

Parametrična analiza latentnega hranilnika toplote na letnem nivoju

Eneja Osterman – Vincenc Butala – Uroš Stritih
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

V vseh gospodarskih sektorjih je vedno več poudarka na zmanjševanju rabe energije. Enega večjih porabnikov predstavljajo stavbe, kjer se rabi med 30 % in 40 % primarne energije, v največji meri za hlajenje in ogrevanje prostorov. V direktivi Evropske Unije (Direktiva o energetske učinkovitosti stavb 2002/91/ES in prenovi direktive 2010/31/UE [2]) je navedeno, da naj bi imele nove stavbe nizek učinek na okolje in da je potrebno za praktično uporabo izbrati alternativne rešitve za ogrevanje. Ena od možnosti za energijske prihranke je aktivno naravno hlajenje stavb (angl. free cooling), pri katerem se hlad iz zraka v poletnem nočnem času shrani v fazno spremenljivi snovi (FSS) v obliki latentne toplote, sprosti pa se podnevi naslednji dan, ko se pojavi potreba po hlajenju. V zimskem času lahko takšen latentni hranilnik toplote (LHT) uporabimo tudi za naravno aktivno ogrevanje, kjer toploto iz sprejemnikov sončne energije (SSE) akumuliramo in jo tako dovajamo v prostor, ko ni več toplotnih dobitkov na račun sonca.

Latentni hranilniki toplote s ploščami so že bili predmet različnih raziskav, ki pa so se večinoma osredotočale samo na hlajenje ali pa samo na ogrevanje, v literaturi ni možno zaslediti primera, kjer bi bil LHT s ploščami namenjen uporabi preko celega leta. Poleg tega ni moč zaslediti raziskav, kjer bi prenos toplote znotraj hranilnika popisali z vsemi ohranitvenimi zakoni, hkrati pa bi LHT ovrednotili na letnem nivoju.

Raziskovalno delo je bilo teoretične in eksperimentalne narave. V teoretičnem delu smo oblikovali numerični model, ki je popisal prenos toplote v LHT oz. je služil napovedi temperaturnega, faznega in hitrostnega polja. Ohranitvene enačbe smo reševali s programskim paketom za računalniško dinamiko tekočin ANSYS Fluent. Numerični model smo eksperimentalno validirali, pri čemer smo zagotovili takšne začetne in robne pogoje, da smo lahko spremljali popolni proces strjevanja ali taljenja in ga primerjali z izračunanim toplotnim odzivom. Na osnovi validiranega modela je bila v Fluentu izvedena parametrična analiza, kjer smo spreminjali robne pogoje oz. lastnosti snovi. Izračun izstopnih temperatur sprejemnika sončne energije (SSE), ki so služile kot robni pogoj pri letni analizi LHT, smo naredili v simulacijskem orodju TRNSYS. Za parametrično analizo na letnem nivoju smo pripravili mreže izbranih geometrij, v kateri smo podali zelene parametre in princip obratovanja. Prihranke energije s takšnim LHT smo primerjali z rabo energije v pisarni, ki smo jo izračunali v TRNSYS-u.

Na osnovi parametričnih raziskav toplotnega odziva LHT, povzročene s koračno spremembo temperature zraka na vstopu v LHT, smo kot glavna vplivna parametra prepoznali volumski pretok zraka in temperaturo tališča FSS. Presenetljivo ima toplotna prevodnost FSS za takšen sistem, kjer je kot nosilec toplote uporabljen zrak in za izbrane volumske pretoke, zanemarljiv vpliv. Enako lahko trdimo za ohišje plošč. Na osnovi opravljenih simulacij toplotnega odziva LHT v obdobju poletnega hlajenja in zimskega ogrevanja stavb, smo določili set parametrov, pri katerih so energijski prihranki na letnem nivoju največji. Izkazalo se je, da so najprimernejši: širina plošč 12,5 mm in razdalja med ploščami 2,5 mm, FSS s temperaturo tališča 20,5 °C in volumski pretok zraka 100 m³/h. S takšnim izborom parametrov in predpostavljeno regulacijo, bi lahko na letnem nivoju prihranili 187 kWh, od česar pozimi 127 kWh in poleti 62 kWh. S takšnimi prihranki ne moremo pokriti celotne rabe energije v prostoru (razen marca in aprila), lahko pa jo znižamo in s tem zmanjšamo obremenitve na konvencionalni sistem.

Z nadaljnjimi raziskavami bi bilo smotno preveriti učinkovitost LHT, kjer bi parafin nadomestili s solnim hidratom. V numeričnem modelu bi morali tako zajeti tudi popis histereze, kar bi bilo povsem izvedljivo (preko UDF-ja), večji problem bi predstavljal popis obnašanja snovi skozi večje število ciklov zaradi pričakovane fazne separacije.

Ključne besede: latentni hranilnik toplote, fazno spremenljive snovi, naravno hlajenje in ogrevanje, parametrična analiza, letno delovanje