

Nova metoda za računanje trenutnega izkoristka in nihanj momenta pri čelnih zobniških gonilih

Xin Tian^{1,2} – Guangjian Wang^{1,2,*} – Yujiang Jiang^{1,2}

1

² Univerza v Čongčingu, Kolidž za strojništvo in avtomobilsko tehniko, Kitajska

Kolaborativni roboti so pomembni za sodobno industrijo, ozko grlo pri uporabi teh robotov pa predstavlja izkoristek sklepnih reduktorjev. Trenutna nihanja izkoristka in momenta pri čelnih zobniških dvojicah v sklepnih reduktorjih neposredno vplivajo na njihovo zmogljivost pomika in točnost. V članku je predstavljen računski model za napovedovanje trenutnega izkoristka in nihanj momenta pri zobniških dvojicah ob upoštevanju ravnovesja momentov v točki ubiranja, porazdelitve sil med zobmi in modelov količnika trenja. Nihanja momenta pri zobniških dvojicah do sedaj še niso bila obravnavana v znanstveni literaturi. Predstavljena je primerjava trenutnega izkoristka in nihanj momenta pri zobniških dvojicah ob upoštevanju povprečnega količnika trenja (AFC) na podlagi Coulombovega trenja in časovno spremenljivega količnika trenja (TFC) na podlagi elastohidrodinamičnega mazanja. Analizirana je odvisnost med trenutnim izkoristkom in nihanjem momenta gonila in obravnavan je vpliv kontaktnega razmerja na izkoristek. Za razliko od obstoječih raziskav, ki se osredotočajo predvsem na vpliv izhodnega momenta in hitrosti na povprečni izkoristek zobniških gonil, ta članek preučuje tako obremenitvene in hitrostne razmere kakor tudi vpliv površinske hrapavosti in delovne temperature mazalnega olja na trenutni izkoristek in nihanja momenta. Učinkovitost in točnost predlagane metode v danih obratovalnih pogojih je bila potrjena s primerjavo s tehnikami za računanje izkoristka iz literature.

Rezultati kažejo, da je trenutni izkoristek zobniškega gonila v območju ubiranja dveh zob manjši kot v območju ubiranja enega zoba. Izkoristek je za neprekinjen in stabilen prenos mogoče izboljšati z zmanjšanjem kontaktnega razmerja. Različni modeli količnika trenja signifikantno vplivajo na izkoristek in nihanja izkoristka zobniških gonil. Izkoristek, izračunan po modelu časovno spremenljivega količnika trenja, je manjši od izkoristka, izračunanega po modelu povprečnega količnika trenja, največja razlika med obema pa znaša 1,86 %. Vrednost nihanja momenta pri povprečnem količniku trenja je manjša kot pri časovno spremenljivem količniku trenja. Trenutni izkoristek zobniškega gonila in trenutni vhodni moment se zmanjšata pod konstantno obremenitvijo. Nihanje izkoristka se poveča, prav tako pa se poveča nihanje vhodnega momenta. Variabilnost trenutnega izkoristka zobniškega gonila v danih obratovalnih pogojih lahko doseže 3,34 %, nihanja momenta pa 5,19 Nm. Ob porastu hitrosti na vhodu se poviša obratovalna temperatura mazalnega olja, zmanjšanje površinske hrapavosti zobniškega gonila pa lahko izboljša izkoristek prenosa in zmanjša nihanja momenta med ubiranjem. Povečanje izhodnega momenta poveča nihanja momenta.

Raziskava tako izpolnjuje vrzel na področju nihanja momenta pri zobniških dvojicah ter predstavlja nov prediktivni in računski model za trenutni izkoristek in nihanja momenta pri zobniških dvojicah. Model zagotavlja solidno podporo raziskavam in aplikacijam sklepnih reduktorjev kolaborativnih robotov ter prinaša nove zamisli in metode za preučevanje trenutnega izkoristka in nihanj momenta. V članku je predstavljena metoda za numerično računanje takojšnjega izkoristka in nihanj momenta pri zobniških dvojicah z zunanjim ubiranjem na podlagi teoretične analize. Nekateri rezultati izračunov se ujemajo s predhodnimi študijami. Predstavljeni model upošteva samo trenutni izkoristek in nihanja momenta pri zobniških gonilih v pogojih drsnega trenja, ne zajema pa vpliva izgub zaradi kotalnega trenja in izgub, ki niso povezane z obremenitvijo. Prezrte so tudi natančnost in napake v izdelavi zobniških gonil, zato bo v prihodnje potrebna eksperimentalna verifikacija modela. Prihodnje raziskave bodo usmerjene v razvoj modela trenutnega izkoristka in nihanj momenta v sklepnih reduktorjih kolaborativnih robotov, sestavljenih iz zobniških dvojic.

Ključne besede: kolaborativni robot, trenutni izkoristek, nihanje momenta, količnik trenja, porazdelitev obremenitev