

Napoved nosilnosti in tribološke trajnosti drsnih ležajev

Myron Chernets¹ – Marek Opielak² – Anatolii Kornienko^{1,*} – Oleg Radko³

¹Nacionalna univerza za letalstvo, Fakulteta za letalski in vesoljski inženiring, Ukrajina

²Tehniška univerza v Lublinu, Poljska

³Nacionalna univerza za obrambo Ivana Černjahovskega, Ukrajina

Uporaba drsnih ležajev ima pomembno vlogo pri tehničnih aplikacijah, kjer uporaba kotalnih ležajev ni možna oz. praktična. Za njihove delovne naloge so značilne zelo različne obremenitve, premeri gredi, vrtilne frekvence, širine in uporabljeni materiali. Ti ležaji obratujejo v različnih delovnih pogojih ter v prisotnosti fluidov (plinov), mejnega trenja in tudi v pogojih suhega trenja.

Metode za izračun trajnosti tovrstnih ležajev iz literature se v praksi niso uveljavile zaradi uporabe Archardovega zakona abrazivne obrabe, ki ne nastopa v pogojih mejnega trenja. Pri projektiranju drsnih ležajev se pogosto uporabljajo izračuni na osnovi povprečnega tlaka p in Zeinerjevega kriterija $p\upsilon$. Poenostavitev pri računanju nosilnosti na osnovi tlaka p je velik približek. Velikost kontaktnega tlaka ni odvisna le od obremenitve in od premera gredi, temveč v veliki meri tudi od radialne zračnosti ležaja in od elastičnosti materialov. Omenjeni kriteriji ne upoštevajo omenjenih dveh dejavnikov. V fazi konstruiranja prav tako ni vključeno napovedovanje obrabe drsnih ležajev. Ustrezna metoda za izračun ležajev mora temeljiti na kontaktnih problemih teorije elastičnosti za cilindrična telesa podobnih polmerov ob upoštevanju mehanizma obrabe s tornim utrujanjem.

Pričujoči članek predstavlja novo analitično metodo na področju teorije elastičnosti, ki omogoča računanje kontaktne trdnosti in življenjske dobe drsnih ležajev. Metoda temelji na avtorjevi metodologiji za preučevanje kinetike torno-utrujenostnega loma materialov v triboloških sistemih pri pogojih drsnega trenja. Predstavljen je tribokinetični matematični model obrabe, metode za računanje začetnega kontaktnega tlaka in njihova transformacija zaradi obrabe ležajnih elementov, kakor tudi izračun življenjske dobe ležajev do maksimalne linearne obrabe puše. Na podlagi rezultatov numerične simulacije je bil preučen vpliv obremenitve in radialne zračnosti na izhodiščne kontaktne tlake in njihovo zmanjševanje zaradi obrabe. Izdelana je bila računsko ocena življenjske dobe ležaja. Ugotovljene so bile kvalitativne in kvantitativne odvisnosti sprememb parametrov kontakta in trajnosti od obremenitve, kotne hitrosti gredi ter radialne zračnosti ležaja.

Metoda omogoča izračun trajnosti ležajev z dovoljeno obrabo puše ter določitev obrabe puše in gredi v določenem obratovalnem obdobju. Predstavljena je zaprta oblika rešitve problema tribološkega kontakta za praktično uporabo s preprostimi programskimi orodji, zlasti s programom Microsoft Excel. Razvita metoda je uporabna brez omejitev za preračun kovinskih ležajev, tudi v prisotnosti različnih prevlek (zaščitnih, za zmanjšanje trenja, obrabno obstojnih). Metoda veliko obeta tudi pri hibridnih (kovinsko-polimernih) ležajih, ki so izdelani iz materialov z znatno različnimi lastnostmi. Postopki konstruiranja za take ležaje še ne obstajajo.

Predstavljena metoda za računsko napovedovanje zmogljivosti drsnih ležajev omogoča kakovosten in učinkovit izračun kontaktne trdnosti in tribološke trajnosti v inženirski praksi. Metoda zagotavlja optimizacijo kriterijev kontaktne trdnosti, obrabne obstojnosti in trajnosti ter izbiro optimalnih materialov pri konstruiranju ležajev. Rešitve tovrstnih problemov kontaktne obrabe omogočajo tudi ocenjevanje napak pri numeričnih izračunih. Metoda ima znanstveno vrednost na področju tribologije, teoretično vrednost na področju tribomehanike in praktično vrednost na področju tribotehnike.

Ključne besede: drsni ležaj, problem kontaktne obrabe, parametri kontakta in tribokontakta, obraba, trajnost