

ȘTIINȚE FIZICE ȘI INGINEREȘTI

MODIFICAREA MICRO-GEOMETRIEI SUPRAFEȚEI CATODULUI ÎN SCOPUL SPORIRII INTENSITĂȚII CURENTULUI DE EMISIE TERMO-ELECTRONICĂ

Dorin GUZGAN, cercet. științ. st., asist. univ., Facultatea de Științe Reale, Economice și ale Mediului, Universitatea de Stat „Alecu Russo” din Bălți

Abstract: *The paper presents results of experimental investigations aimed at the construction of cathodes for thermo-electronic emission. The method of pulsed electrical discharge machining was applied to confer a prescribed micro-geometry of the cathode active surface. Modification of the cathode surface micro-geometry involves the extraction and freezing of the Taylor cone meniscuses that are electric field and heat concentrators applied in order to increase the intensity of the thermo-electronic emission current.*

Keywords: *electrical discharges, micro-geometry, meniscus, emission, thermo-electrons.*

Introducere

Fenomenul de emisie termo-electronică a fost descoperit în anul 1881 de către inventatorul Thomas Alva Edison (*Detlav 1991: 193-195, Traian 1996: 210-213*). Acest fenomen și-a găsit o utilitate vastă în construcția de aparate, se aplică pe larg în tuburile electronice, instalații mari de prelucrare cu fascicul de electroni ș.a. (*Neagu 2007*). Emisia termo-electronică constituie o sursă de sarcini libere, care apar la încălzirea unui metal. Cantitatea de căldură primită de metal se transformă în energie de mișcare a particulelor elementare din care este alcătuit. Electronii liberi din interiorul unui material metalic acumulând o energie cinetică mai mare, pot părăsi metalul în urma încălzirii acestuia. Materialul din care este confecționat electrodul (catod) trebuie să posede proprietăți fizice care vin în asigurarea unei emisii eficiente și anume ca lucrul de ieșire al electronilor să fie minim. Numărul de termo-electroni emiși depinde puternic de gradul de încălzire a metalului de execuție a catodului (*Anghel: 34-35*).

La temperatura camerei, emisia termo-electronică este neglijabilă și, pentru eliberarea unui electron din metal numai sub acțiunea unui câmp electric exterior, ar fi necesar ca intensitatea acestuia să fie de ordinul 10^{10} - 10^{11} V/m. Experimental s-a constatat că emisia electronică la temperatura mediului ambiant, numită și emisie la rece, poate avea loc și pentru intensități ale unui câmp exterior de ordinul 10^7 - 10^9 V/m. Acest fapt poate fi explicat numai prin modificarea formei barierei de potențial în prezența câmpului electric exterior și, în consecință, a existenței posibilității ca unii electroni să o străpungă prin efect tunel (*Anghel: 35-37*).

Metodica cercetărilor experimentale

Cercetările experimentale s-au efectuat în mediu aer (condiții normale) la descărcări solitare. În calitate de material pentru executarea catodilor destinați emisiei se aplicau fire executate din aliaj de W(90%)+Re(10%), cu diametrul (d) de 0,2 mm.

Pentru efectuarea modificării micro-geometriei suprafețelor pieselor în condițiile descărcării electrice în impuls (*Topala 2008*) a fost utilizată o instalație compusă din: un generator de impulsuri de curent, blocul de dirijare, blocul de amorsare, mecanisme de poziționare și dirijare a interstițiului (*Topala 2013: 196-201*).

Experimental și teoretic s-a stabilit că intensitatea curentului de emisie termo-electronică este exprimată cu relația Richardson-Dushman (*Anghel: 35*). Intensitatea curentului de emisie termo-electronică este funcție exponențială de temperatură. Pentru a spori intensitatea curentului de emisie termo-electronică se aplică metoda sporirii temperaturii de încălzire a catodului. Puterea de emisie este direct proporțională cu aria suprafeței active de emisie adică $P_E \sim \Delta S$. Din aceste considerente, se impune modificarea micro-geometriei suprafeței catodului, în vederea sporirii ariei suprafeței active a termo-catodului destinat emisiei termo-electronice. Aplicând metoda descărcărilor electrice în impuls, în condiții optimale, pentru fiecare material, pe suprafața catodilor destinați emisiei termo-electronice se creează o micro-geometrie prescrisă, modificată care conduce la sporirea ariei suprafeței active prin extragerea și congelarea unor asperități conice, numite și meniscuri Taylor (*Грузо-рьев 2004, Perry 2007, Topala 2013*).

Conform metodicii descrise în (*Topala 2013*) au fost extrase de pe suprafețele metalice asperități sub formă de con Taylor (fig. 1) de pe suprafețele laterală a firelor din W(90%)+Re(10%). Piesa era conectat în circuitul de descărcare în calitate de anod.

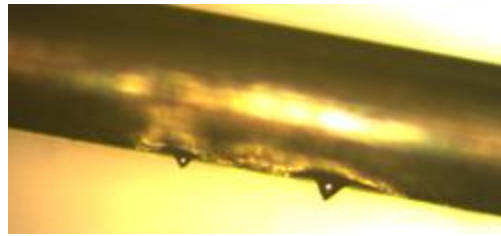
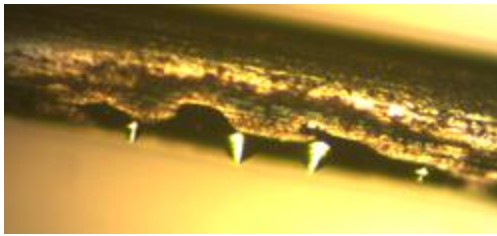


Fig. 1. Vedere generală a formațiunilor extrase prin metoda descărcărilor electrice în impuls
 $U=60V$, $C=200\mu F$, $S=0,2-0,25$ mm, $d=0,2$ mm

În scopul construirii caracteristicilor volt-amperice de emisie se pregăteau câteva perechi de catodi: unii neprelucrați, alții avînd la suprafață formațiuni conice extrase conform metodicii (Topala 2013). Ulterior, firele erau introduse pe rînd în camera de lucru în care se crea vid și se înregistrau datele intensității curentului de termo-emisie.

Rezultate experimentale a emisie termo-electronice

În continuare sunt prezentate caracteristicile volt-amperice (fig. 2 a-b-c) a perechilor de catodi supuși emisie termo-electronice. Diametrul catozilor (diametrul firului executat din $W+Re10\%=0,2$ mm), valorile mărimii interstițiului S (distanța dintre catod și anod $d=3$ mm) și gradul de vidare (presiunea $P=0,00001-0,0001$ mmHg) se păstrau aceleași. Caracteristica volt-amperică prezentată în graficul din fig. 2a corespunde catodului cu 2 asperități extrase prin metoda descărcărilor electrice în impuls. Graficele din fig. 2b și 2c reprezintă caracteristicile volt-amperice pentru catodi cu 4 asperități extrase prin aceeași metodă.

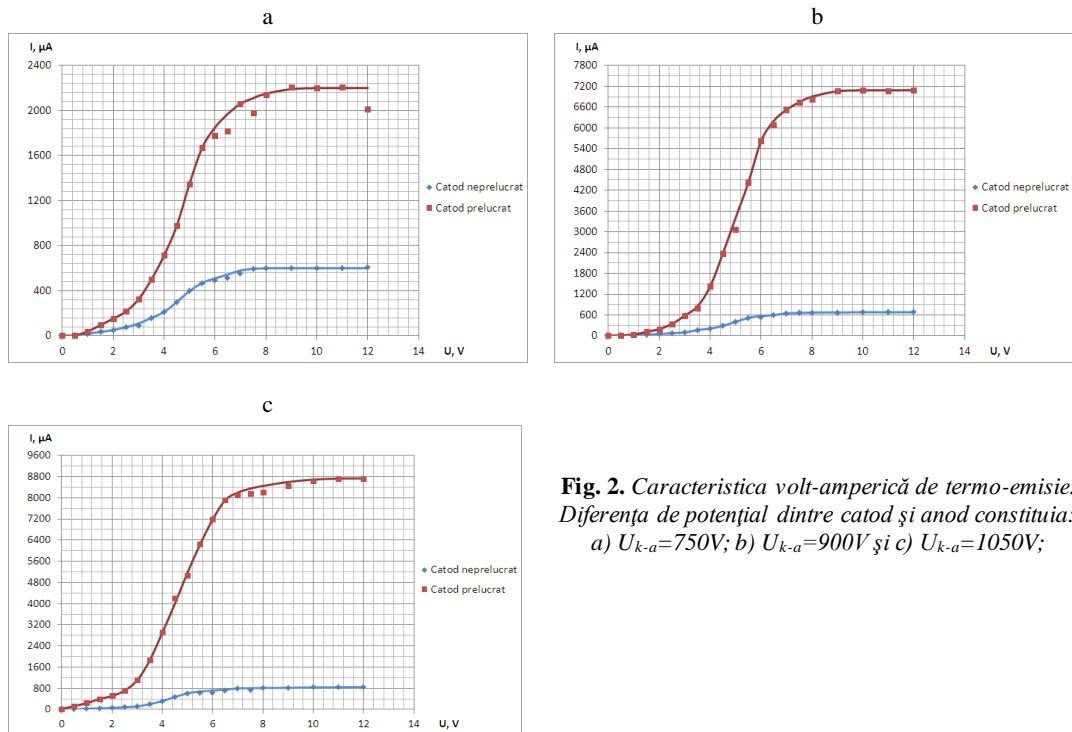


Fig. 2. Caracteristica volt-amperică de termo-emisie.
Diferența de potențial dintre catod și anod constituia:
a) $U_{k-a}=750V$; b) $U_{k-a}=900V$ și c) $U_{k-a}=1050V$;

Comparînd rezultatele experimentale pentru cazurile a-b-c prezentate în fig. 2 vom concluda că catodii care au fost prelucrați prin metoda descărcărilor electrice în impuls au prezentat o intensitate a curentului de saturație pentru emisia termo-electronică mai mare de circa 4 ori (fig. 2 a), 10 ori (fig. 2 b) și 11 ori (fig. 2 c) față de catodii neprelucrați prin această metodă. Rezultatele prezentate pot varia în funcție de regimurile și condițiile stabilite (mărimea interstițiului, temperatura de încălzire a catodului, dimensiunile și numărul de asperități raportate la o unitate de suprafață, condițiile

de extragere a meniscurilor Taylor, gradul de oxidare a suprafeței prelucrate, diametrul și materialul firului pentru executarea catodului, gradul de vidare a camerei de lucru, ș.a.) pentru efectuarea experimentului.

Concluzii

Din rezultatele cercetărilor experimentale concludem că:

- emisia termo-electronică este funcție de proprietățile materialului de execuție, temperatura de încălzire, aria suprafeței active de emisie, numărul de asperități la o unitate de suprafață a catodului, diferența de potențial și respectiv gradul de vidare dintre electrozi;
- metoda aplicată permite sporirea intensității curentului de emisie termo-electronică de circa 4-11 ori în raport cu catodii a căror suprafețe nu au fost prelucrate prin descărcări electrice în impuls;

Bibliografie:

1. A. A. Detlav, B. M. Iavorski, *Curs de fizică*, Chișinău, Editura Lumina, 1991, p. 193-195.
2. Traian I. Crețu, *Fizica – curs universitar*, București, Editura Tehnică, 1996, p. 210-213.
3. А.И. Григорьев, С.О. Ширяева, Д.Ф. Белоножко, А.В. Климов, *О форме конуса Тейлора и характерном времени его роста*, Электронная обработка материалов, 2004, № 4.
4. Topală Pavel, Stoicev Petru, *Tehnologii de prelucrare a materialelor conductibile cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls*, Chișinău, Editura Tehnica-INFO, 2008, p. 265.
5. Wilson Perry, *Formation of Taylor Cones on a Molten Metal Surface Followed by Ion Injection into the Vacuum*, SLAC, 2007.
6. Topala Pavel, Guzman Dorin, *The Technology of Surface Micro Geometry Modifications Via Application of Electric Discharges in Impulse*, Advanced Manufacturing Tehnologies, Ed. 14, Ceepus III, Sozopol, Bulgaria, 2013.
7. Topala P., Guzman D., Rusnac V. *Tehnologii de formare a suprafețelor pentru emisie electronică*, Lucrări științifice, volumul 38, Inginerie agrară și transport auto, Chișinău 2013, p. 196-201.
8. http://www.phys.ubbcluj.ro/~anghels/teaching/Plasma/Capitole_curs/CAP2.pdf.
9. [http://www.dumitruneagu.ro/pdf/\(6.3.2\)APLICATIIale%20FE.pdf](http://www.dumitruneagu.ro/pdf/(6.3.2)APLICATIIale%20FE.pdf).