

# Strategija in modeli šestosnega diagonalnega odvalnega rezkanja neokroglih zobnikov s poševnim ozobjem

Youyu Liu<sup>1,2,\*</sup> – Jiesheng Diao<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Politehnika Anhui, Šola za strojništvo in avtomobilsko tehniko, Kitajska

<sup>2</sup> Politehnika Anhui, Institut za robotiko AHPU, Kitajska

Odvalno rezkanje je visokoučinkovit obdelovalni postopek. Pri tradicionalnem neokroglem odvalnem rezkanju je aksialni položaj orodja nespremenljiv, obremenitve in obraba zob odvalnega rezkarja pa so zato izjemno neenakomerne. Življenjska doba odvalnega rezkarja je zelo kratka in odvisna od tistega zoba, ki se najbolj obrablja. Za razrešitev teh problemov je bila razvita shema sočasne šestosne obdelave po načelu diagonalnega odvalnega rezkanja.

Rezkar se med postopkom sočasnega šestosnega odvalnega rezkanja nenehno premika vzdolž svoje osi, tako da pri obdelavi sodelujejo vsi zobje rezkarja in ni pokvarjeno originalno sočasno petosno gibanje. Dolžine osi mnogih odvalnih rezkarjev običajno ne izpolnjujejo zahtev za obdelavo zobnikov, saj se rezkar giblje samo v eni smeri. Pri velikih hitrostih je mogoče uporabiti metodo ponavljajočega se aksialnega premika. Rezkar sprva reže vzdolž svoje osi (ali pravokotno nanjo). Ko se točka ubiranja premakne proti koncu osi rezkarja, ta odreže vzdolž svoje osi (ali pravokotno nanjo), se vrne na začetek brez rezalnega giba in nato spet zareže v obdelovanec. Pri srednjih in nizkih hitrostih je mogoče uporabiti pristop z recipročnim aksialnim pomikom, kjer se točka pomika vzvratno od konca proti začetku. To metodo je treba prilagoditi, da se izognemo pomanjkljivostim ponavljajočega se aksialnega pomika.

Postavljeni so bili štirje modeli diagonalnega odvalnega rezkanja po načelu čistega kotaljenja z enakovredno dolžino loka na surovcu, tako da hitrost rezkarja ostane konstantna. Štirje modeli obdelave, ki ustrezajo štirim verjetnim delovnim situacijam, so bili preverjeni z virtualnim odvalnim rezkanjem eliptičnega zobnika s poševnim ozobjem tretjega reda. Analiziran/a je bila linearna/kotna hitrost/pospešek vsake osi za primerjavo njihovih dinamičnih lastnosti v štirih delovnih situacijah. Tako sta se progresivno izkristalizirali dve odlični strategiji in modeli z odličnimi dinamičnimi lastnostmi. Eliptični zobnik s poševnim ozobjem tretjega reda je bil uspešno obdelan po metodi recipročnega aksialnega pomika. Uporabnost strategije in veljavnost modelov obdelave sta bili preizkušeni z ozirom na tri merila: življenjsko dobo odvalnega rezkarja, natančnost profila zob in mikrotopografijo bokov zob. Članek vsebinsko spada na področje uporabe numerične analize pri obdelavi neokroglih zobnikov.

Rezultati in ugotovitve:

- 1) Strategija diagonalnega odvalnega rezkanja lahko popolnoma odpravi omenjene težave. Preverjena je bila z virtualno obdelavo v štirih verjetnih delovnih situacijah, kjer poti orodij kažejo enakomerno natančnost zob.
- 2) Pri visokohitrostnem odvalnem rezkanju ima prednost shema 'V', saj ima boljše dinamične lastnosti hitrosti in pospeškov kot shema 'U'. Za srednje- in nizkohitrostno odvalno rezkanje je mogoče uporabiti shemi 'U' in 'V', čeprav je boljša shema 'V'. Hitrosti in pospeški osi pri shemah 'U' in 'V' ne vplivajo na različne smeri vrtenja zob. V tem delu je bila potrjena strategija recipročnih aksialnih pomikov, ki ne pušča sledov na bokih zob in je brez praznega hoda rezkarja.
- 3) Eksperimenti so pokazali pravilnost ter uporabnost modela obdelave (19) in njegovih strategij za implementacijo. Diagonalno odvalno rezkanje ima prednost pred nediagonalnim odvalnim rezkanjem zaradi 3,68-krat daljše življenjske dobe orodja, stabilnejša pa je tudi mikrotopografija zob za prenos gibanja.

Zaradi prostorskih omejitev ni bila preverjena pravilnost ubiranja zobnikov in tema zato ostaja odprta za prihodnje raziskave.

V prispevku je predstavljen teoretično zanimiv pristop k izdelavi neokroglih zobnikov s poševnim ozobjem po postopku diagonalnega odvalnega rezkanja. Metode in rezultati iz tega članka so zaradi podobnosti uporabni tudi pri strojih za brušenje polžastih zobnikov.

**Ključne besede:** neokrogli zobniki s poševnim ozobjem, diagonalno odvalno rezkanje, modeli obdelave, življenjska doba odvalnega rezkarja