

Wiele ciekawych zjawisk w ciele stałym, związanych ze sprzężeniem podsieci magnetycznej z zewnętrznym polem magnetycznym, może być ujawnione przez zmianę tego ostatniego. Dotyczy to między innymi, zjawiska magneto-termodynamicznego znanego jako efekt magnetokaloryczny (MCE), który polega na absorpcji lub emisji ciepła przez ciało stałe pod wpływem działania na niego zmieniającego się zewnętrznego pola magnetycznego i ma miejsce we wszystkich materiałach magnetycznych. W ostatnich latach można zaobserwować wzrost zainteresowania technologią chłodzenia magnetycznego jako alternatywną dla konwencjonalnych metod chłodzenia opartych na kompresji gazu. Technologia chłodzenia magnetycznego jest bardziej skuteczna, jak również przyjazna dla środowiska i może być realizowana w szerokim zakresie temperatur, od pokojowych do bardzo niskich temperatur. Wykonanych zostało wiele prac i w dalszym ciągu w wielu ośrodkach naukowych na Świecie trwają intensywne poszukiwania nowych czynników chłodniczych o podwyższonych własnościach magnetokalorycznych.

We współczesnym społeczeństwie coraz częściej wykorzystywane są gazy płynne. Do gazów tych zaliczamy ciekły hel, który wykorzystywany jest do ochładzania między innymi magnesów nadprzewodnikowych. Magnesy nadprzewodnikowe są natomiast wykorzystywane w wielu ważnych dziedzinach życia. Między innymi w badaniach naukowych do wytwarzania silnych pól magnetycznych przy niskim zużyciu energii. W medycynie, do diagnostyki medycznej metodą nuklearnego rezonansu magnetycznego NMR. Tradycyjne materiały nadprzewodzące składają się ze stopu NbTi, który posiada temperaturę krytyczną 9 K i pole krytyczne 12 T. Prawie 80 % wytwarzanego stopu stosuje się do produkcji elektromagnesów na potrzeby diagnostyki medycznej metodą NMR. Pozostałe 20 % stosuje się do budowy elektromagnesów do celów naukowych. Okazuje się, że pomimo wysokiego stopnia izolacji termicznej warstwy ochronnej i warstwy pośredniej z ciekłym azotem utraty helu w kriostacie są nieuniknione ze względu na jego parowanie.

Celem projektu jest opracowanie innowacyjnej metody otrzymywania kompozytowych czynników chłodniczych przy wykorzystaniu izostatycznej syntezy wysokociśnieniowej. W skład kompozytów będą wchodziły magnetyczne związki międzymetaliczne o strukturze faz Lavesa, tj. $R_{1-x}R'_xNi_2$ (R - „ciężkie lantanowce”). Wybrane związki wyjściowe należą do grupy materiałów wykazujących duży efekt magnetokaloryczny i są idealnymi materiałami do zastosowań, jako czynniki chłodnicze w niskich temperaturach. W połączeniach trójskładnikowych, w skład których będą wchodziły pierwiastki dwóch ciężkich lantanowców oraz atomy niklu, uzyskamy szereg związków o pożądanych właściwościach, z których będzie można zbudować materiał kompozytowy, pracujący jako czynnik chłodniczy w zakresie temperaturowym od 4.2 do 40 K.

Uzyskany na drodze innowacyjnej syntezy wysokociśnieniowej materiał kompozytowy będzie mógł zostać w przyszłości wykorzystany jako czynnik chłodniczy w tzw. magnetycznej chłodziarce kriogenicznej pracującej w niskich temperaturach. Chłodziarka była by pewnego rodzaju izolatorem (blokada termiczna) pomiędzy cieczą kriogeniczną a otoczeniem, przez co w znacznym stopniu ograniczone zostałyby zużycie cieczy kriogenicznych, które odparowują podczas pracy urządzeń kriogenicznych, przechowywania cieczy, jak i podczas transportu.

Kompleksowe wyniki badań proponowanych materiałów funkcjonalnych z wysokimi wartościami MCE w zakresie niskich temperatur przyczynią się do istotnego poszerzenia wiedzy w tej dziedzinie nauki. Eksperymenty będą prowadzone przy wykorzystaniu najbardziej odpowiedniej metody badawczej dla MCE, jaką jest metoda bezpośrednia przy wykorzystaniu stacjonarnych pól magnetycznych o wysokiej wartości indukcji magnetycznej, bo dochodzącej do 14 T. Zaproponowane metody badawcze zostaną wdrożone i wykorzystane w ramach niniejszego projektu, czyli bezpośrednio pomiary ΔT_{ad} i ΔQ w warunkach adiabatycznych i quazi-izotermicznych. Warto podkreślić, że pomiar ΔQ świadczy o nowatorskości wnioskowanego projektu. Pomiar taki nakłada konieczność zastosowania odpowiednich warunków eksperymentalnych i nie jest stosowany przez ośrodki badawcze zajmujące się tematyką MCE. Dlatego też większość artykułów naukowych związanych z MCE bazuje na pomiarach magnetycznych, transportowych bądź bezpośrednich. Jednakże z praktycznego punktu widzenia zastosowanie metody, która pozwoli nam oszacować wartość zaabsorbowanego bądź oddanego ciepła wydaje się jak najbardziej uzasadniona i racjonalna.