatury powierzchni jonizującej



Ryc. 4. Rozkłady chwilowych wartości amplitud fluktuacji prądu jonowego sodu dla utlenionej i nieutlenionej powierzchni wolframu zapisane automatycznie za pomocą aparatury opisanej w pracy [5]

PIŚMIENICTWO

1. Z a n d b e r g R. J. , I o n o w N. I. : Powierchnostnaja jonizacija, wyd. Nauka, Moskwa 1969.
2. G ł a d y s z e w s k i L. : Jonizacja powierzchniowa i termoemisja jonowa, [w:] Spektrometria mas i elektromagnetyczna separacja izotopów, pod red. W. Żuka, PWN, Warszawa 1980.
3. K i s e r R. : Introduction to mass spectrometry, Prentice Hall, New York 1965.
4. Y o u s e f A. A. , G ł a d y s z e w s k i L. , G ł u s i e c L. : Annales UMCS, sect. AAA, vol. 34/35, 49, 1979/80.
5. G ł a d y s z e w s k i L. : Annales UMCS, sect. AAA, vol. 34/35, 55, 1979/80.
6. G ł a d y s z e w s k i L. : Annales UMCS, sect. AAA, vol. 38,21, 1983.

SUMMARY

This paper presents the results of the investigations of the surface ionization of triethylamine and guaiazulene molecules on oxidized tungsten. Basing on observed thermal relationship of ion current intensity, the work functions of clean and oxidized tungsten were calculated. The method of obtaining the oxidized tungsten surface with high work function is described, and basic parameters of this tungsten as anode of thermoemission ion source are given.

РЕЗЮМЕ

Изучены термоэмиссионные свойства окисленного вольфрама.

Определена термоионная работа выхода по отношению к поверхностной ионизации триэтиламина, для которого принято $V = 7,5$ вольт. Окисленный вольфрам неоднороден по работе выхода. Эту контрастность определено методом изучения шумов термоэмиссионного тока.



В настоящей работе изучены термоэмиссионные свойства окисленного вольфрама. Поверхность вольфрама окисляли в течение 10 часов в атмосфере кислорода при температуре 2000°С. Для измерения термоэмиссионного тока использовали вакуумную камеру с давлением 10⁻⁵ мм рт.ст. В качестве ионизирующего агента использовали триэтиламин. Для измерения термоэмиссионного тока использовали вакуумную камеру с давлением 10⁻⁵ мм рт.ст. В качестве ионизирующего агента использовали триэтиламин. Для измерения термоэмиссионного тока использовали вакуумную камеру с давлением 10⁻⁵ мм рт.ст. В качестве ионизирующего агента использовали триэтиламин.

[6]