

Projekt finansowany ze środków Narodowego Centrum Nauki

CoSMiC: Złożone stopy na bazie krzemków metali wysokotopliwych wytwarzane w procesie infiltracji ciektofazowej - nowa klasa materiałów ultrawysokotemperaturowych

Wdrożenie materiałów ultrawysokotemperaturowych, które byłyby w stanie działać ponad aktualnym reżimem temperaturowym nadstopów, wymaga zastosowania nowych rozwiązań w projektowaniu technologii materiałowych. W tym względzie, szczególną uwagę zwraca się na koncepcję stopów wieloskładnikowych uzyskanych w wyniku zmieszania ze sobą metali wysokotopliwych (takich jak Mo, Nb, Ta czy W) w prawie równych proporcjach. Tego rodzaju materiały, o temperaturze topnienia powyżej 2000°C, w literaturze funkcjonują pod nazwami: wysokotopliwe stopy o wysokiej entropii (RHAЕ) lub wysokotopliwe złożone stopy skoncentrowane (RCCA).

Dotychczas udokumentowano, że w wielu przypadkach wykazują one właściwości mechaniczne na bardzo wysokim poziomie (całkowicie nieosiągalnym dla „klasycznych” nadstopów) nawet w temperaturze tak wysokiej jak 1600°C. Jednakże, aby możliwe RHAЕ lub RCCA mogły skutecznie zastąpić nadstopy oraz rozszerzyć zakres ich temperaturowej przydatności, konieczne jest wyeliminowanie ich następujących wad: (i) niskiej odporności na utlenianie w pośredniej temperaturze (poniżej 900°C) oraz (ii) znacznie wyższej gęstości (~13–14 vs. 8–9 g/cm³) w porównaniu do stopów niklu.

W projekcie **CoSMiC** proponujemy przewyżczyć powyższe ograniczenia, wprowadzając nową klasę lekkich materiałów ultrawysokotemperaturowych, które łączą koncepcję RCCA z odpornymi na utlenianie wysokowytrzymałymi intermetalikami zawierającymi krzem (krzemki), bor (borki) i/lub krzem-bor (borokrzemki). W naszym założeniu, nowe materiały będą wykazywać następujące zalety w stosunku do nadstopów niklu i „konwencjonalnych” stopów wysokotopliwych: (i) stosunkowo niską gęstość (6–7 g/cm³); (ii) poprawioną odporność na utlenianie (do 1600°C) dzięki tworzeniu ciągłej warstwy powierzchniowej szkła borokrzemowego; (iii) doskonałą strukturalną stabilność termiczną zapewnioną przez wysoką entropię konfiguracyjną poszczególnych faz oraz (iv) zwiększoną wytrzymałość w wysokiej temperaturze dzięki umocnieniu supertwardymi borkami i borokrzemkami o wysokiej entropii. Ponadto naszym celem technologicznym jest opracowanie nowej metody wytwarzania, która pozwoliłaby uzyskiwać ww. materiały w warunkach niższej temperatury/ciśnienia niż proponowane w literaturze dla podobnych materiałów, a także bez użycia toksycznych substancji chemicznych jako aktywatorów reakcji.

Nr umowy: UMO-2021/43/B/ST5/01907

Wartość projektu: 2 924 760 PLN

Okres realizacji: 03.06.2022–02.06.2026

Kierownik (Łukasiewicz – KIT): dr inż. Wojciech Polkowski

Projekt realizowany jest przez konsorcjum: Sieć Badawcza Łukasiewicz – Krakowski Instytut Technologiczny (Lider), Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego