

Raziskava mazanja v področju ubiranja pri harmoničnih zobniških prenosnikih

Xiangyang Xu^{1,*} – Xupeng Fan¹ – Peitang Wei² – Baojun Yang³

¹ Univerza Chongqing, Šola za mehatroniko in avtomobilsko tehniko, Kitajska

² Univerza Chongqing, Šola za strojništvo, Kitajska

³ Chongqing Huashu Robot Co., Ltd., Chongqing 400714, Kitajska

Harmonični zobniški prenosniki so nova vrsta prenosnikov, ki se razlikujejo od klasičnih zobniških gonil. Moč prenašajo predvsem z deformacijo upogljivega zobnika, njihova prednost pa je v majhnih izmerah, visoki točnosti, visokem prestavnem razmerju, stabilnosti prenosa in visokem izkoristku. Za harmonične zobniške prenosnike pa je značilna tudi nelinearna togost, histereza in nelinearno trenje. To so dejavniki, ki omejujejo njihovo točnost in izkoristek. V literaturi je na voljo le malo kvantitativnih analiz vpliva delovnih pogojev na mazalne lastnosti in togost oljnega filma v področjih ubiranja v odvisnosti od kontaktne geometrije zob. Zato obstaja potreba po preučitvi zmogljivosti mazanja sistemov harmoničnih zobniških prenosnikov za izboljšanje njihove učinkovitosti in točnosti.

Pričujoči članek za analizo mazanja harmoničnih zobnikov in postavitev osnov za preučevanje odpovedi zobnikov ter njihovih dinamičnih lastnosti analizira krivinski radij, obremenitev zob in hitrosti v točki ubiranja zob v odvisnosti od kontaktne geometrije zob harmoničnih zobnikov. Postavljen je model elastohidrodinamičnega mazanja (EHL) z linijskim kontaktom omejene dolžine. Enačbe za elastično deformacijo, viskoznost maziva in gostoto so v članku postavljene kot funkcije tlaka ter kombinirane z Reynoldsovo enačbo in razrešene po kompozitni iterativni metodi. Rezultati po velikem številu iteracij konvergirajo k vrednosti, ki izpolnjuje zahtevano natančnost. Z numeričnimi računskimi metodami sta bili preučeni debelina oljnega filma in porazdelitev tlaka v področju mazanja, kakor tudi vpliv vrtilne hitrosti in temperature na razmerje kontaktnih obremenitev in razmerje debelin filma v področju ubiranja, poleg tega pa tudi sprememba debeline oljnega filma v različnih delovnih pogojih.

Rezultati so pokazali, da je tlak v smeri ubiranja na začetku majhen in nato doseže največjo vrednost v središču, debelina filma pa je največja v predelu vstopa in enakomerno porazdeljena v sredinskem kontaktnem območju. Z naraščanjem hitrosti se znižuje razmerje kontaktne obremenitve zoba, povečuje se razmerje debelin oljnega filma, togost oljnega filma se občutno zniža in izboljša se učinek mazanja; medtem ko je učinek temperature prav nasproten. Z ustreznim povišanjem vrtilne hitrosti in znižanjem temperature olja je torej mogoče učinkovito izboljšati mazalne lastnosti sistema.

Namen pričujoče študije je numerična analiza lastnosti mazanja v predelu ubiranja harmoničnega zobniškega prenosnika ter vpliva delovnih pogojev nanje. Rezultati študije predstavljajo teoretično osnovo in referenčno orodje za nadaljnje raziskave dinamičnih lastnosti, načinov odpovedi in zanesljivosti sistemov harmoničnih prenosnikov v praktičnih delovnih pogojih. Rezultati bodo tako uporabni tudi za prihodnje študije mehanizmov odpovedi harmoničnih zobniških prenosnikov zaradi obrabe in za nelinearno dinamično analizo.

Ključne besede: harmonični zobniški prenosnik, elastohidrodinamično mazanje, področje ubiranja, delovni pogoji, numerična metoda, lastnosti mazanja