

Računalniška zasnova in simulacija ubiranja in stika hipoidnih zobnikov Formate, izdelanih po metodi Duplex Helical

Yu Zhang¹ – Hongzhi Yan^{1,*} – Tao Zeng^{1,2}

¹ Državni laboratorij za visokozmogljivo kompleksno obdelavo, Univerza srednjega juga, Kitajska

² Changsha Haliang Kaishuai Precision Machinery Co. Ltd., Kitajska

Duplex Helical je napreden in najbolj razširjen postopek čelnega rezkanja stožčastih zobnikov z ukrivljenim ozobjem in hipoidnih zobnikov, ki se odlikuje z učinkovitostjo, majhnimi stroški, večjo trdnostjo in možnostjo suhe obdelave. Kitajska industrija danes pri izdelavi omenjenih zobnikov še vedno uporablja predvsem postopek obdelave v petih prehodih, ki ga je v razvitih zahodnih državah že zamenjal postopek Duplex Helical. Metodo Duplex Helical je pred več desetletji izumilo podjetje Gleason in ker je njegova tehnologija zaščitena, v objavljeni literaturi zanjo ni mogoče najti posplošene teorije. Ta postopek za razliko od procesa obdelave v petih prehodih omogoča sočasno oblikovanje konveksnih in konkavnih zobnih površin z enim samim naborom nastavitve obdelovalnega stroja, zato je težko določiti optimalne nastavitve, ki dajejo dobre rezultate pri obojestranski analizi zobnega stika (TCA).

V članku je kot rešitev tega problema predlagan natančen in praktičen pristop k izračunavanju osnovnih nastavitve obdelovalnega stroja za izdelavo spiralnih zobnikov s poševnim ozobjem in hipoidnih zobnikov po metodi Duplex Helical. Za iskanje najboljših nastavitve obdelovalnega stroja za izdelavo omenjenih zobnikov po metodi Duplex Helical so bile uporabljene tri referenčne točke (M1, M2 in P) za natančno določanje medsebojnega položaja zobniške dvojice. Točki M1 in M2 se nahajata na pogonski in na gnani strani zobnih površin, tretja referenčna točka P pa je na širini pastorka in se uporablja tudi za spreminjanje dimenzij stožčastih zobnikov s poševnim ozobjem in hipoidnih zobnikov.

Postopek izračunavanja osnovnih nastavitve obdelovalnega stroja za izdelavo zobnikov po metodi Duplex Helical je enak kot pri procesu obdelave s petimi prehodi in članek obravnava osnovne nastavitve za izdelavo pastorka po metodi Duplex Helical. Najprej so bile na podlagi osnovnih nastavitve stroja in rezkalne glave izračunane vektorske funkcije zobnih površin in parametri ukrivljenosti. S konjugacijo površin zobnika in pastorka ter pastorka in rezkalne glave smo dobili dve vrsti parametrov ukrivljenosti za zobne površine pastorka. Nato smo določili osnovne nastavitve stroja za izdelavo pastorka, ki ustrezajo tema dvema vrstama parametrov ukrivljenosti. Končno smo razvili tudi programsko opremo za konstruiranje hipoidnih zobnikov na podlagi prej omenjene strategije določanja osnovnih nastavitve obdelovalnega stroja. Razvita metodologija je bila validirana na primeru dvojice hipoidnih zobnikov, izdelanih po postopku Duplex Helical. S konstrukcijskimi podatki je bila nato opravljena analiza kontaktnih napetosti zob po metodi končnih elementov, preizkus rezanja in kotalni preizkus. Rezultati kažejo, da se nosilna površina zob pri kotalnem preizkusu po velikosti, obliki in položaju ujema z nosilno površino zob pri kontaktni analizi, tri referenčne točke pa lahko učinkovito pomagajo določiti optimalne nastavitve stroja za obojestransko dobre lastnosti TCA.

Pričujoči članek je prvi, ki podrobno opisuje posplošeno teorijo metode Duplex Helical in bo ljudem pomagal pri boljšem razumevanju. Razviti pristop in programska oprema bosta prispevala k uveljavljanju metode Duplex Helical ter k izboljševanju kakovosti in učinkovitosti izdelave stožčastih zobnikov s poševnim ozobjem in hipoidnih zobnikov po metodi Duplex Helical na Kitajskem.

Ključne besede: metoda Duplex Helical, stožčasti zobniki s poševnim ozobjem in hipoidni zobniki, čelno rezkanje, osnovne nastavitve stroja, parameter ukrivljenosti, posplošena teorija, referenčna točka, kontaktna analiza zob