

Minimizacija stroškov življenjskega cikla rotacijskih prenosnikov toplote za stavbne prezračevalne sisteme v hladnih podnebjih

Ignas Sokolnikas¹ – Kęstutis Čiuprinskas^{2,*} – Jolanta Čiuprinskienė²

¹ Salda UAB, Litva

² Tehniška univerza Gediminas v Vilnius, Litva

Prvotni cilj raziskave je bil določitev konstrukcijskih priporočil za doseganje maksimalne energijske učinkovitosti rotacijskih prenosnikov toplote (RHE) ob upoštevanju izkoristka prenosa toplote in energije, ki je potrebna za premagovanje aerodinamičnega upora pri RHE.

Pregled literature je razkril pomanjkanje specifičnih priporočil glede konstrukcijskih parametrov RHE. Večina raziskovalnih projektov je osredotočenih le na simulacije procesov prenosa toplote in snovi ter na izboljšanje njihovega izkoristka. Manjka tudi razprava o merilih za optimizacijo rotacijskih prenosnikov toplote. V večini primerov se obravnava zgolj rekuperacija toplote in vlage, medtem ko so tlačne izgube prezrte.

V nekaterih raziskovalnih projektih je bila sicer upoštevana energija za pogon ventilatorjev klimatov, ki je tam okarakterizirana kot »pomemben del« celotne porabe energije, kljub temu pa ni bila vključena v analizo celotne energijske učinkovitosti.

Raziskave kažejo, da ni jasnih odvisnosti temperaturnega izkoristka ali tlačnih izgub od enega samega parametra. Prav tako ni smernic za načrtovanje RHE, ali pa so te preveč abstraktne.

Cilj raziskave je bil zato opredeljen na novo kot iskanje optimalne množice geometrijskih parametrov RHE ob upoštevanju vračanja toplote v prenosniku ter energije, ki se porabi za transport zraka skozi prenosnik. Narejena je bila ocena količin teh energij v življenjskem ciklu RHE. Dodatna rezultata raziskave sta tudi razpon variabilnosti stroškov življenjskega cikla ter možnost uporabe rezultatov v oblikovanju meril za izbiro RHE.

Za določitev temperaturnega izkoristka RHE kot glavne spremenljivke je bil privzet model na osnovi računalniške dinamike fluidov (CFD). Tlačni padec je bil sprva določen na istem modelu CFD, pozneje pa je bil ta zamenjan z analitičnim modelom, ki je skrajšal računski čas. Rezultati modela CFD in analitičnih izračunov so bili eksperimentalno validirani. Skupna količina vrnjene energije, poraba energije ter stroški elektrike in materiala so bili ocenjeni na podlagi podnebja in cen v Litvi.

Najpomembnejši parametri, kot so višina in dolžina valov, dolžina RHE, hitrost zraka v RHE, debelina folije in vrtilna hitrost RFE, so bili določeni na osnovi pregleda literature.

Stroški življenjskega cikla so vsota stroškov RHE, porabe električne energije ventilatorjev na odvodni in odvodni strani ter poraba toplote na grelniku dovodnega zraka za RHE. Za življenjsko dobo RHE je bila privzeta značilna življenjska doba klimata, ki znaša 10 let.

Analiza stroškov življenjskega cikla za 270 različic RHE, izračunanih na osnovi modela CFD in analitičnih modelov, je razkrila najboljše rezultate pri maksimalni dolžini rotacijskega prenosnika toplote (v tem primeru 400 mm), minimalni debelini folije (v tem primeru 0,06 mm) in tlačnem padcu med 100 Pa in 180 Pa. Pričakovani temperaturni izkoristek RHE v hladnih klimatskih razmerah je med 85 % in 90 %.

Dobro ujemanje rezultatov izračunov in laboratorijskih preizkusov dokazuje primernost modela CFD za izračun temperaturnega izkoristka rotacijskih prenosnikov toplote. Preskusi dokazujejo tudi primernost analitičnega modela za izračun tlačnega padca na rotacijskem prenosniku toplote.

Raziskava je potrdila, da za najboljšo energijsko učinkovitost RHE ni nujen najboljši izkoristek vračanja toplote, razlog za to pa je v tlačnem padcu. Razlika med prenosniki toplote z najnižjimi in z najvišjimi LCC lahko pri enakem podnebjem in cenah na trgu doseže 31 %, odvisna pa je predvsem od geometrijskih lastnosti rotacijskega prenosnika toplote.

Ključne besede: rotacijski prenosnik toplote, rekuperacija toplote, prezračevalni sistem, temperaturni izkoristek, tlačni padec, ANSYS, stroški življenjskega cikla