

Inteligentne materiały pasywne zdolne do grzania lub chłodzenia do temperatur odmiennych od otoczenia bez dodatkowego zasilania

W ostatnich latach ugruntował się pogląd, że jednym z największych wyzwań, z którymi przyjdzie się mierzyć ludzkości, są zmiany klimatyczne spowodowane działalnością człowieka. Środowisko naukowe jest zgodne, że kroki mające powstrzymać ten proces muszą być wykonane jak najszybciej. Obecnie jedną z najbardziej palących kwestii jest intensyfikacja działań mających na celu wypracowanie nowych rozwiązań, które pozwoliłyby na oszczędzanie energii pochodzącej głównie z paliw kopalnych. W tym kontekście możliwość wydajnego i najlepiej zeroemisyjnego chłodzenia (lub grzania) budynków lub urządzeń staje się zagadnieniem coraz bardziej istotnym dla współczesnych potrzeb cywilizacyjnych. I choć istnieją naturalne procesy pozwalające na regulację ciepła, to ponieważ przepływ ciepła zawsze odbywa się od ciała o temperaturze wyższej do ciała o temperaturze niższej, schłodzenie obiektu do temperatur poniżej temperatury odbiornika ciepła wymaga nakładu energii i wykorzystania specjalnego układu np. z wykorzystaniem sprężarki. Istnieje jednak idealny odbiornik ciepła, który ma temperaturę bliską -270°C i praktycznie nieskończoną pojemność cieplną, a jest nim... przestrzeń kosmiczna. Aby jednak wykorzystać ten potencjał, transport ciepła pomiędzy chłodzonym obiektem a przestrzenią kosmiczną musi odbywać się przez promieniowanie cieplne (radiacyjnie), emitowane w zakresie długości fal, dla których ziemska atmosfera jest przezroczysta (m.in. pasmo $8\text{-}13\ \mu\text{m}$). Jednocześnie aby urządzenie chłodziło również w dzień, jego własności optyczne w zakresie widzialnym powinny być tak zaprojektowane, aby bezpośrednie promieniowanie słoneczne nie powodowało jego nagrzewania. Choć równoczesne spełnienie wszystkich powyższych warunków wydawało się nieosiągalne, to dzięki postępowi jaki dokonał się niedawno w naukach materiałowych, zwłaszcza udoskonaleniu procesów nano i micro strukturyzacji, możliwe było wykonanie pierwszych prototypów takich urządzeń. Wykazano, że bez żadnych nakładów energetycznych i przy największym bezpośrednim nasłonecznieniu można uzyskać temperatury do kilkudziesięciu stopni niższe od temperatura otoczenia.

W projekcie tym planujemy interdyscyplinarne badania podstawowe mające doprowadzić do odkrycia nowych struktur, nowych sposobów kształtowania i zarządzania charakterystyką emisyjności/absorpcyjności oraz identyfikacji najbardziej odpowiednich materiałów polimerowych do przyszłych zastosowań związanych z zarządzaniem ciepłem. Projekt odnosi się do najbardziej kluczowych czynników, które obecnie wstrzymują dalszy postęp w rozwoju inteligentnych urządzeń promieniujących. Planowane prace numeryczne zwiększą zrozumienie mechanizmu sprzężenia pomiędzy właściwościami optycznymi, termicznymi i mechanicznymi. Prace eksperymentalne dostarczą użytecznej wiedzy na temat zależnych od temperatury stałych optycznych powszechnie stosowanych polimerów i innych związków. Głównym celem projektu jest opracowanie nowego typu materiału strukturalnego, w którym charakterystyka emisyjności/absorpcyjności może być regulowana na bieżąco w celu zarządzania bilansem cieplnym przedmiotów, a tym samym kontrolowania ich temperatury. Oczekiwanym rezultatem projektu, który wykracza poza obecny stan wiedzy, jest przewidywana funkcjonalność polegająca na tym, że tryb pracy proponowanego materiału można będzie płynnie zmieniać pomiędzy dwoma skrajnymi możliwościami pod wpływem zewnętrznego bodźca. W pierwszym przypadku mówimy o sytuacji, kiedy ustrukturyzowany materiał działa jako pasywne urządzenie do chłodzenia radiacyjnego, które w warunkach bezpośredniego nasłonecznienia jest zdolne do osiągnięcia temperatur poniżej otoczenia, nie wymagając przy tym zasilania. W drugim skrajnym wariantcie będzie on zbierał energię słoneczną, aby ogrzać obiekt do temperatur wyższych niż otoczenie, jednocześnie minimalizując pasożytnicze straty ciepła. Planowany materiał strukturalny będzie różnił się od obecnie stosowanych urządzeń do chłodzenia radiacyjnego nie tylko liczbą dostępnych funkcji, ale także geometrią, materiałami konstrukcyjnymi i mechanizmem przełączania. Wierzymy, że udana realizacja tego projektu doprowadzi do rozwoju nowej generacji inteligentnych systemów zarządzania termicznego.