

Napovedovanje eksergijske učinkovitosti nahrapavljenega solarnega grelnika zraka s pomočjo umetnih nevronske mreže

Harish Kumar Ghritlahre* – Radha Krishna Prasad

Nacionalni inštitut za tehnologijo, Oddelek za strojništvo, Indija

V članku je predstavljena napoved eksergijske učinkovitosti nahrapavljenega solarnega grelnika zraka z modelom na podlagi umetne nevronske mreže (UNM). Eksergijski parametri so bili določeni na podlagi podatkov, zbranih eksperimentalno s solarnim grelnikom zraka pri lokalnih vremenskih razmerah v indijskem mestu Jamshedpur (geografske koordinate: 22,77° S in 86,14° V). Plošča absorberja s transversalnimi žičnimi rebri je bila nahrapavljena z relativno največjo višino profila 0,00957, 0,0140 in 0,01714 ter z relativnim razmikom profilnih neravnosti 10. UNM so v zadnjih dveh desetletjih postale ena najpogostejše uporabljenih računalniških tehnik za analizo termodinamičnih sistemov. Primerne se za optimizacijo, modeliranje, simulacijo in ocenjevanje kompleksnih problemov, ki so težko rešljivi s konvencionalnimi tehnikami. Uporaba UNM prihrani čas in daje ključne informacije v večrazsežnostni domeni, zato postaja vse bolj priljubljena v znanosti in v tehniki. Umetne nevronske mreže so primerne za napovedovanje učinkovitosti termodinamičnih sistemov, vključno s solarnimi sistemi, zato se jih v zadnjih letih poslužujejo mnogi raziskovalci. Ocenjevanje eksergijske učinkovitosti solarnih grelnikov zraka na podlagi eksperimentov je zamudno in drago, numerično reševanje vodilnih enačb pa poleg tega zahteva obsežne in kompleksne računalniške programe. V izogib tem težavam je mogoče uporabiti metode UNM, ki zagotavljajo identifikacijo in klasifikacijo dejavnosti v mreži na podlagi omejenih, nepopolnih, dinamičnih in nelinearnih podatkovnih virov, obremenjenih s šumom.

Pregled literature je pokazal, da se tehnike UNM uporabljajo predvsem za analizo termične učinkovitosti solarnih grelnikov zraka, medtem ko analiza energijske učinkovitosti teh sistemov na podlagi UNM še ni bila opravljena. V predstavljeni študiji je bil ustvarjen model UNM za napovedovanje eksergijske učinkovitosti solarnega grelnika zraka na podlagi eksperimentalnih podatkov in izračunanih vrednosti parametrov.

Model UNM je bil oblikovan s sedmimi parametri v vhodni plasti: čas eksperimenta, intenzivnost sončnega obsevanja, parametri hrapavosti, temperatura ozračja, srednja temperatura zraka, temperatura plošče absorberja in masni pretok zraka. V izhodni plasti je bilo pet parametrov: vstopna eksergija, izstopna eksergija, eksergijska učinkovitost, uničenje eksergije in potencial za izboljšave. Za učenje predlaganega modela so bili uporabljeni algoritmi Levenberg-Marquardt (LM), skalirani konjugirani gradient (SCG) in konjugirani gradient Polak-Ribière (CGP).

Statistična analiza napak je pokazala, da je optimalen učni algoritem Levenberg-Marquardt s sedmimi nevroni v skriti plasti. Vrednosti R^2 v modelu za napovedovanje izhodne eksergije, vhodne eksergije, eksergijske učinkovitosti, uničenja eksergije in potenciala za izboljšave so bile 0,99584, 0,99997, 0,99517, 0,99997 oz. 0,99983, s čimer je bilo dokazano zadovoljivo delovanje modela UNM. Vrednosti srednje kvadratne napake (MSE), COV in MRE za napovedane parametre eksergijske učinkovitosti so bile zelo majhne. Iz rezultatov statistične obdelave sledi zaključek, da lahko predlagani model UNM z večplastnim perceptronom uspešno napove eksergijsko učinkovitost nahrapavljenega solarnega grelnika zraka. Predlagani model bo zelo koristen za uporabnike tehnik UNM.

Ključne besede: solarni grelnik zraka, eksergijska analiza, umetna nevronska mreža, učni algoritem, večplastni perceptron, Levenberg-Marquardt, skalirani konjugirani gradient, konjugirani gradient Polak-Ribière