

Izboljšana kvazidinamična analitična metoda za napovedovanje zdrsavanja kotalnih ležajev v pogojih izjemno majhnih obremenitev in opletanja

Junning Li^{1,2,*} – Wei Chen² – Libo Zhang² – Taofeng Wang²

¹ Tehniška univerza Xi'an; Univerza Xi'an Jiaotong, Kitajska

² Univerza Xi'an Jiaotong, Kitajska

Zdrsavanje se pogosto pojavlja pri visokohitrostnih in malo obremenjenih kotalnih ležajih (HSLLRB), ko pogonska torņa sila ni dovolj velika, da bi premagala upor med kotalnimi elementi in tečino. Opletanje lahko povzroči obrabo in predčasno odpoved ležajev, še posebej pri značilnih ležajih glavnih gredi letalskih motorjev. Ta študija predlaga izboljšano kvazidinamično analitično metodo za napovedovanje zdrsavanja kotalnih ležajev v pogojih izjemno majhnih obremenitev in opletanja, s ciljem ugotavljanja primernih ukrepov proti zdrsavanju ležajev HSLLRB.

Predhodna analiza zdrsavanja ležajev HSLLRB ob upoštevanju opletanja bazira na poenostavljenem empiričnem modelu Dowson-Higginson, saj se analitični podatki o deležu zdrsavanja kletke signifikantno razlikujejo od eksperimentalnih podatkov za izjemno majhne radialne obremenitve. Eden glavnih razlogov tiči v netočnem vrednotenju sil upora olja z empiričnimi enačbami. V predstavljeni študiji je bil ta problem razrešen z novo metodo kvazidinamične analize zdrsavanja v povezavi z EHL.

V raziskavi je bila za izračun debeline oljnega filma in porazdelitve tlaka v kotalnem ležaju pri izjemno majhnih obremenitvah uporabljena metoda EHL. Sile upora olja so bile uporabljene kot zamenjava za netočne rešitve empiričnih enačb po Dowson-Higginsonu. Nato sta bila ugotovljena hitrost kletke in delež zdrsavanja kletke s kombiniranjem orbit opletanja, sil upora, obremenitev, kinematičnih enačb in drugih povezanih enačb. Za reševanje je bila uporabljena Newton-Raphsonova metoda. Končno je bil preučen mehanizem zdrsavanja z ozirom na razne obratovalne parametre, kot so polmeri orbite opletanja, radialna obremenitev in viskoznost mazalnega olja.

Raziskovalno področje, ki ga obravnava članek, je tribologija.

1. Delež zdrsavanja in hitrost kletke se spreminjata v času zaradi opletanja, s tem pa se poveča tveganje poškodb zaradi zdrsavanja ležaja. Stopnja zdrsavanja je neposredno odvisna od polmera opletanja in jo je mogoče zmanjšati z ustreznim zmanjšanjem polmera opletanja.
2. Delež zdrsavanja kletke se povečuje z rastjo radialnih obremenitev pri izjemno majhnih obremenitvah in velikih hitrostih, trend pri hitrosti kletke pa je ravno obraten. Vpliv opletanja na zdrsavanje ležaja se po drugi strani zmanjšuje z večanjem radialnih obremenitev. Stopnja zdrsavanja je zato mogoče zmanjšati z ustreznim zmanjšanjem radialne obremenitve v pogojih izjemno majhnih radialnih obremenitev.
3. Delež zdrsavanja kletke se zmanjšuje s povečevanjem viskoznosti pri izjemno majhnih obremenitvah in velikih hitrostih, trend hitrosti kletke pa je ravno obraten. Opletanje ima po drugi strani manjši vpliv na zdrsavanje ležaja, ko se povečuje viskoznost. Stopnja zdrsavanja je torej mogoče zmanjšati z ustreznim povečanjem viskoznosti v pogojih izjemno majhnih radialnih obremenitev.

Pri analizi v tej študiji niso bile upoštewane izgube, npr. zaradi vrtnčenja. Izgube lahko vplivajo na analizo zdrsavanja kotalnih ležajev, zato jim bo treba posvetiti pozornost pri prihodnjih raziskavah.

1. Predstavljena analiza zdrsavanja kotalnega ležaja upošteva izjemno majhne obremenitve in opletanje.
2. Predlagana je izboljšana metoda za kvazidinamično analizo zdrsavanja v povezavi z EHL.
3. Predlagana metoda je primerna in uporabna za napovedovanje zdrsavanja pri ležajih HSLLRB.
4. Analiziran je vpliv orbit opletanja, radialnih obremenitev in viskoznosti na zdrsavanje HSLLRB.
5. Zbrani so tudi predlogi ukrepov za preprečevanje zdrsavanja.

Raziskava ima teoretično in praktično vrednost v podpori analizam mehanizmov odpovedi in vibracij pri ležajih HSLLRB.

Ključne besede: zdrsavanje, opletanje, kotalni ležaj, mazani elementi za viskozno blaženje, EHL, obratovalni parametri