

## Postopek žične elektroerozijske obdelave nekrožnih zobnikov s programsko opremo CAD/CAM

César García-Hernández<sup>1,\*</sup> – Rafael-María Gella-Marín<sup>1</sup> – José-Luis Huertas-Talón<sup>1</sup> – Nikolaos Efkolidis<sup>1</sup> – Panagiotis Kyratsis<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Univerza v Zaragoza, Oddelek za konstruiranje in proizvodno strojništvo, Španija

<sup>2</sup> Ustanova za tehnično izobraževanje Zahodne Makedonije, Oddelek za strojništvo in industrijski dizajn, Grčija

Pri konvencionalni izdelavi kovinskih zobnikov se uporabljajo postopki za oblikovanje profila zob ali preoblikovalna orodja. V zadnjih letih je bilo veliko pozornosti posvečene iskanju univerzalnih postopkov za izdelavo zobnikov, ki ne zahtevajo specialnih strojev. Nekrožni zobniki se uporabljajo v različnih tehnoloških aplikacijah za izboljšanje zmogljivosti raznih mehanskih instrumentov ali poenotenje hitrosti na montažnih linijah, kakor tudi v raziskovalne namene. Postopek izdelave tovrstnih zobnikov prinaša tudi poseben izziv prilagajanja konvencionalnih metod snovanja za preoblikovanje ali rezkanje. Te metode je mogoče uporabiti tudi pri nenamenski opremi za žično elektroerozijsko obdelavo (WEDM) ali rezkanje ter za ustvarjanje parametričnih 3D-modelov.

Predstavljena je metoda za izdelavo eliptičnih in ovalnih zobnikov s postopki žične elektroerozijske obdelave. Gre za neprekinjen postopek, katerega zmogljivost ni nič manjša kot pri konvencionalnih metodah. Zobniki nekrožne oblike se običajno izdelujejo z odvzemanjem materiala, torej z rezkanjem vsakega zoba posebej, ali z oblikovanjem profila. To zahteva nadzor nad geometrijskimi in kinematičnimi spremenljivkami procesa.

Razviti so bili matematični modeli za izdelavo eliptičnih in ovalnih zobnikov, opravljene so bile simulacije in metoda je bila implementirana na stroju WEDM za izdelavo dveh parov eliptičnih in ovalnih zobnikov. Metoda bi bila lahko uporabna tudi pri izdelavi orodij za brizganje plastike ali kovinskih zobnikov po meri. Najprej je bil ustvarjen 3D-model in nato je bila s pomočjo programske opreme CAM pripravljena pot žice. S tem sta bila izpolnjena dva cilja – t. j. modeliranje in sama izdelava.

Metoda, predstavljena v članku, dokazuje, da lahko univerzalni numerično krmiljeni stroji uspešno nadomestijo specialne stroje za določen proizvodni proces, kot so stroji za rezkanje zobnikov. Algoritem je bil validiran z meritvijo erodiranega zoba na koordinatnem merilnem stroju. Toleranca med minimalnim in maksimalnim profilom evolvente pri izdelanih zobnikih je bila boljša od 5  $\mu\text{m}$  in izdelani zobniki tako zagotavljajo optimalno kakovost. Članek podaja primerjavo kakovosti površine in drugih parametrov pri WEDM in pri drugih postopkih obdelave z odvzemanjem materiala, kjer ne prihaja do faznih premen materiala.

Sledi končni sklep, da je z razpoložljivimi stroji in optimalno izbiro pogojev procesa, kot so intenziteta, čas impulzov itd. (ob upoštevanju nasvetov proizvajalca), mogoče doseči merilnotehnične, fizikalne in kemijske lastnosti, ki so podobne kot pri ostalih proizvodnih procesih. dstranjevanje odrezkov pri uporabljeni tehnologiji je povezano s fazno spremembo, ki lahko pri določenih materialih povzroči težave. Čeprav eliptični/ovalni zobniki še niso močno razširjeni v praktični uporabi, so zelo prikladni za prenašanje nekonstantnih momentov, kakor tudi za raziskave. S poenostavitvijo postopka izdelave zobnikov, ki ne zahteva specialnih strojev, postanejo procesi raziskav, razvoja in izdelave dostopnejši večjemu številu ljudi. Postopek WEDM je primeren za izdelavo nekrožnih zobnikov in predstavljeni so potrebni matematični modeli. Za izvedbo simulacij je bil implementiran algoritem po matematičnih modelih. Sledila je praktična obdelava dveh parov eliptičnih in ovalnih zobnikov na stroju za WEDM kot alternativni za konvencionalno rezkanje.

**Ključne besede:** obdelava, žična elektroerozijska obdelava, zobniki nekrožne oblike, delovni list, CAD, CAM