

Zmiany środowiskowe oraz związane z nimi regulacje prawne przyczyniły się do zmian w sektorze energetycznym. Dostępność technologii opartych na odnawialnych źródłach energii (OZE), w tym głównie energii słonecznej i wiatrowej stale rośnie, co stwarza wyzwanie dla opracowania wydajnych i ekonomicznych rozwiązań w zakresie magazynowania energii, które przyczynią się do rozwiązania problemów związanych z okresowością OZE. Materiały zmiennofazowe PCM – Phase Change Materials, które mają zdolność do magazynowania ciepła oraz uwalniania go gdy materiał przechodzi zmianę fazy (np. podczas topnienia i krystalizacji) mogą przyczynić się do zrównoważonego i ekonomicznego magazynowania energii odnawialnej na szeroką skalę. Zmagazynowana energia cieplna może być bezpośrednio dostarczana tam, gdzie jest potrzebna, zarówno w zastosowaniach przemysłowych jak i domowych.

PCM topiące się w średnim zakresie temperatur (100-220°C) mogą znaleźć szerokie zastosowanie w magazynowaniu energii odnawialnej w bateriach termicznych (baterii Carnota). Technologia ta ma potencjał zmienić rynek magazynowania energii odnawialnej, ze względu na niską cenę oraz skalowalność. Jej implementacja na szeroką skalę znacząco przyczyniłaby się przede wszystkim do zmniejszenia ilości paliw kopalnych wykorzystywanych do produkcji energii elektrycznej, przyczyniając się do znacznej redukcji emisji CO₂. Koszt, wydajność i rozwój tej zrównoważonej technologii w decydującym stopniu zależą jednak od pochodzenia, wydajności i ceny zastosowanych materiałów zmiennofazowych. O ile materiały PCM jako ogólna koncepcja są dobrze znane, o tyle wybór istniejących materiałów o temperaturze topnienia w zakresie 100-220°C (odpowiednich do tego zastosowania), które dodatkowo spełniają kryteria zrównoważonego rozwoju i obiegu zamkniętego jest ograniczony.

Pośród materiałów organicznych topiących się w pożądanym zakresie temperatur największą zdolność do magazynowania ciepła posiadają naturalnie występujące alkohole cukrowe i ich pochodne. Chociaż materiały te są nietoksyczne, niepalne, niekorozyjne i przede wszystkim spełniają kryteria zrównoważonego rozwoju, charakteryzują się niską stabilnością podczas naprzemiennych cykli topnienia i krystalizacji oraz ulegają przechłodzeniu (często raz stopione nie krystalizują ponownie), co wyklucza je z zastosowania jako PCM w czystej postaci.

Nasze ostatnie wyniki pokazują, że przekształcenie cukrów w organiczne sole może zmniejszyć efekt przechłodzenia i znacząco zwiększyć ich stabilność, na skutek wprowadzenia dodatkowych oddziaływań kulombowskich. Co więcej, nasze badania prowadzone z zespołem naukowców z Monash University w Australii wykazały, że wprowadzenie dodatkowych oddziaływań van der Waalsa również znacząco przyczynia się do poprawy właściwości termicznych PCM opartych na tanich i dostępnych cukrach i ich pochodnych.

W ramach projektu alkohole/kwasy cukrowe zostaną przekształcone w ciecze jonowe/sole oraz niejonowe pochodne zawierające ugrupowania amidowe/uretanowe w celu poprawy ich właściwości cieplnych, stabilności oraz zminimalizowania efektu przechłodzenia. Celem projektu jest zidentyfikowanie i zrozumienie oddziaływań międzycząsteczkowych w solach/zwiazkach organicznych opartych na pochodnych cukrów w stałym stanie skupienia oraz podczas przejścia fazowego, a także skorelowanie tych oddziaływań z podstawowymi właściwościami termicznymi materiałów. Opracowane zależności pomiędzy strukturą a fundamentalnymi właściwościami termicznymi badanych systemów, przyczynią się do opracowania materiałów o kontrolowanych właściwościach zmiennofazowych, dedykowanych do wydajnego i zrównoważonego wykorzystania ciepła.

Badania obejmą zaprojektowanie nowych materiałów oraz opracowanie najbardziej obiecujących dróg i warunków ich syntezy, zgodnych z zasadami zielonej chemii. W ramach projektu, będziemy dążyć do zminimalizowania toksyczności i tworzenia odpadów oraz maksymalizacji wykorzystania surowców odnawialnych w celu opracowania przyjaznych dla środowiska metod i materiałów. Opracowane materiały będą badane pod kątem ich właściwości termicznych, struktury molekularnej oraz oddziaływań międzycząsteczkowych (z wykorzystaniem rentgenografii strukturalnej i analizy powierzchni Hirshfelda). Związki o najbardziej obiecujących właściwościach termicznych będą testowane pod kątem ich długoterminowej stabilności i zdolności do powtarzalnych przemian fazowych.