

Notranje trenje v krogličnih ležajih pri zelo nizkih temperaturah

Jakub Sikorski, Witold Pawlowski*

Tehniška univerza v Lodzu, Inštitut za obdelovalne stroje in proizvodni inženiring, Poljska

Predstavljena raziskava je bila opravljena z namenom pridobitve znanja o vedenju masti in krogličnih ležajev med obratovanjem pri zelo nizkih temperaturah do $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$. To znanje bo v prihodnosti uporabno pri konstruiranju strojev, ki so namenjeni uporabi v zelo ostrih pogojih.

Članek podaja rezultate analize delovanja jeklenih in keramičnih ležajev pri zelo nizkih temperaturah. Testi so bili opravljeni na krogličnih ležajih pri temperaturah do $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$, doseženih s pomočjo tekočega dušika. V raziskavo so bili vključeni ležaji, tovarniško mazani s standardnimi mazivi, z grafitnim prahom in s prahom molibdenovega disulfida. Študija izboljšuje poznavanje vedenja ležajev in maziv pri zelo nizkih temperaturah, njeni izsledki pa bodo tako uporabni pri konstruiranju nove generacije robotov za raziskovanje vesolja in bližnjih planetov osončja.

Pri vseh meritvah so bili uporabljeni kroglični ležaji tipa 625 velikosti $5\text{ mm} \times 16\text{ mm} \times 5\text{ mm}$ in brez tesnil. Ležaji so bili po montaži na pogonsko gred nameščeni v okvir in vpeti z objemko in vijaki, ki so bili zategnjeni s ponovljivim momentom. Prvi korak priprav na meritve notranjega trenja v ležajih je bil določitev moči upora proti gibanju v samem pogonskem sistemu. V ta namen je bila analizirana poraba moči v pogonskem motorju in v napajalnih kabljih. Uporabljeni laboratorijski izvor omogoča računalniško krmiljenje električne napetosti in toka za napajanje motorja, napajanje motorja pa je tako v celoti ponovljivo. Vrednosti porabe moči elektromotorja in kablov so bile odštete od celotne porabe (vključno z ležajem) za določitev celotnih izgub med obratovanjem ležaja. Ležaj je bil nato prestavljen v nizkotemperaturno komoro, ki zagotavlja postopno ohladitev do temperature $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$ v 8 do 22 minutah s pomočjo tekočega dušika. Poraba moči je bila v tem času izmerjena in zabeležena 80-krat na minuto. Na osnovi teh podatkov je bilo pripravljenih več grafikonov.

Opravljenе meritve so pokazale, da je vrsta mazanja ležaja mnogo pomembnejša od materiala, iz katerega je ta izdelan. V nasprotju s splošnim prepričanjem se lahko jekleni ležaji uporabljajo tudi v strojih, ki obratujejo pri zelo nizkih temperaturah, vendar pod pogojem, da se viskozno mazivo zamenja s suhim mazivom. Praktično linearno povečanje izgub moči v ležaju vodi k sklepu, da mora biti obratovanje jeklenih in keramičnih ležajev možno in zanesljivo tudi pri temperaturah pod $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$. Najmanjše notranje trenje v ležajih je bilo ugotovljeno pri molibdenovem disulfidu, ki učinkovito maže tako jeklene kakor tudi keramične kroglične ležaje. Njegove lastnosti so ostale praktično nespremenjene pri vseh meritvah ležajev.

Porast izgub moči v ležaju z zmanjševanjem temperature je bila gotovo posledica krčenja aluminijastega okvirja, ki drži ležaj, v tej fazi raziskav pa ni mogoče izključiti niti večanja izgub zaradi krčenja samega ležaja. Prihodnje raziskave bodo razširile predstavljeno temo na interakcije ležaja z materiali, ki se uporabljajo pri izdelavi sestavov gredi in pest, kot so aluminijeve in titanove zlitine.

Članek podaja informacije o vedenju maziv in krogličnih ležajev pri temperaturah do $-195\text{ }^{\circ}\text{C}$. To je pomembno, ker večina obstoječih raziskav obravnava težave z mazanjem pri povišanih temperaturah, le redke pa širijo obravnavano temperaturno območje do $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ključne besede: kotalni ležaji, kotalni upor, mazanje, nizke temperature