

Matematični model in analiza toplotnih lastnosti sten letalske kabine pod tlakom

Volodymyr Brazhenko^{1,2} – Yibo Qiu¹ – Jiancheng Cai^{1,2,*} – Dongyun Wang^{1,2}

¹ Pedagoška univerza v Zhejiangu, Tehniški kolidž, Kitajska

2 Državni laboratorij province Zhejiang za tehnologije in opremo za pametno upravljanje in vzdrževanje v urbanem železniškem transportu, Kitajska

Članek obravnava prenos toplote skozi večslojni trup letalske kabine pod tlakom za oceno njegovih toplotnih lastnosti, ki vplivajo na mikroklimo v letalu. Obravnavani so celotna toplotna upornost, toplotna prehodnost in relativni temperaturni inkrementi. Posebna pozornost je posvečena lastnostim toplotnoizolacijskega sloja.

Ugodje v kabini je ena od glavnih prioritet pri projektiranju sodobnih potniških letal, dosežena pa je predvsem z izboljševanjem kakovosti in učinkovitosti zagotavljanja mikroklimatskih razmer. Na omenjene procese znatno vplivajo toplotne lastnosti sten letala.

Izdelan je bil matematični model in opravljena je bila računalniška analiza toplotne zaščite letalskih kabin pod tlakom. Porazdelitev termodinamičnih lastnosti v izolacijskem sloju s toplotnim »prevodnikom« je bila določena na podlagi enačbe prenosa toplote. Enačbe so bile razrešene numerično pri danih robnih pogojih po metodi končnih razlik. Ravna večslojna toplotna zaščita je bila modelirana ob predpostavki homogenih lastnosti posameznih slojev.

Oblikovan je bil model prenosa toplote skozi večslojno steno z zračno režo, ki omogoča analizo toplotnih lastnosti večslojne konstrukcije stene letalske kabine. Model je pokazal, da toplotna upornost toplotne zaščite neznatno raste z večanjem debeline zračne reže nad 30 mm. Z zmanjšanjem faktorja emisivnosti na mejah zračne reže je dosegljivo do 10-odstotno izboljšanje toplotne upornosti zaščite. Ne zadostna debelina toplotnoizolacijskega sloja v coni toplotnega »prevodnika« v hladnih razmerah ter pri letu na večjih višinah povzroči znatno zmanjšanje toplotne zaščite letalske kabine pod tlakom. Toplotna prestopnost se poveča za več kot 40 %, temperaturna razlika med notranjo steno in zrakom v kabini pa se občutno zmanjša.

Članek obravnava prispevek toplotnega toka in vpliv konstrukcijskih parametrov toplotne zaščite na prenos toplote, kar je pomembno za projektiranje letalskih sistemov za klimatizacijo. Študija bo lahko uporabna pri razvoju lahkih izolacijskih materialov, pri študijah možnosti omejevanja nabiranja vlage v izolacijskih materialih ter pri iskanju novih rešitev za zaščito izolacijskih slojev pred vdorom vlage.

Ključne besede: matematično modeliranje, prenos toplote, toplotne lastnosti, letalska kabina pod tlakom, večslojna stena, toplotnoizolacijski sloj