

Primerjalna eksperimentalna in numerična preiskava elektroerozijskega vrtnanja v jeklo AISI 304 z okroglimi in eliptičnimi elektrodami

Ali Tolga Bozdana^{1,*} - Nazar Kais Al-Kharkhi²

¹ Univerza v Gaziantepu, Oddelek za strojništvo, Turčija

² Univerza v Bagdadu, Oddelek za avtomatizirano proizvodnjo, Irak

Nerjavna jekla so razširjena na mnogih področjih zaradi dobre protikorozijske obstojnosti, majhne toplotne prevodnosti in visoke trdnosti pri povišanih temperaturah. Vrtnanje v jeklo AISI 304 s konvencionalnimi tehnikami je še posebej težavno, zato se v zadnjem času vse pogosteje uporablja tudi postopek elektroerozijskega vrtnanja (EDD). Gre za elektrotermični proces na podlagi erozijskega učinka električnih razelektritev med elektrodo in obdelovancem. Za vrtnanje se uporabljajo cevaste elektrode, skozi katere se pretaka dielektrična tekočina, ki izpira odstranjene delce. Nezadostno izpiranje reže med elektrodo in obdelovancem negativno vpliva na zmogljivost vrtnanja in na lastnosti luknje, še posebej pri vrtnanju lukenj z velikim razmerjem med globino in premerom. V študiji je bila zasnovana, izdelana in preizkušena nova eliptična geometrija elektrode, ki izboljšuje izpiranje reže med elektrodo in obdelovancem za večjo zmogljivost vrtnanja ter boljšo dimenzijsko točnost in integriteto površine izvrtanih lukenj.

V ta namen je bilo opravljenih več eksperimentov z vrtnanjem v bloke iz jekla AISI 304 s krožnimi in eliptičnimi cevnicami elektrodami iz medenine notranjega premera 1 mm in zunanega premera 3 mm. Eliptična elektroda je bila oblikovana tako, da je bila reža na dveh straneh povečana za 0,1 mm. Premer elektrode je bil 2,8 mm po eni osi in 3 mm po drugi osi tako, da so bile izvrtane luknje enakega premera kot pri krožni elektrodi. Vrtnanje je bilo opravljeno na namenskem stroju za elektroerozijsko vrtnanje in za dielektrik je bila uporabljena deionizirana voda. Izvrtanih je bilo pet lukenj pri izbranih procesnih parametrih v naraščajočih časovnih intervalih za spremljanje učinkovitosti elektrodne geometrije pri naraščajoči globini lukenj. Izvrtane luknje so bile fotografirane za meritev premera in globine. Proces EDD je bil ovrednoten na podlagi stopnje odvzema materiala (MRR), stopnje obrabe elektrode (EWR) in stopnje obrabe orodja (TWR). Pri vrednotenju dimenzij in površine izvrtanih lukenj so bili uporabljeni naslednji parametri: nadmera (OC), razmerje med globino in premerom (AR) ter površinska hrapavost (SR). Rezultati eksperimentov so razkrili, da imajo eliptične elektrode prednost pri vrtnanju, saj je z njimi mogoče doseči dobro dimenzijsko točnost in kakovostnejše površine, tudi pri večjih globinah vrtnanja. Pri eliptični geometriji elektrod se namreč izboljša izpiranje za učinkovitejše odstranjevanje delcev in boljše kroženje dielektrika v reži med elektrodo in obdelovancem, s tem pa se povečata zmogljivost elektroerozijske obdelave in kakovost vrtnanja.

Poleg eksperimentalne preiskave je bila opravljena tudi numerična analiza na podlagi trodimenzionalnih trifaznih modelov CFD za simulacijo izpiranja pri obeh geometrijah elektrode. V ta namen so predlagani 3D-modeli pretočnega polja s kapljevito, plinasto in trdno fazo za analizo tokovnih značilnosti v reži med elektrodo in obdelovancem. 3D-pretočni polji za obe geometriji elektrod sta bili pripravljene v paketu Solidworks, reševanje pa je bilo opravljeno s programsko opremo Ansys Fluent. Interakcija med fazami v reži je bila simulirana s pomočjo modela Euler-Euler VOF. Gibanje mehurčkov in delcev v reži je bilo analizirano v naraščajočih časovnih intervalih. Opravljena je bila tudi primerjava koncentracije delcev za obe geometriji elektrode. Tudi numerični rezultati so potrdili, da je pri eliptični elektrodi izboljšana zmogljivost izpiranja za učinkovitejše odstranjevanje delcev in dobro kroženje dielektrika.

Eliptična elektroda je v primerjavi z okroglo elektrodo zmogljivejša zaradi izboljšane erozijskega učinka in izpiranja. Z eliptično elektrodo so bile narejene luknje z večjim razmerjem med globino in premerom (do 42 %), manjšo nadmero (do 66 %) in manjšo površinsko hrapavostjo (do 7 %). Eliptična elektroda ima tako prednost pri izdelavi globokih lukenj z dobro dimenzijsko točnostjo in kakovostno površino.

Ključne besede: elektroerozijsko vrtnanje, nerjavno jeklo, geometrija elektrode, zmogljivost vrtnanja, dimenzijska točnost, kakovost površine

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Gaziantepu, Oddelek za strojništvo, 27310, Gaziantep, Turčija, bozdana@gantep.edu.tr