

## Streszczenie

W pracy wytworzono wysokoentropowy, dwufazowy stop  $\text{TiCoCrFeMn}$  zbudowany z mieszaniny roztworu stałego i fazy Lavesa, a także - w celu poprawy odporności na pękanie - dodatkowo umacniany ceramiką tlenkową  $\text{CuO}$  wprowadzaną in-situ oraz  $\text{TiO}_2$  na drodze ex-situ. Na etapie projektowania materiału zaproponowano koncepcję wykorzystującą teorię orbitali molekularnych służącą stworzeniu diagramu Bo-Md, stanowiącego narzędzie do przewidywania budowy fazowej stopów na bazie tytanu. Ponadto, zakładając zastosowanie projektowanego stopu w obszarach „czystej energii”, w tym jądrowej, uwzględniono czas osiągnięcia przez pierwiastki składowe dopuszczalnego poziomu zanieczyszczeń radioaktywnych. Zweryfikowano dostępne narzędzia projektowania w zakresie parametrów termodynamicznych HEA, poddając je konfrontacji z zaprojektowanym diagramem. Na każdym etapie wytwarzania składającego się z mechanicznej syntezy proszków elementarnych, spiekania mieszanin proszkowych oraz homogenizacji prowadzonej w temperaturze  $1050^\circ\text{C}$  w czasie do 1000 godzin przeprowadzono badania strukturalne i fazowe, w tym rentgenowską analizę fazową, różnicową analizę termiczną oraz mikroanalizy spektroskopii dyspersji energii czy też dyfrakcję elektronów wstecznie rozproszonych, wsparte obserwacjami mikroskopowymi. Zidentyfikowane elementy mikrostruktury skorelowano z właściwościami mechanicznymi w zakresie mikrotwardości, odporności na kruche pękanie czy wytrzymałości na ściskanie.

Stwierdzono, iż uzyskany materiał cechuje się połączeniem cech typowych dla twardych i kruchych ceramik z właściwościami cieplnymi odpowiadającymi nadstopom na bazie niklu, predysponując wytworzony, dwufazowy stop wysokoentropowy do przewidywanych zastosowań.

Słowa kluczowe: stopy o wysokiej entropii, roztwór stały RPC, faza Lavesa, diagram Bo-Md, analiza fazowa, właściwości mechaniczne

*Dominika Górniewicz*

## Abstract

In this work, a two-phase high-entropy TiCoCrFeMn alloy was manufactured by powder metallurgy technology. It is composed of a mixture of solid solution and the Laves phase, additionally strengthened with CuO oxide ceramics introduced in situ and TiO<sub>2</sub> ex-situ to improve its fracture resistance. At the material design stage, molecular orbital theory was used to create a Bo-Md diagram, which was further used to predict the material structure. Moreover, assuming the use of the designed alloy in the areas of "clean energy", including nuclear energy, the time needed for the components to reach the permissible level of radioactive contamination was considered. The available design tools regarding HEA thermodynamic parameters were verified and compared with the designed diagram. Structural and phase tests were performed at each production stage, consisting of mechanical synthesis of elementary powders, sintering of powder mixtures, and homogenization at 1050°C for up to 1000 hours. These include X-ray phase analysis, differential thermal analysis, and micro-analysis of energy dispersive spectroscopy or diffraction of backscattered electrons, supported by microscopic observations. The identified microstructure elements were correlated with mechanical properties in terms of microhardness, fracture toughness, and compressive strength.

It was found that the manufactured material is characterized by a combination of features typical for hard and brittle ceramics with thermal properties similar to nickel-based superalloys, predisposing the produced two-phase high-entropy alloy to the expected applications.

Keywords: high entropy alloys, RPC solid solution, Laves phase, Bo-Md diagram, phase analysis, mechanical properties

*Dominika Górniewicz*