

Uporaba algoritmov MCDM pri izbiri fazno spremenljivih snovi v prenosnikih toplote sistemov za shranjevanje toplote

Paul Gregory Felix* – Velavan Rajagopal – Kannan Kumaresan

Tehniški kolidž PSG, Oddelek za strojništvo, Indija

Fazno spremenljive snovi (PCM) so nepogrešljive pri upravljanju toplote. To so snovi, ki akumulirajo in oddajajo latentno toploto fazne spremembe. Sistemi za shranjevanje toplote (TES) na osnovi PCM omogočajo izkoriščanje sončne energije za kuhanje na pari podnevi in v delu dneva, ko sonca ni na nebu. Parabolični kolektorji so solarni toplotni sistemi, ki omogočajo ustvarjanje pare s sončno energijo in istočasno skladiščenje energije v snovi PCM v prenosniku toplote TES. V času, ko sonca ni, je akumulirano energijo nato mogoče uporabiti za pripravo pare za kuhanje. Koncept tehnologije je sicer potrjen, toda učinkovitost sistema je odvisna od vrste fazno spremenljive snovi v prenosniku toplote TES. Potrebna je torej izbira ustrezne fazno spremenljive snovi, saj ima vsaka svoje značilne termofizikalne lastnosti. Zaradi neustrezne fazno spremenljive snovi se lahko poveča kompleksnost pri projektiranju prenosnika toplote. Obstaja torej potreba po postopku za izbiro ustrezne snovi PCM za aplikacijo kuhanje na pari.

Večkriterijsko odločanje (MCDM) je primeren protokol za izbiranje na podlagi subjektivne ocene alternativ. Na voljo so različni algoritmi MCDM in tudi več tehnik za strateško ocenjevanje uteži kriterijev, vključenih v analize. Pregled literature je pokazal, da je pomanjkljivost analize MCDM uporaba zgolj subjektivnih ali zgolj objektivnih tehnik ocenjevanja uteži. To vrzel bo mogoče zapolniti s pričujočo raziskavo. V njej je bilo uporabljenih 11 različnih algoritmov MCDM v kombinaciji s tremi različnimi tehnikami za subjektivno in objektivno ocenjevanje uteži. Analizirani so bili torej rezultati 33 različnih kombinacij algoritmov in fazno spremenljive snovi so bile rangirane po rezultatih za vsak primer posebej. Rezultati so bili nato za validacijo zanesljivosti obdelani še v trifazni študiji s Pearsonovim koeficientom korelacije.

V študiji je bilo zajetih šest alternativnih snovi PCM in šest termofizikalnih lastnosti oz. kriterijev za ocenjevanje. V skupino koristnih kriterijev so bili uvrščeni tališče, talilna toplota, gostota in toplotna prevodnost, za nekoristni kriterij pa je bila izbrana specifična toplota. Za objektivno ocenjevanje uteži sta bili izbrani entropijska metoda uteževanja (EWM) in metoda pomena kriterija z medkriterijsko korelacijo (CRITIC), za subjektivno ocenjevanje pa tehnika analitično-hierarhičnega procesa (AHP). Eritritol je bil po vseh 33 algoritmih izbran kot najprimernejša fazno spremenljiva snov za namene kuhanja na pari. V 28 od 33 algoritmov je drugo mesto zasedla snov $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ (MCHH). Opažena je bila jasna ločnica med funkcionalnostjo subjektivnih in objektivnih metod ocenjevanja uteži. Zanesljivost rezultatov je bila validirana s trifazno študijo s Pearsonovim koeficientom korelacije. V prvi fazi so bile upoštewane vse snovi PCM, vrednost večine koeficientov korelacije pa je presegla 0,5. V drugi fazi je bilo opravljeno rangiranje snovi po frekvencah in po omejitvi samo na snovi PCM iz prvega, drugega in tretjega ranga pa je bila ugotovljena močnejša korelacija kot v prvi fazi. V tretjo fazo so se nato uvrstile le snovi PCM iz prvega in drugega ranga. Korelacija je bila še močnejša, s tem pa je bila zanesljivost rezultatov dokončno potrjena. Novost raziskovalnega dela je v metodologiji, ki uporablja kombinacijo več algoritmov in ne zgolj enega. Predstavljeno metodologijo bo pozneje mogoče še razširiti za postopke izbire snovi za poljubno aplikacijo.

Ključne besede: eritritol, latentna toplota, večkriterijsko odločanje, fazno spremenljive snovi, kuhanje na pari, shranjevanje toplote