



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
CLUJ NAPOCA, 2018

TEHNOLOGII PRIN ELECTREROZIUNE CU ELECTROD TUBULAR ȘI FILIFORM PE MUCN (I)

Alexandru Cătălin MICACIU, Dorin SCÂNTEIE

TECHNOLOGIES WITH BY TUBULAR AND PHILIFORM ELECTROD ON MTNC (I)

This paper deals with the technology of making holes drilled with $\varnothing 8$ H7 and cutting a contour from a piece with a filiform (or wire) electrode on the MUCN. The first part explains the EDM principle and presents the advantages of using the method. In the second part there is presented the manner of realization of the above-mentioned processes, as well as the drilling of solid metal tube electrodes. It also describes the operating principle (by EDM) of a wire-processing machine tool with numerical control.

Keywords: EDM – Electrical Discharge, dielectric, GAP – interstice, scintillation, Dielectric flow, Implosion of the plasma bubble, wire-cutting, die sinking

Cuvinte cheie: EDM - descărcare electrică, dielectric, GAP - interstițiu, scintilație, curgere dielectrică, implantarea balonului cu plasmă, tăierea sârmei, scufundarea matriței

1. Principiile electroeroziunii

Fenomenul de electroeroziune constă în dislocarea de materie din două obiecte, conductoare electric, aflate la o distanță "GAP" unul de altul și între care există o diferență de potențial electric "V". Presupunem cele două obiecte (piese) aflate inițial la distanța D și diferența de potențial electric V încep să fie apropiate unul de altul. Distanța la care se va străpunge dielectricul (mediul în care se află cele

două obiecte - aer, apa, petrol, etc.) și va începe să apară o descărcare electrică între cele două piese se numește "GAP" sau "INTERSTIȚIU".

Material dielectric - Material izolant din punct de vedere electric și care se polarizează temporar când este introdus într-un câmp electric. Între piesa și electrod nu există contact, distanța fiind cuprinsă între 0,02 și 0,3 mm. În cursul prelucrării este recomandat să se mențină constantă această distanță.

Începerea descărcării electrice ce produce scânteia corespunde momentului în care, ca urmare a creșterii tensiunii aplicate între piesă și electrod se produce fenomenul de străpungere a lichidului dielectric. La depășirea unei anumite valori a intensității câmpului electric, densitatea curentului electric crește rapid cu câmpul și are loc străpungerea izolanului. Fenomenul de străpungere se produce dacă tensiunea aplicată depășește valoarea numită de străpungere, U_{str} respectiv dacă intensitatea câmpului electric este cel puțin egală cu rigiditatea dielectrică E_{str} . În timpul descărcării se produc scântei mai mari la nivelul piesei de prelucrat dar și o serie de scântei mai mici la nivelul electrodului ceea ce duce la consumarea acestuia (figura 2.a) [7].

În urma producerii arcului electric, o anumită cantitate de materie va fi dislocată din cele două piese. Dacă nu se intervine asupra acestora arcul electric se va menține până când distanța dintre cele două piese va crește (datorită dislocării de materie) și va depăși GAP-ul. În prelucrarea materialelor prin electroeroziune, acest fenomen distructiv este optimizat și exploatat în mod constructiv.

Astfel, introducând cele două piese (piesa ce se dorește a fi prelucrată și scula cu care se va efectua prelucrarea - firul în cazul mașinilor cu fir sau electrodul în cazul mașinilor cu electrod masiv) într-un lichid dielectric, (apa distilată sau un anumit compus petrolier), acest fenomen este amplificat deoarece arcul electric care se produce între scula și piesa prin vaporizarea locală a materiei creează o bulă de gaz.

Astfel, se creează, în lichidul dielectric, o bulă de plasmă, care foarte repede ridică temperatura din zona în jurul valorii de 8000 – 12000 °C și care crește și accelerează fenomenul de dislocare de material în stare topită la suprafața celor doi electrozi.

Atunci când diferența de potențial dintre scula și piesa este întreruptă, scăderea bruscă a temperaturii provoacă implozia bulei de gaz, creând forțe dinamice care au efectul de a proiecta materialul topit în afara craterului format. Atunci, materialul erodat se solidifică în dielectric și este eliminat din zona printr-un flux de dielectric. Acestea sunt fenomene microscopice dar care se produc rapid și într-un număr

foarte mare astfel încât efectul cumulat al acestora devine macroscopic.

Cantitatea de material dislocată prin eroziune din electrod și din piesa este asimetrică și depinde foarte mult de anumiți parametri ca: polaritate, conductibilitatea termică, punctul de topire al materialului din care sunt alcătuite piesa și electrodul, caracteristicile curentului aplicat între piesa și electrod, etc.

Există două tipuri de mașini de electroeroziune: mașini de electroeroziune cu electrod masiv (DIE SINKING) și mașini de electroeroziune cu fir (WIRE cutting). Mașinile de electroeroziune cu fir folosesc o sârmă (electrod) pentru a tăia un contur dorit (programat) într-o piesă metalică. În timpul mișcării electrodului, fiecare arc electric se comportă ca o sursă individuală de căldură ce cauzează fuziunea și fierberea particulelor de material corespunzătoare electrodului și piesei de prelucrat. Materialul îndepărtat se evacuează sub forma unor granule foarte mici.

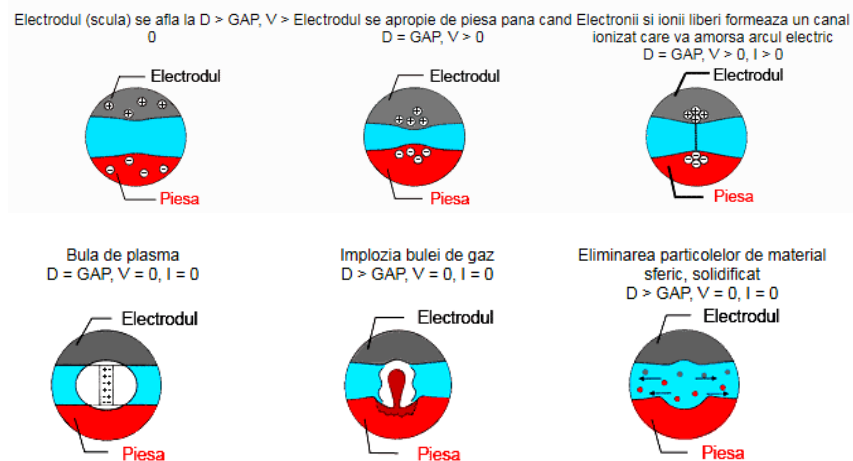


Fig. 1 Fazele de desfășoară procesul de electroeroziune [3]

Spre deosebire de ECM (Electro-Chemical Machining), unde există un flux permanent de lichid, la EDM avem o baie statică de lichid. Dielectrici lichizi:

- apă distilată;
- uleiuri minerale: ulei de condensator, ulei de transformator;
- uleiuri sintetice: hidrocarburi aromatice clorurate, uleiuri siliconice.

În urma prelucrării pieselor prin EDM are loc schimbarea structurii moleculare a materialului la nivelul suprafeței unde se produc

scânteile, rezultând o suprafață tratată, care însă nu întotdeauna este acceptată de client.

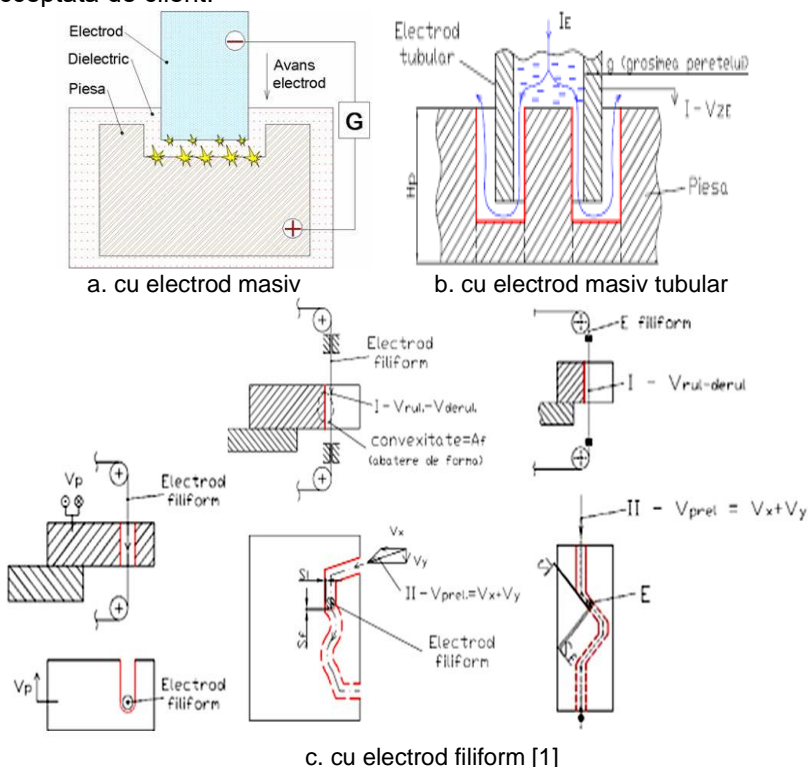


Fig. 2 Scheme de prelucrare prin electroeroziune

2. Avantajele prelucrărilor pe principiul EDM cu fir

Orice piesă cu o singură tăietură cu fir. Tăiați materiale conductoare, de la aluminiu și cupru la grafit, cu scânteile electrice. Tehnologia EDM vă permite să obțineți o precizie maximă atunci când produceți piese extrem de fine la viteze de tăiere foarte ridicate. Acest lucru nu se rezumă doar la ștanță și matriță. Deoarece este nevoie doar de o singură unealtă, aceasta reprezintă, de asemenea, o alternativă economică pentru dumneavoastră la frezare, strunjire, rectificare, așchiere sau broșare. În plus, puteți realiza o gamă variată de proceduri diferite folosind tehnologia multifuncțională EDM, chiar și în mod automatizat.

Fără aşchii - fără deşeuri. La procesele care implică materiale costisitoare, tăierea cu fir EDM are avantajul că nu există practic deşeuri.

Fără dispozitive de fixare specifice. Utilajele pentru tăiere cu fir EDM nu necesită dispozitive de fixare specifice pentru componente şi procese diferite, economisindu-vă astfel banii şi oferindu-vă flexibilitate sporită. Cu toate acestea, pentru a îmbunătăţi randamentul, aţi putea lua în considerare adăugarea unui robot de supraveghere.

Tăiere cu zero forţe. Deoarece nu există niciun contact între scula de tăiere şi piesa de prelucrat, EDM vă permite să tăiaţi piese foarte mici, cum ar fi pini de injectoare sau ace medicale, cu pereţi extrem de subţiri - un avantaj clar comparativ cu operaţiile de găurire, frezare sau strunjire.

Tehnologia cu fir EDM vă permite să eliminaţi până la 8 paşi, (inclusiv prelucrarea preliminară, rigidizarea, finisarea şi fixarea), necesari în procesele de prelucrare tradiţionale precum frezarea, găurirea sau strunjirea constituindu-se astfel într-o metodă de prelucrare foarte economică.

Fără bavuri - fără retuşuri. Deoarece nu se aplică niciun fel de forţă, tăierea cu fir generează suprafeţe perfecte. Pentru suprafeţe şi mai fine sau chiar finisare de tip oglindă, există funcţia de microfinisare, care înlocuieşte până la 8 tăieturi într-un singur pas.

Costuri scăzute ale sculelor. Deoarece are nevoie doar de un singur fir de calitate înaltă, EDM prezintă avantajul unor costuri scăzute pentru scule, comparativ cu alte tehnologii de tăiere [4].

FĂRĂ EDM - IMPOSIBIL DE PRELUCRAT. Tot mai mulţi ingineri, proiectanţi de scule şi mecanici utilizează prelucrarea prin electroeroziune cu fir deoarece multe din procesele de prelucrare a reperelor pot fi efectuate numai prin aceasta metodă. Multe piese trebuie să aibă colţuri interne foarte ascuţite, cum ar fi forme interne hexagonale sau rectangulare. Electroeroziunea cu fir lasă o rază internă foarte mică pentru un colţ, de exemplu pentru un fir cu $\varnothing 0,25$ mm raza la colţ este de 0,012 mm.

Execuţia de contururi interioare minuscule. Fiind ideal pentru tăierea micropieselor şi capabil să realizeze raze de numai 0,025 mm, EDM reprezintă alternativa cea mai bună la frezare. Disponibil ca opţiune cu fir subţire (figura 3.a).

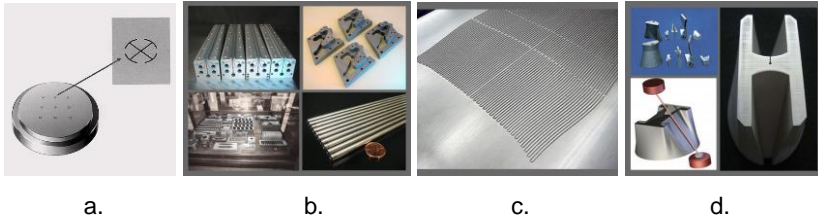


Fig. 3 Repere prelucrate pe mașini EDM cu fir

Rată mare de repetabilitate. Fiabilitatea constantă a mașinilor de electroeroziune cu fir este unul din avantajele majore ale acestui proces. Deoarece programele sunt generate de computer și electrodul este alimentat constant din bobină (firul electrod este folosit o singură dată), ultima piesă este identică cu prima. Uzura sculei de la mașinile convenționale nu există aici. În plus toleranțele foarte mici pot fi menținute fără costuri adiționale (figura 3.b).

Materiale „exotice”. Prin electroeroziune cu fir se pot tăia materiale precum carburi, inconel, oțel pentru scule, aliaje de nichel, stelit, titan, aluminiu, în general orice material ce are conductivitate electrică. Prelucrarea acestor materiale poate fi dificilă sau chiar imposibilă în cazul utilizării utilajelor pentru prelucrări convenționale.

Toleranțe strânse și finisare excelentă. Sistemul computerizat de alimentare cu energie oferă o tehnologie de prelucrare eficientă și stabilă pentru a oferi o viteză de prelucrare excelentă, o densitate a descărcărilor constantă și o finisare foarte bună. Calitatea suprafeței rezultată în procesul standard de electroeroziune cu fir elimină de cele mai multe ori necesitatea operațiilor de finisare.

Fără bavuri și fără tensiuni interne. Pot fi prelucrate secțiuni foarte mici deoarece firul electrod nu intră în contact cu materialul de prelucrat.

Acest proces este un proces non-contact, fără acționare mecanică asupra materialului prevenind astfel apariția tensiunilor interne și a deformărilor; acest fapt se obține și datorită menținerii unei temperaturi scăzute constante a piesei în timpul procesului de prelucrare, aceasta fiind imersată complet în dielectric, a cărei temperatură este permanent controlată de utilaj pentru asigurarea condițiilor optime de prelucrare.

Materialele tăiate prin procesul de electroeroziune cu fir sunt complet lipsite de bavuri iar. Piese foarte subțiri pot fi grupate și prelucrate împreună fără apariția bavurilor (figura 3.c).

Axe independente. Cu capacitatea de prelucrare pe 5 axe se pot prelucra piese cu secțiuni diferite în partea de sus și în partea de jos (figura 3.d).

O multitudine de repere pot fi produse în mod economic prin procedeul de electroeroziune cu fir cum ar fi: componente - aparate de măsură de precizie, caneluri, găuri pentru axe și manșoane, tuburi secționate, roți dințate, canale de pana interne, came, matrițe pentru extrudare, scule pentru perforare oțel și alte forme speciale [5].

3. Execuția unui reper de formă complexă

Analiza asupra formei și modului posibil de realizare a reperului CORP, a stabilit ca modelarea din semifabricatul inițial să se execute prin procedee clasice (strunjire, frezare și găurire).

Orificiile diametral opuse $\varnothing 8H7$, (marcate în figura 5) și decuparea periferică de formă trapezoidală s-a stabilit să fie efectuate prin electroeroziune, EDM

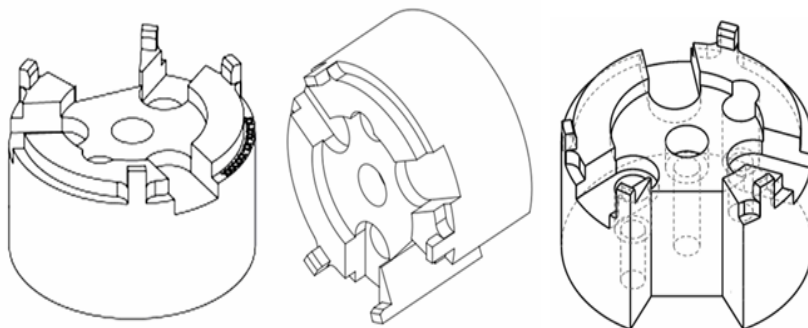


Fig. 4 Reper CORP, imagini 3D

Avantajele au fost prezentate în paragraful anterior.

Menționăm că materialul recuperat prin tăierea periferică de formă trapezoidală poate fi utilizat la construcția altor repere.

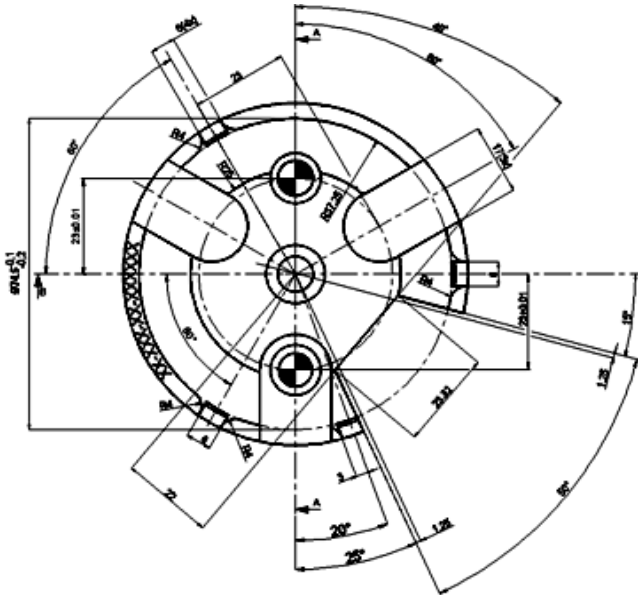


Fig. 5 Vedere de sus, reper CORP (desen de execuție)

BIBLIOGRAFIE

- [1] Vișan, A., *Tehnologii de prelucrare prin electroeroziune*, Universitatea Politehnică, București.
- [2] * * * <http://www.rasfoiesc.com/inginerie/tehnica-mecanica/Analiza-funcional-constructiva23.php>
- [3] * * * <http://www.charmilles.ro/pages/eroziune.htm>
- [4] * * * <http://www.fanuc.eu/ro/ro/aplica%C5%A3ii/t%C4%83iere-cu-fir-edm>
- [5] * * * <http://edmtim.ro/electroeroziune-cu-fir.html>

Dr.Ing. Alexandru Cătălin MICACIU
 Directorul Colegiului Tehnic "Ion D. Lăzărescu" din Cugir
 Președintele Sucursalei Alba a AGIR
 e-mail: amicaciu@yahoo.com
 Ing., Inf. Prof. Dorin SCÂNTEIE,
 Colegiul Tehnic "Ion D. Lăzărescu" din Cugir,
 e-mail: dscanteie@yahoo.com,
 membri AGIR