

Eksperimentalna analiza turbulentnega konvektivnega prenosa toplote in tlačnega padca v kolobarjih z nenevtonskim nanofluidom z nanoporoznim grafenom

Shahin Ghanbari – Kourosh Javaherdeh*
Univerza v Gilanu, Fakulteta za strojništvo, Iran

Predmet raziskovalne naloge je bila preiskava možnosti za izboljšanje koeficienta turbulentne konvektivne toplotne prenosnosti in tlačnega padca nenevtonskega nanofluida z nanoporoznim grafenom v območju razvoja toka v cevi kolobarjastega prereza. Nanofluid je bil pripravljen z različnimi koncentracijami nanoporoznega grafena 0,05 ut. %, 0,1 ut. % in 0,2 ut. % v vodni raztopini karboksimetil celuloze (CMC).

Ovrednotene so bile vse termofizikalne in reološke lastnosti in za vse vzorce je bilo ugotovljeno psevdoplastično reološko obnašanje.

Iz rezultatov sledi sklep, da je z dodatkom 0,2 ut. % nanoporoznega grafena v osnovni fluid mogoče izboljšati toplotno prevodnost in toplotno prestopnost za 12,4 oz. 39,4 %. Trend izboljšanja je pri koncentracijah pod 0,1 ut. % skoraj linearen, nato pa stopnja izboljšanja znatno upade. Rezultati so poleg tega pokazali, da se pri uporabi 0,05 in 0,1 ut. % nanoporoznega grafena faktor toplotne učinkovitosti (TPF) poveča za 8,7 oz. 16,7 %, s podvojitvijo koncentracije nanodelcev z 0,1 na 0,2 ut. % pa vrednosti TPF ni bilo mogoče izboljšati. Ob upoštevanju tlačnega padca se je toplotna prestopnost celo zmanjšala za 2,5 %.

S povečanjem Reynoldsovega števila se je toplotna prestopnost pri vseh vzorcih povečala. Kot robni pogoj je bil uporabljen konstanten toplotni tok na notranji steni z izolirano zunanjo steno. Nanofluidi so bili pripravljeni z dispergiranjem različnih koncentracij nanoporoznega grafena v vodni raztopini CMC. Nanofluidi, pripravljeni v štiriurnem postopku ultrazvočne obdelave z 0,2 ut. % CMC v vlogi surfaktanta, izkazujejo dobro stabilnost. Z dodatkom 0,05 ut. %, 0,1 ut. % in 0,2 ut. % nanoporoznega grafena v osnovno raztopino se je toplotna prestopnost povečala za 16,1 %, 30,3 % oz. 39,4 %. Vrednost toplotne prestopnosti se do koncentracije 0,1 ut. % povečuje praktično linearno, nato pa stopnja izboljšanja upade. Upad stopnje izboljšanja toplotne prestopnosti pri višjih koncentracijah ter vplivi nasičenja, sedimentacije in povečanja tlačnega padca v nenevtonski tekočini privedejo do tega, da podvojitve koncentracije z 0,1 ut. % na 0,2 ut. % toplotne učinkovitosti ne izboljša, ampak jo celo zmanjša za 2,5 %.

Kljub temu, da je toplotna prestopnost nanofluida z 0,2 ut. % nanodelcev pri danem Reynoldsovem številu v povprečju za 9,1 % večja kot pri vzorcu z 0,1 ut. % nanodelcev, so meritve v cevi kolobarjastega prereza pokazale, da ima ob upoštevanju tlačnega padca in rabe energije zaradi optimalne vsebnosti nanoporoznega grafena prednost nanofluid z 0,1 ut. % nanodelcev.

Ključne besede: nanoporozni grafen, nanofluid, cev kolobarjastega prereza, faktor toplotne učinkovitosti, tlačni padec