

Analiza energijske učinkovitosti preizkuševališča za zračne vzmeti

Ivan Okorn* – Marko Nagode

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Namen raziskave je bil analizirati energijsko učinkovitost novega preizkuševališča za zračne vzmeti in jo primerjati z energijsko učinkovitostjo obstoječih preizkuševališč. Za dinamično preizkuševanje se uporabljajo namenska preizkuševališča, ki omogočajo spreminjanje geometrije vpetja vzmeti, ki odraža realno vpetje vzmeti na vozilu. Za obremenjevanje vzmeti je potrebno delo, ki ga vzmet v fazi razbremenjevanja delno vrne v pogonski sistem. Količina vrnjenega dela je odvisna od histereze vzmeti in izgub zaradi trenja med pogonom in vzmetjo. Preizkušanje je energijsko učinkovito, če se vsaj del vrnjenega dela koristno izrabi. To dejstvo je bilo upoštevano pri zasnovi novega preizkuševališča. Preizkuševališče je bilo izdelano in obratuje v laboratoriju proizvajalca zračnih vzmeti. Uporablja se za homologacijske preizkuse in za raziskovalno delo.

V prvem delu prispevka sta predstavljena način obremenjevanja vzmeti in izvedba pogona. Na novem preizkuševališču se preizkušajo štiri zračne vzmeti istočasno. Sestavljajo ga trije funkcijski sklopi in sicer mehanski del s pogonom, pnevmatski del in krmilnik. Za pogon preizkuševališča se uporablja trifazni asinhronski elektromotor, ki poganja gred, na kateri sta dva fazno zamaknjena ekscentra. Ekscentra obremenjujeta in razbremenjujeta vzmeti preko dveh vzvodov. Vse štiri vzmeti so obremenjene pod enakimi pogoji (enaka amplituda in frekvenca obremenitve), le obremenjevanje poteka s faznim zamikom. Med preizkusom se velik del dela, ki ga vzmet vrne pri razbremenjevanju, izkoristi za obremenjevanje sosednje vzmeti. Enakomernost pogona zagotavlja vztrajnik. Vztrajnostni moment vztrajnika je določen na podlagi presežkov in primankljajev dela glede na srednje delo za en cikel.

Za analizo energijskih razmer na preizkuševališču je bil izdelan računalniški program. Omogoča izračun dela za obremenjevanje vzmeti, moči in dela trenja za različne velikosti vzmeti in pogoje preizkušanja. V prispevku so izpeljani računski algoritmi in podani rezultati izračuna za obravnavano vzmet. V program se vnese geometrijske nastavitve preizkuševališča, karakteristiko vzmeti in frekvenco preizkušanja. Omogoča hitro oceno nevarnosti toplotne preobremenitve kritičnih elementov in izračun dejanskih izgub energije. Posebej je analizirano trenje na drsniku ekscentra in v vsah ležajih. Za izbrano vzmet so v diagramih prikazani poteki moči. Določena je potrebna moč za preizkušanje, ki za obravnavano vzmet znaša 3,8 kW. Upoštevane so delovne sil vzmeti, vztrajnostne sile, histereza vzmeti in torne izgube.

Rezultate teoretičnih analiz potrjujejo meritve tokov skozi navitje elektromotorja in vrtilnih frekvenc. Na zaslonu krmilnika spremljamo tlak zraka v vseh štirih vzmeteh, tok na elektromotorju, frekvenco preizkušanja in število obremenitvenih ciklov. Dokaz energijske učinkovitosti preizkuševališča je dejanski tok skozi navitje elektromotorja. Odvisen je od vrtilnega momenta, ki med preizkusom obremenjuje gred. Na podlagi merjenja dejanskega toka je bilo ugotovljeno, da za preizkušanje štirih obravnavanih vzmeti potrebujemo 4,4 kW (1,1 kW/vzmet). Vrednost moči na podlagi izmerjenega toka je za 0,6 kW večja od analitičnih vrednosti. To kaže, da so torne izgube nekoliko večje od predpostavljenih. Spreminjanje toka in frekvence preizkušanja je zanemarljivo (pod 1 %). S tem je dokazan učinek vztrajnika na enakomernost pogona. Potrebe po moči na novem preizkuševališču so bistveno manjše kot pri hidravličnem in obstoječem mehanskem preizkuševališču. Pri hidravličnem preizkuševališču je potrebna maksimalna moč za obremenjevanje ene vzmeti okoli 30 kW, na mehanskem preizkuševališču pa za preizkušanje dveh vzmeti okoli 5,5 kW (2,75 kW/vzmet).

Na novem preizkuševališču je mogoče opraviti v istem času štirikrat več preizkusov kot na hidravličnem in dvakrat več preizkusov kot na obstoječem mehanskem preizkuševališču. Na obstoječih mehanskih preizkuševališčih je navečja frekvenca preizkušanja 2 Hz, pri novem pa 3,5 Hz. Do rezultatov raziskovalnega dela, na področju zdržljivosti zračnih vzmeti, je mogoče priti v krajšem času in z nižjimi stroški.

Ključne besede: preizkuševališče, zračna vzmet, energijska učinkovitost, vztrajnik, histereza vzmeti, torne izgube