

ANALIZA MORFOLOGIEI SUPRAFETELOR PENTRU EMISIE ELECTRONICĂ OBTINUTE ÎN URMA PRELUCRĂRII CU APLICAREA DESCĂRCĂRILOR ELECTRICE ÎN IMPULS

Pavel TOPALA, *dr. hab., prof. univ.*,

Vladislav RUSNAC, *dr., conf. univ.*,

Dorin GUZGAN, *doctorand*,

Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți

Summary: *The formation of cone shape asperities on the work-piece surface by applying electrical discharges in impulse (EDI) leads directly to increasing its active area. Currently this phenomenon can be successfully used to manufacture cathodes that are used in electron beam equipment fulfilling the function of concentration of thermal and electrical fields in the active zones of cathodes in the process of electronic emission. The work-piece surface has a special micro-geometry that facilitates the increase of electronic emission comparatively with the same pieces unprocessed by this method.*

Key-words: *impulse, discharge, micro-geometry, cone, crater, emission, plasma, canal, electron.*

Introducere

Capacitatea de emisie a catozilor aplicați în construcția tunurilor de electroni este în funcție de proprietățile materialelor aplicate în construcție și este direct proporțională cu aria suprafeței active a acestora [1, 4, 6]. Sporirea capacității de emisie a suprafețelor catozilor este posibilă prin modificarea micro-geometriei suprafețelor active, și anume prin extragerea din acestea a meniscurilor de forma conurilor Taylor [3, 4]. În acest scop, sînt aplicate descărcările electrice în impuls, compuse din trei impulsuri succesive și continui în timp: primul impuls de amorsare, al doilea impulsul de putere, care provoacă topirea suprafeței și extragerea meniscului, iar cel de-al treilea asigură cristalizarea meniscului conic și evită scurgerea metalului topit în direcție inversă. Meniscurile formate pe suprafața catodului sporesc aria activă a

acestui de cca 8 ori, iar intensitatea curentului electronic de termo-emisie de 10 ori în aceleași condiții.

Tehnologia poate fi aplicată la producerea catozilor pentru tunurile de electroni, sporirea ariei suprafețelor active pentru bateriile solare, sporirea suprafețelor active a schimbătoarelor de căldură în termotehnică, sporirea ariei suprafețelor de contact și adeziune între corpurile metalice și cele polimerice în industria chimică.

Metodica cercetărilor experimentale

Pentru efectuarea cercetărilor experimentale a fost utilizată o instalație specială, schema electrică a căreia este prezentată în figura 1 [5]. Instalația este alcătuită din următoarele părți principale: 1 – generatorul de impulsuri de putere de tipul RC; 2 – blocul de amorsare; 3 – blocul de comandă care permite a efectua sincronizarea impulsurilor de putere și a impulsurilor de amorsare. În procesul cercetărilor, mărimea interstițiului dintre electrozi se măsoară cu ajutorul unui comparator cu cadran (precizia de 0,01mm) și se controla permanent cu ajutorul microscopului de tipul MPB-2.

Dimensiunile meniscurilor (conurilor Taylor) au fost măsurate cu ajutorul microscopului MBS-9 și cu ajutorul microscopului electronic cu scanare de tipul QUANTA-200 (FEI Filips).

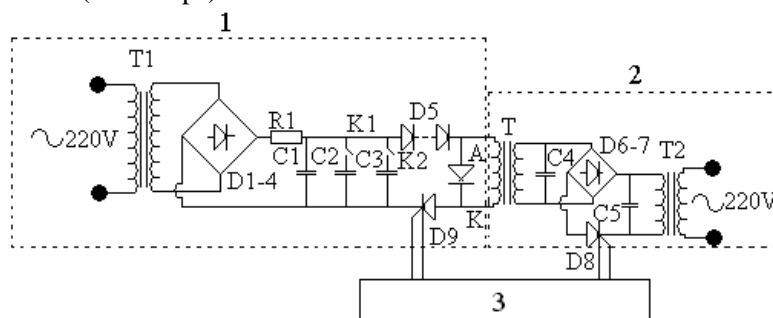


Fig.1. Schema electrică principală a instalației [5]:

(1-generator de impulsuri de putere; 2- blocul de amorsare; 3-blocul de comandă)

Parametrii electrodinamici (durata impulsului, variația curentului în impuls, căderea de tensiune pe interstițiu, cât și energia degajată la o descărcare solitară) se determinau prin osciloscopare, conform metodicii prezentate în [2].

În calitate de electrozi se utiliza fir din wolfram. Descărcările electrice aveau loc în sistemul de electrozi confecționați din același material și situați perpendicular unul față de altul cu un interstițiu $S = 0,2\text{mm}$. În toate cazurile anodul se poziționa în partea de sus.

Este necesar de menționat că în urma prelucrării cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls suprafața obținută a fost supusă analizei (SEM).

Rezultatele cercetărilor experimentale

Aplicarea aparatului contemporan de cercetare (SEM) a permis a stabili că suprafața laterală a asperităților formate este una complicată și prezintă undulații de ordin micro- și nano-metric (vezi fig. 2 a, 3 și 4). Aceste undulații, posibil, sînt cauzate de variația curentului în descărcarea electrică. Anterior, a fost deja demonstrat că DEI este una multicanală [2]. Unele canale de descărcare mor, iar altele se nasc, din care cauză curentul descărcării electrice solitare poartă un caracter pulsatoriu [4].

Ondulațiile suprafeței laterale sporesc și ele la rândul lor aria suprafeței active și, desigur, capacitatea de emisie termo-electronică a acesteia.

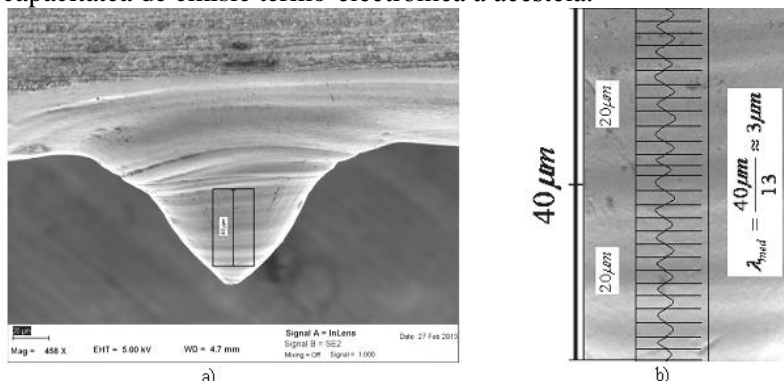


Fig. 2. Morfologia suprafeței asperităților de tip con Taylor: a) Imagine obținută prin metoda SEM; b) Determinarea lungimii de undă medii pentru unda transversală

Pe aceste ondulații se observă asperități de ordin și mai mic, ceea ce atestă sporirea în continuare a ariei active a acesteia. Aceste asperități pot servi, la rândul lor, în calitate de surse suplimentare de electroni și, desigur, pot influența considerabil tabloul general al câmpurilor electrice și al celor termice sub acțiunea cărora se produce emisia termo-electronică.

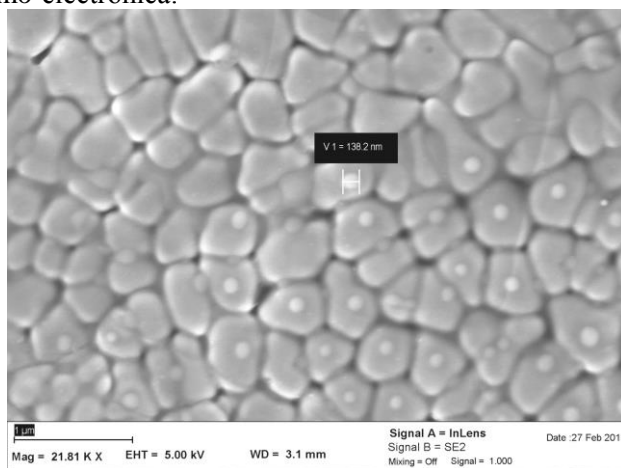


Fig. 3. Blocuri de mozaic pe suprafața laterală a unui con Taylor

Analiza de mai departe a suprafeței laterale a conurilor tip Taylor a demonstrat că, în procesul de solidificare și constituire a grăunților de material solid, pe suprafața acestora se cristalizează suplimentar niște asperități de dimensiuni nano-metrice (fig. 3). Structura și analiza de fază a materialului acestora necesită studii suplimentare.

Încercările de probă privind emisia termoelectronică a catodilor executați din W a demonstrat că, prezența doar a unei asperități (tip con Taylor) sporește curentul de emisie de cca 10 ori în aceleași condiții de încercare în raport cu catodul cu suprafață netedă.

Modificarea micro-geometriei suprafețelor active permite micșorarea dimensiunilor construcției tunurilor de electroni de cca 8-10 ori și aplicarea în construcția lor a unor materiale mai puțin costisitoare. Dimensiunile micro-conurilor formate pe

suprafețele prelucrate cu aplicarea DEI pot varia în limitele $10^{-1} \div 10^2 \mu\text{m}$ (vezi fig. 2 a), ca diametrul bazei și înălțime cu unghiul de la vârful de 90° (fig. 4).

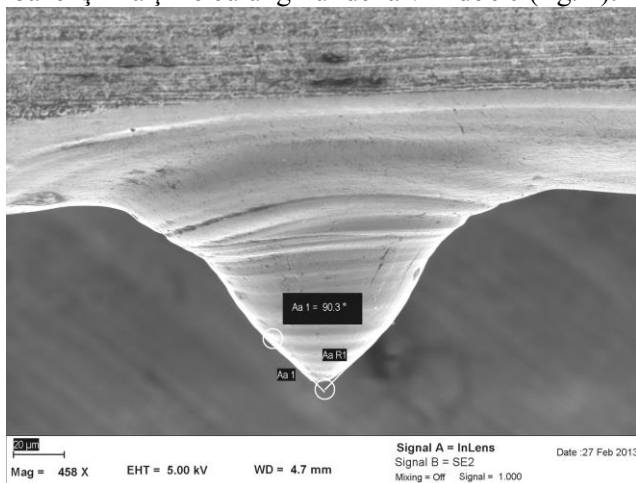


Fig. 4. Vedere generală a unui con Taylor cu unghiul de la vârful de 90° .
Imagine obținută prin metoda SEM

Distribuția meniscurilor conice pe suprafețe conductoare poate fi drept-liniară, curb-liniară și sub formă de șah. Suprafețele prelucrate pot fi plane, curbe și combinate.

Este normal a pune întrebarea: „Care sînt cauzele apariției ondulațiilor pe suprafața laterală a conurilor Taylor?”. Răspunsul la această întrebare poate fi argumentat dacă se ține cont de faptul că descărcarea electrică este multicanală, petele electrodice se nasc și mor, iar curentul electric în impuls poartă un caracter variabil în timp cu întreruperi de ordinul nanosecundelor. Aceste fenomene pot cauza apariția undelor capilare transversale. Undele capilare transversale sînt de fapt și cauza ruperii picăturilor de pe aceste asperități. În favoarea acestei afirmații indică formarea unei suprafețe plane la vârful asperității în cazul ruperii picăturii (fig. 5).



Fig. 5. Vedere generală a suprafeței plane la vârful asperității în cazul ruperii picături

În funcție de mediul de lucru din interstițiu, în suprafața asperităților pot fi sintetizate faze ce conțin oxigen, azot, hidrogen și carbon, care la rîndul lor modifică proprietățile funcționale a catozilor aplicați la termoemisiune electronică [7, 8].

Concluzii

- meniscurile formate pot servi în calitate de concentratoare a câmpurilor termice și electrice în zonele active ale catozilor;
- asperități de tip con Taylor pot fi formate pe toate tipurile de suprafețe executate din materiale conductibile de electricitate;
- formarea meniscurilor pe suprafețele de emisie sporesc eficiența de funcționare a catozilor și pot fi recomandate pentru aplicarea în realizarea termo-catozilor;
- asperitățile conice cu unghiul de la vîrf egal cu 90° ale meniscurilor extrase pe suprafețele active ale catozilor servesc și în calitate de concentratoare a câmpului electric în zona de emisie, ceea ce influențează benefic procesul de termo-emisie;
- pe suprafața laterală a conurilor Taylor se atestă unde capilare suplimentare iar pe acestea, blocuri de mozaic cu asperități de ordin nano-metric.

Referințe bibliografice

1. Felicia, Sprânceană Anghel; Dragoș, Anghel. Metode și procedee tehnologice. Vol. II: Tehnologii moderne, Printech, București, 2006, p. 284-302.
2. Pavel, Topala; Petru, Stoicev. Tehnologii de prelucrare a materialelor conductibile cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls. Chișinău, Editura „Tehnica-INFO”, 2008, p. 265.
3. П. Топала; В. Душенко; А. Гитлевич. Об условиях образования расплава на поверхности детали-катода при электроискровом легировании на установках типа „Разрад”, Электронная обработка материалов, 1990, №. 6, с. 17-18.
4. Topala, Pavel; Rusnac, Vladislav; Guzman, Dorin. Increasing the thermoelectric capacity of emission in cathodes by modifying their surface micro-geometry. The 16th International Conference Inventica 2012, June 13-15, 2012, Iași, România, Editura Performantica, Institutul Național de Inventică, Iași, p. 623-624, ISSN 1844-7880.
5. Topala, Pavel; Rusnac, Vladislav. The influence of the magnetic field on the process of modifying the surfaces micro-geometry metal and semiconductor by applying the electrical discharges in impulse. Proceedings of the 14th International Conference „Modern Technologies, Quality and Innovation”, ModTech 2010, New face of T.M.C.R., 20-22 May, 2010, Slănic Moldova, Iași, România, 2010, p. 643-646.
6. Topală, Pavel; Laurențiu, Slătineanu; Stoicev, Petru. Physical and chemical processes during the machining by means of the electro-erosive method. Nonconventional technologies review, 2010, Nr. 1, p. 50-54.
7. Topala, Pavel. Physico-chemical effects provoked in the piece surfaces during machining by applying electrical discharges in impulse. Proceedings of the 15th International Conference „Modern Technologies, Quality and Innovation”, ModTech 2011, New face of T.M.C.R., 25-27 May, 2011, Vadu lui Vodă, Republic of Moldova, Chișinău, 2011, Vol. 2, p. 1097-1100.
8. П. А. Топала; П. Визуряну; А. В. Ожегов. Некоторые результаты микро-оксидирования металлических поверхностей импульсными разрядами. 13-я Международная научно-практическая конференция „Технологии ремонта, восстановления и упрочнения деталей машин, механизмов, оборудования, инструмента и технологической оснастки от нано- до макро-уровня”, СПб., 2011, <http://technoconf.ru/materialy-konferencii2011/>.