

Modeliranje dinamike neenakomernih kontaktnih obremenitev in analiza napak prenosa reduktorja 2K-V z ekscentričnim vzbujanjem

Guangjian Wang – Li Su – Shuaidong Zou

Univerza v Chongqingu, Državni laboratorij za mehanske prenose, Kitajska

V praksi manjkajo formule za računanje napak prenosa v prisotnosti ekscentričnosti in neenakomernih obremenitev, malo pa je tudi raziskav natančnosti prenosa za enakomerne kontaktne obremenitve. Neenakomerne kontaktne obremenitve lahko povzročijo težave z vzdržljivostjo (obremenitve na enoto površine so večje od pričakovanih) in dinamična pojave (vibracije zaradi spreminjajočih se obremenitev itd.). Zato obstaja potreba po preučitvi vpliva neenakomernih obremenitev na proces prenosa moči z namenom odprave vibracij in napak prenosa.

Za določitev vpliva neenakomernih kontaktnih obremenitev na napako prenosa je bil postavljen dinamični model neenakomernih kontaktnih obremenitev po metodi združenih parametrov, nato pa so bile z modelom analizirane dinamične napake prenosa v pogojih različnih kontaktnih obremenitev zaradi napake ekscentričnosti. Dinamični model je bil preverjen z virtualno simulacijo in eksperimentalno.

Teoretična statična napaka prenosa z napako ekscentričnosti je bila izpeljana po metodi koraka ubirnice in metodi združenih parametrov. Model neenakomernih kontaktnih obremenitev je bil določen po metodi združenih parametrov in razrešen z numeričnim integriranjem po metodi Runge-Kutta četrtega reda. Rezultati so bili verificirani s primerjavo dinamične napake prenosa z rezultati simulacije v okolju Recurdyn. Zgrajeno je bilo tudi preizkuševališče napak prenosnikov 2K-V za določanje dejanskih napak prenosa 2K-V in verifikacijo simulacij oz. modelov. Za izboljšanje natančnosti in dinamičnih lastnosti zobniških prenosnikov z majhno razliko v številu zob je bila optimizirana začetna faza ekscentričnosti na podlagi minimalne napake prenosa kot ciljne funkcije.

Rezultati raziskave so naslednji:

- (1) Pri zobniških prenosnikih 2K-V z majhno razliko v številu zob lahko pod vplivom napake ekscentričnosti nastopijo različne kontaktne razmere, vključno z neenakomernimi obremenitvami, trganjem ali povratnim stikom. Razpon dejanskih kontaktnih sil je zato zelo velik.
- (2) Pri napaki ekscentričnosti je celotna napaka prenosa 2K-V z majhno razliko v številu zob v stanju brez obremenitve enaka maksimalni vrednosti napak prenosa dveh zobniških dvojic z majhno razliko v številu zob. Celotna napaka prenosa v stanju brez obremenitve je zato enaka napaki prenosa zobniške dvojice, ki je trenutno v ubiranju.
- (3) Pri enaki napaki ekscentričnosti in različnih skupinah faze ekscentričnosti je očitna razlika v krivuljah napake prenosa 2K-V. Napako prenosa je v praksi mogoče izboljšati z optimizacijo začetne faze ekscentričnosti.
- (4) Krivulja napak prenosa ima nelinearne vrhove, ki so povezani s točkami menjave zobniških dvojic v ubiranju. Zato bi bilo treba preučiti stanje ubiranja v teh točkah.

Simulacijski model je bil verificiran s primerjavo simulacijskega diagrama FFT in eksperimentalnih rezultatov. Podatek o začetni fazi napake ekscentričnosti preizkuševališča ni na voljo in simulacijskega modela zato ni mogoče dodatno verificirati s primerjavo diagrama napake prenosa in eksperimentalnih rezultatov.

Ta študija je lahko v pomoč pri napovedovanju napake prenosa zaradi napake ekscentričnosti in omogoča kompenzacijo razstopa. Podaja tudi teoretična izhodišča za montažo zobniških dvojic 2K-V z majhno razliko v številu zob.

Ključne besede: reduktor 2K-V, nelinearna dinamika, napaka prenosa, neenakomerne kontaktne obremenitve, napaka ekscentričnosti, časovno spremenljiv razstop