

Drseči tok nanofluidov med vzporednima ploščama, ogrevanima s konstantnim toplotnim tokom

Ayşegül Öztürk - Kamil Kahveci*

Univerza Trakya, Turčija

Predstavljena študija preučuje stacionarni, polno razviti laminarni tok in prenos toplote v nanofluidih med vzporednima ploščama, ogrevanima s konstantnim toplotnim tokom. V literaturi je dostopnih veliko študij toka plinov in kapljev in v mikrokanalih, po drugi strani pa obstaja le malo študij vpliva nanodelcev v osnovnem fluidu na drseči tok. Namen predstavljenega dela je zato analitična preiskava vpliva nanofluidov na drseči tok ter razkrivanje vpliva različnih parametrov na tok in prenos toplote.

Privzet je stacionaren, laminaren, nestisljiv in popolnoma razvit tok s konstantnimi termofizikalnimi lastnostmi. Nanofluid je obravnavan kot enofazen fluid, saj so trdni nanodelci zelo majhni in se zlahka fluidizirajo. Momentne in energijske enačbe so bile analitično razrešene pri robnih pogojih neničelne hitrosti na površini in temperaturnega skoka. Osnovni fluid je voda, dodani pa so ji bili nanodelci Cu, CuO in Al_2O_3 . Viskoznost nanofluida je bila ocenjena po Brinkmanovem modelu za dvofazno zmes. Dejanska toplotna prevodnost nanofluidov je bila ocenjena po modelu Yu-Choi. Nanofluid je po tem modelu sestavljen iz glavne mase kapljevine, trdnih nanodelcev in trdnim podobnih nanoplasti, ki delujejo kot toplotni most med trdnimi nanodelci in maso kapljevine. Pridobljeni so bili rezultati za faktor drsenja v območju od 0 do 0,04, za Brinkmanovo število v območju od $-0,1$ do $0,1$, za tri različne vrednosti razmerja med debelino tekočih plasti in polmera delcev (0,1, 0,2 in 0,4), ter za volumski delež trdnih delcev v območju od 0 % do 8 %.

Rezultati kažejo, da se s povečevanjem faktorja drsenja povečuje hitrost fluida ob stenah, hitrost v sredini kanala pa se zmanjšuje. Prav tako se povečuje temperaturni skok na stenah, kar pa negativno vpliva na prenos toplote. S povečevanjem faktorja drsenja se zmanjšujejo tudi viskozne sile v bližini stene, kar ima pozitiven vpliv na konvektivni prenos toplote iz stene na fluid ter negativen vpliv na konvektivni prenos toplote iz fluida na steno v razmerah nezanemarljive viskozne disipacije. Kombiniran vpliv hitrostnih in temperaturnih skokov se kaže v povečanju/zmanjšanju prenosa toplote pri pozitivnih/negativnih vrednostih Brinkmanovega števila. Vpliv faktorja drsenja na prenos toplote je manjši pri manjših vrednostih Brinkmanovega števila. Viskozna disipacija ob vroči steni zmanjša temperaturno razliko med trdno površino in fluidom in povprečno Nusseltovo število se tako s povečevanjem Brinkmanovega števila zmanjšuje. Viskozna disipacija ob hladni steni poveča temperaturno razliko med trdno površino in fluidom. Povprečno Nusseltovo število tako raste z večanjem Brinkmanovega števila v negativni smeri. Iz rezultatov sledi, da prisotnost nanodelcev v osnovnem fluidu pomembno vpliva tako na hitrostno polje kakor tudi na lastnosti prenosa toplote. Povprečno Nusseltovo število se z rastjo volumskega deleža trdnih nanodelcev občutno poveča, prav tako pa zavzame bistveno večje vrednosti pri večjih vrednostih razmerja med debelino tekočega sloja in polmerom nanodelcev. Povprečni toplotni tok pri nanofluidih z različnimi nanodelci je tako razvrščen od največjega do najmanjšega: Cu, Al_2O_3 in CuO. Izkazalo se je tudi, da povprečni toplotni tok najprej strmo pade, nato pa se z rastjo Brinkmanovega števila postopoma približuje asimptotski vrednosti.

Ključne besede: drseči tok, nanofluid, vzporedna plošča, faktor drsenja, Nusseltovo število