

Analiza stacionarnega kotaljenja pnevmatike po bobnu z metodo končnih elementov in primerjava z eksperimentom

Nikola Korunović* – Miroslav Trajanović – Miloš Stojković – Dragan Mišić – Jelena Milovanović
Univerza v Nišu, Fakulteta za strojništvo, Srbija

V članku je predstavljena primerjava rezultatov eksperimentov in rezultatov analize kotaljenja pnevmatike po bobnu, opravljene po metodi končnih elementov (MKE), z namenom validacije in izboljšanja modela pnevmatike na osnovi končnih elementov (KE). V članku so opisane oprema in metode, ki so bile uporabljene za eksperimentalno določitev lastnosti pnevmatike pri zaviranju in vožnji v ovinek ter koeficienta trenja dezena plašča.

Za podrobno simulacijo vedenja pnevmatik pri kotaljenju po ravni površini se običajno izvajajo analize po MKE. Rezultate analiz po MKE lahko v tem primeru neposredno primerjamo z rezultati eksperimentov, dobljenimi s stroji za preizkušanje pnevmatik z ravno površino ali s posebnimi vozili. Takšna oprema pa zahteva veliko prostora in je tudi draga. Značilnosti kotaleče se pnevmatike je mogoče vrednotiti tudi na strojih z bobni, ki so manjši in cenovno dostopnejši, zahtevajo pa določene aproksimacije geometrije naležne površine. Za primerjavo rezultatov analize pnevmatik po MKE in rezultatov preizkusov na strojih z bobni je treba izvirni model pnevmatike s KE spremeniti tako, da bosta upoštevana tudi površina bobna in vrtenje bobna.

Zaradi učinkovitosti napovedovanja obnašanja pnevmatik pri vožnji v ovinek in zaviranju ter zmerne porabe računskih zmogljivosti je bila uporabljena stacionarna analiza kotaljenja (SSRA) na osnovi mešanega Eulerjevega/Lagrangeovega pristopa. Za preizkušanje vedenja pnevmatike med vožnjo v ovinek in zaviranjem je bil uporabljen stroj z bobni. Vrednost koeficienta trenja kot funkcija drsne hitrosti in kontaktnega tlaka je bila določena s pomočjo linearnega stroja za preizkušanje trenja na vzorcih dezena, odrezanih s pnevmatike.

Začetna korelacija med rezultati eksperimentov in numeričnih analiz je dobra, ob upoštevanju vseh aproksimacij, ki so bile vpeljane pri analizi. Natančnost numeričnih rezultatov je bila še dodatno izboljšana z umerjanjem koeficienta trenja. Preizkus, ki je bil opravljen za določitev podatkov o trenju, je bil simuliran z analizo MKE. Simulacije kažejo, da je kontaktni tlak na preizkušancu zelo nehomogen. Ta pojav je verjetno tudi razlog za opazne razlike med dejanskim in napovedanim koeficientom trenja. Zato je bila uvedena kalibracijska funkcija, s katero je bila pomnožena izvirna torna površina. Ko je bil pri ponovljenih simulacijah vožnje v ovinek upoštevan umerjeni koeficient trenja, se je razlika med rezultati eksperimenta in numerične analize občutno zmanjšala, do največ 5 %.

Uporaba metoda s KE je omejena na kotaljenje po suhi in ravni površini. Načrtujemo tudi izboljšanje obstoječega modela: po eni strani bo izboljšan model trenja dezena plašča, po drugi strani pa bo model KE ustrezno prilagojen podrobni 3D-geometriji dezena pnevmatike z ustreznim mreženjem CAD-modela.

Modeli pnevmatike s KE, ki so bili uporabljeni pri tej raziskavi, so izdelani na osnovi namenskega CAD-modela, ki so ga razvili avtorji. Vse spremembe geometrije CAD-modela se samodejno prenesejo na model s KE. Model s KE je zato zelo fleksibilen in primeren za parametrične študije, konstruktorji pnevmatik pa lahko z njegovo pomočjo hitro poiščejo optimalne vrednosti konstrukcijskih parametrov pnevmatike. Rezultati analize po metodi končnih elementov so bili neposredno primerjani z rezultati eksperimentov in potrjujejo veljavnost modela s KE.

©2011 Strojniški vestnik. Vse pravice pridržane.

Ključne besede: analiza po metodi končnih elementov (FEA), konstrukcija pnevmatike, stacionarno kotaljenje (SSR), vožnja v ovinek, zaviranje, parametrično

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Nišu, Fakulteta za strojništvo,
Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija, nikola.korunovic@masfak.ni.ac.rs