

# Optimizacija vmesnih spremenljivk pri mikroelektroerozijski obdelavi nerjavnega jekla 316L s pomočjo genetskega algoritma in metodologije odzivne površine

Periyakgounder Suresh<sup>1,\*</sup> – Rajamanickam Venkatesan<sup>1</sup> – Tamilperruvalathan Sekar<sup>2</sup> –  
– Natarajan Elango<sup>3</sup> – Varatharajan Sathiyamoorthy<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Tehniški kolidž Sona, Oddelek za strojništvo, Indija

<sup>2</sup> Vladni kolidž za inženirstvo, Oddelek za strojništvo, Indija

<sup>3</sup> Univerza Linton, Fakulteta za strojništvo, Malezija

<sup>4</sup> Tehniški kolidž Mahendra, Oddelek za strojništvo, Indija

Cilj predstavljene raziskave je določitev optimalnih vrednosti glavnih vmesnih spremenljivk pri mikroelektroerozijski obdelavi nerjavnega jekla 316L. EDM je nekonvencionalen postopek obdelave, pri katerem kovino odstranjuje močna električna iskra med elektrodo in materialom obdelovanca. Postopek se uspešno uporablja pri trdih prevodnih materialih. Nerjavno jeklo 316L, ki je obravnavano v tej raziskavi, se uporablja v farmaciji, ladjedelništvu in medicini. Zaradi svojih lastnosti, kot so visoka obstojnost proti oksidaciji in koroziji ter trdota, se je uveljavilo pri medicinskih vsadkih, kot so čepi in vijaki, ter pri ortopedskih vsadkih, kot so totalne kolčne in kolenske proteze. Na obdelovalnost pri postopku mikroEDM sicer vplivajo mnogi parametri procesa, v tej raziskavi pa so bili obravnavani trije pomembnejši parametri: jakost toka, vklopni čas impulza ( $T_{on}$ ) in izklopni čas impulza ( $T_{off}$ ). Metoda Taguchi je najzmogljivejše orodje za izboljšanje produktivnosti, zato je bila v preteklosti že uporabljena tudi na področju obdelave različnih materialov. Gre za enostaven, učinkovit in sistematičen pristop k določanju optimalnih procesnih parametrov, ki drastično zmanjša število potrebnih eksperimentov za modeliranje odzivnih funkcij. Metoda temelji na eksperimentih v ortogonalnem polju (OA), ki zagotavljajo bistveno manjšo varianco eksperimentov ter optimalno nastavitve parametrov krmiljenja procesa.

Metoda Taguchi je bila najprej uporabljena za določitev optimalnih parametrov procesa in števila eksperimentov, potrebnih za modeliranje odzivnih funkcij. Izbrano je bilo ortogonalno polje L9 s tremi vrsticami in devetimi stolpci. Opravljeni so bili eksperimenti s 400-mikrometrskimi medeninastimi elektrodami. Glavni vmesni parametri so bili jakost toka, vklopni čas impulza in izklopni čas impulza na treh ravneh. Nato je bila uporabljena metodologija odzivne površine (RSM) za določitev korelacije med vmesnimi parametri ter izbranimi cilji doseganja maksimalne stopnje odvzema materiala in minimalne stopnje obrabe orodja pri obdelavi izbranega materiala. Podatki iz eksperimentov so bili nato vstavljeni v regresijski model dvofazne interakcije (2FI). Matematični model iz RSM je bil uporabljen kot funkcija uspešnosti za večciljno optimizacijo z genetskim algoritmom (GA). Optimizacija na osnovi metahevrstičnih algoritmov se začne z začetnim naborom neodvisnih spremenljivk in se nato razvije za pridobitev globalnega minimuma/maksimuma ciljne funkcije (uspešnosti). Cilja optimizacije pri tej raziskavi sta bila maksimalna stopnja odvzema materiala in minimalna stopnja obrabe orodja. Uporabljena je bila zbirka orodij za večciljne analize MATLAB GA in matematični modeli iz RSM so bili uporabljeni za napovedovanje optimalnih parametrov procesa. V orodju je bila izbrana populacija velikosti 45, navzkrižni delež 0,8 in razpršena funkcija križanja. Orodje privzeto uporablja dvotočkovno navzkrižno funkcijo. Stopnja mutacije je bila 0,01.

Preučen in prikazan je vpliv na stopnjo odvzema materiala in stopnjo obrabe orodja pri eksperimentalnih vrednostih  $T_{on} = 3, 6$  in  $9 \mu s$  ter pri  $T_{off} = 3,6$  in  $9 \mu s$ . Optimalne rešitve za obdelavo izbranega materiala so zbrane v preglednici in sledi diskusija. Večciljni GA napoveduje majhno stopnjo odvzema materiala  $0,4352 \text{ mg/s}$  in stopnjo obrabe orodja  $0,0122 \text{ mg/s}$  pri  $T_{on} = 3,3608 \mu s$ ,  $T_{off} = 8,6356 \mu s$  in jakosti toka  $6,0263 \text{ A}$ . Visoka stopnja odvzema materiala je zabeležena pri stopnji obrabe orodja  $0,2391 \text{ mg/s}$  ob vrednostih  $T_{on} = 8,9999 \mu s$ ,  $T_{off} = 8,9185 \mu s$  in jakosti toka  $11,9991 \text{ A}$ . Potrditveni poskusi so pokazali, da rezultati optimizacije odstopajo od eksperimentalnih vrednosti za manj kot 5 %.

**Ključne besede:** metodologija odzivne površine, genetski algoritem, nerjavno jeklo 316L, metoda Taguchi