

# Vpliv kota ukrivljenosti v kanalu z adiabatnim valjem nad nazaj obrnjeno stopnico na magnetohidrodinamično obnašanje ob prisotnosti nanofluida

Djamila Derbal<sup>1,\*</sup> – Mohamed Bouzit<sup>1</sup> – Abderrahim Mokhefi<sup>2</sup> – Fayçal Bouzit<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univerza za znanost in tehnologijo v Oranu, Alžirija

<sup>2</sup> Univerza Bechar, Fakulteta za znanost in tehnologijo, Alžirija

Cilj te študije je numerično simulirati prisilni laminarni konvektivni tok ob prisotnosti nanodelcev  $Fe_3O_4$  v osnovni tekočini (voda) skozi ukrivljen kanal z nazaj obrnjeno stopnico, ki vsebuje fiksni adiabatni valj, pod nagnjenim magnetnim poljem in z uporabo enofaznega modela nanofluida. Za reševanje enačb, ki urejajo tok obravnavane tekočine, je bila uporabljena metoda končnih elementov. Vpliv kota ukrivljenosti na toplotne in hidrodinamične strukture je bil prikazan za različne vrednosti več kontrolnih parametrov. Tako so bili dokazani vplivi Hartmannovega števila, Reynoldsovega števila, kota nagiba magnetnega polja in koncentracije nanodelcev na termo-magnetohidrodinamično obnašanje nanofluida. Splošni postopek reševanja je osredotočen na numerične metode. Diskretizacija vladajočih enačb je sestavljena iz pretvorbe diferencialne oblike vladajočih sistemov v diskretno algebrsko obliko, ki opredeljuje vse neznanke v vsaki točki uporabljene mreže. Metoda končnih elementov, ki temelji na Galerkinovi diskretizaciji, se uporablja za reševanje sedanjih problemov zaradi njene prilagodljivosti za kompleksne geometrije z različnimi vrstami mrež na eni strani in enostavnosti uvajanja robnih pogojev v obliki tokov na drugi strani. Uporaba te metode zahteva prepisovanje enačb v integralni obliki. Za vključitev robnih pogojev se uporablja šibka formulacija.

Numerična rešitev poteka v naslednjih korakih: uvedba mreže, aproksimacija odvisnih funkcij, sestava in uporaba robnih pogojev ter končno reševanje globalnega sistema enačb. Mreža, uporabljena za to študijo, ima v celoti trikotno obliko, ki je ob stenah kanala in ob obodu valja izboljšana, da se zagotovi, da je postavitve mreže dobro usklajena s tokom. V preostalem delu kanala pa je bila uvedena nestrukturirana trikotna mreža.

S to študijo so bile dokazane različne točke:

- Povečanje Hartmannovega števila upočasni pretok ferrofluida v ravnem kanalu z nazaj obrnjenim korakom. Vendar pa to povečanje Hartmannovega števila zmanjša povprečno Nusseltovo število v primeru ravnega kanala. Po drugi strani pa povečanje kota ukrivljenosti in intenzivnosti magnetnega polja pospešuje prenos toplote. Zato se povprečno Nusseltovo število izboljša in doseže največjo vrednost pri pravem kotu ukrivljenosti.
- Povečanje stopnje naklonskega kota magnetnega polja pozitivno vpliva na prenos toplote v primeru ravnega kanala z nazaj obrnjeno stopnico. To povečanje dejansko izboljša povprečno Nusseltovo število v tem primeru. Poleg tega naraščanje kota ukrivljenosti kot tudi kota magnetnega polja povečuje konvektivni prenos toplote, razen pri ravnem magnetnem polju, kjer kot ukrivljenosti ne vpliva na prenos toplote.
- Povečanje Reynoldsovega števila povzroči znatno povečanje konvekcijskega prenosa toplote. Poleg tega se s povečanjem kota ukrivljenosti ublaži učinek viskoznih sil, kar še bolj pospeši prenos toplote.
- Dodatek nanodelcev  $Fe_3O_4$  čisti vodi izboljša prenos toplote. V tem primeru se vrednost povprečnega Nusseltovega števila poveča za skoraj 12,5 % v primerjavi z uporabljeno čisto vodo. Vendar pa zaradi nizkih koncentracij, ki so bile vnesene, hidrodinamika nanoproduka ni imela velikega vpliva na uporabljene nizke koncentracije.

**Ključne besede:** prisilna konvekcija, nazaj obrnjen korak, ukrivljen kanal, nepremični valj, ferrofluid, metoda končnih elementov, magnetohidrodinamika