

Modeliranje togosti hidravličnega cilindra ob upoštevanju več faktorjev

Hao Feng^{1,2,*} – Qungui Du¹ – Yuxian Huang³ – Yongbin Chi¹

¹Tehniška univerza Južne Kitajske, Fakulteta za strojništvo in avtomobilsko tehniko, Kitajska

²Liugong Machinery Co., Ltd, Razvojno-raziskovalno središče, Kitajska

³Univerza Purdue, Herrickovi laboratoriji, Fakulteta za strojništvo, ZDA

Togost hidravličnih pogonskih cilindrov močno vpliva na dinamični odziv kompleksnih mehanskih sistemov. Za postavitev točnega modela dinamike hidromehanskega sistema so potrebni točni podatki o togosti hidravličnih cilindrov. Večina matematičnih modelov za računanje togosti v dostopni literaturi se omejuje le na nekatere izbrane faktorje: upoštevajo stisljivost hidravličnega olja, aksialne deformacije batnice in upogljivost okrogle cevi za dovod olja, medtem ko so vsebnost zraka v olju, volumski raztezek ohišja cilindra in deformacije tesnil hidravličnega cilindra zanemarjeni. Na voljo je le malo literature, ki bi obravnavala vpliv teh izpuščenih faktorjev na točnost hidravličnega cilindra. V predstavljeni študiji je bil zato s kombinacijo teoretične analize in eksperimentalnih preizkusov celovito preučen vpliv več različnih faktorjev na togost hidravličnega cilindra, vključno s stisljivostnim modulom olja, vsebnostjo zraka v hidravličnem olju, aksialnimi deformacijami batnice, volumskim raztezkom ohišja cilindra, volumskim raztezkom kovinskih in gibkih cevi ter deformacijami tesnil hidravličnega cilindra.

Na koncu je postavljen in preverjen nov model togosti hidravličnega cilindra. Njegova povprečna točnost je v primerjavi z modeli togosti v literaturi izboljšana za več kot 15 %. Eksperimentalni preizkusi so obenem potrdili, da vsebnost zraka v hidravličnem olju pomembno vpliva na togost hidravličnega cilindra in na stisljivostni modul, vendar samo pri manjših tlakih ($p < 6$ MPa). Preizkusi so tudi pokazali, da je sprememba togosti hidravličnega cilindra nelinearna. Pri vrednostih tlaka $p < 6$ MPa je stopnja nelinearnosti razmeroma visoka, pri tlakih $p > 6$ MPa pa se karakteristika togosti približa linearni funkciji. Na primeru eksperimentalnega hidravličnega cilindra je bil kvantificiran vpliv posameznih faktorjev na togost hidravličnega cilindra: 80 % stisljivost olja, 10 % volumski raztezek ohišja cilindra, 6 % aksialne deformacije batnice in približno 3 % volumski raztezek gibkih cevi. Vpliv volumskega raztezka kovinskih cevi in deformacije tesnil je zelo majhen.

Opisani vpliv različnih faktorjev na togost hidravličnega cilindra je zaradi pomembnih razlik med cilindri različnih velikosti veljaven samo za specifični primer, ki ga obravnava članek. Opravljena je bila tudi kvalitativna analiza togosti hidravličnega cilindra, na katero vpliva vsebnost zraka v olju.

Za prihodnje raziskave tako ostaja še kvantitativna analiza tega vpliva.

Točnost izračuna togosti hidravličnega cilindra po matematičnem modelu, ki je v članku, je boljša od točnosti modelov v literaturi. Novi model togosti je zato pomemben in praktično uporaben za izboljševanje točnosti modelov dinamike hidrodinamskih sistemov.

Ključne besede: togost hidravličnega cilindra, stisljivostni modul, vsebnost zraka v hidravličnem olju, ekvivalentni modul elastičnosti gibke cevi, hidravlični cilinder, hidravlični sistem