

Analiza vplivnih parametrov na togost podporne konstrukcije velikih radialnoaksialnih ležajev

Spasoje Trifković¹ – Nebojša Zdravković² – Milomir Gašić² – Mile Savković² – Goran Marković^{2,*}

¹Univerza v Vzhodnem Sarajevu, Fakulteta za strojništvo, Bosna in Hercegovina

²Univerza v Kragujevcu, Fakulteta za strojništvo in gradbeništvo v Kraljevu, Srbija

Pri nekaterih vrstah žerjavov in gradbenih strojev, kot so portalni žerjavi, nakladalniki in bagri, se obremenitve prenašajo na žerjavno progo oz. na podlago preko okvirja podvozja, ki je narejen iz škatlastih nosilcev. Pri takih nosilnih konstrukcijah lahko pride do privzdigovanja ene ali več podpor od žerjavne proge oz. od terena.

Izguba stika s podlago je lahko posledica neravne podlage ali pa, kar je bolj redko, napak pri izdelavi. Posledično prihaja med delom do prerazporejanja vertikalnih reakcijskih sil v podporah in do dodatnih deformacij nosilne konstrukcije. Togost velikih radialnoaksialnih ležajev je majhna in dodatne deformacije nosilne konstrukcije zato neposredno vplivajo na njihovo delovanje. Od togosti je odvisna tudi nagnjenost ležajnih podpornih konstrukcij k deformacijam. V strokovni literaturi ni veliko objav o vplivih geometrijskih parametrov na togost okvirjev podvozij.

V članku je opisana raziskava, ki je bila opravljena z namenom ustvarjanja analitičnega modela značilnega okvirja podvozja za bagre. Model opredeljuje teoretične odvisnosti med geometrijskimi parametri škatlastih nosilcev in velikostjo dodatnih sil v podporah okvirja, ko je ena od podpor izpostavljena določeni začetni deformaciji. Te dodatne sile so značilne za celotno togost podporne konstrukcije velikega radialnoaksialnega ležaja.

Statično nedoločena konstrukcija je bila razrešena po metodi sil. Za natančnejšo obliko zapisa vplivnih koeficientov v Maxwell-Mohrovih integralih je bila določena teoretična odvisnost med upogibnimi in torzijskimi vztrajnostnimi momenti škatlastega nosilca. Izkazalo se je, da relativna napaka aproksimacije pri večini običajnih množic geometrijskih parametrov ne presega 6,5 %. Na osnovi te aproksimacije je bil opredeljen količnik upogibne in torzijske togosti škatlastega nosilca. Na ta način je bila pridobljena množica strnjenih enačb, v katerih je ena od neznank dodatna sila v eni od podpor okvirja. Velikost dodatnih sil je v vseh podporah enaka zaradi simetrije modela. Sistem enačb je bil razrešen za različne parametre realnih konstrukcij okvirja podvozja. Podani so rezultati za različne vrednosti dolžine okvirja L (4,0 mm; 4,5 mm; 5,0 mm; 5,5 mm; 6,0 mm), razmerja med višino h in širino b škatlastega prereza $k = h/b$ (območje 1 do 3) in razmerja med upogibnim vztrajnostnim momentom vzdolžnih in prečnih nosilcev ε (1,0; 1,5; 2,0).

Po numerični analizi z orodji za iskanje krivulj najboljšega prilega v programskem paketu Matlab z zanemarjenim vplivom koeficienta ε je bila določena sprememba togosti okvirja v odvisnosti od spremembe dolžine ogrodja L in parametra k , izražena z razmerjem dodatnih sil.

Rezultati analitičnega modela so bili tudi eksperimentalno preverjeni, za izvedbo eksperimentov pa je bilo zasnovano in izdelano posebno preizkuševališče. Preizkusni modeli okvirja podvozja so bili narejeni iz kvadratnih cevi z enotno debelino stene 2,8 mm in prerezom $b \times h = 60 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$ oz. $b \times h = 60 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$. Dimenzije preizkušenih modelov (1200 mm \times 1200 mm in 1200 mm \times 800 mm) so približno petkrat manjše kot pri realnih okvirjih podvozja. Relativna napaka predstavljenega analitičnega modela v primerjavi z rezultati preizkusov ne presega 6 %.

Določeno razmerje med upogibno in torzijsko togostjo škatlastih nosilcev je pomembno za nadaljnje raziskave nosilnih konstrukcij žerjavov in gradbenih strojev, saj znatno poenostavlja analitične modele. To razmerje omogoča ustvarjanje kompaktnih modelov, ki so primerni za uporabo optimizacijskih metod ter zagotavljajo rešitve s povečano upogibno in torzijsko togostjo, kakor tudi zmanjšanje mase. Ugotovljene odvisnosti med geometrijskimi parametri okvirja podvozja in njegovo togostjo omogočajo inženirjem, da poskrbijo za primerno togost konstrukcij, ki je potrebna za pravilno delovanje in dolgo življenjsko dobo velikih radialnoaksialnih ležajev.

Ključne besede: ravninski nosilni okvirji, upogibna in torzijska togost, veliki radialnoaksialni ležaji, deformacije, dodatne sile v podporah, eksperimentalna verifikacija