

Naravna konvekcija pri nenewtonskih fluidih v pravokotni votlini z lokaliziranim virom toplote

Afrasiab Raisi

Univerza Shahrekord, Tehniška fakulteta, Iran

Naravna konvekcija pogosto šteje za glavni mehanizem prenosa toplote v votlinah in ima množico aplikacij v različnih tehničnih sistemih. Fluidi v votlinah so lahko newtonski, pri mnogih naravnih in umetnih sistemih pa izkazujejo nenewtonsko vedenje. Tehnično pomembni fluidi, kot so nanofluidi, raztaljeni polimeri, barve, prehranski izdelki, barvila, organske snovi in lepila, imajo lahko močne nenewtonske lastnosti.

Cilj predstavljene študije je preučitev vpliva parametrov, kot so Rayleighovo število, eksponent potenčnega zakona ter položaj in dolžina vira toplote, na stopnjo prenosa toplote ter na temperaturna in tokovna polja. Podan je shematski diagram problema dvodimenzijske votline, napolnjene z nenewtonsko potenčno tekočino, kakor tudi robni pogoji. Privzeto je konstantno Prandtlovo število 100. Tok skozi votlino je stacionaren, dvodimenzionalen in laminaren, učinki sevanja pa so zanemarljivi. Zato so uvedene brezdimenzijske vodilne enačbe. Na podlagi vodilnih enačb je izračunano lokalno in povprečno Nusseltovo število na površini toplotnega vira. Vodilne enačbe z ustreznimi robnimi pogoji so razrešene v formulaciji kontrolnih volumnov s Patankarjevim algoritmom SIMPLE. Konvekcijsko-difuzijski členi so diskretizirani po potenčnem zakonu in sistem je numerično modeliran v FORTRAN-u. Domena za reševanje je dvodimenzijska enakomerna zamaknjena mreža.

Razdelan je vpliv Rayleighovega števila in eksponenta potenčnega zakona. S povečevanjem Rayleighovega števila se izboljšuje naravna konvekcija v votlini, s tem pa se povečuje prenos toplote in zmanjšuje temperatura vira toplote. Pri $n < 1$ se naravna konvekcija še dodatno izboljša z večanjem Rayleighovega števila. Z zmanjševanjem eksponenta potenčnega zakona (n) se zmanjšuje navidezna viskoznost fluida in se izboljšuje naravna konvekcija v votlini, to pa privede do povečanega prenosa toplote in zmanjšanja temperature vira toplote. Izboljšanje naravne konvekcije zaradi zmanjšanja vrednosti n je izrazitejše pri večjih vrednostih Rayleighovega števila.

S povečevanjem dolžine vira toplote se izboljšuje naravna konvekcija v votlini, obenem pa se tudi povečuje temperatura vira toplote in se zmanjšuje povprečno Nusseltovo število. Ko se toplotni vir od leve stene votline približuje sredini spodnje stene, se toplotne razmere v votlini spreminjajo odvisno od tega, ali je eksponent potenčnega zakona večji, manjši ali enak 1.

Ključne besede: naravna konvekcija, votlina, vir toplote, nenewtonski, potenčni zakon