

Eksperimentalna raziskava toka newtonske in nenevtonske kapljevine v valovitih in ravnih minikanalih križnotočnega ploščnega prenosnika toplote

Ali Reza Anvari¹ – Koroush Javaherdeh^{2,*}

¹ Univerza v Guilanu, Oddelek za strojništvo, Iran

² Univerza v Guilanu, Fakulteta za strojništvo, Iran

V članku je predstavljena raziskava nove tehnologije na področju prenosnikov toplote in medijev za prenos toplote. Kot medija za prenos toplote sta bila uporabljena deionizirana (DI) voda (newtonska tekočina) in vodna raztopina 0,2 ut. % karboksimetil celuloze (CMC) (nenevtonska kapljevina). Preučene so bile toplotne in reološke lastnosti nenevtonske kapljevine. Razvit je bil eksperimentalni sistem za preučevanje lastnosti prenosa toplote in izgube tlaka v valovitih in ravnih minikanalih pri različnih tokovnih razmerah.

Eksperimentalni sistem vključuje toplo in hladno kapljevino. Za vodne raztopine CMC velja potenčni zakon z eksponentom, manjšim od 1. Plošče prenosnika toplote so bile izdelane iz bakrove zlitine, vsaka pa je bila široka 80 mm, dolga 80 mm in debela 2 mm. Valoviti in ravni minikanali prereza $1\text{ mm} \times 1\text{ mm}$ (skupaj 27 vzporednih kanalov) so bili izdelani na CNC-stroju. Uporabljeni sta bili dve vrednosti relativne valovitosti ($2A/2L = 0,2$ in $0,3$). Delovanje minikanalnega križnotočnega prenosnika toplote (CFHE) je bilo preučeno za vrednosti Reynoldsovega števila (Re) od 200 do 1800. Vstopna temperatura toplejše testne tekočine je bila $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $50\text{ }^{\circ}\text{C}$, hladnejše vode pa $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Za tok fluida, ki je opisan s potenčnim zakonom, je bila uporabljena posplošena vrednost Re za nenevtonske kapljevine. Krivulja prenosa toplote je bila izračunana s pomočjo empiričnih formul za določitev Nusseltovega števila po Shahu, Londonu, Stephanu in Preußerju in uporabljena za validacijo eksperimentalnih podatkov o prenosu toplote. Potrjeno je bilo dobro ujemanje rezultatov z analizo.

Iz krivulje odvisnosti q od Re je razvidno, da je prenos toplote večji pri CFHE z valovitimi kanali in se povečuje z relativno valovitostjo. Ta zaključek potrjuje tudi analiza vrednosti U v odvisnosti od Re za hladno kapljevino. Eksperimentalna analiza za vodo in CMC je pokazala, da je faktor trenja pri valovitih kanalih vedno večji kot pri ravnih kanalih, vpliv nenevtonske kapljevine na povečanje tlačnega padca pa je manjši pri CFHE z relativno bolj valovitimi mikrokanali.

Kriterij za vrednotenje učinkovitosti (PEC) se povečuje približno sorazmerno z Reynoldsovim številom, celotno izboljšanje pri večjih pretokih iz naslova valovitih kanalov pa je signifikantno. Višjo vrednost PEC pri danem pretoku ima nenevtonska kapljevina z večjim utežnim deležem.

Pri obeh kapljevinah je toplotna učinkovitost valovitih minikanalov večja od toplotne učinkovitosti ravnih minikanalov. Kljub večjemu tlačnemu padcu je njegov vpliv pri visokih vrednostih Re majhen.

Analogni zapis formule za PEC ni bil jasno preverjen za tukajšnjo konfiguracijo.

Analizirati bi bilo treba stroške nenevtonske kapljevine v primerjavi z vodo, kakor tudi stroške izdelave CFHE z valovitimi kanali v primerjavi z ravnimi kanali.

Obstajajo dokazi, da je mogoče z novo konstrukcijo prenosnika toplote in novih medijev za prenos toplote intenzivirati proces prenosa toplote. Članek je namenjen nadaljnjemu razvoju tega področja.

Ključne besede: prenosnik toplote, minikanal, valovit, nenevtonska kapljevina, CMC, intenziviranje procesa

*Naslov avtorja za dopisovanje: Univerza v Guilanu, Oddelek za strojništvo, Iran, javaherdeh@guilan.ac.ir