

## Streszczenie popularnonaukowe

Każdy z nas doświadcza nagrzewania urządzeń elektronicznych spowodowanego ich coraz większą mocą i gęstością upakowania elementów. Generowane w urządzeniach ciepło musi być odprowadzane, aby zapewnić prawidłowe ich funkcjonowanie. Dane statystyczne mówią, że ponad połowa uszkodzeń elementów elektronicznych jest spowodowana przegrzaniem. Tak zwane zarządzanie ciepłem stało się krytyczną kwestią z powodu braku materiałów, które mogłyby odprowadzać ciepło w sposób wystarczająco efektywny.

W niniejszym projekcie mamy zamiar szczegółowo poznać i zrozumieć zachowanie kompozytów Cu-Mo o strukturze ukształtowanej w skali nano-, submikrometrycznej. Będzie to podstawą do zaproponowania zasad projektowania kompozytów Cu-Mo o pożądanymi właściwościami, tj. odpowiedniej kombinacji przewodności cieplnej i elektrycznej, rozszerzalności cieplnej oraz odpowiednich właściwościach mechanicznych (wytrzymałości i ciągliwości) i odporności korozyjnej. Opracowane zasady projektowania zostaną zweryfikowane eksperymentalnie poprzez wytworzenie szerokiej gamy kompozytów o kontrolowanej architekturze, mikrostrukturze, teksturze i właściwościach granic międzyfazowych charakteryzujących się pożądanymi właściwościami.

Do badań wybrano kompozyty Cu-Mo, ponieważ charakteryzują się unikalną kombinacją właściwości, tj. wysoką przewodnością cieplną i elektryczną oraz niskim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej, co czyni je bardzo obiecującymi materiałami odprowadzającymi i rozpraszającymi ciepło w takich zastosowaniach jak samochody elektryczne, komórkowe stacje bazowe, a także zastosowania w przestrzeni kosmicznej. Dodatkowo, ich przewodność i rozszerzalność cieplna mogą być dopasowywane do wymagań (możliwość wytwarzania „materiału na zamówienie”) poprzez kontrolowanie udziału objętościowego składników oraz tworzenie kompozytów o określonej strukturze. Ponadto nasze ostatnie badania pokazały, że właściwości materiałów rozpraszających ciepło takich jak Cu-W lub Cu-Mo można poprawić poprzez ich nanostrukturację oraz modyfikowanie granic międzyfazowych. Oznacza to, że optymalne właściwości materiałów w konkretnych warunkach można osiągnąć poprzez precyzyjne ich projektowanie w różnych skalach wymiarowych (aż do nanoskali).

W projekcie zbadamy zachowanie kompozytów Cu-Mo o projektowanej zróżnicowanej mikrostrukturze i architekturze. Kompozyty w postaci układu nanowarstw o grubości 3-10 nm zostaną wytworzone metodą rozpylania magnetronowego. Kompozyty w postaci laminatów o grubości warstw rzędu mikrometrów oraz drobnoziarniste kompozyty o jednorodnej równoosiowej budowie zostaną wytworzone metodami dużego odkształcenia plastycznego. Następnie określone zostaną ich właściwości funkcjonalne (przewodność cieplna i elektryczna, współczynnik rozszerzalności cieplnej), mechaniczne (twardość, wytrzymałość, ciągliwość) oraz podatność do spajania (lutowania). Zmierzone właściwości zostaną porównane do komercyjnie dostępnych makro-kompozytów Cu-Mo. Szczególną uwagę zwrócimy na uwarunkowania mikrostrukturalne właściwości, w tym wpływ rozmiaru warstw czy ziaren (czy są one w skali nano-, submikro- czy mikrometrycznej) oraz rolę powierzchni granicznych (granicy ziaren, granicy międzyfazowych) i ich charakterystycznych cech w zależności od metody wytwarzania.