

# Priprava in termična karakterizacija trdnih/kapljevitih organskih kompozitnih fazno spremenljivih snovi (PCM) na osnovi maščobnih kislin, izboljšanih z nanografenom, za shranjevanje toplote

Ragul Kumar Kittusamy\* – Velavan Rajagopal – Paul Gregory Felix

Tehniški kolidž PSG, Oddelek za strojništvo, Indija

Glavni cilj pričujočega raziskovalnega dela je premostitev vrzeli med ponudbo in potrebami po energiji na področju gospodinjstkih solarnih grelnikov vode (SGV). Shranjevanje toplote (ST) v SGV s pomočjo fazno spremenljivih snovi je do okolja prijazen pristop k pripravi dodatne vroče vode. Delovna temperatura gospodinjstkih SGV je približno 65 °C. Konvencionalni PCM na osnovi parafina, ki se uporabljajo za ST v SGV, imajo tališče med 50 °C in 60 °C ter niso primerni za zagotavljanje vroče vode z najvišjo želeno temperaturo. V predstavljenem delu je bila uporabljena evtektična kombinacija PCM na osnovi maščobnih kislin s tališčem blizu 65 °C kot alternativa parafinskim PCM za pripravo vroče vode z najvišjo temperaturo.

Toplotna prevodnost najbolj razširjenih sodobnih PCM je razmeroma nizka (od 0,5 do 1 W/mK), kar lahko resno vpliva na celotno zmogljivost sistema za ST. Za naslavljanje omenjenega problema so bili predlagani fazno spremenljivi snovi dodani nanoaditivi na osnovi ogljika. Nanodelci grafena so bili dodani po postopku dvostopenjske mehanske disperzije v utežnih razmerjih 1, 2 in 3 %. Za pravilno uporabo pripravljenih kompozitov NPCM v kateri koli aplikaciji je potrebno osnovno poznavanje materialnih lastnosti, v objavljeni literaturi pa ni bilo mogoče najti raziskav termičnih lastnosti PCM na osnovi maščobnih kislin z različno vsebnostjo nanodelcev grafena.

Glavni cilj raziskovalnega dela je bila priprava in preučitev toplotnih lastnosti ter kemijske in toplotne stabilnosti novih kompozitov. Obstoj in enakomerna porazdelitev grafena v PCM sta bila potrjena z ramanskim spektrometrom in analizo z vrstičnim elektronskim mikroskopom. Rezultati FTIR in XRD so pokazali, da so vsi trije kompoziti NPCM kemijsko stabilni, njihova kristaliničnost pa je podobna kot pri osnovnem PCM. Pri vzorcu s 3 % grafena se je toplotna prevodnost v trdnem stanju povečala za 219,89 %, toplotna prevodnost v kapljevitem stanju pa za 161,65 %. Analiza DSC je razkrila tudi 3,52-odstotno zmanjšanje specifične latentne toplote. Vsi kompoziti NPCM imajo začetno in vršno temperaturo tališča blizu osnovnega PCM. Rezultati TGS so pokazali, da so kompoziti NPCM razmeroma toplotno stabilnejši kot osnovni PCM.

Zaradi povišane toplotne prevodnosti kompozitov NPCM je mogoče pospešiti tudi hitrost taljenja in strjevanja med cikli polnjenja in praznjenja. Za najboljši izkoristek razpoložljive sončne energije bi zato bilo mogoče povečati volumsko kapaciteto sistema za ST na osnovi NPCM oz. zagotoviti prostor za hrambo večjih količin NPCM. Tako bi se dalo maksimalno izkoristiti potencialno specifično latentno toploto NPCM za shranjevanje dodatne toplote in SGV bi lahko zagotavljali dodatno vročo vodo pri zeleni temperaturi. Predlagani kompoziti NPCM so tako lahko najboljša alternativa konvencionalnim parafinskim PCM za gospodinjstke SGV z integrirano možnostjo ST. Potencialna uporaba predlaganih kompozitov NPCM pa ni omejena le na ST v SGV, saj so primerni tudi za ST v sistemih za rekuperacijo nizkotemperaturne odpadne toplote in za toplotno upravljanje elektronike. Za potrditev toplotnih lastnosti NPCM v daljšem časovnem obdobju bodo potrebni še preizkusi s pospešenimi toplotnimi cikli, za preučitev realnega vedenja NPCM v SGV pa podrobnejše študije s toploto sonca.

**Ključne besede:** PCM, nanodelci grafena, kompozit NPCM, sončna energija, shranjevanje toplote, solarni grelnik vode