

## Izboljšanje elektroerozijske (EDM) obdelave zlitine Ti-6Al-4V z dodatkom grafitnega prahu v dielektriku

Emre Unses<sup>1</sup> – Can Cogun<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Raziskovalni institut za vesoljske tehnologije TUBITAK, Turčija

<sup>2</sup>Univerza v Cankayi, Tehniška fakulteta, Oddelek za mehatroniko, Turčija

Ti-6Al-4V je ena najbolj razširjenih titanovih zlitin v letalski in vesoljski industriji, spada pa v skupino materialov, ki so zahtevni za obdelavo. Zlitina je manj primerna za konvencionalno obdelavo z odrezavanjem in za elektroerozijsko obdelavo (EDM). Zelo majhna stopnja odvzema materiala pri elektroerozijski obdelavi titanovih zlitin namreč pomeni nesprejemljivo dolg čas obdelave.

Pregled literature je razkril, da ni obstoječih študij vpliva dodatka grafitnega prahu v dielektriku na učinkovitost obdelave zlitine Ti-6Al-4V, ki je zelo priljubljena v letalski in vesoljski industriji. Avtorji prispevka na podlagi svojih izkušenj verjamejo, da se lahko z dodajanjem grafitnega prahu v dielektrik občutno izboljšajo parametri EDM-obdelave zlitine Ti-6Al-4V, kot so stopnja odvzema materiala, obraba elektrode (EWR), relativna obraba (RW) in površinska hrapavost. Grafitni prah je poleg tega cenejši od najcenejših kovinskih in nekovinskih prahov, ki jih najdemo v literaturi (kot so SiC, Al, Ni). Preučen je vpliv dodatka grafitnega prahu v kerozinu (dielektrik) na MRR, EWR, RW in površinsko hrapavost obdelovanca (Ra, Rz(DIN) in topografija površine) v odvisnosti od parametrov  $t_s$  (50 ms in 100 ms),  $i_d$  (6 A in 12 A) in tlaka izpiranja dielektrika Pd (0,1 bar in 0,4 bar). Pričujoča študija je prvi resnejši poizkus uporabe primesi grafitnega prahu v dielektriku za izboljšanje zmogljivosti potopne elektroerozijske obdelave zlitine Ti-6Al-4V.

Uporabljena je bila zlitina Ti-6Al-4V kvalitete 5 s sestavo: 90% Ti, 5,9% Al, 4% Va, 0,07% Fe, 0,02% C. Za primerjavo vrednosti MRR, EWR, Ra in RW so bili pripravljene in elektroerozijsko obdelani kosi iz jekla AISI 1040. Elektrode iz elektrolitskega bakra so bile postružene na premer 13 mm in na dolžino 40 mm. Uporabljena je bila koncentracija grafitnega prahu (Cp) 5 g/l, ki daje najboljše rezultate obdelave med preizkušenimi koncentracijami Cp. Eksperimenti s kerozinom (KD) ter z mešanico kerozina in grafitnega prahu (GPMKD) so bili opravljeni v tanku lastne izdelave. Homogena suspenzija grafitnega prahu v tanku med testi je bila dosežena z učinkom mešanja dveh vzporednih bakrenih cevi premera 12 mm (nameščenih spodaj v tanku), preluknjanih z odprtini premera 2,4 mm. 3D-topografski posnetek obdelanih površin obdelovanca je bil ustvarjen s stereofotometrično tehniko.

Rezultati eksperimenta so privedli do naslednjih zaključkov:

- 1) Z večanjem Pd se je občutno izboljšala stopnja MRR, stopnja EWR pa se je rahlo povečala tako pri KD kakor tudi pri GPMKD. Sprememba Pd ni imela večjega vpliva na Ra. Ob povečanju  $t_s$  se je povečala stopnja MRR in zmanjšala stopnja EWR za KD in GPMKD. Spremembe  $t_s$  niso vplivale na Ra.
- 2) Obdelava v GPMKD je bila zelo stabilna, obdelane površine pa niso bile kontaminirane z ogljikom, še posebej pri visokih nastavitvah Pd.
- 3) Elektrolit GPMKD je izboljšal vrednosti MRR, Ra in RW pri obdelovancu Ti-6Al-4V. 3D-topografija obdelane površine pa je razkrila manjšo globino profila pri GPMKD kot pri KD.
- 4) Čeprav je uporaba GPMKD znatno izboljšala MRR pri Ti-6Al-4V, pa so bile vrednosti MRR v primerjavi z obdelovancem iz jekla AISI 1040 še vedno majhne. Uporaba KD in GPMKD daje bistveno boljše vrednosti Ra za Ti-6Al-4V kot za AISI 1040.

Grafitni prah je vsaj za 70 % cenejši kot drugi kovinski in nekovinski prahovi, ki jih omenjajo viri, zato pa ekonomsko privlačen. Manjša gostota grafitnega prahu v primerjavi z drugimi prahovi omogoča bolj homogeno suspenzijo in s tem stabilnejši režim elektroerozijske obdelave. Avtorji poudarjajo, da je pristop z dodatkom grafitnega prahu v dielektriku mogoče prilagoditi aplikacijam potopne obdelave EDM in vrtanja Ti-6Al-4V v letalski in vesoljski industriji in tako izkoristiti priložnost za izboljšanje učinkovitosti obdelave ter znižanje stroškov.

**Ključne besede:** elektroerozijska obdelava (EDM), Ti-6Al-4V, grafitni prah, odstranjevanje materiala, obraba orodne elektrode, hrapavost, 3D-topografija površine

\*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Cankayi, Tehniška fakulteta, Oddelek za mehatroniko, Ankara, Turčija, cogun@cankaya.edu.tr