

Rosnące zużycie paliw kopalnych, emisja gazów cieplarnianych i globalny niedobór energii doprowadziły do wzrostu zrównoważonego gospodarowania energią, zwłaszcza poprzez wykorzystanie odnawialnych źródeł energii. Jednak odnawialne źródła energii borykają się z problemami, takimi jak nieprzewidywalność i ograniczona dostępność, co może powodować niedopasowanie podaży i popytu w czasie, miejscu lub ilości. Aby rozwiązać te problemy, opracowano technologie magazynowania ciepła (ang. *Thermal Energy Storage* - TES), które są niezbędne dla systemów energii odnawialnej. Wśród systemów TES, magazynowanie ciepła oparte na materiałach zmiennofazowych (ang. *Phase Change Materials* - PCMs) jest skuteczne, proste i umożliwia magazynowanie dużych ilości energii w przeliczeniu na jednostkę masy. Materiały PCM mogą magazynować znaczną ilość ciepła podczas zmiany stanu skupienia. Mimo to, wiążą się z nimi również problemy, takie jak wycieki, przechłodzenie (zamrożenie poniżej normalnej temperatury krzepnięcia), słabe przewodzenie ciepła i złożona funkcjonalność, co utrudnia ich użytkowanie i zwiększa koszt.

Wiele badań koncentrowało się na rozwiązywaniu głównych problemów związanych z materiałami PCM typu ciało stałe-ciecz. Na przykład, opracowano różne stabilne materiały zmiennofazowe poprzez osadzanie PCM w gąbczastych podłożach lub tworzywach sztucznych, aby zapobiec wyciekowi podczas wielokrotnego topienia i krzepnięcia. W związku z gwałtownym wzrostem zapotrzebowania na magazynowanie ciepła w ostatnich latach, aerozele, zwłaszcza krzemooorganiczne, stały się obiecującymi materiałami do stabilizacji PCM i kontrolowania ich przemiany fazowej.

Aerozele to niezwykle lekkie, gąbczaste materiały o strukturze 3D. Ich właściwości fizyczne sprawiają, że doskonale nadają się do wysokowydajnych, stabilizowanych przestrzennie PCM. Kluczowe cechy aerożeli obejmują liczbę porów, powierzchnię właściwą i rozmiar porów, które można regulować w trakcie produkcji. Struktura porowata i duża powierzchnia pozwalają aerożelom na utrzymanie większej ilości PCM. Rozmiar porów i ich liczbę w aerożelach można regulować poprzez zmianę użytych substancji chemicznych lub ilości materiałów wyjściowych, co pozwala na lepsze dopasowanie PCM pod względem kształtu i właściwości powierzchni. Aerozele, zwłaszcza te o małych porach, słabo przewodzą ciepło, ale wypełnienie porów materiałami PCM zamiast powietrza poprawia przewodnictwo cieplne. Innym częstym problemem jest niska wytrzymałość aerożeli na bazie krzemionki. Ostatnie badania pokazują, że zastosowanie specjalnego materiału wyjściowego i kontrolowanie struktury może zwiększyć elastyczność aerożeli.

Chociaż poczyniono postępy w rozwoju i zastosowaniu wysokowydajnych, stabilnych materiałów PCM (ang. *shape-stable Phase Change Materials* - ssPCMs), nadal nie do końca rozumiemy, jak ich produkcja, właściwości termiczne oraz zastosowanie w magazynowaniu ciepła i kontroli termicznej są ze sobą powiązane. Niewiele wiemy również o tym, jak niewielkie przestrzenie wewnątrz materiału wpływają na właściwości termiczne ssPCM. Pogłębienie wiedzy w tych obszarach pomoże nam lepiej projektować i wykorzystywać ssPCM na bazie aerożeli.

Proponowane nowatorskie badania szczegółowo analizują aerozele na bazie krzemionki jako nośniki dla PCM. W przeciwieństwie do wcześniejszych prac, niniejsze badania koncentrują się na zmianie struktury aerożelu podczas produkcji, umożliwiając mu utrzymanie większej ilości PCM i zapobiegając jego wyciekowi, a tym samym bezpośrednio wpływając na zachowanie PCM. W ramach projektu zbadane zostanie również, jak niewielkie przestrzenie wewnątrz aerożelu wpływają na właściwości termiczne PCM, w tym zmiany temperatury topnienia i tworzenie warstw niekryształicznych, które często są pomijane.

Wszystkie te punkty razem wskazują na nowy sposób na poprawę magazynowania ciepła poprzez doskonalenie materiałów ssPCM pod kątem zachowania stabilności i łatwiejszej kontroli, zarówno na poziomie strukturalnym, jak i molekularnym.